

Zusammenfassung einer Publikation: "Die Rolle der Bodenhydrologie auf die Auslösung flachgründiger Rutschungen", Beispiel zu Charakterisierung der ungesättigten Zone

Literaturangabe zur Publikation: Peter Lehmann, Ingenieurblogie 2020 3, Verein für Ingenieurblogie

Leitfragen: «Um welche Art von Grundwassersystem handelt es sich? Wie wurde das Grundwassersystem erkundet? Welche Parameter wurden gemessen?»

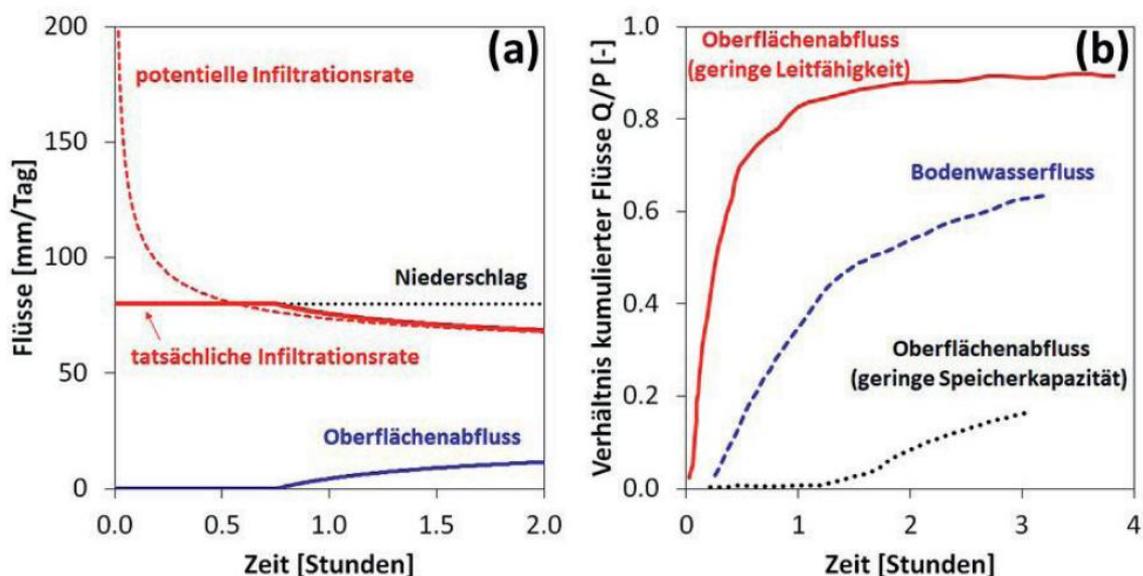
"Die Verteilung des Niederschlagswassers in steilen Hängen bestimmt mit, wo das Bodenmaterial geschwächt wird und Rutschungen ausgelöst werden können." Diesen Satz habe ich gefühlt in den letzten Wochen häufiger benutzt als ich es vielleicht wollte. Durch vermehrtes Bauen in Rutschhängen – mit toller Aussicht – und den Einzonungen von neuen Baugebieten – Rothenturm - habe ich mich vermehrt mit der Frage der Bodenhydrologie auseinandergesetzt. Leider fehlen oft langjährige Messungen und Erkundungen der Systeme. Es wird oft vorausgesetzt, dass die Materialeigenschaften gleich sind, wie in der Nachbarschaft.

Wie ist/wird das Wasser im Boden verteilt? (Hydraulische Eigenschaften)

Die Bodenmaterialeigenschaften bestimmen wieviel Wasser infiltriert, wie stark sich stabilisierende Kapillarkräfte abbauen und ob sich ein freier Wasserspiegel ausbilden kann.

Die Festigkeit des Bodens wird durch die Kapillarkraft in den Hohlräumen zwischen den Bodenkörnern verstärkt. Kapillarkräfte im sandigen Boden sind schwach. Feinere Böden binden Wasser aufgrund der kleineren Poren viel stärker und der Wassergehalt nimmt weniger rasch ab. Die Kapillarkräfte lassen sich durch einfache Gesetzmässigkeiten in Bodenstärke umrechnen. Je feiner der Boden desto stärker, je höher der Wassergehalt desto schwächer. Sandige Böden sind so oder so schwach (nass und trocken).

Bei Niederschlag erhöht sich der Wassergehalt in Abhängigkeit der hydraulischen Leitfähigkeit bzw. der Wasserverteilung.

