

Qualitätsunterschiede bei biogenen Festbrennstoffen

Datenbankarbeiten

Eine Datenbank für naturbelassene biogene Festbrennstoffe wurde konzipiert und aufgebaut. Für die wichtigsten Brennstoffe werden damit die wesentlichen Unterschiede bei den einzelnen Qualitätsmerkmalen (Elementgehalte, Heizwert, Aschegehalt und -erweichungsverhalten) herausgearbeitet. Mathematische Schätzmodelle für den Heizwert und das Ascheerweichungsverhalten in Abhängigkeit von der Brennstoffzusammensetzung werden überprüft beziehungsweise abgeleitet.

Biogene Festbrennstoffe werden je nach Fragestellung in Forschung und Praxis laufend neu analysiert und einzelfallbezogen bewertet. Die Vielfältigkeit der Einflussgrößen und die große Zahl von Analyseparametern erschweren ihre generelle Bewertung, zumal sichere Aussagen erst ab einer ausreichend großen Datenbasis möglich sind. Zur Erweiterung dieser Datenbasis wurden eine breit angelegte Recherche und Umfrage durchgeführt sowie bislang wenig untersuchte Brennstoffarten gezielt analysiert.

Datenbankaufbau

Für die systematische Datenerfassung kam ein relationales Datenbankmodell zur Anwendung. Dessen Struktur wurde so angelegt, dass neben den eigentlichen Messgrößen auch eine Vielzahl weiterer Eigen-

schaften und Informationen zum Brennstoff sowie seine Herkunftsmerkmale und die verwendeten Analyseverfahren festgehalten werden konnten [1]. Gezielte Datenabfragen lassen sich somit an bestimmte Bedingungen knüpfen. Insgesamt wurden bislang mehr als 1250 Datensätze zusammengetragen.

Auswertungen zu den Brennstoffunterschieden

Die Datenbankfunktionen wurden mit speziellen Auswerteroutinen zur Extremwerteliminierung, Berechnung von Häufigkeitsverteilungen und anderen statistischen Kenngrößen verknüpft. Dadurch sollten die in der Praxis mengenmäßig wichtigsten Brennstoffarten möglichst zutreffend charakterisiert werden.

Fortsetzung Seite 171

Dr. agr. Hans Hartmann und Dipl.-Ing.agr. (FH) Leonhard Maier sind Mitarbeiter der Bayerische Landesanstalt für Landtechnik (Leiter: Prof. Dr. H. Schön), Vöttinger Straße 36, D-85354 Freising; e-mail: Hartmann@tec.agrar.tu-muenchen.de

Die Arbeiten wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Landentwicklung und Umweltfragen gefördert und vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz fachlich unterstützt.

