

Abschätzung des österreichischen Biogasproduktionspotentials zur Stromerzeugung in 2020

Assessment of electric power production potentials from biogas in Austria by 2020

Bernhard STÜRMER und Erwin SCHMID

Zusammenfassung

Anfang 2010 wurden die neuen Ökostromtarife in der Ökostromverordnung festgesetzt. Die deutliche Erhöhung der Ökostromtarife lässt einen Anreiz zum Neubau von Biogasanlagen vermuten. Mit einem Modellverbund aus CropRota, EPIC und BiomAT wird das ökonomische Biogaspotential zur Stromerzeugung in Abhängigkeit verschiedener Ökostromtarife abgeschätzt. Die Modellergebnisse zeigen, dass die derzeitigen Einspeisetarife nicht ausreichen, um die Engpassleistung durch den Bau von Neuanlagen zu steigern. Bei Biogasanlagen bis zu einer Leistung von 250 kW_{el} ist der Ökostromtarif an einem Masseanteil im Substrat von mindestens 30% Gülle gebunden. Es zeigt sich, dass in manchen Gemeinden der Nachfrage an Gülle nicht nachgekommen werden kann. Bei einem Einspeisetarif von 26 ct/kWh würden 1.330 neue Biogasanlagen errichtet werden, die den Anteil an Ökostrom aus Biogas auf 4,2% des prognostizierten Stromverbrauches in 2020 erhöhen.

Schlagerworte: Biogas, Ökostromproduktion, Einspeisetarif, integrierte Landnutzungsanalyse

Summary

The new feed-in tariffs of the Austrian eco-electricity regulation were published in February 2010. It is expected that the higher eco-electricity feed-in tariffs will provide an incentive for the construction of new biogas production plants. The economic potential of biogas for electricity

generation in relation to the new eco-electricity feed-in tariffs are assessed with a model cluster including the crop rotation model CropRota, the bio-physical process model EPIC, and the spatially explicit biomass optimization model BiomAT. The model results show that the current feed-in tariffs are not sufficient to increase biogas production. For biogas plants up to 250 kW_{el}, the eco-electricity feed-in tariff is coupled with a minimum share of manure of 30% in the substrate mix. The analysis shows that the additional demand for manure cannot be met in some municipalities. However, about 1,330 new biogas plants would be built at a feed-in tariff of 26 ct/kWh, which would increase the share of eco-electricity from biogas to 4.2% of the projected electricity consumption in 2020.

Keywords: biogas, electric power production, renewable energy, feed-in tariff, integrated land use analysis

1. Einleitung

Die derzeitige Energiestrategie in Österreich sieht eine Reihe von Maßnahmen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit, zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger vor. Unter anderem soll der Ausbau der Engpassleistungen von Biogasanlagen weiter forciert werden. Dazu wurden die Ökostromtarife in der neuen Ökostromverordnung (BGBl. II Nr. 42/2010) gegenüber den letzten Einspeisetarifen deutlich erhöht.

Für Biogasanlagen bis zu 250 kW_{el} ist dabei ein Gülleanteil von zumindest 30% der eingesetzten Masse notwendig, um den Ökostromtarif von 18,50 ct/kWh_{el} zu erhalten. Um einen KWK-Bonus von 2 ct/kWh_{el} in Anspruch nehmen zu können, muss ein erheblicher Anteil des Wärmeanfalls verwertet werden. So müsste eine 250 kW_{el} Biogasanlage neben einem elektrischen Wirkungsgrad von 36% noch einen thermischen Wirkungsgrad von 36% aufweisen, um das Effizienzkriterium (Berechnet mit der Formel: $2/3 \cdot W/B + E/B \geq 60\%$ nach BGBl. I Nr. 111/2008) erreichen zu können.

Ziel dieses Beitrages ist die Abschätzung des Biogasproduktionspotentials für das Jahr 2020 in Abhängigkeit unterschiedlicher Einspeisetarife. Dazu wird ein Modellverbund verwendet, mit dem die Landnutzungs Konkurrenz von verschiedenen Verwertungsmöglichkeiten (Nahrungs- und Futtermittel bzw. Energie) räumlich explizit und auf Ge-

meindeebene abgebildet werden kann. Der Modellverbund berücksichtigt standörtliche und regionale Gegebenheiten (Boden, Klima, Fruchtfolgen, Tierbesatz, Bewirtschaftungsintensitäten, Politikmaßnahmen, etc.), womit die Opportunitätskosten der Biogasproduktion und in Folge das ökonomische Biogasproduktionspotential besser abgeschätzt werden können.