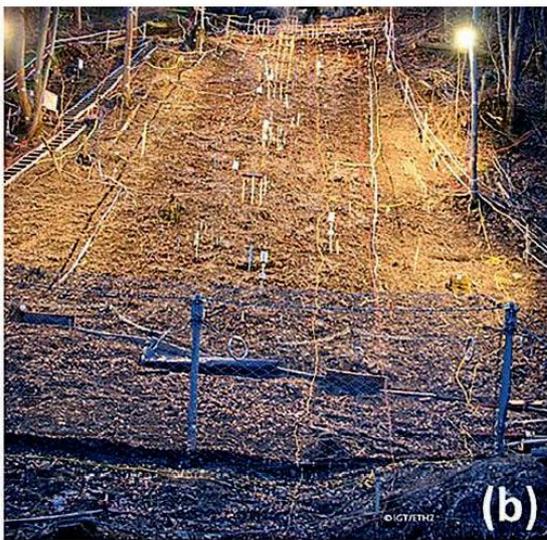


Die hydraulische Leitfähigkeit ändert sich stark mit der Bodenkörnung und dem Wassergehalt. Die Wasserverteilung wird bestimmt durch die Fließgeschwindigkeit bzw. den Wassergehalt. Da es aber oft schwierig ist den Wassergehalt zu bestimmen, sind entsprechende Vorhersagen problematisch.

Wie wird das Bodenmaterial durch Niederschlag geschwächt? (Hydrologische Prozesse)
Nasse Böden sind schwerer und schwächer. Durch die Bildung eines Wasserspiegels über einer Schichtgrenze können zur Auslösung einer Rutschung führen.

Je stärker die Saugkräfte und je grösser die hydraulische Leitfähigkeit, umso grösser die Infiltrationsrate. Durch anhaltenden Regen nimmt die Infiltrationsrate allmählich ab. Ist der Niederschlag höher als die Infiltrationskapazität, kommt es zum Oberflächenabfluss. Infiltriertes Wasser fliesst an Schichtgrenzen oder felsigem Untergrund als Hangwasser abwärts. Zusätzlich wird die Verteilung durch die Vegetation beeinflusst bzw. geführt.

Im Rahmen des Forschungsprojekts TRAMM (<https://www.wsl.ch/de/projekte/cces-tramm.html>) wurde der Zusammenhang zwischen der Bodenwasserverteilung und Auslösung der Rutschung experimentell untersucht. Es wurde untersucht, wie sich Störungen des Porenwasserdrucks auf die Stabilität von ungesättigten schluffigen Sandböschungen auswirkt und zu Massenbewegungen führen kann. Dazu wurden z.B. an einem Versuchshang in Rüdlingen Messungen des Bodensogs, des Grundwasserspiegels, des Wassergehalts des Bodens, der Regenintensität und der Bodentemperatur und geophysikalische Messungen mittels elektrischer Widerstandstomographie (ERT) und Strömungsverhalten mit Tracerversuchen durchgeführt um die Reaktionen des Hangs aufzuzeigen bis zur Auslösung der Rutschung.



Rüdlingen, Schaffhausen

Was wird dadurch ausgelöst? (Kräfteverhältnis im Hang)

Je nach räumlicher Verteilung der geschwächten Zone reiss die oberflächennahe Schicht ab, insbesondere dann, wenn sich eine ähnliche Störung zu einer Kettenreaktion auslösen kann, entsteht eine Rutschung. Stärkere Zonen wirken dem entgegen.

Die Wasserverteilung und deren Kräfteauswirkung wird mittels Messungen und Modellen abgebildet und beurteilt. Eine Vorhersage der Rutschung ist äusserst schwierig, da diese abhängig von vom Wassergehalt und der räumlichen Heterogenität eines Hanges ist. -> Abb. 3

Es wurden Experimente durchgeführt mit starker Wasserzuführung. Lokale Sättigungen und die Bildung eines Wasserspiegels alleine führten nicht zu Rutschungen. Nur ein ausreichend grosser gesättigter Bereich führt zu einer Rutschung. -> hydrogeologische Gutachten (Modelle) -> Mosaik schwacher und starker Bodensäulen und deren Auslösung von Hangrutschungen. Es wurde ein Modell entwickelt, welches die Wasser- und Kräfteverteilung im ganzen Einzugsgebiet berechnet. In Step-Tram (10-100km²) werden simuliert die wichtigsten bodenhydrologischen Prozesse (Infiltration

und Wasserfluss) simuliert unter Berücksichtigung der Vegetation. (Regenmenge, Boden-/Waldverteilung, Höhenmodell). Dadurch lassen sich z.B. Niederschlagsgrenzwerte bestimmen, welche je nach Stärke und Länge eines Niederschlagsereignisses aufgezeigt wird, ab wann das Risiko einer Rutschung besteht. Grenzwerte von Niederschlagsereignissen können so bei der Prävention eingesetzt werden.

Hydraulische Eigenschaften von Böden hängen extrem von der Zusammensetzung und dem Wassergehalt des Bodens ab im Bereich der ungesättigten Zone.