

Einfluss der Hangneigung auf die gesättigte Wasserleitfähigkeit im Boden



Wasserleitfähigkeit im Boden

Darshan Neubauer

Geoökologie III Projekt, Betreuer: Prof. H. Elsenbeer, Dipl. S. Haßler
 Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam

1. Einleitung

- Fließen des Wassers innerhalb eines Bodenkörpers ohne Lufteinschlüsse, also die *gesättigte Wasserleitfähigkeit* des Bodens (*K_{sat}*), bildet eine der wichtigsten Komponenten des hydrologischen Kreislaufs von Böden.
 - Es ist ein komplexer Prozess und unterliegt vielen biotischen sowie abiotischen Faktoren.
- ➔ **Hat die Hangneigung einen Einfluss auf K_{sat}?**

2. Methoden

➤ Untersuchungsgebiet

Unsere Studie wurde in Panama an zwei verschiedenen Standorten durchgeführt. Eines der Untersuchungsgebiete liegt in Zentral-Panama im Einzugsgebiet des Flusses *Agua Salud* und des Flusses *Mendoza*.



Abb. 1: Karte von Panama

Das zweite Untersuchungsgebiet liegt in Los Santos, einer Provinz auf der Halbinsel Azuero. Die mittlere Jahrestemperatur schwankt zwischen 25°C und 31°C und der mittlere Jahresniederschlag beträgt ca. 1500mm. Die Trockenzeit liegt in den Monaten zwischen Dezember und März. Die Bodentextur variiert von sandigem Lehm bis Ton. Die Bodenproben stammen aus verschiedenen Landnutzungsclassen, wie unterschiedlich alte Sekundärwälder, Weiden oder einer Teakplantage.

➤ Messung der gesättigten Wasserleitfähigkeit

Es wurden ungestörte Bodenproben mit einem Stechzylinder, mit bekannter Geometrie, für die Tiefen 0-6 cm und 6-12 cm entnommen. Nach Aufsättigung der Proben wurde eine konstante Wassersäule erzeugt und die Fließrate gemessen. Aus dieser gemessenen Fließrate lässt sich K_{sat} nach Darcy's Gesetz berechnen.

➤ Messung der Hangneigung

Dazu wurde eine Wasserwaage mit bekannter Länge (l=40cm) an dem Punkt, an dem die Probe entnommen wurde, aufgelegt und waagrecht gehalten. An deren Ende haben wir nun die Höhe zum Boden (h) gemessen. Die Hangneigung (α) lässt sich aus dem Tangenz berechnen.



Abb. 2: Messanlage mit Bodenproben

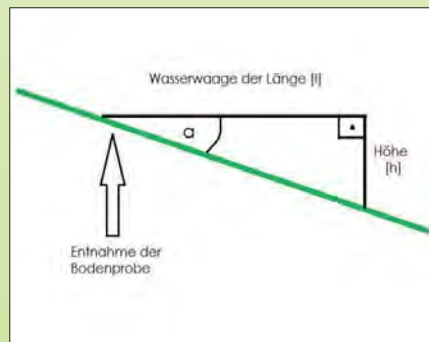


Abb. 3: Skizze zur Messung der Hangneigung

3. Ergebnisse

Als erstes wurde die gesättigte Wasserleitfähigkeit in Abhängigkeit der Hangneigung für gleiche Landnutzungsformen als Streudiagramm dargestellt. Der obere und der untere Boden wurden dabei getrennt betrachtet, da sich hydrologische Prozesse mit der Tiefe ändern. Die Ergebnisse wurden zur Interpretation in ähnliche Landnutzungsclassen eingeteilt, da sich innerhalb solcher Classen die Umweltfaktoren am wenigsten unterscheiden. Sowohl die Dichte, das Alter, die Art der Vegetation, wie auch der Bodentyp sind in gleichen Landnutzungsclassen am homogensten. Das heißt also, dass das Relief, an dem Punkt an dem eine Bodenprobe entnommen wurde, eine der wichtigsten Variablen darstellt.

