

## Orsolya Fazekas

Dr.-Vater: Prof. Dr. R. Horn

### ***Bedeutung von Bodenstruktur und Wasserspannung als stabilisierende Kenngrößen gegen intensive mechanische Belastungen in einer Parabraunerde aus Löss unter Pflug- und Mulchsaat***

Mit zunehmender Maschinenleistung in der Landwirtschaft steigen auch die Gesamtgewichte und damit die Radlasten. Dadurch steigt die Gefahr der Bodendegradation insbesondere durch Bodenverdichtung zunehmend an, denn mit zunehmenden Radlasten besteht auch eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass Eigenstabilitäten von landwirtschaftlich genutzten Böden überschritten werden, was mit irreversibler Strukturänderung einher geht. Das bedeutet, dass mit zunehmender Bodenverdichtung, auch in tieferen Horizonten, die Porenfunktionen und damit der Wasser- und Lufthaushalt dauerhaft beeinträchtigt werden und infolgedessen ein gehemmtes Wurzelwachstum mit niedrigen Stoffflüssen und Ertragseinbußen eintreten werden.

Das Hauptanliegen dieser Arbeit ist eine Beurteilung der Auswirkung einer Befahrung mit einer schweren Erntemaschine auf zwei Bodenbearbeitungssysteme (konventionell und konservierend), um sie dann anhand ihrer bodenphysikalischen Kennwerte zu vergleichen. Zur Versuchsdurchführung wurden an einer Tschernosem-Parabraunerde aus Löss in drei Bodentiefen Spannungsmessungen bei einer Überrollung mit einem 35Mg schweren Köpfrödebunker durchgeführt und anschließend Stechzylinderproben genommen. Stabilitäts- bzw. Strukturänderungsunterschiede durch eine erst- und einmalige Befahrung wurden für beide Bearbeitungsvarianten anhand bodenphysikalischer und mechanischer Kenngrößen, wie Lagerungsdichte, Porengrößenverteilung, Luft- und gesättigte Wasserleitfähigkeit, Vorbelastung, Scherparameter und in situ Spannungsmessungen beurteilt.

Außerdem wurde ein methodischer Beitrag mit Schwerpunkt auf die Wasserspannungsänderung während der Belastung gesetzt, der zeigt, dass neben der Setzung auch die Vorbelastung zeitabhängig ist. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass nach über 10 Jahren Umstellung auf konservierende Bewirtschaftung die Pflugsohle bei der Mulchvariante noch immer sehr ausgeprägt ist, sie aber nicht mächtiger geworden ist. Bei beiden Bearbeitungsvarianten haben eine Befahrung Strukturänderungen bis in 60cm Tiefe stattgefunden. Die Pflugvariante stellte sich mit ihrer stark ausgeprägten Horizontierung als instabiles Bodenstruktursystem heraus: der Bearbeitungshorizont lässt hohe Spannungseinträge durch, die räumlich begrenzt auf die Pflugsohle wirken. Die stark ausgeprägte und starre Pflugsohle ist bei den erstmaligen und deutlich höheren Lasteinträgen durch einen Rübenrodebunker aber nicht elastisch genug, die Belastung zu tragen und bricht in unregelmäßig große Stücke auseinander, was zu einer schlagartigen Unterbodenverdichtung bei zukünftigen Befahrungen führt. Die Mulchvariante zeigt als Folge der gleichen Befahrung eine kontinuierlichere Druckfortpflanzung in die Tiefe, verbunden einerseits mit einer weiteren Unterbodenverdichtung mit einer einheitlicheren Bodenstruktur. Gefährdungsmindernd ist ein intaktes Porensystem mit seinen stabilisierenden Wassermenisken auf die Bodenstruktur. Wie der Vergleich zeigt, reagieren beide Bearbeitungssysteme auf hohe Belastungen mit einer Zunahme von Unterbodenverdichtung und Strukturveränderung. Durch eine Erniedrigung der Radlasten lässt sich dieser Prozess nicht vermeiden, aber zumindest verlangsamen.

## Summary

Use of larger machines in the agricultural sector increases the total weights and also the axleloads applied to soils. As axle loads increase there is a greater risk of soil compaction which leads to further soil degradation. Soil compaction is increased within both surface soils as well as deeper soil levels. The results is a disruption of soil pore connectivities and a long-term decrease in pore functions particularly affecting flow processes of soil solutions and gas diffusion. Reduced availability of water and nutrients combined with restricted oxygen diffusion reduces root growth and ultimately crop yields.

The aim of this research is to assess the changes in soil physical parameters caused by wheeling with heavy machines in two treatments (tillage and no tillage). Experiments included the measurement of *in situ* stress and strain values at three soil depths on a Stagnic Luvisol that originated from loess. Treatments included wheeling by a 35Mg heavy sugar beet harvester under both tillage and no tillage conditions. Structured soil samples were taken at three depths before and after wheeling. Changes in soil structure and structural stability before and after the application of one wheeling were assessed for both tillage treatments by measuring bulk density, porosity, air permeability, saturated water conductivity, precompression stress, and shear strength parameters as well as *in situ* stresses and strains.

A new method was developed to quantify the contribution of pore water pressure changes on structural stability during the compaction process. It could be noted that the settlement and the resulting precompression stress are time depending processes. As an overall conclusion it can be stated that the plough pan, developed by previous tillage, remained even 10 years after changing to no tillage. No tillage and tillage treatments have modified soil structure at least to a depth of 60cm by wheeling. Tillage treatments applying a plough to depths of 30cm developed a very strong plough pan which, however, collapsed due to a single wheeling event with the sugar beet harvester causing an unstable soil structural system at that depth. It is assumed that the shear forces induced by the plough transmits stresses throughout the Ap horizon and into the plough pan. The extremely platy structure of the plough pan is not elastic enough to sustain these stresses resulting in a structural decomposition by breaking into nonuniform massive blocks of soil. Due to this process the risk becomes rather high for an intensive subsoil compaction. Wheeling on the no tillage treatments demonstrated a continuous distribution of stresses and strains into the deeper horizons. The mechanical energy was transmitted to the subsoil in a manner that slowly caused subsoil compaction of a more homogeneous soil structure system. However, both tillage treatments reacted to high stresses with resultant subsoil compaction. Reduced axle loads would not completely avoid subsoil compaction, yet it would reduce both the degree and depth of subsoil compaction on frequently wheeled agricultural fields.