

Karsten Borchard, Göttingen

## Reinigung von Zuckerrüben

### Untersuchungen zur Erfassung des Erdanteils und der Bruchverluste

**Die Höhe des Erdanteils und der Bruchverluste bei der Zuckerrübenenernte sind entscheidende Einflußgrößen für den Erfolg der Zuckerrübenproduktion. In einer Grundlagenuntersuchung an einem Siebtrommelenterder wurden Abhängigkeiten des Reinigungserfolges von unterschiedlichen Drehzahlen und der Art und Anordnung der Reinigungsaggregate nachgewiesen. Außerdem wurde festgestellt, daß mit steigendem Befüllungsgrad der Reinigungseinrichtung die Enterdung der Zuckerrüben zunimmt.**

Ein wichtiger Parameter der Erntequalität ist die Höhe des Erdanteils bei der Zuckerrübenenernte. Des weiteren sind Beschädigungen und Bruchverluste eine wesentliche Einflußgröße bei der Zuckerrübenproduktion.

Der Vermeidung und Beseitigung des Erdanteils bei der Zuckerrübenproduktion kommt eine große Bedeutung zu, da je Hektar und Jahr im Schnitt 8,2 t Rübenenerde zur Fabrik transportiert werden [2]. Hierdurch werden große ökologische Probleme (Schlammteiche) und hohe ökonomische Aufwendungen für den Transport und die Entsorgung verursacht. Der Landwirt verliert sein wichtigstes Produktionsmittel, den Boden.

Den Problemen, die durch die Rübenenerde verursacht werden, kann durch technische Lösungen bei der Zuckerrübenenernte und -reinigung sowie durch die Züchtung erdanhangsarmer Sorten begegnet werden. Bisher liegen kaum Daten darüber vor, von welchen Faktoren der Erdanteil bei Zuckerrüben grundsätzlich beeinflusst wird.

Das Institut für Agrartechnik, Göttingen, hat in Zusammenarbeit mit dem Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), Göttingen, eine stationäre Enterdungsmaschine auf der Basis einer rotierenden Siebtrommel entwickelt (Bild 1). Diese ermöglicht es, die Massenveränderung der

Rübenprobe während der Reinigung zu bestimmen. Das Enterdungsverhalten der Zuckerrüben kann untersucht und eine Enterdungsfunktion (Funktion der Massenabnahme über der Zeit) aufgestellt werden. Hiermit läßt sich der Einfluß verschiedener Versuchsparameter (Werkzeuge, Drehzahlen, Sorte, Bodenart, Rübengröße) auf den Enterdungsvorgang quantitativ bestimmen. Zusätzlich kann der Einfluß der Versuchsparameter auf Bruchverluste und Beschädigungen der Zuckerrüben erfaßt werden.

Zum Verständnis der verwendeten Begriffe enthält *Tabelle 1* die Begriffsdefinitionen, die im Themenbereich der Zuckerrübenenterdung Verwendung finden.

#### Aufbau der Versuchseinrichtung

Das Kernstück der Enterdungsmaschine ist eine rotierende Siebtrommel (Ø 800 mm), in die verschiedene Enterdungswerkzeuge eingebaut werden können. Die Trommel wird mit variabler Drehzahl von 6 bis 36 min<sup>-1</sup> über einen Getriebemotor angetrieben. Sie ist mit einer Befüll- und Entleerklappe ausgestattet. Die Trommel mit allen Bauteilen liegt auf einem Grundrahmen, der über vier Wägezellen mit dem oberen Teil der Enterdungseinrichtung verbunden ist. Über den seriellen Ausgang eines Meßverstärkers, der mit den Wägezellen verbunden ist, können die ermittelten Wiegedaten direkt auf Datenträgern gespeichert werden.

Bei der stationären Abreinigung wer-

Table 1: Definition of used words

Begriff	Definition
lose Erde	die mit den Rüben gelieferte lose Erde, bezogen auf die Bruttomasse der Rübenlieferung [%]
Erdanhang	den Rüben anhaftende Erde, bezogen auf die Bruttomasse der Rübenlieferung [%]
Erdanteil	die mit den Rüben gelieferte Erde (Erdanhang, lose Erde), bezogen auf die Bruttomasse der Rübenlieferung [%]
Resterdanteil	anhaftende Erde nach mechanischer (trockener) Reinigung bezogen auf die Bruttomasse [%]
neuer Bruch	Anteil an Bruchstücken mit einem Durchmesser > 15 mm,
Nettomasse	gewaschene Rüben [kg]
Bruttomasse	Nettomasse der Rüben + Erdanhang + lose Erde [kg]

Dipl.-Ing. agr. Karsten Borchard ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik der Universität Göttingen (Leiter: Prof. Dr. W. Lücke), Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen, e-mail: kborchard@gwdg.de Für die finanzielle Unterstützung des Forschungsvorhabens sei dem Wohlfahrtsfonds der dt. Zuckerindustrie e. V., 38100 Braunschweig, recht herzlich gedankt.

den Erde und Bruchstücke in Auffangbehältern gesammelt. Nach dem Abreinigungsvorgang wird die Trommel entleert und die Rüben gelangen in eine Rübenwaschmaschine.

