

Vergleich der Abschätzung der lateralen Wurzelverstärkung für flachgründige Rutschungen mit Hilfe von Feldaufnahmen und LiDAR-Daten

Fallstudie



Bachelorarbeit

Professur für forstliches Ingenieurwesen, Departement
Umweltsystemwissenschaften D-USYS, ETH Zürich

Anita Zuidema

Zürich, 14. August 2018

Referentin: Monika Anna Maria Niederhuber

Ko-Referent: Dr. Jochen Ruben Breschan

Ko-Referent: Dr. Massimiliano Schwarz

Foto Titelseite: Blick vom Gegenhang auf das Untersuchungsgebiet (Anita Zuidema, April 2018)

Zusammenfassung

Rutschungen gehören zu den Naturgefahren, die in der Schweiz regelmässig auftreten und dabei sowohl Menschen und Tiere als auch Infrastrukturen gefährden. Die Bodenvegetation kann zur Stabilisierung von Rutschhängen beitragen. Neben hydrologischen Faktoren wie beispielsweise der Interzeption spielen auch mechanische Faktoren eine grosse Rolle. Ein wichtiger mechanischer Faktor ist die laterale Wurzelverstärkung. Sie wirkt an den Seiten des Rutschkörpers und stabilisiert ihn.

In vorliegender Arbeit wird die Möglichkeit der Berechnung der lateralen Wurzelverstärkung am Beispiel einer Fläche in einem rutschungsanfälligen Gebiet der Voralpen untersucht. Dazu wird die Waldstruktur erhoben und die laterale Wurzelverstärkung mittels eines Rutschmodells abgeschätzt.

Die grundlegende Frage dabei ist, ob fernerkundungsbasierte Daten und deren Auswertungsmethoden ausreichen, um eine realistische Abschätzung der Wurzelverstärkung zu erhalten oder ob es unumgänglich ist, die Aufnahmen der Waldstruktur im Feld zu machen.

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Gemeinde Horrenbach-Buchen (BE). Für die Feldaufnahmen wird eine Stichprobe von 30 zufällig verteilten, runden Teilflächen mit einem Radius von etwa zehn Metern verwendet.

Mit dem Tool SlideForMap werden die lateralen Wurzelverstärkungen anhand der Daten für die Stichprobenflächen im Untersuchungsgebiet auf der Basis von Rasterflächen (sog. Baumraster) berechnet. Dafür müssen die Positionen (x- und y-Koordinaten) und die Brusthöhendurchmesser (BHD) der Bäume in den Stichprobenflächen bekannt sein. Diese Parameter können sowohl mittels Feldaufnahmen, als auch mit Hilfe von fernerkundungsbasierten Aufnahmeverfahren (LiDAR-Punktwolken) ermittelt werden. Aus den LiDAR-Daten werden mit verschiedenen Auswertemethoden Vegetationshöhen aufgearbeitet und Einzelbäume detektiert. Der BHD muss für die LiDAR-Daten mit einer empirischen Formel aus der Baumhöhe ermittelt werden.

Es werden zwei verschiedene Auswertemethoden der Feldaufnahmen und sieben der LiDAR-Punktwolken analysiert. Für jede dieser Methoden wird die Waldstruktur ermittelt (Stammzahl und BHD) und daraus die Wurzelverstärkung berechnet.

Die Resultate der Waldstruktur-Analyse zeigen, dass je nach Auswertemethode und Auflösung der Vegetationshöhenmodelle aus den LiDAR-Daten Abweichungen in der ermittelten Waldstruktur entstehen.

Bei grossen Auflösungen des Vegetationshöhenmodells kommt es zu einer Überdetektion und es resultieren höhere Stammzahlen als aus den Feldaufnahmen. Dies ist möglicherweise auf Artefakte zurückzuführen. Eine Reduktion der Auflösung oder eine Glättung kann die Überdetektion vermindern. Bei kleineren Auflösungen werden die Stammzahlen von den fernerkundungsbasierten Aufnahmen unterschätzt, insbesondere Stämme mit kleinem BHD. Die Anzahl Stämme in höheren BHD-Klassen wird hingegen grundsätzlich überschätzt.

