

Erweiterte Möglichkeiten zur Beurteilung des Einflusses landwirtschaftlicher Maschinen auf die Bodenstruktur

Thomas Keller (Agroscope ART, Zürich), Matthias Stettler (SHL, Zollikofen) & Peter Weisskopf (Agroscope ART, Zürich)
E-mail: thomas.keller@art.admin.ch
Tel.: 043 377 76 05

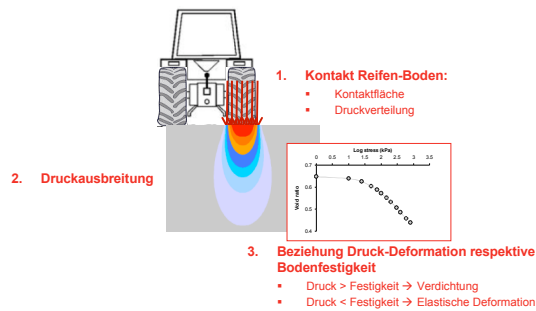


Das Projekt im Überblick

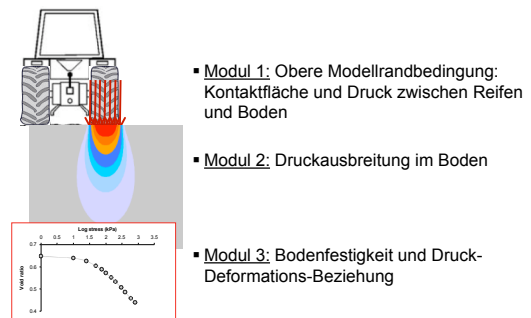
- **Hauptziel:**
 - Web-Applikation (Bodenverdichtungsmodell) zur Beurteilung des Einflusses von landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Maschinen auf die Bodenstruktur
- **Anwender:**
 - In erster Linie: Berater, Landwirte und Vollzugsorgane
 - Soll auch möglich sein: wissenschaftliche Anwendungen
- **Finanzierung:**
 - Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)
 - Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Thomas...)
 - Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL (Matthias...)



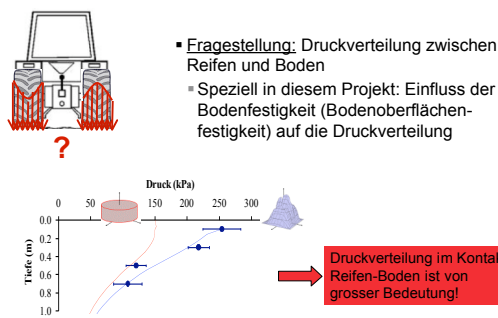
Konzept Bodenverdichtung



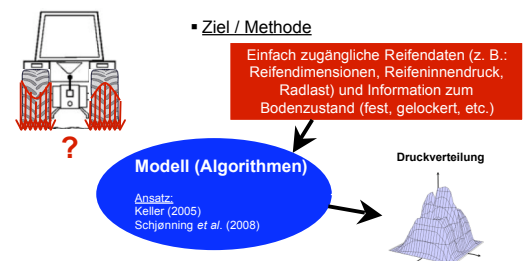
Struktur des Projektes/Web-Tools



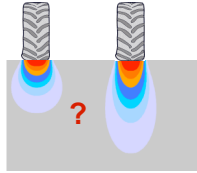
Obere Modellrandbedingung: Kontaktfläche und Druck zwischen Reifen und Boden



Obere Modellrandbedingung: Kontaktfläche und Druck zwischen Reifen und Boden

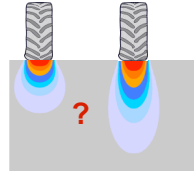


Druckausbreitung im Boden



- **Fragestellung:**
 - Wie wird die Druckverteilung von der Bodenart, Bodenfestigkeit, Bodenstruktur, Bodenfeuchtigkeit, ..., und Belastung (?) beeinflusst?

