

Untersuchungen zur Optimierung der energetischen Nutzung von verschiedenen feucht konservierten Pflanzenarten durch Maischen und anschließende mechanische Entwässerung

T. Fricke, K. Bedenk, J. Reulein, R. Stülpnagel und M. Wachendorf

Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, Universität Kassel

Einleitung und Problemstellung

Vor dem Hintergrund eines weltweit wachsenden Energieverbrauchs, der Abnahme endlicher Ressourcen und des fortschreitenden Klimawandels ist die Notwendigkeit einer Energiewende hin zu regenerativen Energien unumstritten. Damit einhergehend müssen Energiesysteme aber auch effizienter gestaltet werden. Auf der Basis verbesserter Einspeisevergütungen für regenerativen Strom hat in den letzten Jahren in der Landwirtschaft die Erzeugung und Verstromung von Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland deutlich zugenommen (EDER et al., 2006). Hinsichtlich der Energieeffizienz besteht bei der Vergärung von Ganzpflanzen in herkömmlichen Biogasanlagen jedoch noch erheblicher Optimierungsbedarf. Mit dem Verfahren „Energetische Nutzung von feucht konservierten Pflanzenarten durch Trennung in einen festen Brennstoff und in ein flüssiges Biogassubstrat durch mechanische Entwässerung mittels Schneckenpresse“ wurde am Institut für Nutzpflanzenkunde an der Universität Kassel-Witzenhausen eine Methode entwickelt, die eine möglichst effiziente Nutzung der in der Pflanze gespeicherten Energie zum Ziel hat (SCHEFFER, 2005; WACHENDORF et al., 2007). Gegenstand dieses Beitrags ist die Untersuchung einer Systemoptimierung des Verfahrens. Dabei wurde untersucht, wie sich ein Anmaischen der Silage vor der mechanischen Entwässerung auf die Stoffflüsse auswirkt. Zielsetzung dabei war, durch das Anmaischen möglichst hohe Anteile mineralischer Stoffe in den Presssaft zu überführen. Dadurch würde der Mineralstoffgehalt im Presskuchen abgesenkt werden, so dass bei dessen thermischer Verwertung ein optimierter Brennstoff entstehen würde.

Material und Methoden

Für die Maischversuche wurde ein Versuchsmaischgerät entwickelt. Als Probematerial diente Mais- (Sortenmischung) und Grassilage (1. Schnitt, Hauptbestandbildner Weidelgras und Knautgras) von einem landwirtschaftlichen Milchviehbetrieb aus dem Werra-Meißner-Kreis, Nordhessen.

Die feucht konservierte Biomasse (Silage) wurde unter verschiedenen Temperaturniveaus von 5 °C bis 100 °C mit Wasser im Verhältnis 1:4 angemischt und anschließend in einer Schneckenpresse mechanisch entwässert. Als Referenzgröße wurde die Silage ohne vorheriges Anmaischen direkt zur mechanischen Entwässerung gegeben.

Neben den TS-Gehalten wurden im Ausgangsmaterial, im daraus hervorgegangenen Presskuchen und im Presssaft der XA-, N-, P- und K-Gehalt bestimmt. Auf der Basis des TS-Gehaltes wurden die jeweiligen Anteile an Presskuchen und Presssaft in Bezug auf das Ausgangsmaterial rechnerisch ermittelt. Auf der Grundlage der ermittelten Anteile und der

analysierten Parameter konnten die Massenflüsse der verschiedenen Stofffraktionen (TM, oTM, XA, N, P, K) in den Presssaft errechnet werden.

Ergebnisse und Diskussion

Unterschiedliche Maischtemperaturen hatten verschiedene Auswirkungen auf die TS-Gehalte im Presskuchen nach der mechanischen Entwässerung. Bei der Maissilage führte das Maischen bei 60 °C bis 100 °C zu einer deutlichen Reduktion des TS-Gehaltes im Presskuchen gegenüber dem Presskuchen aus ungemischter Silage. Während bei einer Maischung mit 5 °C der TS-Gehalt auf nahezu 50 % im Presskuchen ansteigt, reduziert sich der TS-Gehalt bei einer Maischung mit 100 °C auf unter 20 %. Bei der Maischung im hohen Temperaturbereich wird Maisstärke verkleistert und verflüssigt, was vermutlich zu einem höheren Anteil der TM im Presssaft führt. Dadurch steigt der Energiebedarf für die Trocknung des Presskuchens aus gemaischtem Material, um einen lagerfähigen Brennstoff zu erhalten. Eine Maischung bei solch hohen Temperaturen erscheint daher nicht sinnvoll. Bei der Grassilage hingegen wurde der TS-Gehalt im Presskuchen durch das Maischen mit zunehmender Maischtemperatur nur wenig beeinflusst.