Aus den Erdauffangbehältern werden die Rübenbruchstücke manuell ausgelesen und in vier Klassen unterteilt (neue und alte Bruchstücke, Rübenschwänze und ganze Rüben). Anschließend wird die Masse der einzelnen Bruchfraktionen gravimetrisch bestimmt. Beschädigungen an den abgereinigten Rüben wurden nur qualitativ bestimmt (geringe, normale oder starke Epidermisverletzungen).

#### Ergebnisse

Vor Beginn der Enterdung wurde die Bruttomasse der Zuckerrüben ermittelt. Nach dem Abreinigungsvorgang wurden die Rüben zur Ermittlung der Nettomasse in einer Rübenwaschanlage (IfZ) gewaschen. Hieraus läßt sich der Resterdanteil der Probe bestimmen.

#### Einfluß der Einbauten (Bild 1):

Bei allen Versuchen betrug die Bruttomasse rund 90 kg. Bei der Abreinigung ohne Einbauten blieb ein relativ hoher Erdanteil an den Rüben haften. Die paarweise angeordneten Mitnehmer in der Trommel erzielten ein besseres Enterdungsergebnis, jedoch war der Anteil des neuen Bruchs leicht erhöht. Die Variante mit den um 90° versetzten Mitnehmern wies das schlechteste Abreinigungsergebnis auf (Die Mitnehmer sind an einer starren Achse in der Trommelmitte befestigt). Dies läßt sich durch die stärkeren Fallbewegungen der Rüben erklären. Damit erklärt sich auch der höchste Anteil an neuem Bruch, der durch das Anschlagen an die Mitnehmer während des Fallens der Rüben entsteht. Bei der paarweisen Anordnung der Mitnehmer ist dies nicht möglich.

Varianten, in denen „Metallfinger“ wendelförmig in der Trommelwandung befestigt waren, um die Rüben in eine Seitwärtsbewegung zu versetzen, wiesen die besten Enterdungsergebnisse und den geringsten Bruchanteil auf.

Bei der Variante mit kurzen Fingern trat ein leicht erhöhter Bruchanteil im Vergleich zu der mit langen Fingern auf, der durch den intensiveren Kontakt der Zuckerrüben mit den Werkzeugen verursacht wurde. Auch starke Beschädigungen der Epidermis waren festzustellen.

#### Einfluß der Bruttomasse (Bild 2):

Mit steigender Bruttomasse nehmen der Resterdanteil und die Bruchverluste ab. Hieraus läßt sich schlußfolgern, daß bei geringerem Kontakt der Rüben aneinander (geringerer Befüllungsgrad) die Ab-

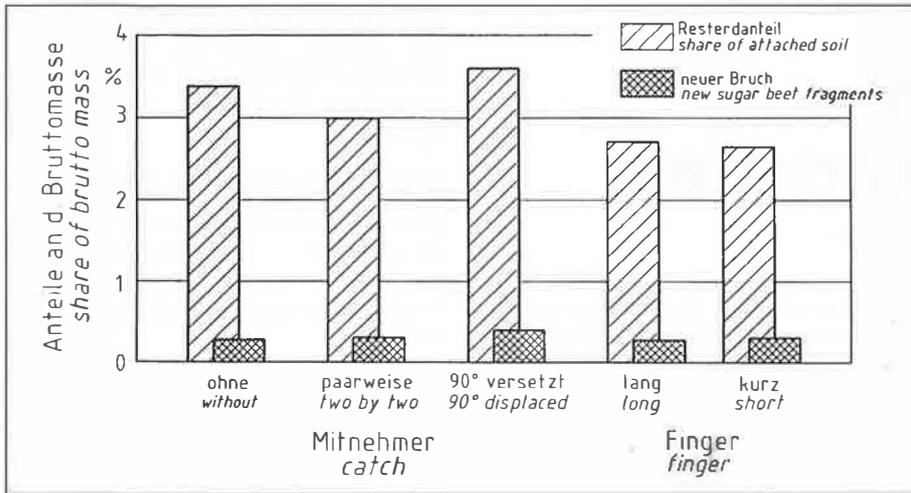


Bild 1: Enterdungsergebnisse ohne und mit Trommleinbauten (Bruttomasse 90 kg, 6 min<sup>-1</sup>)

Fig. 1: Cleaning results of sugar beets with and without drum mountings (brutto mass 90 kg, 6 rpm)

