

Hans Hartmann und Thorsten Böhm, Freising

Qualitätsmerkmale biogener Festbrennstoffe

Merkmale und Einflüsse auf qualitätsbestimmende Eigenschaften biogener Festbrennstoffe sind vielfältig. Nur wenige lassen sich gezielt durch Maßnahmen wie Düngungsumstellung oder verlängerte Feldverweilzeiten beeinflussen. Der Verzicht auf chlorhaltige Düngemittel senkte den Cl-Gehalt in Versuchen mit Triticalestroh nur wenig. Chlor und Kalium sind aber nach der Ernte leicht durch Niederschläge auszuwaschen, wie Versuche mit Landschaftspflegeheu zeigen. Dadurch treten auch Verbesserungen beim Ascheerweichungsverhalten ein.

Steigende Technik- und Umweltstandards haben auch bei den biogenen Festbrennstoffen zu Forderungen nach Qualitätsverbesserungen geführt. Die vielfältigen Eigenschaften der Brennstoffe lassen sich im wesentlichen zwei verschiedenen Merkmalgruppen zuordnen, den chemisch-stofflichen sowie den physikalischen Eigenschaften (Tab. 1).

Auch bei den Ursachen für Qualitätsschwankungen kommen vielerlei Einflüsse in Frage. Sie lassen sich generell zwei Phasen der Prozesskette zuordnen, der Wachstumsphase, in der hauptsächlich die chemisch-stofflichen Merkmale ausgeprägt werden, und der Bereitstellungsphase, in der vor allem die physikalischen Eigenschaften ausgebildet werden (Bild 1). In Phase III (energetische Umwandlung) werden schließlich die Auswirkungen unterschiedlicher Qualitäten sichtbar. Nachfolgend sollen ausschließlich die chemisch-stofflichen Eigenschaften betrachtet werden. Zu den wichtigsten Einflußgrößen zählt die brennstoffliefernde Kulturart selbst. Durch ihr spezielles Nähr- und Schadstoffaneignungsvermögen oder durch

den stofflichen Aufbau der relevanten Pflanzenteile werden viele Merkmale bereits vorbestimmt. Um eine Qualitätsbewertung zu ermöglichen, wurde eine Datenbank mit einer Vielzahl aktueller Brennstoffanalysen aus einer umfangreichen Recherche aufgebaut. Darüber wird in einer der kommenden Ausgaben der „Landtechnik“ berichtet.

Die Nutzung von Möglichkeiten, durch Sortenwahl oder gar durch Pflanzenzüchtung eine gezielte Qualitätsbeeinflussung vorzunehmen, befindet sich derzeit noch

Tab. 1: Qualitätsmerkmale biogener Festbrennstoffen

Table 1: Quality characteristics of solid biofuels

Qualitätsmerkmal	Wichtigste Auswirkung
Chemisch-stoffliche Merkmale:	
Wassergehalt	Lagerfähigkeit, Heizwert, Verluste, Selbstentzündung
Heizwert	Brennstoffausnutzung, Anlagenauslegung
Elementgehalte:	
Cl	HCl-, Dioxin/Furanemissionen, Hochtemperaturkorrosion
N	NO _x -, HCN- und N ₂ O-Emissionen
S	SO _x -Emissionen
K	Hochtemperaturkorrosion, Ascheerweichungsverhalten
Mg, Ca, P	Ascheerweichungsverhalten, Ascheeinbindung von Schadstoffen, Ascheverwertung
Schwermetalle	Schadstoffemissionen, Ascheverwertung
Aschegehalt	Partikelemission, Rückstandsverwertung
Ascheerweichungspunkt	Anlagenbetriebssicherheit, Niveau des Schadstoffausstoßes
Pilzsporen	Gesundheitsrisiken
Physikalische Merkmale:	
Lagerungsdichte	Transport- und Lageraufwendungen, Logistikplanung
Teilhendichte	Feuerungseigenschaften (spezifische Wärmeleitfähigkeit, Entgasungsrate)
Größenverteilung	Rieselfähigkeit, Brückenbildungsneigung, Trocknungseigenschaften, Staubbildung
Feinanteil	Lagerdichte, Lagerfähigkeit, Staubbildung
Abriebfestigkeit	Entmischung, Verluste

in einem Frühstadium. Die Sortenprüfung auf Schadelementaufnahme bei Gräsern und Getreide oder die züchterische Selektion mit dem Ziel einer Absenkung des Wassergehaltes bei Weiden sind hier als einige Beispiele aus der europäischen Forschungspraxis zu nennen.

