

# Entwicklung einer transportablen und kompakten Schneidmühle

Seitz, T.

*Am Institut für Maschinenwesen wird seit Mai 2006 an der Entwicklung einer transportablen und kompakten Schneidmühle zum Zerkleinern gearbeitet. Dieses von der DECHEMA geförderte Projekt hat das Ziel, Schneidmühlen derart zu optimieren, dass ein flexibler Einsatz direkt am Ort der Abfallentstehung möglich wird.*

*Since May 2006, the IMW works on the development of transportable and compact cutting-mill. This project, founded by DECHEMA, has its intention in the optimisation of cutting-mills, so that they allow a flexible use at the point of waste origin.*

## 1 Problemstellung

Die Kunststoffzerkleinerung hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen, da Kunststoffabfälle, die im Rahmen des Dualen Systems Deutschland (DSD) gesammelt werden, wieder verwendet werden müssen. Um aus diesem Gemisch gebrauchter Kunststoffabfälle ein technisch verwertbares Ausgangsprodukt zu gewinnen, muss ein Mahlgut mit ausreichendem Schüttgewicht erzeugt werden. Wesentlich ist hierbei neben der kontinuierlichen Materialzuführung der Abtransport des zerkleinerten Kunststoffs. Gerade der kontinuierliche Betrieb konventioneller Schneidmühlen ist mit Problemen wie Verstopfen im Mühleneinlauf bzw. im Sieb Ablauf und Aufwickeln von Folienteilen am Rotor verbunden.

Der Müll, wie er zum Beispiel auf Schiffen, Flugzeugen, in Großküchen, Krankenhäusern, in der Chemischen- und Pharmaindustrie anfällt, wird nicht sorgfältig getrennt, sodass mit dem gleichzeitigen Anfall von zu zerkleinernden Gegenständen z.B. aus Metall, Holz, Textilien oder Hartstoffen wie Glas, Steine oder Keramik zu rechnen ist, die ihrerseits völlig andere Anforderungen an den Zerkleinerungsprozess stellen. Dieser „Hausmüll“ weist somit eine sehr unterschiedliche Zusammensetzung auf. Hinzu kommt gerade bei der hier in Frage kommenden Anwendung ein im Vergleich hoher Anteil an artfremden Wertstoffen vor – von der Sardinenbüchse bis zum Damenstrumpf –, der von der Mühle mit verarbeitet werden muss. Die Zerkleinerung

solcher Abfälle stellt an Schneidmühlen hohe Ansprüche.

Vorhandene Mühlen sind aufgrund ihres Gewichtes (1t und mehr) nur stationär einsetzbar. Der variable Einsatz an verschiedenen Orten wird außerdem durch die Größe der Anlagen erschwert. Dies widerspricht den Anforderungen der Industrie, Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle an Orten zu zerkleinern, an denen großvolumige und schwere Anlagen nicht einsetzbar sind. Als Beispiel und als besondere Aufgabenstellung für dieses Vorhaben sei der Einsatz im Transportwesen, vor allem der Schifffahrt und dem Flugverkehr (800 Passagiere im A380), genannt. Aber auch die Zerkleinerung von Hausmüll unmittelbar am Ort des Entstehens bietet erhebliche Vorteile in der weiteren Verwertung und beim Transport. Der „Zerkleinerer auf dem Mülleimer“ wäre insbesondere in dicht besiedelten Gebieten eine bahnbrechende Neuerung.

## 2 Stand der Technik

Schneidmühlen werden heutzutage vor allem im Bereich Kunststoffzerkleinerung angewandt. Vereinzelt werden auch Mühlen für Zerkleinerung von Holz, Papier und Müll angeboten /1/. Eine Zerkleinerung verringert hier nicht nur das Volumen sondern verbessert durch die größere Oberfläche auch den Behandlungsprozess in einer Müllverbrennungsanlage.

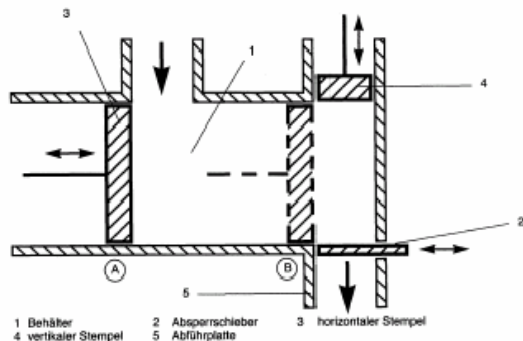
Ein Hauptproblem bei der Zerkleinerung von Kunststoffgemischen liegt in einer geeigneten Zuführung des Aufgabegutes. Dieses sollte nach einer Vorzerkleinerung den Messern möglichst als homogener Block zugeführt werden. Gleichzeitig muss neben der Zuführung eine Kompaktierung des Aufgabegutes erfolgen.

