

Laubverdichtung

Jedes Jahr fallen im Herbst große Mengen Laub an, die aus kommunalen Anlagen, von Verkehrswegen und öffentlichen oder privaten Flächen entfernt werden müssen. Für die Stadt Braunschweig sind das pro Jahr ~ 400 t nur aus den Grünanlagen. Um den Transportaufwand zu verringern und die gesamte Prozesskette von der Aufnahme bis zum Abtransport des Laubes wirtschaftlicher zu gestalten, ist im letzten Herbst am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik ein Versuchsstand zur Laubverdichtung in Betrieb genommen worden. Mit Hilfe dieses nach dem Radialdruckpressprinzip arbeitenden Versuchsstandes sollen die für die Laubverdichtung charakteristischen Parameter ermittelt werden.

Dipl.-Ing. Ingo Bönig ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik (ILF) der Technischen Universität Braunschweig, Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H.-H. Harms); e-mail: i.boenig@tu-bs.de

Das Forschungsprojekt „Laubverdichtung“ wird finanziell von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

Schlüsselwörter

Presstechnik, Laub

Keywords

Compaction technology, foliage

Bisher in der Kommunaltechnik eingesetzte Laubsammelmaschinen sind klein, leicht und wendig, um Hindernisse gut umfahren zu können und den Bodendruck möglichst gering zu halten. Das Aufnahmevermögen dieser Maschinen ist jedoch begrenzt, so dass sie relativ häufig an einer Zwischenlagerstelle entleert werden müssen. Dieses ist zum einen unwirtschaftlich, zum anderen führt die erhöhte Zahl an Überfahrten auf den Pflegeflächen zu einer erhöhten Bodenverdichtung. Eine Steigerung der Transportdichte würde sich auf beide Aspekte positiv auswirken.

Die angestrebten Maschinen sollten klein, leicht und wendig entweder als gezogene oder angebaute Geräte ausgeführt werden. Die erforderliche Antriebsleistung muss von vorhandenen Kommunaltraktoren aufgebracht werden können. Die Lärmbelastigung sollte gering sein.

Versuchsstand

Seit dem Herbst 2001 ist am Institut ein stationärer Versuchsstand zur Verdichtung von Laub in Rundballen in Betrieb. Um das aufgesammelte Laub zu verdichten, wurde das Radialdruckpressprinzip gewählt. Dieses Verfahren zeichnet sich im Vergleich zu dem Normaldruckpressverfahren durch einen ruhigen Lauf der Maschine und geringe Kraftspitzen aus. Bei der Presse handelt es sich um eine Konstantkammerpresse, die von oben befüllt wird (Bild 1). Die Presskammer wird zur Vermeidung von Bröckelverlusten von einem endlos umlaufenden Riemenband gebildet. Sie hat schon zu Beginn des Pressvorgangs eine runde Form und weist einen Durchmesser von 40 cm bei einer Breite von 60 cm auf. Dieses Maß wurde bewusst so klein gewählt, um die für einen Versuch bereitzustellende Laubmenge gering zu halten. Die Presse wird über ein stufenlos in der Geschwindigkeit regelbares Förderband mit Laub beschickt. Durch die Variation der aufgelegten Schichtdicken und der Geschwindigkeit des Förderbandes lassen sich unterschiedliche Durchsätze realisieren.

Nach der sehr schnell einsetzenden Rotation des zugeführten Laubes, erfolgt die Verdichtung des entstehenden Ballens durch weitere Gutzufuhr. Dieses setzt einen Zwangseinzug des Laubes voraus, der durch