Im folgenden Kapitel werden die Datengrundlage sowie der verwendete Modellverbund beschrieben. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der Modellanalysen präsentiert, diskutiert und die wichtigsten Schlussfolgerungen abgeleitet.

2. Daten und Methode

Für die Abschätzung des ökonomischen Biogaspotentials im Jahr 2020 wurden auf Gemeindeebene Vergleichsdeckungsbeiträge von typischen Fruchtfolgen errechnet. Die typischen Fruchtfolgen wurden auf Basis der Ackerkulturverteilungen des INVEKOS-Datensatzes mit dem Fruchtfolgeoptimierungsmodell CropRota (SCHÖNHART et al., 2009) abgeleitet und umfassen bis zu 22 zwei- bis sechsgliedrige Fruchtfolgen sowie deren Flächenanteil je Gemeinde. Das bio-physikalischen Prozessmodell EPIC (WILLIAMS, 1995) wurde verwendet, um Pflanzenerträge und Umweltauswirkungen in Abhängigkeit von Bodenformen, Wetter, Topographie, Fruchtfolge und Bewirtschaftungsintensitäten zu simulieren.

Die Deckungsbeiträge der Ackerkulturen wurden nach dem Standarddeckungsbeitrag (BMLFUW, 2008) ermittelt, wobei die Erzeugerpreise auf Basis des Agricultural Outlooks (OECD-FAO, 2008) und die variablen Kosten in Abhängigkeit des prognostizierten Ölpreises (eigene Berechnungen nach OECD-FAO, 2008) für das Jahr 2020 angepasst wurden. Zusätzlich werden die aggregierten Deckungsbeiträge aus der Nutztierhaltung in den Gemeinden berücksichtigt. Das österreichische Agrarumweltprogramm ÖPUL wird unverändert fortgeschrieben und die derzeitigen Betriebsprämien wurden in eine regionale Flächenprämie umgewandelt und um 50% gekürzt (vgl. SCHMID et al., 2008).

Der Erlös der Biogaspflanzen wird aus dem Stromertrag (abzüglich des Eigenstrombedarfs) der einzelnen Substrate und dem Ökostromtarif errechnet. Die variablen Kosten setzen sich aus den variablen Kosten des Anbaus bzw. der Kultivierung und der Gülleausbringung sowie

der Lohnernte zusammen (in Anlehnung an STÜRMER und EDER, 2010). Die von der Biogasanlage verursachten variablen und fixen Kosten werden in den Deckungsbeiträgen der Substrate anteilmäßig berücksichtigt. In den durchschnittlichen jährlichen Fixkosten der Biogasanlage sind die Investitionskosten (nach KIRCHMEYR und ANZENGRUBER, 2008), die Investitionskostenzuschüsse der Länder und die Ersatzinvestitionen berücksichtigt. Die variablen Kosten der Biogasanlage beinhalten auch die Manipulationskosten und einen Lohnansatz. Die variablen und fixen Kosten wurden dabei ausschließlich auf die Stromproduktion bezogen. Die Erlöse und die durchschnittlichen jährlichen fixen und variablen Kosten für die erforderliche Wärmeverwertung wurden als ausgeglichen angenommen. Alle Daten werden im räumlich expliziten Biomasseoptimierungsmodell BiomAT integriert. BiomAT maximiert den Gesamtdeckungsbeitrag von agrarischen Landnutzungsaktivitäten unter Berücksichtigung standortspezifischer Gegebenheiten und Einhaltung regionaler Ressourcenausstattungen und Beschränkungen.

Um den Anfall an Gülle aus der Tierhaltung abzuschätzen, sind aus den INVEKOS-Daten rinder- und schweinehaltende Betriebe extrahiert worden. In einem weiteren Schritt wurden jene Betriebe ausgewählt, die zumindest 20 RGVE einer Tierkategorie (Kühe, männliche bzw. weibliche Rinder) halten bzw. einen jährlichen Gülleanfall von mindestens 500 m³ aufweisen (nach BMLFUW, 2006).