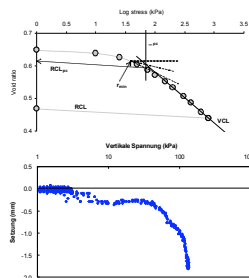
Druckausbreitung im Boden



- **Ziel / Methode:**
 - Analytische Berechnung der Druckausbreitung (Boussinesq, 1885; Fröhlich, 1934; Söhne, 1953): der sogenannte *Konzentrationsfaktor* bestimmt die Form der Druckausbreitung
 - Bestimmung des Konzentrationsfaktors aus vorhandenen Daten von Befahrungsversuchen (Schweiz, Schweden und Dänemark)
 - Schätzen des Konzentrationsfaktors aus Bodeneigenschaften

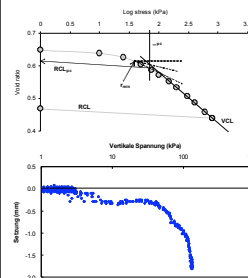
Boussinesq J (1885) Application des Potentiels à l'étude de l'équilibre et du Mouvement des Solides Élastiques. Gauthier-Villars, Paris, 30 pp.
Fröhlich OK (1934) Druckverteilung im Baugrunde. Springer Verlag, Wien, 178 pp.
Söhne W (1953) Druckverteilung im Boden und Bodenverformung unter Schleppeifen. Grundlagen der Landtechnik 5, 49-63.

Bodenfestigkeit und Druck-Deformations-Beziehung



- **Fragestellungen:**
 - Was ist die Festigkeit eines Bodens?
 - Ist die Druck-Deformations-Beziehung aus dem Ödometerstest repräsentativ für das Druck-Deformations-Verhalten im Feld?

Bodenfestigkeit und Druck-Deformations-Beziehung



- **Ziel / Methode:**
 - Schätzung der Bodenfestigkeit aus einfach mess- bzw. verfügbaren Bodeneigenschaften
 - Druck-Deformations-Daten aus Befahrungsversuchen mit Druck-Deformations-Daten aus Ödometerversuchen vergleichen

„Förderprogramm Boden“ des Kt. Bern

Modell „TIM“

- Berechnet die Druckverteilung und die Kontaktfläche im Kontakt Reifen-Boden mit dem Modell von Keller (2005)
- Berechnet die Druckausbreitung im Boden nach dem Prinzip von Söhne (1953)
- Vergleicht den simulierten Druck mit einem Referenzdruck:
 - Referenztiefe: 20 cm (15 cm Bearbeitungstiefe plus 5 cm Toleranz)
 - Referenzdruck: 120 kPa (100 kPa plus 20 kPa Toleranz)

Keller T (2005) A model for prediction of the contact area and the distribution of vertical stress below agricultural tyres from readily-available tyre parameters. Biosystems Engineering 92(1), 85-96.
Söhne W (1953) Druckverteilung im Boden und Bodenverformung unter Schleppeifen. Grundlagen der Landtechnik 5, 49-63.

Grenzwerte für Bodenverdichtung

- Håkansson & Danfors (1981): 6 Tonnen Achslast (d.h. 3 Tonnen Radlast)
- Rusanov (1994): 25-50 kPa (je nach Bodenfeuchte) in 50 cm Bodentiefe
- Petelkau (1984), Vermeulen et al. (1988), Rusanov (1994): 40-80 kPa Reifeninnendruck, 50-180 kPa mittlerer Kontaktflächendruck (je nach Bodenfeuchte)
- Schjønning *et al.* (2006): 50 kPa in 50 cm Bodentiefe

Håkansson I, B. Danfors, 1981. Effects of heavy traffic on soil conditions and crop growth. In: Proc. 7th Int. Conf. Int. Soc. Terrain-Vehicle Systems, ISTVS, Hanover, NH, USA, 16 - 20 August 1981, Calgary, Alberta, Canada, pp 239-253.

Petelkau, H., 1984. Auswirkungen von Schadverdichtungen auf Bodeneigenschaften und Pflanzenertrag sowie Massnahmen zu ihrer Minderung. Tag-Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin, Tagungsbe., vol. 227, pp 25-34.

Rusanov, V.A., 1994. USSR standards for agricultural mobile machinery: Permissible influences on soils and methods to estimate contact pressure and stress at a depth of 0.5 m. Soil & Tillage Research 29: 249-252.

Schjønning, P., M. Lalandé, F.A. Tøgersen, J. Pedersen, P.O. Møller Hansen, 2006. Minimering af jordpakning. DJF rapport Mårkning nr. 127.

Vermeulen, G.D., W.B.M. Arts, J.J. Klooster, 1988. Perspectives of reducing soil compaction by using a low ground pressure farming system: Selection of wheel equipment. Proc. 11th Conf. ISTR0, Edinburgh, UK, Vol. 1, pp 329-334.