

Tagungsbeitrag zu: Sitzung der Kommission I
Titel der Tagung: Böden – Lebensgrundlage und
Verantwortung
Veranstalter: DBG
Termin und Ort der Tagung: 07-12.09.2013, Rostock
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Photogrammetrische Feldmethode zur Erfassung von Oberflächenrauigkeit, Bodensetzung und Trockendichte

Murer*, E., Bauer*, Th., Strauss*, P.

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie ist es Oberflächenrauigkeiten und deren Veränderung dargestellt über unterschiedliche Indices, Bodensetzungen und Trockendichten photogrammetrisch zu bestimmen.

Als Basis der Bestimmung dienen Oberflächenmodelle mit einer Auflösung von 1mm^2 , welche photogrammetrisch erfasst wurden. Die Änderung der Oberflächenrauigkeit und der Bodensackung im Niederschlagsverlauf wurde an zwei Standorten erfasst. Wobei insgesamt fünf unterschiedliche langjährige Bewirtschaftungsweisen über zwei Monate untersucht wurden. Die Aufnahmen der Bodenoberflächen zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach der Bodenbearbeitung zeigen, dass sich die Oberflächenrauigkeit und Oberflächenbeschaffenheit in Abhängigkeit mit dem Niederschlag verändert. Die daraus berechneten Rauigkeitsindices sind zum Teil in der Lage diese Veränderungen wieder zu geben. Die Sackung der Bodenoberfläche durch Niederschlag wurde hinsichtlich Textur und Bewirtschaftungsweisen verglichen. Die photogrammetrische Methode kann auch zur Volumenbestimmung für die Ermittlung der Trockendichte verwendet werden. Sie zeigt im Vergleich mit der Stechzylinder- und Sandersatzmethode eine gute Übereinstimmung.

Schlüsselwörter: Oberflächenrauigkeit, Bodensetzung, Trockendichtebestimmung

*) Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt; Pollnbergstraße 1; 3252 Petzenkirchen; Österreich; thomas.bauer@baw.at, www.baw.at

1 Einleitung

Die Mehrbildphotogrammetrie bietet die Möglichkeit präzise Oberflächenmodelle von Böden zu erstellen [3]. Im methodischen Spektrum der Bodenphysik erfährt die Verwendung von solchen Modellen, vermehrt Interesse. An Hand von räumlichen Oberflächenmodellen lassen sich die Rauigkeiten von Bodenoberflächen ausgedrückt über Indices bestimmen. In Tabelle 1 findet sich eine Zusammenstellung von Literatur und Verwendung der in dieser Studie betrachteten Rauigkeitsindices. Zu der Berechnung sind detaillierte Höheninformationen der Bodenoberflächen nötig (überwiegend mit Auflösung im mm Bereich für Flächen von 1m^2).

Tabelle 1: Rauigkeitsindices für Boden-Wasser Interaktionen [1,2,4,6,8,9,11]

Autor	Verwendung
Allmaras et al. (1966)	Bodenwasser-Pflanzen Interaktionen
Currence, Loveley (1970)	Einfluss von Bodenbearbeitung
Helming (1992)	Erosion: Beschreibung des Mikroreliefs
Linden, vanDoren (1986)	Luft-Wasser-Boden Interaktionen
Planchon et al. (2001)	Oberflächenspeicherung von Wasser
Renard et al. (1998)	Eingangsparameter in Bodenerosionsmodelle
Taconet et al. (2007)	Oberflächenveränderung durch Niederschlag

Zur Trockendichtebestimmung eignet sich für bindiges feinkörniges Material die Stechzylindermethode [7]. Bei unregelmäßigen Oberflächen oder grobkörnigen Material kann diese kaum eingesetzt werden. An solchen Standorten findet zum Beispiel die Sandersatzmethode Verwendung [5].

2 Methode

2.1 Photogrammetrische Methode

Mehrbildphotogrammetrie beruht darauf, dass anhand von mehreren Bildpaaren Objekte als 3D Oberflächen dargestellt werden können. Durch die Verwendung einer kalibrierten DSR-Kamera und Referenzpunkten können Oberflächenmodelle mit hoher Lage- und Höhengenaugigkeit ($<1\text{mm}$) erzeugt werden [3]. Zur Generierung der Modelle

unter Feldbedingungen wurde ein Referenzrahmen mit 1x1m verwendet [3] (Abb. 1).