Mit der Verschneidung der Modellergebnisse für reine Stromerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen und der Gülleverfügbarkeit sind die installierten elektrischen Leistungen in den Gemeinden je nach Ökostromtarif errechnet worden. Des Weiteren wurden die Mehraufwendungen für die Stromkonsumenten errechnet, indem die Differenz zwischen Ökostromtarif und Großhandelsstrompreis genommen wurde. Dazu ist die Summe der gesamten Ökostromvergütungen für Biogas, ausgehend von einem möglichen zukünftigen Großhandelsstrompreis in der Höhe von 8 Cent/kWh, errechnet worden.

3. Ergebnisse

Die Biogasproduktion auf Basis rein pflanzlicher Substrate wird ab einem Einspeisetarif von 21 ct/kWh_{el} wirtschaftlich interessant. Die Verwertung von Ackerlandflächen über Biogaspflanzen ist bei einem Einspeisetarif von 21 bzw. 22 ct/kWh_{el} laut unseren Berechnungen in

den Bezirken Feldkirch (Vlbg) und Scheibbs (NÖ) eine wirtschaftlich interessante Alternative. Mit steigendem Einspeisetarif wird diese Biogasproduktion noch in weiteren Bezirken wie zum Beispiel Grieskirchen, Ried i. Innkreis und Braunau am Inn in Oberösterreich sowie St. Pölten in Niederösterreich interessant. Bei einem Einspeisetarif von 26 ct/kWh_{el} ist in 662 Gemeinden von den 2091 untersuchten Gemeinden eine Betreibung von reinen NAWARO-Biogasanlagen mit zumindest 100 kW_{el} wirtschaftlich möglich (Abbildung 1).

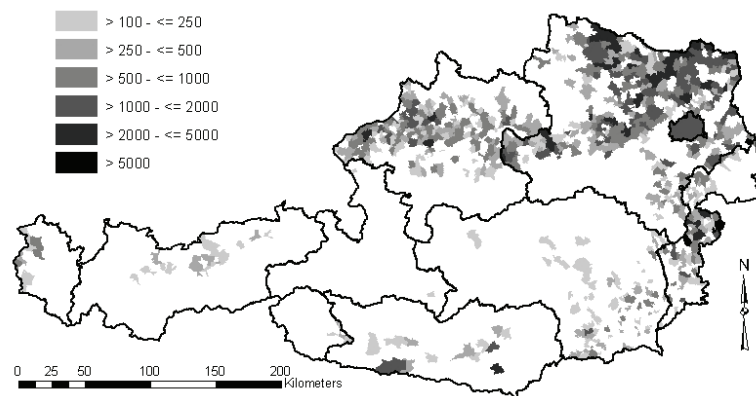


Abbildung 1: Engpassleistungen in kW_{el} aus Energiepflanzen in den Gemeinden bei einem Ökostromtarif von 26 Cent/kWh_{el}

Quelle: Eigene Berechnungen

Die in den Gemeinden verfügbaren Güllemengen für Biogasanlagen unter 250 kW_{el} sind in Abbildung 2 grafisch dargestellt. Mit zunehmender Höhe des Ökostromtarifs nehmen die Gemeinden ohne Tierhaltung mit potentiellen Flächen für den Anbau von Biogaspflanzen zu. Es steigt auch der Substrateinsatz in vielen Gemeinden so stark an, dass nicht genügend Gülle aus der Tierhaltung für den 30%-Anteil im Substratmix vorhanden ist. So können, bei einem Einspeisetarif von 23 ct/kWh_{el}, noch 75% der rund 135 theoretisch möglichen 250 kW_{el} Biogasanlagen ausreichend mit Gülle aus den Gemeinden versorgt werden. Bei einem Einspeisetarif von 26 ct/kWh_{el} würde nur mehr in 50% der Gemeinden mit Biogasanlagen der 30%-Gülleanteil erreicht werden. Es wird angemerkt, dass ein möglicher Güllehandel zwischen den Gemeinden in den Analysen nicht berücksichtigt ist.

Durch die Verschneidung der Daten aus der Potentialanalyse auf Energiepflanzenbasis und der potentiellen Gülleverfügbarkeit kann in weiterer Folge die Anzahl der Biogasanlagen in den Gemeinden abgeleitet werden.