Erntetermin

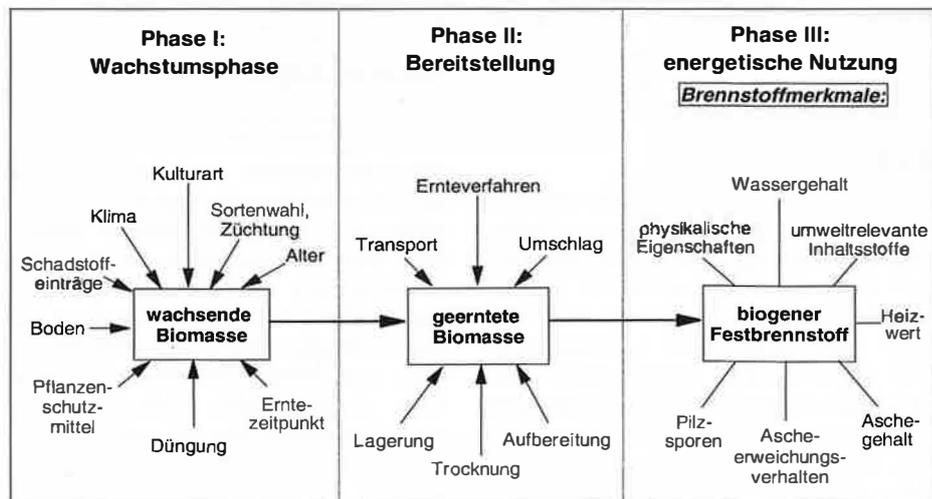
Ebenfalls zu den beeinflussbaren Bestimmungsgrößen zählt die Wahl des Erntetermins. Bei Kulturen, die bis zum Erntezeitpunkt zunehmend aus abgestorbenem Material bestehen, ist von Veränderungen im Elementgehalt infolge von Verlagerungs- und Auswaschungseffekten auszugehen. Für Miscanthus, beispielsweise, wurde im Stengel ein um etwa 50 % verringerter Kalium- und um 75 % verringerter Chlorgehalt durch Verlegung des Erntetermins von Dezember auf Februar erzielt, wobei die Blätter aufgrund der bereits früher eintretenden Reife ohnehin schon sehr niedrige Gehalte aufweisen [1]. Bei Stroh und Getreideganzpflanzen ist der zeitliche Spielraum für die Ernte jedoch geringer. Hinzu

kommt, daß das Stroh zur Totreife des Korns oft noch physiologisch aktiv ist und somit einem gewissen Auswaschungsschutz unterliegt. Die in Bild 2 dargestellten Analysergebnisse aus einem hierzu angestellten Feldversuch zeigen daher für Triticale nur geringe Veränderungen beim Kalium- und Chlorgehalt im Zeitraum zwischen der Milchreife (1. Termin) und der

Bild. 1: Einflüsse auf die Qualitätseigenschaften biogener Festbrennstoffe

Fig. 1: Factors influencing the quality of solid biofuels

Dr. agr. Hans Hartmann und cand. agr. Thorsten Böhm sind Mitarbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik (Leiter: Prof. Dr. Dr. h.c. H. Schön), Vöttinger Straße 36, D-85354 Freising, e-mail: hans@tec.agrar.tu-muenchen.de
Die Arbeiten wurden vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz gefördert. Die Autoren bedanken sich beim Institut für Pflanzenbau der Universität Hohenheim (Dr. I. Lewandowski) für die gute Zusammenarbeit bei der Gewinnung der Getreideproben.