Durch die Unterschiede in den ermittelten Waldstrukturen ergeben sich auch in den Resultaten zur berechneten Wurzelverstärkung Differenzen. Es zeigt sich, dass neben der ermittelten Waldstruktur vor allem die Auflösung des gewählten Vegetationshöhenmodells und die Auflösung des Baumrasters die Resultate beeinflussen. Für die LiDAR-Daten besteht auch eine Unsicherheit in der Anwendbarkeit und dem Gültigkeitsbereich der verwendeten empirischen Formel für die Ermittlung des BHD aus den Baumhöhen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	1
Tabellenverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
1. Einleitung	6
1.1. Motivation.....	6
1.2. Ziel der Arbeit	7
1.3. Vorgehen	7
2. Stand des Wissens	8
2.1. Schutzwald.....	8
2.2. Wurzelverstärkung und Rutschungen	10
2.3. Feldarbeiten.....	13
2.4. Fernerkundung	14
3. Arbeitsschritte und zugehörige Methoden	16
3.1. Untersuchungsgebiet	16
3.2. Stichprobendesign	18
3.3. Datenaufnahme.....	19
3.3.1. Feldaufnahmen	20
3.3.2. Fernerkundungsbasierte Aufnahme.....	22
3.3.3. Resultierende Datensätze zur Waldcharakterisierung.....	29
4. Resultate	31
4.1. Waldstruktur.....	31
4.1.1. Stammzahl	31
4.1.2. Brusthöhendurchmesser (BHD).....	35
4.2. Wurzelverstärkung.....	40
4.2.1. Vergleich	42
4.2.2. Klassifikation	65
5. Diskussion	70
5.1. Waldstruktur.....	70
5.1.1. Stammzahlen	70
5.1.2. BHD-Verteilungen	71
5.1.3. Ungenauigkeiten bei den Feldaufnahmen.....	72
5.2. Wurzelverstärkung.....	72
5.2.1. Absolutwerte bei verschiedenen Auflösungen der Datensätze und Baumraster- Auflösungen	73
5.2.2. Differenzen zu Feldaufnahmen	74

5.2.3.	Unterschied Feldaufnahmen – Feldaufnahmen dominant	75
5.2.4.	Differenzen zu Feldaufnahmen dominant	76
5.2.5.	Vergleich zwei verschiedener Plots	76
5.2.6.	Erkenntnisse aus der Klassifikation	77
6.	Schlussfolgerungen	78
7.	Ausblick	79
	Danksagung	80
	Literaturverzeichnis	81
	Anhang A: Untersuchungsgebiet (Gerber, 2018a)	84
	Anhang B: Zufällige Auswahl der Stichproben-Plots mit Excel	88
	Anhang C: Koordinaten der Stichproben-Plots	89
	Anhang D: Lage der Stichproben-Plots	90
	Anhang E: Aufnahmeformular	91
	Anhang F: Daten der Feldaufnahmen	92
	Anhang G: Erstellung des VHM pitfree	116
	Anhang H: Modell Einzelbaumdetektion ETHZ-Algorithmus	120
	Anhang I: R-Script zur Berechnung der Wurzelverstärkung	124
	Anhang J: Absolutwerte der berechneten Wurzelverstärkung	126
	Anhang K: Differenzen der berechneten Wurzelverstärkung zu den Feldaufnahmen	127
	Anhang L: Differenzen der berechneten Wurzelverstärkung zwischen «Feldaufnahmen» und «Feldaufnahmen dominant»	128
	Anhang M: Differenzen der berechneten Wurzelverstärkung zu «Feldaufnahmen dominant»	129
	Anhang N: Berechnete Wurzelverstärkung Plot 4	130
	Anhang O: Berechnete Wurzelverstärkung Plot 23	131
	Anhang P: Veränderungen der berechneten Wurzelverstärkung mit der Baumraster-Auflösung	132
	Anhang Q: Veränderungen der Differenzen der berechneten Wurzelverstärkung zu den Feldaufnahmen mit der Baumraster-Auflösung	134
	Anhang R: Veränderungen der Differenzen der berechneten Wurzelverstärkung zu «Feldaufnahmen dominant» mit der Baumraster-Auflösung	137