Die Brennstoffqualität des Presskuchens beider Ausgangsmaterialien konnte durch das der mechanischen Entwässerung vorangestellte Maischen aufgewertet werden. Die Gehalte korrosionsfördernder und emissionsrelevanter Mineralstoffe (P, K), der Stickstoffgehalt und der Aschegehalt wurden dabei reduziert. Der Einfluss der Maischtemperatur zeigte hinsichtlich dieser Parameter bei beiden Ausgangsmaterialien unterschiedliche Wirkung.

Bei der Maissilage konnten die niedrigsten N- (0,78% der TM), P- (0,06% der TM), K- (0,3% der TM) und XA-Gehalte (2,1% der TM) im Presskuchen durch das Maischen bei 5 °C und bei 60 °C erzielt werden. Durch das Maischen bei 5 °C konnte verglichen mit dem Gehalt der genannten Stoffgruppen im Presskuchen aus der ungemischten Variante die deutlichste Reduktion der Gehalte im Presskuchen erzielt werden.

Beim Ausgangsmaterial Grassilage konnte der N-, P-, K- und XA-Gehalt gegenüber dem Gehalt des Presskuchens aus der ungemischten Variante durch das Maischen bei 60 °C im Presskuchen deutlich verringert werden. Die Steigerung der Maischtemperatur von 60 °C auf 100 °C begünstigte teilweise eine weitere, verhaltene Reduktion der Gehalte im Presskuchen. Die niedrigsten Gehalte im Presskuchen wurden für XA mit 6,2% der TM mit dem Maischen bei 60 °C, für N mit 1,33% der TM mit dem Maischen bei 80 °C und für P mit 0,07% der TM sowie für K mit 0,2% der TM mit dem Maischen bei 100 °C erzielt.

Besonders der K- und der P-Gehalt konnte im Presskuchen beider Ausgangsmaterialien in Folge des Maischens in den meisten Fällen auf einen Gehalt reduziert werden, der mit dem von Holzbrennstoffen vergleichbar ist.

Abb. 1 zeigt den Einfluss des Maischens auf den K-Gehalt im Presskuchen beim Ausgangsmaterial Grassilage. Beim Maischen mit 60 °C wurde der K-Gehalt im Presskuchen gegenüber dem Ausgangsmaterial um 88% reduziert. Das Kalium geht überproportional in den Presssaft über.

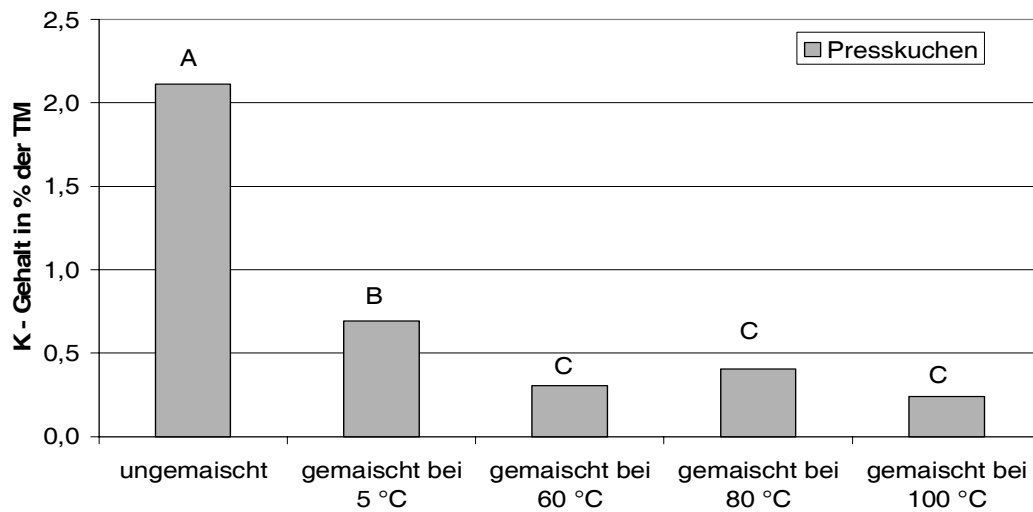


Abb. 1: K-Gehalt im Presskuchen des Ausgangsmaterials Grassilage in Abhängigkeit der Vorbehandlung, dem Anmischen des Ausgangsmaterials [Signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Presskuchen werden durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p < 0.05$).]

