

## Universelle Schneidengeometrien zur Hausmüllzerkleinerung

Seitz, T.

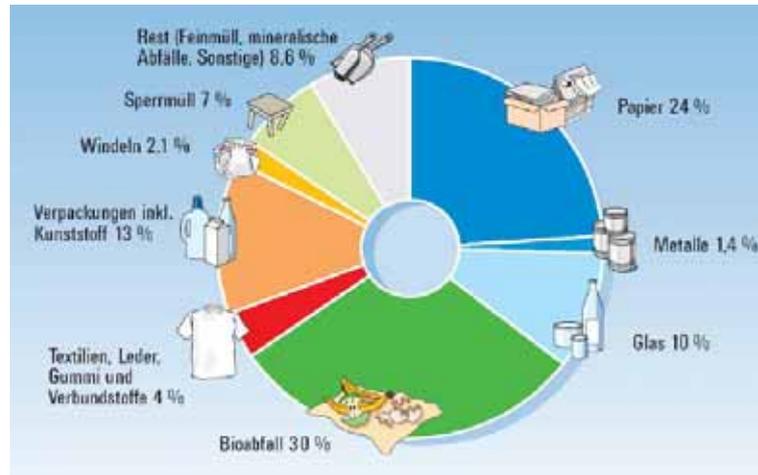
*Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Entwicklung einer transportablen und kompakten Schneidmühleneinheit zur Zerkleinerung von Hausmüll“ wurden verschiedene Schneidengeometrien und Schnittparameter, die bei der Zerkleinerung von Hausmüll zum Einsatz kommen sollen, auf ihre Eignung zum universellen Einsatz überprüft.*



*Within the research-project „Development of a portable and compact cutting-mill for conditioning of domestic waste“ several geometries of cutting edges and cutting parameters were verified for its general use in cutting domestic waste.*

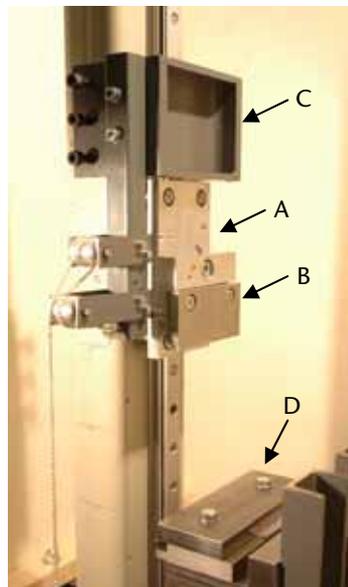
### 1 Einleitung

Hausmüll lässt sich, wie in **Bild 1** dargestellt, als ein höchst heterogenes Gemisch verschiedenster Wertstoffe, mit unterschiedlichsten Eigenschaften (spröde, zäh, hart, weich,...) beschreiben, die einzeln betrachtet, entsprechend spezialisierte Schneiden- und Schnittparameter erfordern. Die angestrebte gemeinsame Zerkleinerung soll nicht nur eine Volumenkomprimierung und bessere Förderfähigkeit des entstehenden Granulates, sondern auch eine wirkungsvollere automatische Separation der einzelnen enthaltenden Wertstoffe für eine Weiterverwendung als Rohstoff bzw. Energiequelle ermöglichen. Dies kann die heutzutage praktizierte, häufig unzureichende Trennung der Wertstoffe im Haushalt ersetzen und gleichzeitig die Qualität der einzelnen Stoffgruppen erhöhen.



**Bild 1:** Zusammensetzung von Hausmüll /1/

## 2 Versuchsstand



**Bild 2:** Fallschlagwerk

Zur Durchführung der Versuche wurde ein Versuchsstand konstruiert und gefertigt. Dieser Versuchsstand (**Bild 2**) wurde als Fallschlagwerk konzipiert und besteht aus den Fallschlitten (A) mit daran befestigter, auswechsel- und winkelverstellbarer Schneide (B), der durch eine Linearführung senkrecht hinabfallen kann. Zur kontrollierten Auslösung dient die höhenverstellbare Haltevorrichtung (C). Die Probe wird im Probenhalter (D) eingespannt, der zur Einstellung des Schneidspaltes horizontal verschiebbar ist.