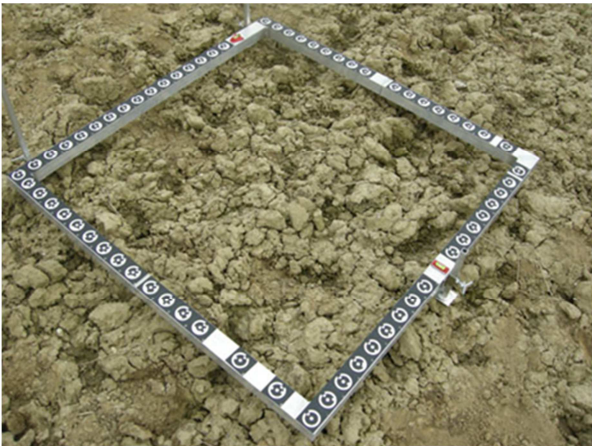


Abb. 1: Referenzrahmen der photogrammetrischen Feldmethode inklusive Passpunkte

Pro Standort und Aufnahmezeitpunkt werden 12 Fotos mit unterschiedlichen Aufnahmewinkeln und unter möglichst diffusen Lichtverhältnissen mit einer DSR-Kamera (Nikon D5100 16MPix, 18mm Brennweite) aufgenommen. Die Kameraführung wird so gewählt, dass immer ein Stereobildpaar sowie ein Schrägwinkelfoto von jeder Rahmenseite erstellt wird welches die gesamte Bodenoberfläche im Rahmenbereich abbildet. Aus den Fotos werden mittels „Photomodeler Scanner“ (Eos Systems Inc) Punktwolken der Oberflächen erzeugt ($2,4-2,8 \cdot 10^6$ Punkte mit x,y,z Koordinaten pro m^2). Diese werden im Anschluss in „matlab“ (the mathworks TM) interpoliert und als Oberflächenmodelle dargestellt und im Anschluss die Rauigkeitsindices welche in Tabelle 1 angeführt sind berechnet [3]. Die Veränderung der Indices in Abhängigkeit vom Niederschlag wurde über lineare und exponentielle Funktionen ausgedrückt.

Zur Bestimmung der Setzung ist die exakte Positions- und Höhenlage bei zeitlich unterschiedlichen Messungen notwendig. Dafür werden nach dem grubbern drei Gewindestangen (1m) bis unter den Bearbeitungshorizont eingeschlagen. Auf diesen wird der Referenzrahmen aufgesetzt - um gleiche Lage- und Position bei jeder Aufnahme garantieren zu können.

2.2 Feldversuche

Für die Betrachtung der Rauigkeitsveränderung und Bodensetzung wurden zwei Langzeitversuche bzgl. Düngung und Bodenbearbeitung der AGES [10] in Österreich (Abb. 2) ausgewählt. Am Standort Ritzelhof (Bodenart-Oberboden Ut3, Cambisol, Niederschlag 810mm, mittel-europäisches Übergangsklima) drei unterschiedliche Varianten der Düngung ausgewählt (keine, mineralisch und Grünschnitt; mit je drei Wiederholungen). In Fuchsenbigl (Bodenart-Oberboden SI4, Chernosem Niederschlag 595mm; pannonisches Klima) zwei unterschiedliche Langzeit Bodenbearbeitung (konventionell und reduziert; mit je fünf Wiederholungen). An beiden Standorten wurde die Veränderung der Oberfläche nach der Bearbeitung (Grubber) für eine Dauer von 2 Monaten erfasst.

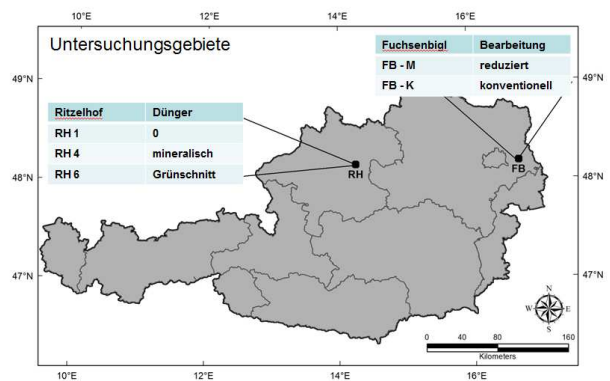


Abb. 2: Standorte der Feldversuche in Österreich

2.3 Trockendichten

Die photogrammetrische Methode zur Dichtebestimmung beruht im Wesentlichen auf einem ähnlichen Prinzip wie die Sand- bzw. Stechzylindermethode. Es wird ein Entnahmevervolumen und die dazugehörige Trockenmasse bestimmt, daraus errechnet sich die Trockendichte. Bei der photogrammetrischen Methode wird ein Oberflächenmodell des Bodens vor und nach der Entnahme aufgenommen. Die Differenz aus den beiden Modellen ergibt das Entnahmevervolumen. Für jeweils 7 unterschiedliche Standorte wurde die photogrammetrische Dichtebestimmung

mit der Sandersatz- (7 skelettreiche Standorte) und Stechzylindermethode (7 feinkörnige Standorte) verglichen.