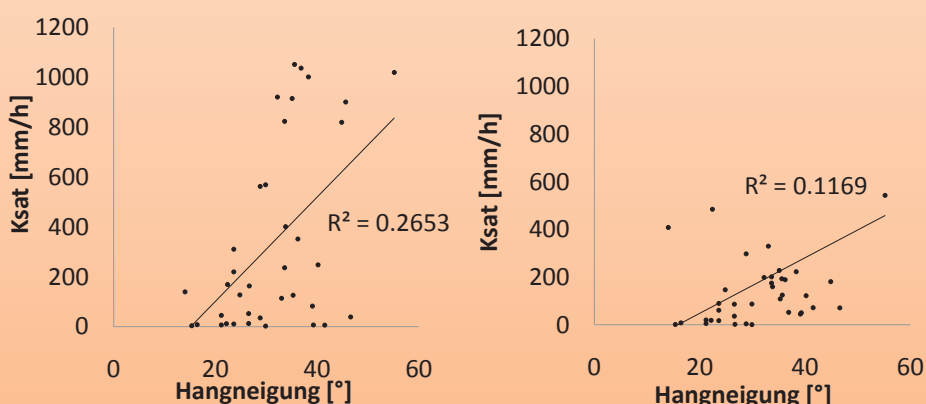


Abb. 4: K_{sat} in Abhängigkeit der Hangneigung für die Messungen im jungen Sekundärwald in der Region von Los Santos. Tiefe 0-6 cm (links) und Tiefe 6-12 cm (rechts) wurden getrennt betrachtet. Aus Anschaulichkeitsgründen wurde in der rechten Graphik folgender Messwert weggelassen: Hangneigung=46°; K_{sat}=1882 mm/h

Um die Verteilung des gesamten Datensatzes graphisch darstellen zu können, wurde dieser in unterschiedlichen Boxplots veranschaulicht. Anhand der Boxplot-Darstellung ist im oberen Boden eine Zunahme der gesättigten Wasserleitfähigkeit mit zunehmender Hangneigung sichtbar. Dabei überschneiden sich jedoch alle Notches, weshalb der Unterschied nicht statistisch signifikant zu sein scheint. Eine Zunahme der Mediane von 27mm/h bei flachen Hängen auf 200mm/h bei sehr steilen Hängen, lässt jedoch auf einen möglicherweise relevanten Anstieg schließen.

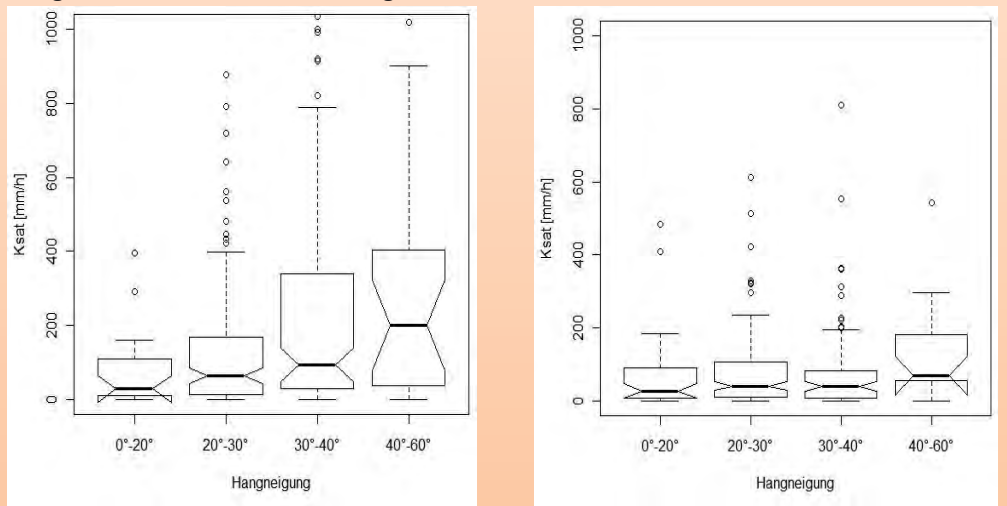


Abb. 5: K_{sat}-Werte für vier Hangneigungsgruppen als Boxplots dargestellt. Tiefe 0-6 cm (links) und Tiefe 6-12 cm (rechts) wurden getrennt betrachtet. Aus Anschaulichkeitsgründen wurde in der rechten Graphik folgender Messwert weggelassen: Boxplot: 40°-60°; K_{sat}=1882 mm/h.