Schlüsselwörter

Energie, Festbrennstoffe, Datenbank, Brennstoffqualität, Biomasse

Keywords

Energy, fuels, data base, biofuel, quality

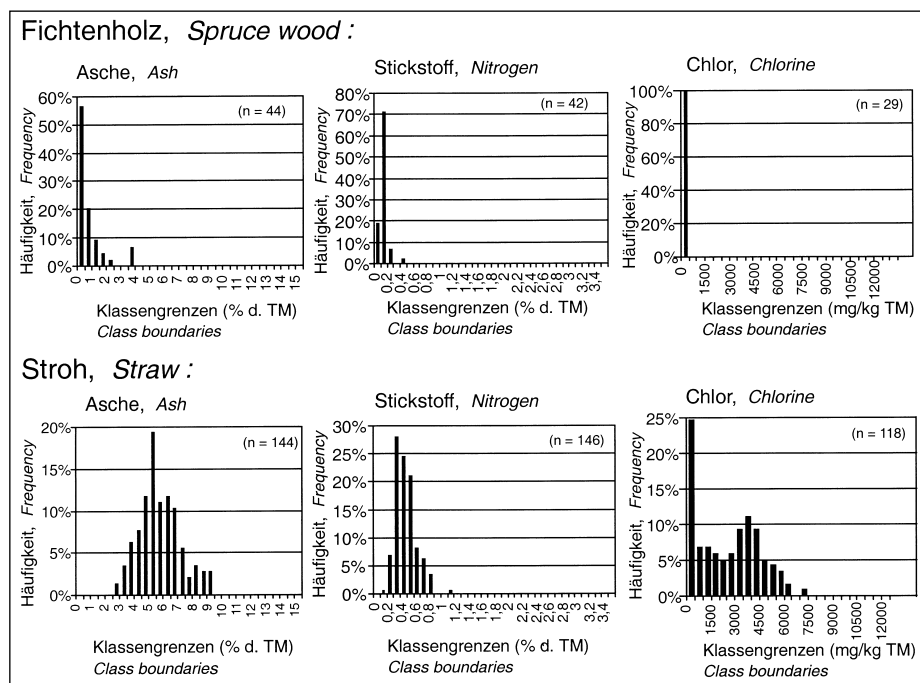


Bild 1: Häufigkeitsverteilung der Messwerte bei ausgewählten Qualitätsparametern für Fichtenholz (mit Rinde) und Stroh (Weizen, Roggen und Triticale)

Fig.1: Frequency distribution of measurements for selected quality parameters of spruce wood (with bark) and straw (wheat, rye, triticale)

Entsprechende Auswertungen zeigen die generellen Vorteile der verschiedenen Holzbrennstoffe gegenüber den meisten betrachteten Halmgutarten (Getreidestroh, Getreideganzpflanzen, Wiesengräser, Miscanthus). Diese Vorteile bestehen unter anderem in dem durchschnittlich um etwa 9 % höheren Heizwert und einem um etwa 3 bis 6 Prozentpunkte niedrigeren Aschegehalt. Waldholz (plus Rindenanteil) liegt hierbei mit durchschnittlich rund 0,5 % i.d. TM am günstigsten, wobei größere Überschreitungen eher auf Sekundärverunreinigungen zurückzuführen sind. Das lässt sich auch aus der stark links geneigten Verteilkurve für die Analysenwerte von Fichtenholz schließen (Bild 1).

Auch beim Ascheerweichungsverhalten nach DIN 51730 zeigen sich Nachteile für Halmgutbrennstoffe. Während Holz und Rinde mit etwa 1200 °C (Sinterbeginn) sowie 1300 bis 1400 °C (Erweichungspunkt) unkritisch sind, liegen die entsprechenden Temperaturen bei Halmgütern fast durchweg unter 1000 °C (Sinterbeginn) sowie 1200 °C (Erweichungspunkt). Dadurch kann es bei der Verbrennung zu Anbackungen, Störungen und Korrosionseffekten kommen.

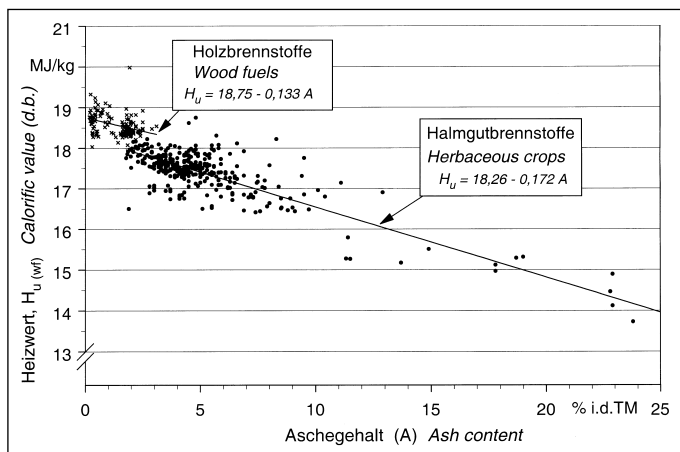


Bild 2: Abhängigkeit des Heizwertes der wasserfreien Masse ($H_u(wf)$) vom Aschegehalt (A) bei Holz- und Halmgutbrennstoffen

Fig. 2: Lower calorific value of the dry matter ($H_u(wf)$) versus ash content (A) of wood and herbaceous fuels

Beim Stickstoff-, Chlor- und Kaliumgehalt setzt sich die relativ ungünstige Beurteilung der Halmgutbrennstoffe fort. Diese liegen beispielsweise beim Chlorgehalt meist um den Faktor 10 bis 30 über den Holzbrennstoffen [1]. Zusammenhänge mit der Düngungspraxis sind hier offenkundig. Da auch Daten für ausgewaschenes "graues" Stroh betrachtet werden, ergibt sich für die Häufigkeitsverteilung der Chlor-Messwerte ein stark "linksgipfeliger" Verlauf (Bild 1).