3 Ergebnisse

3.1 Oberflächenrauigkeit

In Abb. 3 ist exemplarisch die Ausgangsoberfläche direkt nach der Bodenbearbeitung (grubbern) dargestellt. In Abb. 4 der gleiche Ausschnitt jedoch nach 7 Tagen und 53mm Niederschlag.

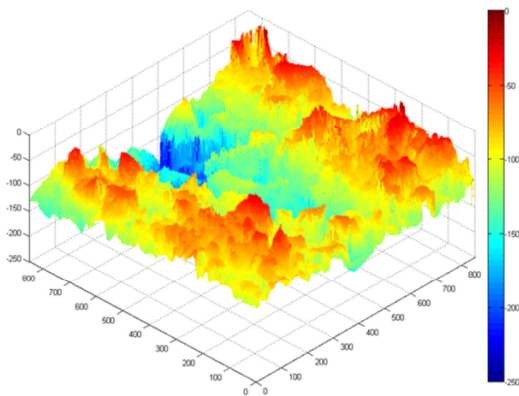


Abb. 3 Bodenoberflächenmodell nach Bodenbearbeitung (Einheiten mm) – Standort Ritzelhof Grünschnitt

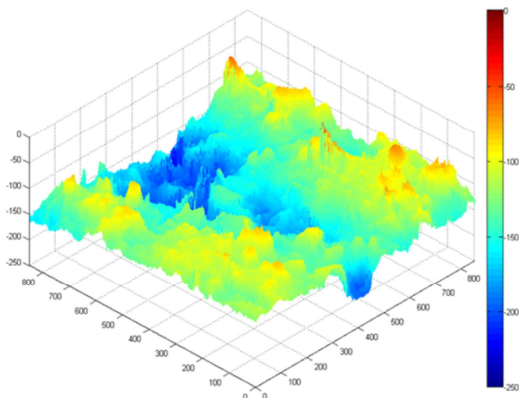


Abb. 4 Bodenoberflächenmodell nach 53mm Niederschlag (Einheiten mm) – Standort Ritzelhof Grünschnitt

Die Rauigkeit der Oberfläche hat abgenommen und die Oberfläche ist im Bezug zu einem Höhenreferenzpunkt deutlich gesackt. Die schroffen Formen im ersten Modell wurden durch den Niederschlag geglättet. Sämtliche Versuchsplots beider Standorte zeigen einen ähnlichen Trend der Oberflächen-

rauigkeitsabnahme, jedoch mit unterschiedlichen Magnituden. Die Abnahme der Oberflächenrauigkeit in Abhängigkeit des Niederschlages wird durch eine exponentielle Funktion am besten abgebildet. Die beste Übereinstimmung liefert der Index von Linden und vanDoren (1986).

3.2 Bodensetzung

In Abb. 5 sind die mittleren Setzungen der beiden Varianten am Standort Fuchsenbigl dargestellt. Im Betrachtungszeitraum (2 Monate) fielen 116mm Niederschlag. Der Verlauf der Setzung zeigt, dass die Regenereignisse gleich nach der Bearbeitung den höchsten Einfluss haben, nachfolgende Niederschläge nur mehr geringen. Für den Standort Ritzelhof zeigt sich ein ähnliches Verhalten, jedoch ist die Setzung aufgrund von höheren Schluff- und Tongehalt, höherer Niederschlagsmengen und -Intensitäten bei gleicher Bodenbearbeitung deutlich größer.