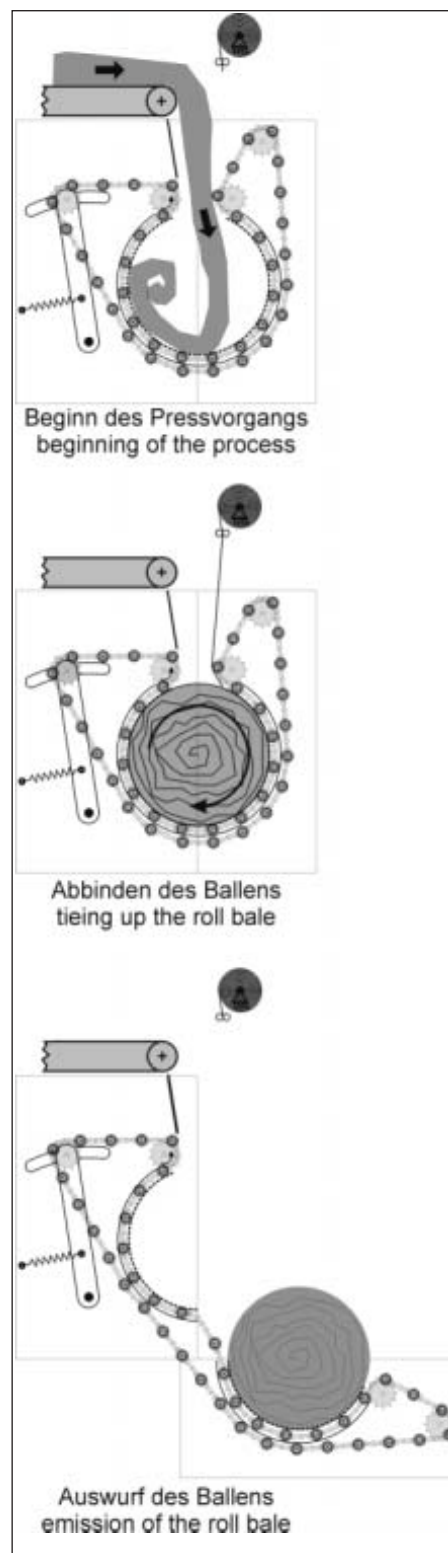


Bild 1: Skizze der Presskammer

Fig. 1: Sketch of the press chamber

den in die Presskammer einlaufenden Riemen gewährleistet ist.

Während eines Versuchs wird das Antriebsmoment mit Hilfe einer Drehmomentmessnabe und die Drehzahl am Antrieb mit Hilfe eines Drehzahlsensors aufgezeichnet. Außerdem wird die Kraft, die auf die Aus-

wurfklappe wirkt, an beiden Presskammerseiten durch in den Verschluss integrierte Dehnungsmessstreifen aufgezeichnet. Die Geschwindigkeit des umlaufenden Riemens ist stufenlos verstellbar. Der Feuchtegehalt des Laubes wird in Trocknungsöfen ermittelt. Im Anschluss an den Versuch wird der Ballen gewogen, um die Dichte bestimmen zu können

Ergebnisse

Im Herbst 2001 wurden erste Versuche mit der zuvor beschriebenen Laubpresse durchgeführt. Es wurden unterschiedliche Laubarten bei unterschiedlichen Feuchtegehalten gepresst. Die Gutannahme funktionierte dabei sehr gut, sowohl mit nassem als auch mit trockenem Laub war ein einwandfreier Ballenstart möglich. Der in die Presskammer einlaufende Riemen mit seiner strukturierteren Oberfläche zog das Gut einwandfrei in die Presskammer hinein, ohne dass sich ein Gutstau im Einfülltrichter bildete. Der Ballen konnte unter allen Bedingungen während des gesamten Pressvorgangs in Rotation gehalten werden. *Bild 2* zeigt einen Ballen aus trockenem Buchenlaub.

Der Ballen hat ein Gewicht von 35 kg, einen Feuchtegehalt von $U=0,3$ und ein Volumen von $0,09 \text{ m}^3$. Daraus ergibt sich die Dichte von 390 kg/m^3 sowie eine Trockenmassedichte von 273 kg/m^3 . 35 kg unverdichtetes Laub würde bei diesem Feuchtegehalt ungefähr eine Dichte von 30 kg/m^3 besitzen. Die bisherigen Untersuchungen fanden mit Kastanien-, Ahorn-, Buchen- und Mischlaub statt. In *Bild 3* und *Bild 4* sind Ergebnisse aus den Versuchen mit Mischlaub sichtbar gemacht. *Bild 3* zeigt den Antriebsleistungsbedarf der Presse während eines Versuchs mit Mischlaub bei einem Feuchtegehalt $U=0,4$. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Leistung zunächst lange Zeit annähernd gleich bleibt und dann zum Ende des Pressvorgangs hin deutlich ansteigt. Im