Ein umgekehrtes Bild zeigt sich bei den Schwermetallgehalten, bei denen die annuellen Kulturen aufgrund der geringeren Akkumulationsdauer im Vorteil sind. Mit relativ hohen Konzentrationen nimmt dagegen vor allem NadelholZRinde eine Spitzenstellung ein (bei Arsen, Cadmium, Kobalt, Eisen, Quecksilber, Mangan, Molybdän,

Nickel und Zink). Bei den übrigen Holzbrennstoffen muss zwischen den Kurzumtriebsplantagenkulturen und den langjährig wachsenden Waldhölzern differenziert werden. Letztere weisen fast durchweg – meist um ein Vielfaches – höhere Schwermetallgehalte auf als Kurzumtriebsplantagenholz (Pappeln und Weiden), das auch gegenüber den Halmgütern keine Nachteile erkennen lässt, sondern im Gegenteil bei Nickel, Chrom und vor allem Quecksilber, Blei und Molybdän am geringsten belastet ist.

Allgemeine Auswertungen

Die große Zahl von Datensätzen ermöglichte auch eine Überprüfung verschiedener Zusammenhänge, die bei biogenen Festbrennstoffen allgemein zutreffen. Beispielsweise wird die quantitative Wirkung des Aschegehaltes auf den Heizwert am Beispiel von

...

Holz und Halmgut in Bild 2 dargestellt.

Der Heizwert wasserfreier Substanz kann aber auch aus einer Reihe weiterer Inhaltsstoffe abgeschätzt werden. Für sauerstoffarme Brennstoffe (Kohle) sind hierfür eine Reihe von Näherungsformeln bekannt. In einem Vergleich wurden neun dieser Formeln an 295 Datensätzen aus der Datenbank überprüft. Die Näherungsformel nach BOIE [2] lieferte hierbei die beste Übereinstimmung mit dem analytisch bestimmten Heizwert (in MJ/kg):

$$H_{u(wf)} = 34,8 C + 93,9 H + 10,5 S + 6,3 N - 10,8 O$$

Darin werden die Elementgehalte C, H, S, N und O in % d.TS angegeben. Bei Verwendung dieser Formel ist für biogene Festbrennstoffe mit einem mittleren Fehler von 4 % zu rechnen.

$$\text{Sinterbeginn } T_{SB} (\text{°C}) = 1159 - 58,7 K + 237,9 Ca - 743,8 Mg$$

$$\text{Erweichungspunkt } T_{EP} (\text{°C}) = 1172 - 53,9 K + 252,7 Ca - 788,4 Mg$$

$$\text{Fließpunkt } T_{FP} (\text{°C}) = 1369 - 43,4 K + 192,7 Ca - 698 Mg$$

Auch die Temperaturen beim Sinterbeginn (T_{SB}) sowie im Erweichungs- (T_{EP}) und Fließpunkt (T_{FP}) der Aschen sind von der Brennstoff- oder Aschezusammensetzung abhängig. Aus insgesamt 67 Datensätzen wurden entsprechende Schätzfunktionen abgeleitet. Bei Biomasse hängt das Ascheerweichungsverhalten demnach hauptsächlich von der K-, Ca- und Mg-Konzentration (in % der Brennstofftrockenmasse) ab, wobei Kalium und Magnesium schmelzpunktsenkend und somit nachteilig wirken.

Fazit

Neben der speziellen Brennstoffbewertung bietet die Datenbank auch eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Identifizierung allgemeiner Zusammenhänge und Einflüsse bei den Brennstoffmerkmalen. Viele weitergehende Auswertungen sind aber erst sinnvoll, sobald eine ausreichend große Datenmenge vorliegt. Daher wird der Umfang der Datenbank laufend erweitert.

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Hartmann, H., T. Böhm und L. Maier: Umweltrelevante Eigenschaften naturbelassener biogener Festbrennstoffe sowie Möglichkeiten zu deren Beeinflussung. Bayerische Landesanstalt für Landtechnik (Freising) und Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), Selbstverlag, München 1999, Reihe "Materialien" (in Druck), 155 S.
- [2] • Netz, H.: Verbrennung und Gasgewinnung bei Festbrennstoffen. Technischer Verlag Resch, München, 1982, 195 S.

Vorschau

In der Juni-Ausgabe Ihrer LANDTECHNIK finden Sie:

- Bodenfeuchtemessung zur Berechnungssteuerung
- Wie reif ist das Obst? Methoden zur zerstörungsfreien Bestimmung des Entwicklungsstadiums
- Einfluss der Solarstrahlung auf den Silivorgang
- Rechnergestützte Tierhaltung
- Optimierung der konventionellen Sauenhaltung
- Mastschweinehaltung - Umbaulösung für Vollspaltenböden