

## Grundlagenuntersuchung zur Prozessinteraktion bei hochfrequent schwingenden Werkzeugen zur Bodenbearbeitung

Kontakt: M.Sc. Johannes Bührke, johannes.buehrke@tu-braunschweig.de, +49 (0) 531 391-2674

### Hintergrund:

In der Landwirtschaft eingesetzte Bodenbearbeitungswerkzeuge, wie Grubber- oder Pflug-Schare, verursachen während des Bodeneingriffs einen, im Vergleich zu den üblichen Fahrwiderständen am Fahrzeug, hohen Zugwiderstand.

Dieser Widerstand muss vom Traktor durch eine entsprechend große Zugkraft überwunden und auf dem Boden abgestützt werden. Bei üblichen Bearbeitungsgeschwindigkeiten (5-15 km/h) ergeben sich hohe Leistungsanforderungen an den Antrieb des Systems (mehrere 100 kW).



**Bild 1:** Traktor mit Grubber [Köckerling.de]

Der dabei erforderliche Einsatz von Dieseldieselkraftstoff als wesentlicher Energieträger ist seit langem Thema unterschiedlicher Debatten zur ökonomischen und nachhaltigen Energiewirtschaft.

Darüber hinaus erfährt der Boden durch die zu übertragenden Kräfte und die erforderliche Aufballastierung eine nicht zu vernachlässigende Bodenbeanspruchung (Druck-

und Schubspannungen), die ebenso enorme Beachtung in Wissenschaft und Technik gefunden hat.

### Projektidee:

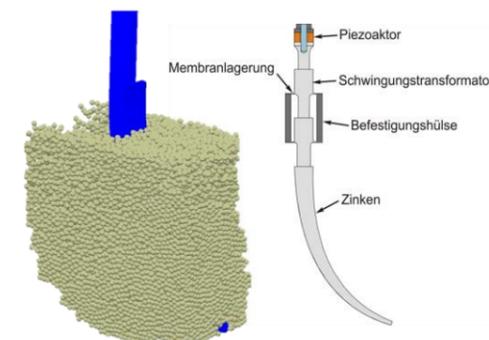
Der Zugwiderstand wird zu rund 60% durch Reibung zwischen Werkzeug und Boden verursacht [SOE56]. Durch eine technische Beeinflussung der Bodenreibung (des Reibungsbeiwertes) ließe sich folglich der auftretende Zugwiderstand reduzieren.

Dafür sollen schwingende Werkzeuge eingesetzt werden, die eine erhöhte Relativgeschwindigkeit zum Boden aufweisen. Anders als bei bereits untersuchten mechanischen Verfahren, soll hierbei die Schwingungsanregung durch hoch dynamische piezoelektrische Aktuatoren erfolgen.

Nachdem die Funktionsweise des Ansatzes in einem Vorgängerprojekt prinzipiell bewiesen werden konnte, soll nun ein optimiertes System aus Bodenbearbeitungswerkzeug und Ultraschallaktor aufgebaut und getestet werden, um die Grenzen und die Anwendbarkeit weiter zu untersuchen.

### Zielsetzung und Projektinhalt:

Das Forschungsprojekt soll das Potential des im Vorgängerprojekt gezeigten Effekts weiter untersuchen. Durch weiterführende Prüfstandversuche und Simulationen im Bereich der Diskrete Elemente Methode (DEM) und Mehrkörpersimulation soll ein optimiertes Bodenbearbeitungswerkzeug entwickelt, aufgebaut und getestet werden. Im Fokus der Betrachtung stehen Fragen zum Gesamtwirkungsgrad und zum Einsatzbereich des Systems. So soll der Einsatz der zusätzlich benötigten elektrischen Energie im Verhältnis zur eingesparten mechanischen Antriebsenergie bewertet werden. Auch die Grenzen der Bearbeitungsgeschwindigkeiten sollen betrachtet werden.