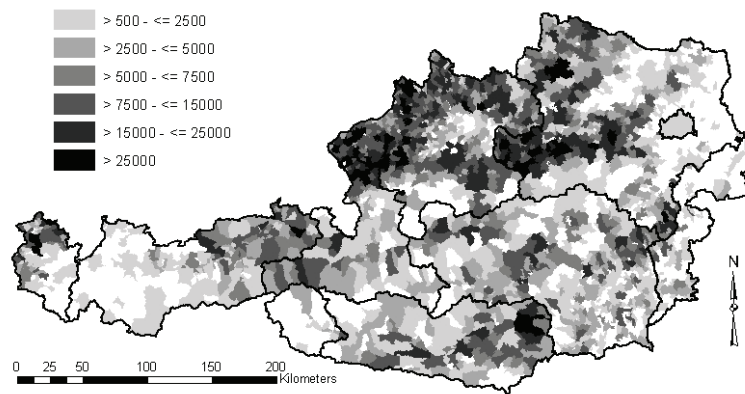


Abbildung 2: Verfügbare Güllemengen in den Gemeinden in m^3

Quelle: Eigene Berechnungen

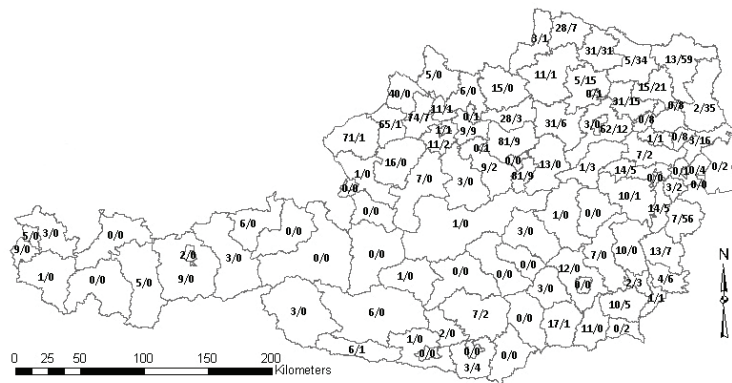


Abbildung 3: Anzahl neuer Biogasanlagen im Jahr 2020 in den politischen Bezirken ($\leq 250 kW_{el}$ / $> 250 kW_{el}$) bei einem Ökostromtarif von 26 Cent/ kWh_{el}

Quelle: Eigene Berechnungen

Dabei wird die verfügbare Gülle vor allem in Anlagen mit 100, 175 oder 250 kW_{el} (Anlagen mit 30% Gülleanteil) verwendet. Mit dem verbleibenden Energiepflanzen-Substrat werden Anlagen mit 300, 500 und 750 kW_{el} (NAWARO-Anlagen) betrieben (siehe Abbildung 3).

Die wettbewerbsfähigsten Bioproduktionsgasstandorte sind nach unseren Analysen folgende NUTS 3 Regionen: Innviertel, Mostviertel-Eisenwurzen, Waldviertel, St. Pölten, Weinviertel, Wiener Umland-Nordteil und das Mittelburgenland (siehe Abbildung 4). Wobei vor allem im Osten aufgrund der begrenzt verfügbaren Güllemengen energiepflanzenbasierte Biogasanlagen gebaut werden. Bei höheren Einspeisetarifen steigt auch in den NUTS 3 Regionen: Linz-Wels, Mühlviertel, Wiener Umland-Südteil, Niederösterreich Süd, Südburgenland, Oststeiermark sowie West- und Südsteiermark die Zahl neuer Biogasanlagen deutlich an.

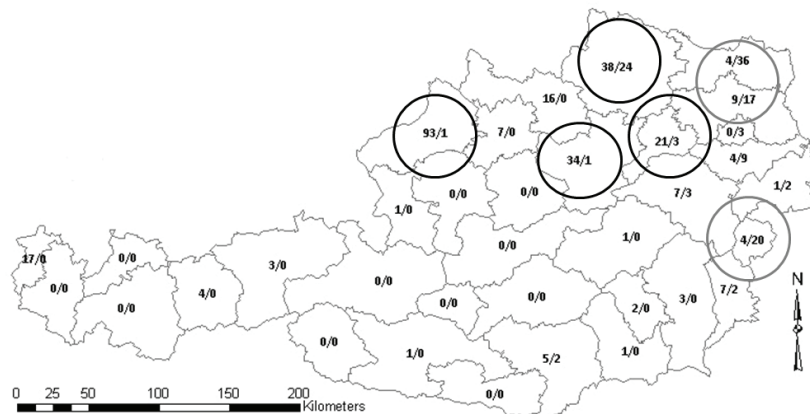


Abbildung 4: Anzahl neuer Biogasanlagen im Jahr 2020 in den NUTS 3 Regionen (≤250 kW_{el} / >250 kW_{el}) bei einem Ökostromtarif von 24 Cent/kWh_{el}
 Quelle: Eigene Berechnungen