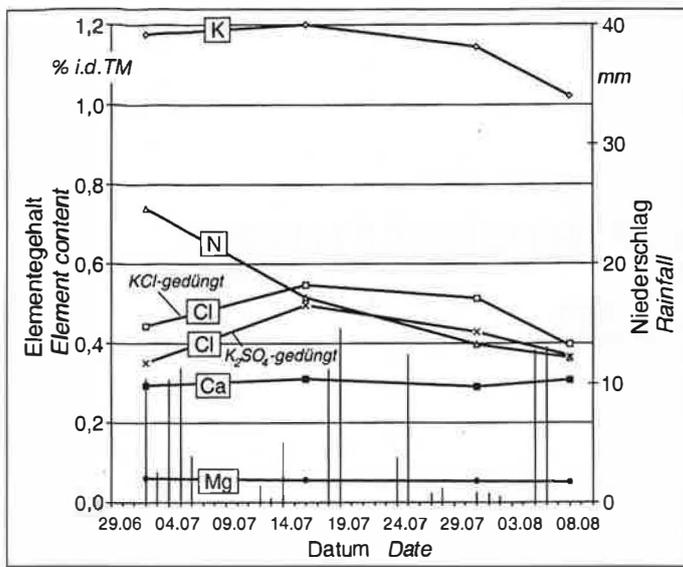


Bild 2: Einfluß des Erntezeitpunktes auf den Elementgehalt im Triticalestroh. Kaliumdüngung (Herbstgabe): 240 kg K₂O/ha (mit 0 und 181 kg Cl/ha).

Fig. 2: Effect of harvesting date and K-fertilizer type on element concentration in triticale straw. Potassium fertilization (autumn): 240 kg K₂O/ha (with 0 and 181 kg Cl/ha).

Totreife (4. Termin). Der Stickstoffgehalt geht allerdings deutlich um rund 50 % zurück. Hier kommt es offenbar zu Umverlagerungsprozessen zwischen Stroh und Korn.

Auswaschung nach der Ernte

Qualitätsverbessernde Effekte durch Niederschläge sind vor allem nach der Ernte zu erwarten. Mit zunehmender Feldverweilzeit nach dem Schnittermin wird die Materialstruktur brüchig und durchlässig, so daß leicht lösliche Verbindungen ausgewaschen werden können. Diese Auswaschung wird in Bild 3 (oben) anhand von Feldversuchen mit Landschaftspflegeheu dargestellt, welches im Schnittschwad abgelegt worden war. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurde eine Indexdarstellung gewählt, die vor allem die hohe Mobilität von Chlor und Kalium zeigt. Stickstoff und Schwefel sind dagegen kaum veränderbar. Kleinere Regenereignisse zeigen allerdings direkt nach der Ernte noch keine Auswirkung, zumal die noch wenig strapazierte Grasmasse einen Teil des Niederschlags abfängt (Interzeption). Erst ergiebige Gewiterniederschläge von etwa 30 mm haben einen positiven Effekt. In geringerem Maße beginnt der Auswaschungsprozeß schon vor dem Schnittermin, wenn, wie im vorliegenden Fall, diese Phase in eine ausgedehnte Feuchteperiode fällt.

Auswaschungsbedingte Veränderungen im Aschegehalt konnten nicht nachgewiesen werden. Statt dessen kommt es zu einem Anstieg am Erntetermin (Bild 3, Mitte). Hierfür lassen sich Verschmutzungen durch Staubaufwirbelung infolge des Schnitvorgangs (Scheibenmähwerk) und Staubeinträge durch Anwehung verantwortlich machen. Dieser Anstieg bewirkt tendenziell einen leicht sinkenden Heizwert, der ansonsten kaum veränderlich ist. Dagegen ergeben sich deutlich positive Effekte beim Ascheerweichungsverhalten, angezeigt durch die steigenden Sinterbeginn-, Erweichungs-, Halbkugel- und Fließtemperaturen (Bild 3, unten).

