

## Untersuchung der Bodenstruktur und der Wurzelentwicklung in unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandstandorten mittels Mikro-Röntgencomputertomographie

Kuka, K.<sup>1</sup>, Illerhaus, B.<sup>2</sup> & Joschko, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Julius Kühn-Institut (JKI) Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, [katrin.kuka@jki.bund.de](mailto:katrin.kuka@jki.bund.de)

<sup>2</sup> BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

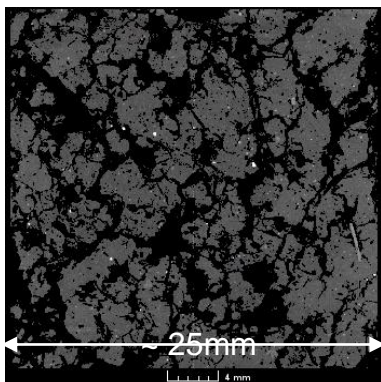
<sup>3</sup> Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

### Einleitung und Problemstellung

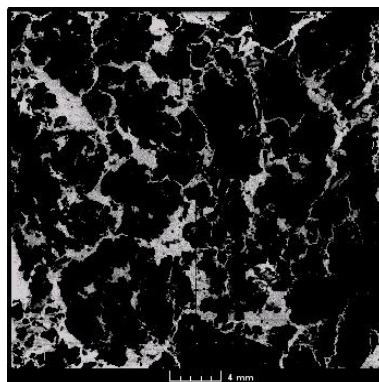
Grünland erbringt besonders viele Ökosystemleistungen und trägt insbesondere zur Kohlenstoffsequestrierung und der Filterung von Wasser bei. Eine Optimierung der Bewirtschaftung beispielsweise zur Anpassung an den Klimawandel, zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit oder zur Erhöhung der Produktivität setzt umfassende Kenntnisse über die ablaufenden ökologischen Prozesse voraus. Ein besonderes großes Interesse besteht dabei, den Zusammenhang zwischen der Landnutzungsintensität, der Bodenstruktur und deren Einfluss auf die Wurzelentwicklung aufzuklären. Die Bodenstruktur, welche die räumliche Anordnung von Poren und Festsubstanz umfasst, spielt eine Schlüsselrolle für die im Boden stattfindenden Umsatzprozesse.

### Material und Methoden

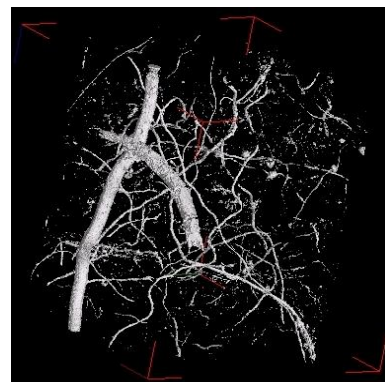
In einem Projekt im Rahmen der Biodiversitäts-Exploratorien (<http://www.biodiversity-exploratories.de>) wurde die Bodenstruktur, welche mittels zerstörungsfreier Röntgencomputertomografie untersucht wurde, als geeigneter, reproduzierbarer Indikator genutzt, um die Auswirkung der Landnutzungsintensität auf die Boden-Pflanze Interaktion zu erforschen. In dieser Studie wurden erstmals gleichzeitig Parameter zur Bodenstruktur und der Wurzelentwicklung an ungestörten Bodenprobenkernen aus dem Freiland unterschiedlich intensiv bewirtschafteter Grünlandflächen quantifiziert (KUKA *et al.*, 2013).



2D Bild der Festphase



2D Bild des Porenraums



3D Bild der Wurzeln

Abb.1: Beispiel für Festsubstanz, Porenraum und Wurzeln aus einer 3D- $\mu$ CT Aufnahme

Von 3 Flächen aus der Schwäbischen Alb wurden ungestörte Bodenproben mit einer Größe von 12 cm in Höhe (h) und Durchmesser (d) mit einem für die Fragestellung neu entwickelten automatisierten Probenehmer aus dem A-Horizont entnommen (KUKA *et al.*, 2012). Anschließend erfolgte aus diesen Proben im Labor eine Extraktion von ungestörten kleineren Bodenprobenkernen mit einer Größe von 3 cm in h und d. Diese Proben wurden mit einem Mikro-Röntgencomputer-tomografen ( $\mu$ CT) in einer Auflösung von 40  $\mu$ m gescannt und anschließend die Poren-, Festsubstanz- und Wurzelraumparameter ermittelt (s. Abb. 1).

### Ergebnisse und Diskussion

Am Beispiel der drei ausgewählten Flächen aus der Schwäbischen Alb (Abb. 2), welche einen breiten Landnutzungsgradienten aufweisen, wurde exemplarisch gezeigt, dass die Intensivierung der Landnutzung zu einer Abnahme der Strukturierung des Bodens und des Wurzelwachstums geführt hat (KUKA *et al.*, 2013).