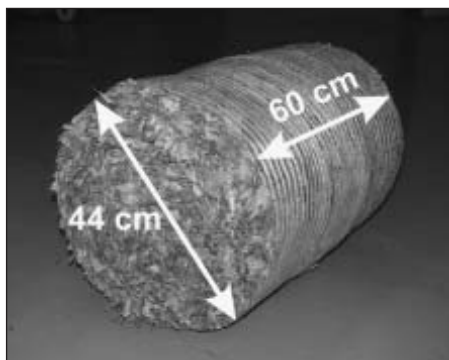


Bild 2: Buchenlaub komprimiert zu einem Rundballen

Fig. 2: Beach tree foliage compacted into a roll bale

Bild 3: Verlauf der Antriebsleistung während eines Versuchs

Fig. 3: Flow of drive power during one compaction process

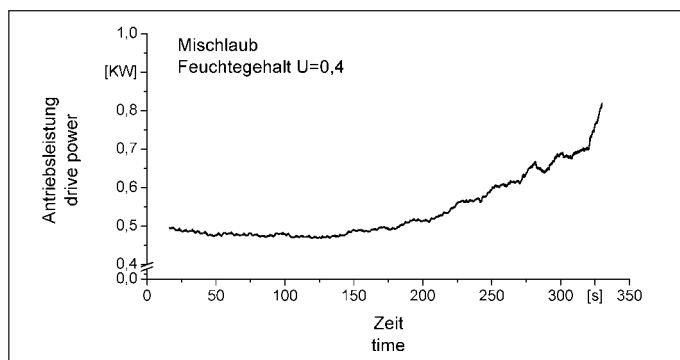
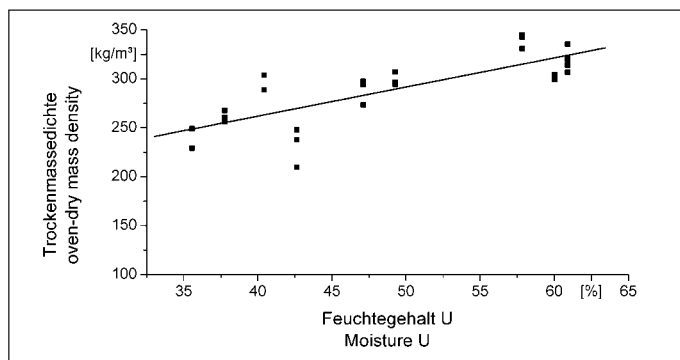


Bild 4: Trockenmassedichten von Mischlaubballen bei unterschiedlichem Feuchtegehalt

Fig. 4: Dry matter density of mixed foliage round bales at different moisture contents



Vergleich zur maximalen Leistung am Ende des Pressvorgangs hat die Presse einen relativ großen Leerlaufantriebsleistungsbedarf. Dieser hohe Wert hat konstruktive Gründe und wurde zum Jahr 2002 verringert.

Bild 4 zeigt die Trockenmassedichte von Mischlaubballen bei verschiedenen Feuchtegehalten. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Trockenmassedichte mit zunehmendem Feuchtegehalt ansteigt. Das bedeutet, je höher der Feuchtegehalt des Laubes ist, umso mehr Blätter befinden sich in dem verdichteten Ballen. Dafür gibt es zwei mögliche Gründe. Zum einen wird sich die Biegesteifigkeit der Laubblätter bei unterschiedlichem Feuchtegehalt verändern, so dass die Blätter der Verdichtung mehr oder weniger starken Widerstand entgegenbringen. Der zweite Grund hat etwas mit der Art der Abschaltung des Pressvorgangs an der Laubpresse zu tun. Es wurde bei den Versuchen immer bei einem voreingestellten Antriebsmoment abgeschaltet, nicht wie sonst allgemein üblich bei einer immer gleichen Kraft auf die Heckklappe. Dieses war aus technischen und konstruktiven Gründen im letzten Jahr an dem Versuchsstand noch nicht möglich. Das Antriebsmoment hängt nicht nur von der Presskraft ab, die auf den Ballen einwirkt, sondern ganz wesentlich von der Reibung des Ballens an den feststehenden Seitenwänden der Presskammer. Diese Reibung verändert sich ebenfalls mit dem Feuchtegehalt des in der Presskammer befindlichen Gutes. Das bedeutet, dass die höhere Trockenmassedichte bei höheren Feuchtegehalten entweder auf eine geringere Biegesteifigkeit der Laubblätter oder auf eine ge-

ringere Seitenwandreibung oder beides zusammen schliessen lässt.

Ausblick

Die für den Herbst 2002 umkonstruierte Laubpresse soll bei einer voreingestellten Kraft auf die Heckklappe abgeschaltet werden. Zusätzlich wird die Presse um die Möglichkeit der Messung der Seitenwandreibung in der Presskammer erweitert. Es wird so möglich, die Vorgänge während der Verdichtung besser beurteilen zu können und einzelne Effekte ihren Ursachen besser zuordnen zu können. Weitere Überlegungen, die im Rahmen des Projektes Laubverdichtung stattfinden, sind die Findung von Möglichkeiten der Einbindung der entwickelten Laubpresse in die bestehende Prozesskette bei der Laubbeseitigung. Im Hinblick auf eine spätere Kompostierbarkeit oder energetische Weiternutzung erfolgen Überlegungen zur Art des Bindematerials.