Da bei einem Probenwechsel die übrigen Versuchsgrößen nicht verändert werden, können somit verschiedene Versuchsproben unter gleichbleibenden Bedingungen untersucht werden. Das Fallschlagwerk besitzt in der momen-

tanen Konfiguration folgende technische Daten:

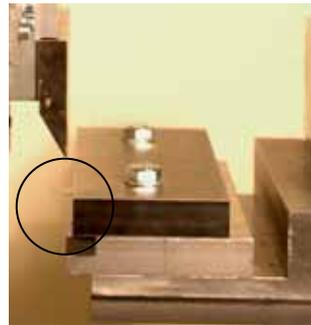
- Fallhöhe 2400 mm
- Gewicht Schlitten 1,45 kg
- Messerabstand 0-5mm
- Wechseltmesser  
Momentan 85° und 15°, 57 HRC
- Schnittwinkel 0°- 45°
- Schnittgeschwindigkeit 0-7 m/s
- Schnittenergie 0-35 J

### 3 Probenauswahl und Versuchsdurchführung

#### 3.1 Probenauswahl

In Anlehnung an die Zusammensetzung von Hausmüll in /1/ sind aus handelsüblichen, repräsentativen Materialien Proben hergestellt worden, die dann für Einzelversuche zur Verfügung standen. Dabei ist die Betrachtung feuchter Materialien nicht sinnvoll. Diese stellen weniger eine Anforderung an die Schnittparameter, als dass sie durch ihre veränderten Verklumpungseigenschaften bei der später zu betrachtenden Komprimierungs- und Fördertechnik zu berücksichtigen sind. Ziel der durchgeführten Versuche war es, einen definierten Einzelschnitt zu untersuchen. Die Proben hatten dabei die Abmaße 60mm x15mm und wurden einlagig betrachtet (**Bild 3**). Überprüft wurden folgende Materialien:

- Papier 80g/m<sup>2</sup>, Wellpappe
- Weissblech 0,2 mm,  
Stahlblech 0,5 mm
- Spülschwamm
- Nylontuch
- Gummi(-handschuh)
- Aluminiumfolie/-schale
- PE-Folie
- Zellstoff (Küchenpapier)
- PP (Getränkebecher)
- Glas 5 mm
- Styropor (Schale)



**Bild 3:** Einspannung der Probe

### 3.2 Versuchsdurchführung

Grundlage für die Versuchsdurchführung bildeten Parameter, die bereits ähnlich durch Powitz /2/ verwendet wurden.

Dies sind im Einzelnen:

- Messerabstand 0,2 mm und 0,4 mm
- Klinge 85° und 15°
- Schnittwinkel 0°, 10°, 20°, 30°

Die Fallhöhe wurde dabei schrittweise von 100 mm steigend um jeweils 100 mm erhöht und der Schnitt qualitativ bewertet (erfolgreich/nicht erfolgreich). Die jeweils notwendige niedrigste Fallhöhe für einen erfolgreichen Schnitt wurde dokumentiert und später ausgewertet.

### 4 Auswertung und Ergebnisse

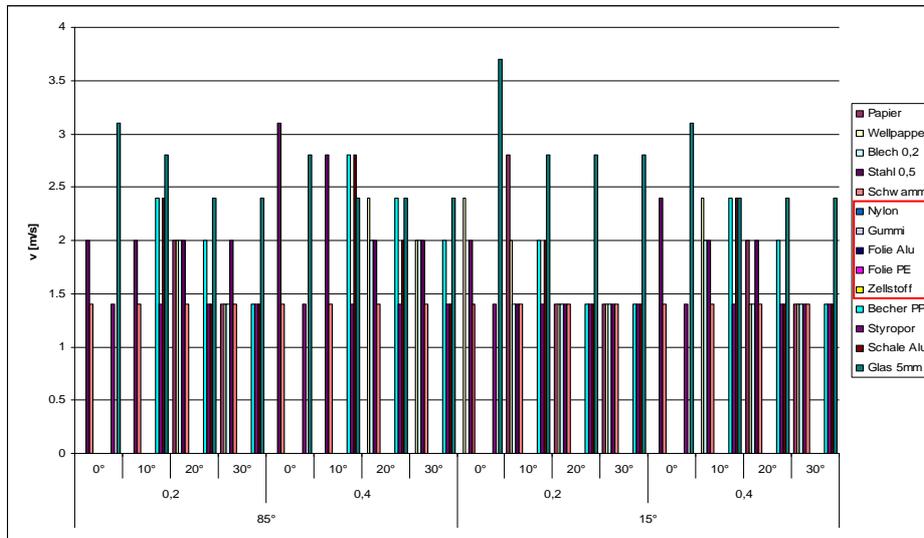
Die qualitative Bewertung des Schnittergebnisses ermöglicht eine Aussage, bei welcher (Mindest-)Schnittgeschwindigkeit ein einwandfreies Schnittresultat zu erwarten ist. Dabei zeigten sich typische negative Ereignisse, die kein zufriedenstellendes Ergebnis zur Folge hatten.