Hierzu wurden vom IMW im Rahmen des SFB 180 „Konstruktion verfahrenstechnischer Maschinen unter besonderen mechanischen, thermischen und chemischen Belastungen“ Untersuchungen zur Verbesserung des Schneidprozesses durchgeführt.

Für diese Untersuchungen entstanden eine Kolbenpresse und ein Pendelschlagwerk.

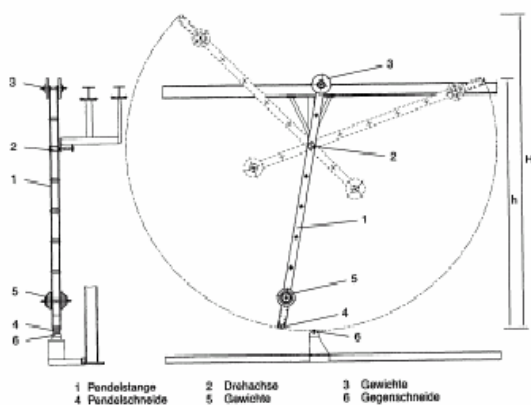
Die Kolbenpresse (**Bild 1**) dient der Kompaktierung des Aufgabegutes, so dass es als möglichst homogener Block dem Schneidprozess zugeführt werden kann.

**Bild 1:** Kolbenpresse



Ein zusätzlicher Vorteil der Zuführung mittels Kolbenpresse ist eine Minderung der Geräuschemissionen da ein Großteil der Schallabstrahlung bei Schneidmühlen durch die normalerweise sehr groß ausgeführten Aufgabeeffnungen erfolgt.

Das Pendelschlagwerk (**Bild 2**) dient der Untersuchung eines definierten Einzelschnittes. Die maximale Schlaggeschwindigkeit beträgt 10 m/s. Die verwendeten Schneiden lassen sich einfach austauschen und ermöglichen so die Untersuchung verschiedener Geometrien. Weiterhin kann der Spalt zwischen Schneide und Gegenschneide sowie der Schneidwinkel verändert werden.



**Bild 2:** Pendelschlagwerk

Bei der Anwendung einer Schneidmühle im Bereich der Hausmüllzerkleinerung ist zu beachten, dass hier, bedingt durch das mangelhafte Mülltrennverhalten der Bevölkerung, mit einem äußerst heterogenen, mit Feuchtigkeit durchsetztem Wertstoffgemisch zu rechnen ist. Zudem variiert die Zusammensetzung von Haushalt zu Haushalt und auch über den Jahresverlauf.

Ansätze zu Entwicklung kompakterer Schneidmühlen existieren durchaus und werden verschiedentlich auch schon vertrieben. Sie zeigen anschaulich den Bedarf an solchen Geräten. Allerdings schließen auch hier die noch zu hohen Massen einen mobilen Einsatz, insbesondere in Luftfahrzeugen, aus.

### 3 Forschungsziel

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer kompakten und transportablen Schneidmühleneinheit, die die Zerkleinerung der Wertstoffe entstehungsnahe vornimmt und so Transport, Lagerung und Weiterbehandlung wesentlich erleichtert.

Dazu werden die einzelnen Baueinheiten zur Vorzerkleinerung, Zuführung, und Schnitt modular aufgebaut, untersucht und später zu einer Einheit zusammengefasst.

Die Untersuchung erfolgt nicht nur hinsichtlich Leistungsfähigkeit, sondern insbesondere auch bezüglich Wartungsaufwand, Geräuschemissionen und Gewicht. Dazu wird auch der Einsatz alternativer Werkstoffe geprüft.

Ziel ist es, einen Demonstrator herzustellen, der dezentral einsetzbar ist und an dem die Anwendbarkeit nachgewiesen werden kann. Durch Messungen wird es möglich sein, die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Schallreduzierung zu überprüfen und Optimierungspotenziale aufzuzeigen.

Der Weg zum Erreichen des Forschungsziels untergliedert sich in verschiedene Arbeitsschritte.

#### 3.1 Kompaktierungs- und Schneidversuche

Mittels der Kolbenpresse und des Pendelschlagwerks werden Versuche mit standardisiertem Untersuchungsmaterial durchgeführt. Sie ermöglichen Aussagen zum Kompaktierungsverhalten der unterschiedlichen Wertstoffe und die Bewertung der verschiedenen Schneidenformen und -arten. Weiterhin wird aus den Ergebnissen deutlich werden, bis zu welcher Ausgangsgröße eine ökonomische Verarbeitung der Wertstoffe möglich ist. Dies gestattet eine Aussage über den Einsatz und die Auslegung einer Vorzerkleinerung.