Der Großteil der Biogasanlagen hat eine Engpassleistung von unter 250 kW_{el} (vgl. Tabelle 1). Mit zunehmendem Einspeisetarif werden jedoch auch rein energiepflanzenbasierte Biogasanlagen wirtschaftlich interessant. Dies ist einerseits aus der Anlagenstatistik erkennbar, wie auch an der durchschnittlich installierten Leistung der Biogasanlagen, die zw. 23 und 24 ct/kWh über 250 kW_{el} steigt (vgl. Tabelle 1). Energiepflanzenbasierte Biogasanlagen sind vor allem in den Bezirken

Horn, Hollabrunn, Mistelbach, Gänserndorf, Bruck/Leitha und Oberpullendorf zu finden.

Tabelle 1: Ausgewählte Modellergebnisse in Abhängigkeit des Einspeisetarifs

	Ct/kWh _{el}					
	21	22	23	24	25	26
Anzahl Anlagen ≤250 kW _{el}	1	35	116	283	572	919
Anzahl Anlagen >250 kW _{el}	0	0	17	123	256	412
Stromproduktion [MWh]	1.950	57.135	249.015	941.070	1.984.710	3.131.505
Install. Leistung [MW _{el}]	0,25	7,33	31,93	121	254	401
Ø kW _{el} /Anlage	250	209	240	297	307	302
Tarifkosten [Mio €] ¹⁾	0,25	8,00	37,35	150,57	337,40	563,67
Anteil Strom aus Biogas am Stromverbrauch ²⁾	0,0026%	0,08%	0,33%	1,25%	2,65%	4,18%

1) Bei einem Einkaufspreis für Strom von 80 €/MWh
2) 75.000 GWh/a, Mittel der Szenarien von KALT et al., 2010

Quelle: Eigene Berechnungen

Die in Tabelle 1 dargestellten Tarifkosten ergeben sich aus der Differenz des Ökostrom-Verrechnungspreis zum Marktpreis. Die Stromlieferanten, die zunächst die Ökostromtarife an die Biogasanlagenbetreiber auszahlen, verrechnen diese Differenz an ihre Stromkunden weiter. Bei einem Ökostromtarif von 24 ct/kWh_{el} liegen die zusätzlichen Kosten für die Stromkunden bei rund 150 Mio. €. Bei einer gleichmäßigen Verteilung und einem durchschnittlichen Jahresverbrauch an Strom von 75.000 GWh (Mittel der Szenarien für 2020 von KALT et al., 2010) liegt der Ökostromzuschlag für Biogas bei 0,20 ct/kWh_{el}.

Durch den Ausbau der Stromproduktion aus Biogas steigt der Ökostromanteil am gesamten Stromverbrauch. Bei einem Ökostromtarif von 26 ct/kWh_{el} könnte demnach der Anteil von Ökostrom aus Biogas von derzeit 0,9% (E-CONTROL, 2009, 12) auf rund 4,2% im Jahr 2020 gesteigert werden.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Mit der Anwendung eines integrierten Modellverbundes sind die ökonomischen Biogaspotentiale auf Gemeindeebene in Abhängigkeit unterschiedlicher Ökostromtarifen analysiert worden. Im Modellverbund werden standörtliche und regionale Gegebenheiten in Form von Op-