**Bild 2:** Skizze des „Ultraschallzinkens“

In Kooperation mit dem Institut für Dynamik und Schwingungen der Universität Hannover (IDS) werden folgende Projektinhalte bearbeitet:

- Modellbildung und Simulation der Boden-Werkzeug-Interaktion mittels DEM
- Validierung der Simulation durch entsprechende Versuchseinrichtungen
- Optimierung des schwingenden Bodenwerkzeugs hinsichtlich Zugkraftreduktion
- Projektstart: Ende 2015

In Zusammenarbeit mit:



[Institut für Dynamik und Schwingungen]

Gefördert durch:



Quellen:

[SOE56] Söhne, Walter: Einige Grundlagen für die landtechnische Bodenmechanik. 13. Konstrukteurheft, VDI-Verlag 1956

## Study of process interactions of cultivation tools under high frequency excitation

Contact: M.Sc. Johannes Bührke, johannes.buehrke@tu-braunschweig.de, +49 (0) 531 391-2674

### Background:

Agricultural tillage tools, such as cultivator or plow coulters, cause high draw resistance during soil engagement (compared to the usual driving resistance of the vehicle).

To resolve this drawing resistance, the pulling machine (the tractor) has to transmit high forces/ momentum from its wheels to the ground.

Conventional processing speeds (around 5-15 km/h) lead to high performance requirements of the drivetrain and the soil-wheel connection (several hundred kW).



Figure 1: Tractor with cultivator [Köckerling.de]

The required use of diesel fuel as an essential source of energy is one major subject of various debates on the economic and sustainable energy consumption.

In addition, the forces/ momentums of the wheels placed on the ground as well as ballast forces have to be transmitted via high stresses in the soil (compressive and

shear stresses). This topic has also attracted high interest in science and technology.

### Project idea:

The draw resistance is about 60% caused by friction between the tool and the soil particles [SOE56]. A technical influence on soil friction (the coefficient of friction) would consequently reduce the occurring draw resistance.

Therefore, oscillating tools are used, that have an increased relative-speed to the ground. Unlike already studied mechanical processes, the high frequency excitation is carried out by high dynamic piezoelectric actuators.

After the operation of the approach was demonstrated in a previous project, further investigations are following.

An optimized demonstrator (tillage tool with ultrasonic actuator) will be designed and tested in order to investigate the physical limits and the feasibility. Moreover, several simulations are going to support the test procedure and will help to create a numerical model of the soil-tool interaction.

### Aim and project content:

The aim of the research project is to investigate the potential of the effect shown in the previous project. Through further bench tests using the oscillating tool and simulations (discrete element method and multi-body simulation), questions can be answered more detailed.

The focus of the examination questions are the overall efficiency and the practical feasibility of the system (e.g. the limits of the machining speed). Thus, the use of additional required electrical energy should be evaluated in relation to mechanical energy savings.

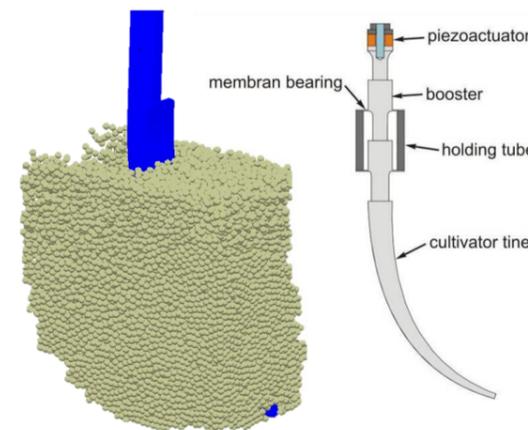


Figure 2: Oscillating cultivation tool

In cooperation with the Institute of Dynamics and Vibration Research at the University Hannover (IDS) the following content is scheduled:

- Set up of a numerical model of the soil tool interaction by DEM
- Validation of the model by an experimental test rig/ measurement tool
- Optimization of the vibrating cultivation tool regarding reduction of pulling resistance
- Project start: End of 2015

In cooperation with:



[Institute of Dynamics and Vibration Research]

Funded by:



Literature:

[SOE56] Söhne, Walter: Einige Grundlagen für die landtechnische Bodenmechanik. 13. Konstrukteurheft, VDI-Verlag 1956