Tab. 1: Zusammensetzung der Hangneigungsgruppen aus den verschiedenen Landnutzungsclassen (in Prozent)

	0°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-60°
Weide (LS)	33%	32%	46%	82%
Wald (AS)	48%	36%	6%	0%
Sekundärwald (AS)	14%	26%	29%	14%
Teakplantage (AS)	5%	6%	19%	5%

4. Diskussion

➤ Systematische Fehler in den Methoden

Eine wichtige Motivation für diese Studie, war die Annahme, dass mit steigender Hangneigung mehr von der oberen Bodenschicht entfernt werden musste, um den Boden zu nivellieren, und die resultierenden K_{sat}-Werte möglicherweise eher denen der tieferen Bodenschicht entsprechen. Wäre dies der Fall, würde man einen abnehmenden Trend der gesättigten Wasserleitfähigkeit mit zunehmender Hangneigung erwarten, da bei steigender Hangneigung mehr von den unteren Bodenschichten beprobt wird, und K_{sat}-Werte mit der Tiefe abnehmen. Wie allerdings schon mit Hilfe der Boxplots gezeigt wurde, ist anhand unserer Messungen ein steigender Trend der Wasserleitfähigkeit mit höherer Hangneigung zu erkennen. Davon ausgehend, ist der erwartete systematische Fehler auszuschließen.

➤ Heterogene Verteilung von Stichproben und Landnutzung

Eine große Unsicherheit bei der Interpretation der Ergebnisse stellen der stark variierende Stichprobenumfang und die heterogene Landnutzungsverteilung dar. Die Hangneigungsgruppe 40-60° für die Tiefe 0-6 cm besteht aus 22 Stichproben, dabei stammen 82% aus den Weiden in Los Santos. Es ist möglich, dass die Wasserleitfähigkeit der Weide höher ist als die der anderen Untersuchungsgebiete. In diesem Fall wäre der hochliegende Median für die Hänge 40°-60° auf die hohe Wasserleitfähigkeit der Weide zurückzuführen und nicht auf die steile Hangneigung.

➤ Steigung von K_{sat} mit zunehmender Hangneigung

Es existieren verschiedene Studien, in denen unterschiedliche Bodeneigenschaften auf verschiedenen Hanglagen untersucht wurden. Der Anteil an organischer Substanz sowie die Korngröße variierte mit der Hanglage. Die Verteilung dieser beiden Faktoren wurde dabei lediglich mit ihrer Lage am Hang und nicht mit der Hangneigung in Beziehung gesetzt. Man kann allerdings trotzdem daraus schließen, dass die Hangneigung Prozesse beeinflusst, welche für die Umlagerung von Bodenteilchen oder organischer Substanz von Bedeutung sind. Der Anteil an abgetragenem Bodenmaterial nimmt mit steigender Hangneigung um ein Vielfaches zu. Da die gesättigte Wasserleitfähigkeit in direkter Beziehung mit der Korngröße, oder dem Anteil an organischer Substanz des Bodens steht, wäre dies eine mögliche Erklärung für den beobachteten Anstieg der K_{sat}-Werte.

5. Schlussfolgerung

Die gemessene gesättigte Wasserleitfähigkeit wurde in Abhängigkeit der Hangneigung untersucht, um eine mögliche Beziehung dieser zwei Variablen zu erkennen. Als erstes wurden nur die Messwerte innerhalb der gleichen Landnutzungsclassen aufgetragen. Weiterhin wurden alle Messwerte als Boxplots graphisch dargestellt. Dabei zeigte sich für die obere Bodenschicht (0-6 cm) eine Steigung der gesättigten Wasserleitfähigkeit mit zunehmender Hangneigung, während die K_{sat}-Werte der Tiefe 6-12 cm keinen Trend aufwiesen.