portunitätskosten, welche sich aufgrund der Pflanzenproduktivität, Gülleverfügbarkeit und alternativer Nutzungen ergeben, abgebildet. Die Modellergebnisse zeigen, dass bei einem Ökostromtarif von unter 21 ct/kWh_{el} keine neuen Biogasanlagen auf Energiepflanzenbasis errichtet werden. Selbst in Gemeinden, in denen die verfügbare Güllemenge ausreichend ist, induziert der neue Einspeisetarif für 250 kW_{el} Biogasanlagen von 18,50 ct/kWh_{el} + 2,00 ct/kWh_{el} KWK-keine Neuerichtungen von Biogasanlagen. Es kann davon ausgegangen werden, dass unter einem Einspeisetarif von 21 ct/kWh eher die bestehenden Anlagen erweitert werden. Bei einem Einspeisetarif von 23 ct/kWh_{el} können neue Biogasanlagen im Gesamtausmaß von rund 32 MW_{el} erwartet werden. Um die Engpassleistung um ca. 120 MW_{el} durch den Bau neuer Biogasanlagen zu steigern, ist ein Ökostromtarif von 24 ct/kWh_{el} notwendig. Für Biogasanlagen auf Energiepflanzenbasis, die in Gemeinden mit zu geringer verfügbarer Gülle gebaut werden, liegt der Ökostromtarif derzeit jedoch nur bei 16,50 ct/kWh_{el} + 2 ct/kWh_{el} (250 bis 500 kW_{el}) bzw. bei 13,00 ct/kWh_{el} + 2 ct/kWh_{el} (über 500 kW_{el}).

Ziel dieses Beitrages ist es, einen Überblick über die Auswirkungen von unterschiedlichen Ökostromtarifen für Strom aus Biogas aufzuzeigen. In den Ergebnissen wurden das naturwissenschaftliche Potential in Form von Pflanzenerträgen, das ökonomische Potential in Form von Opportunitätskosten und das nachhaltige Potential in Form von etablierten Fruchtfolgen berücksichtigt. Es obliegt den Regionalplanern, den Stakeholder und der Politik, das nachhaltige Potential genauer zu definieren. Im Bereich Biogas können die hier vorgelegten Ergebnisse einen Anhaltspunkt liefern.

Danksagung

Der Beitrag entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Die regionale Biomasseproduktion zur Energieerzeugung in Österreich - Konsequenzen für die Primärsektoren und nachgelagerte Industrien“, gefördert vom Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank.

Literatur

- BMLFUW (2008): Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008. 2. Auflage. Wien.
- BMLFUW (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. 6. Auflage. Wien.

- E-CONTROL (2009): Ökostrombericht 2009.
<http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/oekoenergie/dokumente/pdfs/Oekostrombericht%202009.pdf>
- KALT, G., KRANZL, L. und HAAS, R. (2010): Long-term strategies for an efficient use of domestic biomass resources in Austria. *Biomass and Bioenergy*, 34, S. 449-466.
- KIRCHMEYR, F. und ANZENGRUBER, G. (2008): Wirtschaftlichkeit der österreichischen Biogasanlagen. Studie i. A. des BMLFUW. Linz: ARGE Kompost und Biogas.
- OECD-FAO (2008): *Agricultural Outlook 2008-2017*. Paris: OECD-Publishing.
- SCHMID, E., STÜRMER, B. und SINABELL, F. (2008): Modellanalysen von Optionen einer künftigen GAP in Österreich. Forschungsendbericht im Auftrag des BMLFUW. Wien.
- SCHÖNHART, M., SCHMID, E. und SCHNEIDER, U.A. (2009): CropRota – A Model to Generate Optimal Crop Rotations from Observed Land Use. Diskussionspapier DP-45-2009. Universität für Bodenkultur Wien. Wien.
- SCHUBERT, R., SCHELLNHUBER, H.J., BUCHMANN, N., EPINEY, A., GRIEßHAMMER, R., KULESSA, M., MESSNER, D., RAHMSTORF S. und SCHMID, J. (2010): *Future Bioenergy and Sustainable Land Use*. German Advisory Council on Global Change. Malta: Gutenberg Press.
- STÜRMER, B. und EDER, M.W. (2010): Modell zur Optimierung der Substratbereitstellungskosten bei Biogasanlagen. *Die Bodenkultur* 61, 1, S. 57-67.
- WILLIAMS, J.R. (1995): The Epic Model. In: Singh, V.P. (Hrsg.). *Computer Models of Watershed Hydrology*. Highlands Ranch: Water Resources Publications, S. 909-1000.

Anschrift der Verfasser

*DI Bernhard Stürmer, Univ.Prof. DI Dr. Erwin Schmid
Universität für Bodenkultur Wien
Feistmantelstr. 4, 1180 Wien, Österreich
Tel.: +43 1 47654 3664
eMail: bernhard.stuermer@boku.ac.at*