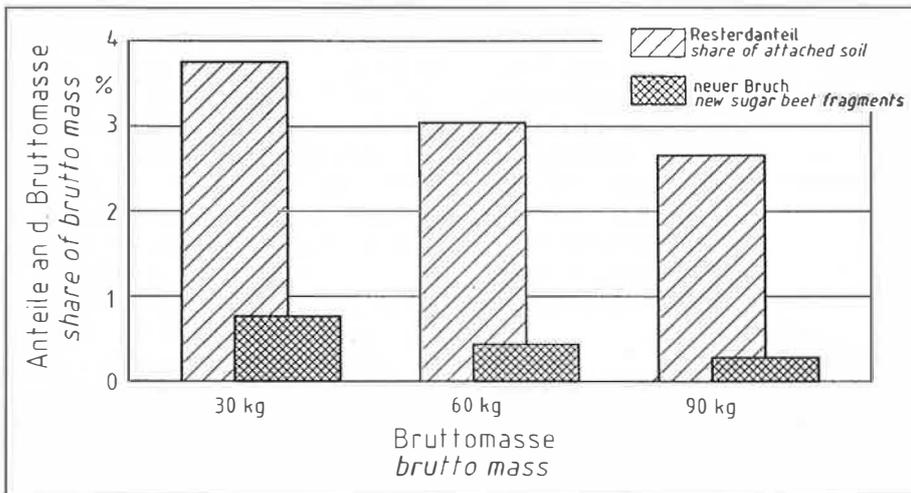


Bild 2: Enterdungsergebnisse bei unterschiedlichen Bruttomassen

Fig. 2: Cleaning results of sugar beets at different gross masses

reinigung schlechter ist als bei höherem Befüllungsgrad. Bei hoher Bruttomasse tritt ein Effekt des „Reibens“ der Zuckerrüben aneinander auf.

#### Einfluß der Trommeldrehzahl (Bild 3):

Aufgrund der vorherigen Versuchsergebnisse wurden rund 90 kg Zuckerrübenbruttomasse gereinigt und eine zweiminütige Reinigungsdauer angesetzt. Die Resterdanteile bei den einzelnen Varianten schwankten zwischen 2 und 4,2 %. Es ließ sich jedoch keine eindeutige Beziehung zwischen Drehzahl und Resterdanteil nachweisen. Erstaunlicherweise konnte festgestellt werden, daß der Siebtrommelenderter bei niedrigeren Drehzahlen sehr gute Abreinigungsergebnisse liefert. Bisher wurde in der Praxis mit möglichst hohen Geschwindigkeiten der Reinigungswerkzeuge gearbeitet.

Der Anteil der Bruchverluste weist im Bereich von 8 bis 18 min<sup>-1</sup> (Umfangsgeschwindigkeit 0,33 bis 0,75 m/s) ein Ma-

ximum auf. Bei geringer Umdrehungszahl werden die Rüben wenig beschädigt. Mit zunehmender Drehzahl erleiden sie stärkere Beschädigungen aufgrund der größeren Fallhöhe – bedingt durch das stärkere „Mitnehmen“ durch die Metallfinger. Bei hoher Drehzahl (>18 min<sup>-1</sup>) werden die Rüben an der Trommelwan-

dung aufgrund der Fliehkraft für eine volle Umdrehung ohne Eigenbewegung und damit ohne Beschädigung mitgenommen. Diese Hypothese wurde durch Videoaufzeichnungen bestätigt.

Bei den Versuchen mit niedriger Drehzahl (8 min<sup>-1</sup>) war die maximale Abreinigung schon nach kürzerer Zeit erreicht. Bei den Varianten mit hoher Drehzahl (20 min<sup>-1</sup>) wird die gleiche Abreinigung (etwa 70 % des gesamten Erdanteils) erst zu einem späteren Zeitpunkt erreicht. Dieses erklärt sich ebenso wie die unterschiedlichen Bruchverluste (s.o.) durch ein verändertes Bewegungsverhalten der Rüben in der Siebtrommel. Bei geringer Drehzahl reiben die Rüben stärker aneinander und reinigen sich gegenseitig, bei hoher Drehzahl werden sie dagegen an der Trommelwandung mit um den Umfang befördert und führen keine Relativbewegungen gegeneinander aus.

Betrachtet man alle durchgeführten Versuche, läßt sich festhalten, daß im Mittel der Erdanteil von 10,4 % (7,0 bis 26,4 %) auf einen Resterdanteil von 3,3 % (2,0 bis 5,7 %) reduziert werden konnte. Durch den Siebtrommelenderter wurden im Mittel 0,3 % (0,2 bis 1,3 %) neuer Bruch verursacht.

#### Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet  
 [1] Brinkmann, W.: Bruchbeschädigung an Zuckerrüben und Zuckerverlust. Landtechnik 30 (1975), H. 7/8, S. 333-335  
 [2] • Hien, P.: Konstruktion eines Systems zur Messung des Erdanteils von Zuckerrübenhaufwerken. Dissertation, Bonn, 1994

#### Schlüsselwörter

Zuckerrübenreinigung, Erdanteil, Bruchverluste, Erntequalität von Zuckerrüben

#### Keywords

Cleaning of sugar beet, share of attached soil, beet fragments, harvesting quality of sugar beet

Bild 3: Relativer Erdanteil bei verschiedenen Trommeldrehzahlen (Bruttomasse 90 kg, lange Finger)

Fig. 3: Share and soil tare at various drum revolution (gross mass 90 kg, long fingers)