Düngung

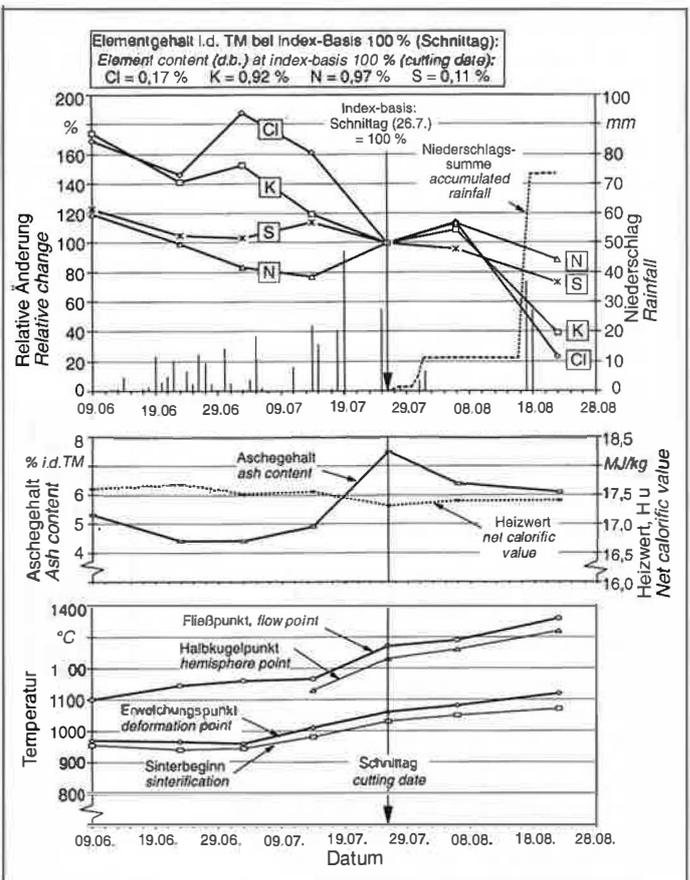
Der Chlorgehalt in der Pflanze hängt auch von der verwendeten Kaliumdüngungsform ab. In den hier dargestellten Versuchen (Bild 2) führte der Verzicht auf ein chlorhaltiges Düngemittel (60er Kali) durch Verwendung eines sulfatischen Düngers (Kalimagnesia) nur zu einer 6- bis 21 %igen Chlorminderung bei Triticale. Der Schwefelgehalt blieb jedoch auch bei sulfatischer Kaliumdüngung (hier 145 kg S/ha) völlig unbeeinflusst. Diese geringen Chlorgehaltsänderungen stehen im Widerspruch zu dänischen Feldversuchsergebnissen. Dort halbierte sich der Chlorgehalt im Stroh beim Wechsel zu einem chlorfreien Dünger schon bei einer Düngungsstufe von nur 100 kg K₂O/ha [2]. Die Tatsache, daß Chlor leicht auswaschbar ist, läßt vermuten, daß das „Timing“ der Düngergabe sowie die klimatische Wasserbilanz am Standort möglicherweise von wesentlich größerer Bedeutung ist, als die Chlordüngungsmenge selbst.

Fazit

Bei den chemisch-stofflichen Merkmalen machen komplexe Wechselwirkungen eine gezielte Einflußnahme schwierig. Gleichzeitig sind qualitätssteigernde

Bild 3: Einfluß des Erntetermins und der Feldverweilzeit (Auswaschung) auf die Brennstoffqualität von Landschaftspflegeheu

Figure 3: Effect of harvesting date and field retention time (leaching) on biofuel quality parameters in hay from set-aside hay



Maßnahmen auch mit Mehrkosten verbunden. Beispielsweise führt der Chlorverzicht in der Düngung bei einer jährlichen Kaliumgabe von 200 kg K₂O/ha zu Mehrkosten von rund 95,- DM/ha. Bei einem Strohertrag von 5 t/ha errechnet sich daraus eine Verteuerung von 19 DM/t. Ähnliches gilt für die Verlängerung der Feldverweilzeit, die in der Regel zu Massenverlusten führt und zudem von unsicheren Erfolgsaussichten begleitet ist.

Literatur

- [1] Lewandowski, I.: Einflußmöglichkeiten der Pflanzenproduktion auf die Brennstoffeigenschaften am Beispiel von Gräsern. In: „Eigenschaften fester Bioenergieträger“. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ (6), Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Landwirtschaftsverlag Münster, 1996, S. 32-48
- [2] Sander, B.: Fuel Data for Danish Biofuels and Improvement of the Quality of Straw and Whole Crops. In: Biomass for Energy and the Environment (Vol. 3). Proceedings of the 9th European Conference on Bioenergy in Copenhagen, June 1996, Elsevier Science Ltd., Oxford, England, pp 490-495

Schlüsselwörter

Biogene Festbrennstoffe, Qualitätsmerkmale, Einflußgrößen

Keywords

Solid biofuels, quality characteristics, influential factors