### Bodentyp Rendzina

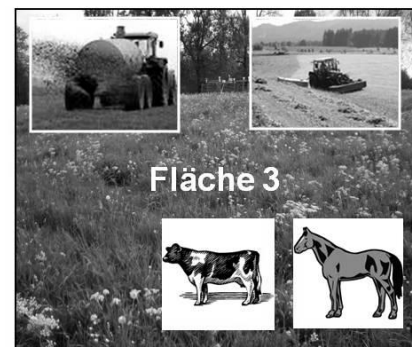
Zunahme der Landnutzungsintensität



Weide  
Ungedüngt  
Schafe



Wiese  
Gedüngt  
Keine Tiere



Mähweide  
Gedüngt  
Kühe und Pferde

Abnahme des Wurzelvolumens und der Wurzeloberfläche

Abb. 2: Unterschiedlich intensiv bewirtschaftete Grünlandflächen in der Schwäbischen Alb

In Abb. 3 sind die verschiedenen 3D-Wurzelmuster mit den entsprechenden 2D-Röntgen Mikro-CT- Bildern der drei ausgewählten Parzellen dargestellt. Der Boden der ungedüngten und nur zeitweise von Schafen beweideten Fläche 1 ist stark strukturiert. Die Wurzeln sind gleichmäßig im Boden verteilt und reichen in der Größenordnung von grob über mittel bis zu sehr feinen Wurzeln. Die 2D- Röntgen- Mikro-CT- Bilder der gedüngten Wiese der Fläche 2 zeigen dagegen einen fein strukturierten Boden. Dieser Boden wird von Landmaschinen, aber nicht durch Beweidung beeinflusst. Die Wurzeln im Boden der Fläche 2 scheinen im Vergleich zu den anderen Proben kleiner im Durchmesser und gleichmäßiger verteilt.

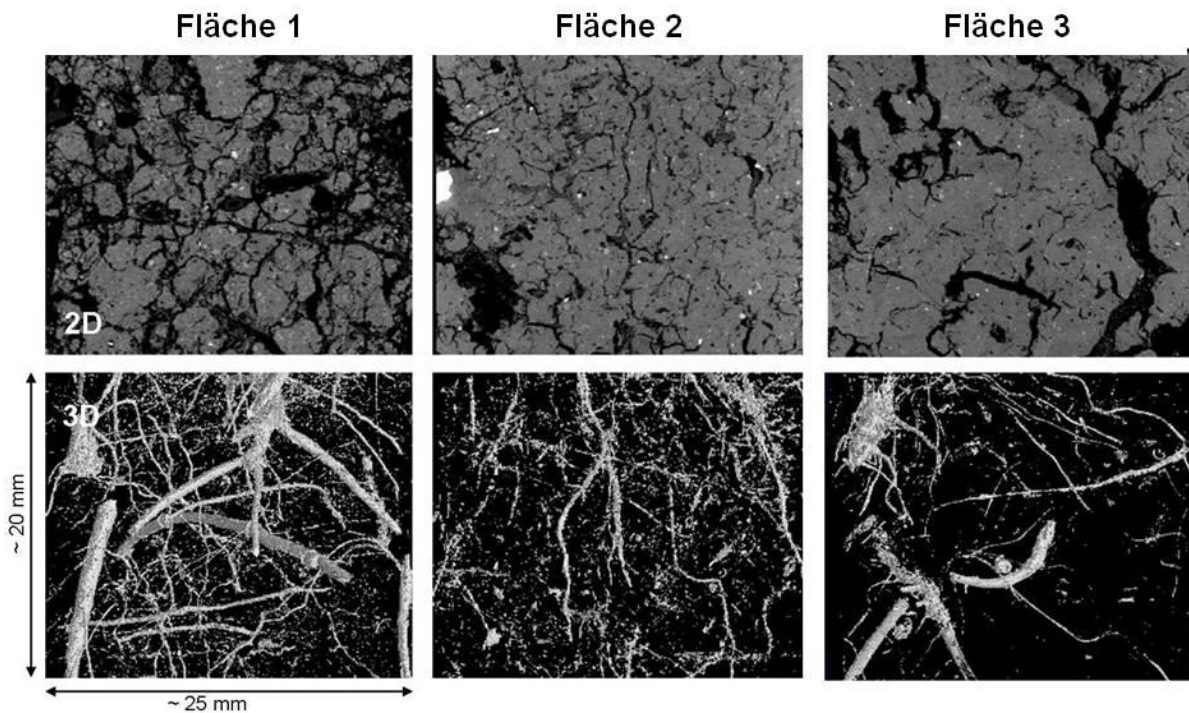


Abb. 3: 2D- $\mu$ CT-Bilder der Festphase des Bodens und zugehörige 3D-Bilder segmentierter Wurzeln

Die Festphase im Boden der Fläche 3 ist indessen relativ verdichtet, was darauf hindeutet, dass die landwirtschaftlichen Maschinen und Beweidung die Bodenstruktur beeinflussen. Die Wurzelquantität ist in diesem Boden am geringsten (KUKA *et al.*, 2013). Die beste Filterfunktion und der höchste Input an organischem Kohlenstoff über die Wurzeln werden als Ergebnis dieser Untersuchung im Boden der Fläche 1 mit der geringsten Landnutzungsintensität erwartet.

### Schlussfolgerungen

Mit dieser Studie konnte bestätigt werden, dass die verschiedenen Managementmaßnahmen starken Einfluss auf die Bodenfunktionen ausüben und daher einer sorgfältigen Prüfung in puncto Zeitpunkt, Intensität und Notwendigkeit im Hinblick auf eine langfristige Nachhaltigkeit bedürfen. Da die Bodenstruktur bekanntermaßen die Umsatzprozesse im Boden beeinflusst und die Wurzeln als Kohlenstoffquelle zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit dienen, helfen diese Ergebnisse bei der Verbesserung des Verständnisses der Ökosystemfunktion-Beziehungen in Grünlandböden.

### Literatur

- KUKA, K., ILLERHAUS, B., FRITSCH, G., JOSCHKO, M., ROGASIK, H., PASCHEN, M., SCHULZ, H. & SEYFARTH, M. (2012): Maschinelle Entnahme ungestörter Bodenprobensäulen für die Röntgen-Computertomographie. *ZfP-Journal of DGZfP* 129 (1):42-46.
- KUKA, K., ILLERHAUS, B., FOX, C.A. & JOSCHKO, M. (2013): X-ray Computed Microtomography for the Study of the Soil–Root Relationship in Grassland Soils. *gsvadzone* 12 (4).