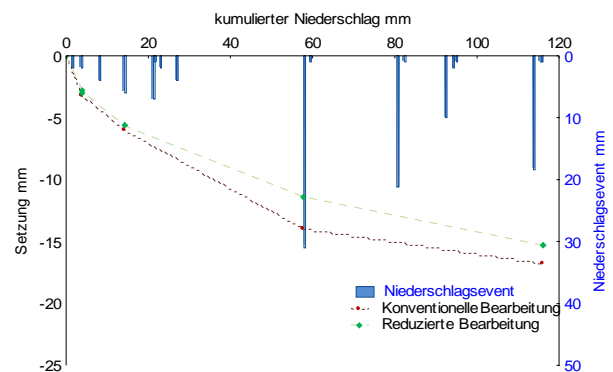


Abb. 5 Verlauf der mittleren Bodensetzung in Abhängigkeit von Niederschlag Standort Fuchsenbigl

3.3 Trockendichtebestimmung

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Methoden zeigen, dass die Stechzylinder-/Sandersatzmethode im Vergleich zur photogrammetrischen Methode im Mittel um $0,09\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}/0,05\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ höhere Trockendichten ergeben (Abb. 6 und Abb. 7).

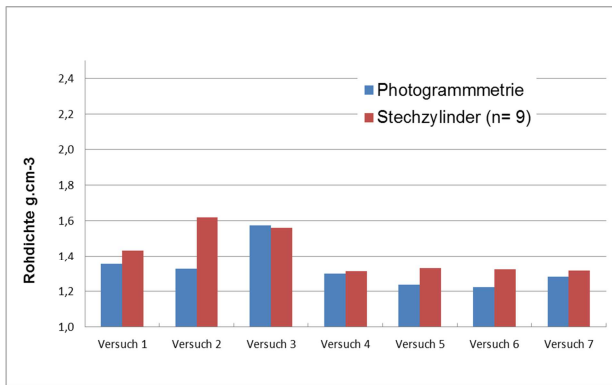


Abb. 6: Vergleich der Stechzylindermethode und photogrammetrischen Methode

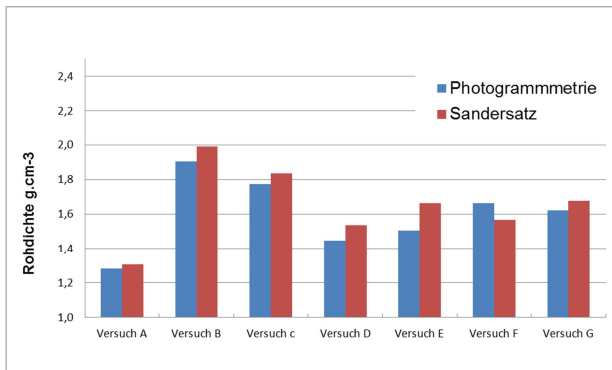


Abb. 7 Vergleich der Sandersatzmethode und photogrammetrischen Methode

4 Literatur

- [1]Allmaras RR, Burwell RE, Larson WE, Holt RF,(1966). Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage. Conservation research report 7, U.S. Department of Agriculture
- [2]Currence HD, Lovely WG, (1970). The analysis of soil surface roughness. Transactions of the ASAE **13**(6), 710-714.
- [3]Grims M, (2013). Semi-automatic assessment of soil surfas with photogrammetric methods. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur; pp 71
- [4]Helming K, (1992). Die Bedeutung des Mikroreliefs für die Regentropfenerosion. In 'Bodenökologie und Bodengenese. Vol. 7.' Eds HR Bork, M Renger, F Alaily, C Roth and G Wessolek); pp. 155: Berlin
- [5]ISO 11272, (1998). Soil Quality – Determination of dry bulk density
- [6]Linden DR, van Doren DM, (1986). Parameters for characterizing tillage-induced soil surface roughness. Soil science society of America journal, 50, 1560-1565
- [7]ÖNORM L 1068, (2005). Physikalische Bodenuntersuchungen - Bestimmung der

Dichte von Mineralböden –

Österreichisches Normungsinstitut, Wien

[8]Planchon O, Esteves M, Silvera N, Lapetite J-M, (2001). Microrelief induced by tillage: measurement and modelling of surface storage capacity. Catena, 46, 141-157

[9]Renard KG, Foster GR, Weesiens GA, McCool DK, Yoder DC, (1997).Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). In Agricultural Handbook. Vol. 703.

[10]Spiegel H, Dersch G, Hösch J, Baumgarten A, (2007). Tillage effects on soil organic carbon and nutrient availability in a long-term field experiment in Austria. Die Bodenkultur **58**, 47-58.

[11]Taconet O, Ciarletti V, (2007). Estimating soil roughness indices on a ridge-and-furrow surface using stereo photogrammetry. Soil and Tillage Research 93, 64-76.