Dies sind im Einzelnen:

- Umklappen der Probe durch das Messer bei dünnen Materialien sowie geringen Fallhöhen, großem Schneidspalt und kleinen Schnittwinkeln
- Steckenbleiben des Messers bei dicken Proben mit hoher Festigkeit, geringen Fallhöhen und kleinen Schnittwinkeln
- Ausfransen der Schnittfläche, bzw. Längsspaltung der Probe bei hohen Schnittwinkeln und geringen Fallhöhen

Zur Auswertung der Versuchsergebnisse ist es notwendig, die ermittelten Mindestfallhöhen in Schnittgeschwindigkeiten umzurechnen. Durch den lotrechten Fall des Schlittens und der unbelasteten, spielfreien Linearführung werden hierbei Reibungsverluste vorerst vernachlässigt. Der Prüfstand ermöglicht es aber auch eine Geschwindigkeitsdifferenzmessung nachzurüsten. Die so ermittelten Geschwindigkeiten lassen dann für jedes Parameterfeld eine Aussage zu, welche Mindestgeschwindigkeit zu wählen ist, um eine möglichst große Variation von Materialien zufriedenstellend zu zertrennen. Es hat sich herausgestellt, dass positive Ergebnisse bei weiterer Steigerung der Geschwindigkeit nicht zu negativen Erscheinungen neigen.

Weiterhin gab es Materialien, die bei den vorgegebenen Einstellungen auch bei höchsten Geschwindigkeiten kein positives Resultat zeigten. Hier ist anzunehmen, dass auch eine weitere Geschwindigkeitssteigerung über die Fähigkeiten des Fallschlagwerkes hinaus keine Veränderung bringen wird.



**Bild 4:** Auswertung der Versuchergebnisse

Wie in Bild 4 erkennbar ist, ergeben sich die jeweils besten Resultate bei geringen Schneidspalten und hohen Schnittwinkeln (0,2 mm Spalt, 30°). Der Anschlag der Klinge, 85° oder 15°, hat einen bemerkenswert geringen Einfluss auf die Resultate. Welchem Winkel hier der Vorzug gegeben wird, hängt hauptsächlich von dem zu erwartenden Vorkommen sehr fester Materialien (Stahl, Glas, etc.) ab. Hier werden stark angeschliffene Klingen (15°) über die Betriebsdauer zu einem höheren Verschleiß neigen. Während der Versuche war allerdings an sämtlichen Klingen kein nennenswerter Verschleiß festzustellen.

Die in **Bild 4** separat markierten Materialien ließen sich bei den gewählten Einstellungen nicht zerschneiden. Hier wurde versucht, die Materialien zu schichten, bzw. den Schneidspalt zu verkleinern. So konnten durchaus noch akzeptable Ergebnisse erreicht werden. Allerdings zeigten besonders die sehr zähen Materialien (PE-Folie, Gummi) die Tendenz, sich stark in die Länge zu zerren. Weiterhin bleibt zu diskutieren, in wie fern die gewählten Parameter für den späteren Einsatz in einer Schneidmühle noch praxisgerecht sind. Eine höhere La-

genanzahl würde hier durchaus noch der Packung der einzelnen Materialien in einem heterogenen Gemisch entsprechen. Allerdings wird eine Verkleinerung des Schneidspaltes auf einen gleitenden Schnitt (Berührung von Schneide und Gegenschneide) nicht realisierbar sein. Dem erwähnten Zerren der sehr zähen Materialien wird sich mit den Einsatz gezahnter statt glatt geschliffener Messer begegnen lassen. Erfreulich ist die Tatsache, dass nur recht geringe Schnittgeschwindigkeiten notwendig sind. Dies wird die spätere Geräuschemissionen einer Schneidmühle wesentlich begrenzen und geringere Schall-dämmmaßnahmen notwendig machen als bei höheren Schnittgeschwindigkeiten.

## **5 Zusammenfassung**

Das am IMW entwickelte Fallschlagwerk ermöglicht eine Untersuchung von standardisierten Proben unter gleichbleibenden Randbedingungen. Eine Aufrüstung mit für weiterführende Experimente notwendiger Mess- und Analysetechnik ist problemlos möglich. Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche zeigen, dass bei dem Großteil der Materialien ein zufriedenstellendes Schnittergebnis bei relativ geringen Schnittgeschwindigkeiten erreichbar ist. Die problematischen Materialien erfordern eine genauere Optimierung der Messergeometrie (Zahnung) die bei der Weiterentwicklung zur Schneidmühle berücksichtigt und überprüft werden muss.

## **6 Literatur**

- /1/ [http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/entsorgung\\_von\\_siedlungs\\_und\\_gewerbeabfaellen/doc/37704.php](http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/entsorgung_von_siedlungs_und_gewerbeabfaellen/doc/37704.php)
- /2/ Powitz, H.: Untersuchung der Zerkleinerung von Kunststoffen mit einem Pendelschlagwerk. TU Clausthal, 2004