Durch das Maischen und die Erhöhung der Maischtemperatur stieg der Massenfluss von oTM, N, P, K und XA in den Presssaft bei beiden Ausgangsmaterialien. Damit würde ein größerer Anteil an vergärbare Substanz des Ausgangsmaterials in den Presssaft überführt werden, der zu Biogas vergoren wird (REULEIN et al., 2006). Die dabei in den Presssaft überführten Nährstoffe würden nach der Vergärung als Dünger wieder auf die Felder ausgebracht werden. In Abb. 2 ist dies beispielhaft für den Massenfluss von Stickstoff bei der Abpressung von Grassilage dargestellt. Durch die Maischung ist ein signifikanter Anstieg des Massenflusses von Stickstoff in den Presssaft festzustellen.

Schlussfolgerungen

Durch zusätzliches Maischen von Silage vor der mechanischen Entwässerung zur Aufbereitung von Biomasse zu Brennstoff und Biogas können Mineralstoffe, die bei der Verbrennung negative Auswirkungen haben, überproportional in den Presssaft überführt werden. Die Qualität des Brennstoffs steigt somit an. Welche Maischvariante bei welchem Ausgangsmaterial am besten geeignet ist und wie das Maischen bei unterschiedlichen Temperaturen hinsichtlich einer Gesamtenergiebilanz einzuordnen ist, ist Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten.

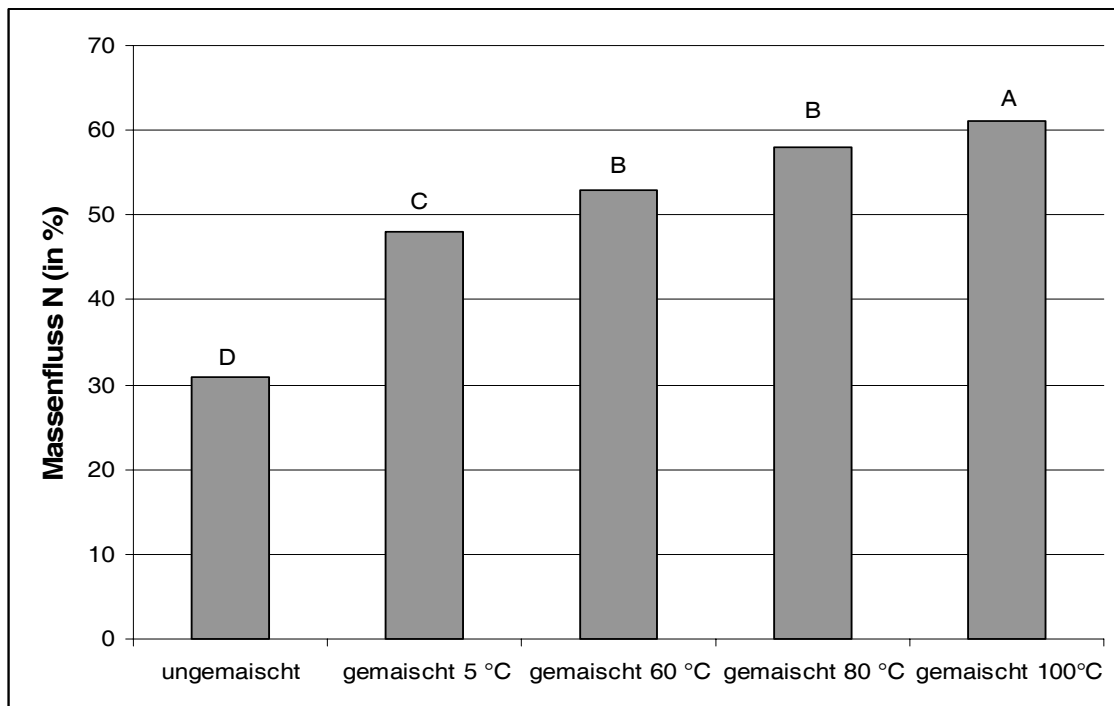


Abb. 2: Massenfluss von N bei der Entwässerung von Grassilage in den Presssaft in Abhängigkeit der Vorbehandlung, dem Maischen des Ausgangsmaterials [Signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p < 0.05$).]

Literatur

EDER B., SCHULZ, H., KRIEG, A. (2006): Biogas Praxis. Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg.

REULEIN, J., M. WACHENDORF, SCHEFFER, K. (2006): Aufbereitung von Nachwachsenden Rohstoffen zur energetischen Nutzung mittels mechanischer Entwässerung. Tagungsband der 49. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Rostock.

SCHEFFER, K. (2005): Optimierte Konzepte für den Anbau und die energetische Nutzung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Beitrag zum Internetportal „Vom Landwirt zum Energiewirt“; <http://www.energiewart.fechnermedia.de/downloads/Pflanzenbau2.pdf>; (Stand: August 2006)

WACHENDORF M., FRICKE T., GRAB R., STÜLPNAGEL R. (2007): Ein neues Konzept für die bioenergetische Nutzung von Grünlandbiomasse. *Tagungsband der 51. AGGF, Göttingen* (in diesem Band).