#### 3.2 Aufbau eines Versuchsstands zum Vorzerkleinern und Kompaktieren

Die geforderte kompakte Bauweise lässt sich nur bewerkstelligen, wenn einige der bei herkömm-

lichen Schneidmühlen getrennten Einheiten zusammengefasst werden. Daher sollen das Vorzerkleinern und Kompaktieren eine Einheit bilden. Hierzu wird ein Versuchsstand aufgebaut, an dem verschiedene Möglichkeiten der Vorzerkleinerung erprobt werden können, z.B. Mehrwellenzerkleinerer, Messerwalzen, Stanzmesser, Walzen, Raspelwelle, Sägegitter, Schlagstempel usw.. Diese Möglichkeiten der Vorzerkleinerung sollen auf ihre potenzielle Anwendbarkeit zum Kompaktieren des Aufgabegutes untersucht werden. Bei diesem Versuchsstand wird weitgehend auf handelsübliche Einheiten zurückgegriffen, die für die oben beschriebene Aufgabe entsprechend konfektioniert werden.

### 3.3 Werkstoffbewertung und –auswahl

Der transportable Einsatz der Schneidmühleneinheit erfordert die Verwendung von "leichten" Werkstoffen. Hier muss eine Auswahl getroffen und auf ihre Verwendbarkeit hinsichtlich mechanisch-technologischer und tribologischer Anforderungen überprüft werden.

Für diesen Arbeitsschritt spielt der Gedanke der „transportablen und geräuscharmen“ Einheit eine wesentliche Rolle. Gemeinsam mit der Werkstoffauswahl (z.B. Leichtbaumaterialien, faserverstärkte Kunststoffe) wird hier auch deren Einfluss auf die späteren Geräuschemissionen betrachtet und in die Bewertung mit einbezogen.

### 3.4 Abschließende Konstruktion der Vorzerkleinerungs-/Kompaktierungseinheit

Aus den Ergebnissen der vorhergehenden Arbeitsschritte wird nun eine Einheit zur Vorzerkleinerung und zum Kompaktieren entwickelt. Hierbei wird auf mögliche Lärmquellen geachtet und diese durch konstruktive Maßnahmen so weit wie möglich ausgeschlossen. Weiterhin wird auf die Betriebsbedingungen besonderen Wert gelegt z.B. Reinigung, Transport, Verschleiß.

### 3.5 Konstruktion der Schneideinheit

Bei der Konstruktion der Schneideinheit finden die Ergebnisse der vorhergegangenen Schritte Anwendung. Auch bei der Schneideinheit ist auf eine möglichst Gewicht sparende Konstruktion zu achten. Weiterhin geht von der Schneideinheit ein Großteil der Geräuschemissionen aus.

Als Lärminderungsmaßnahmen bieten sich nach /2/ an:

- Rotormesser schräg oder versetzt anordnen, Rotor- und Statormesser gegeneinander schräg stellen (ziehender Schnitt)
- offene Rotorbauweise
- stabile, schwingungsarme Gehäusekonstruktion
- Mahlraum von Gestell- und Anbauteilen entkoppeln
- luftdichte Verbindungen
- gutes Auswuchten rotierender Teile
- geräuscharme Lager und Antriebsmotoren

### 3.6 Fertigung und Erprobung des Demonstrators

Die entwickelten Einheiten werden hier konstruktiv zusammengefasst und der Demonstrator wird unter Beteiligung der Industriepartner aufgebaut. Abschließend erfolgt eine Erprobung unter Verwendung von standardisiertem Versuchsmaterial und realem Hausmüll. Die beteiligten Industriepartner werden den Demonstrator ebenfalls unter realen Einsatzbedingungen testen.

## 4 Zusammenfassung

Mit Abschluss des Projekts werden wesentliche Erkenntnisse zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, heutige Schneidmühlen hinsichtlich Gewicht und Geräuschemissionen sowie der Anwendbarkeit bei heterogenen Wertstoffzusammensetzungen zu optimieren. Dies bringt nicht nur Einsparungen beim Transport und der Lagerung der Wertstoffe, sondern ermöglicht auch erstmals den Einsatz einer Schneidmühle direkt am Entstehungsort der Abfälle. Besonders durch die Möglichkeit des transportablen Einsatzes, z.B. in Luftfahrzeugen, wird sich ein völlig neues Anwendungsgebiet erschließen.

## 5 Literatur

- /1/ Höffl, K.: Zerkleinerungs- und Klassiermaschinen, Springer Verlag Berlin, 1993
- /2/ Nusser, E.: Lärmemissionen von Schneidmühlen, Kunststoff 74 (1984) 7, S377-379

