Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Institut für Geographie

Innrain 52f

6020 Innsbruck

**Geoinformatik: Python**

**Rasterkarte zur Kronendach-Durchlässigkeit im Wald**

**28. Februar 2020**

**Kursleitung:**

**PD Dr. Martin Rutzinger und Dipl.-Geogr. PhD Magnus Bremer**

**Wintersemester 2019/2020**

**Verfasser:**

|  |  |
| --- | --- |
| Alexander Höfner |  |
| Andreas Summer |  |
| Ludwig Hagelstein |  |

# Idee & Ausgangsdaten

Im Rahmen des Wahlmoduls ‚Geoinformatik: Python‘ soll die Kronendach Durchlässigkeit eines Waldstücks anhand von LiDAR Punktwolkendaten ermittelt und visualisiert werden. Hierfür wurde uns eine LiDAR Punktwolke zur Verfügung gestellt, welche ein Waldfläche von knapp 5,5 Hektar Wald oberhalb des Innsbrucker Stadtteils Hötting abdeckt. Die Daten sind im LAS-Format 1.1 vorklassifiziert (siehe Tabelle 1).

Tabelle Punktwolkenklassifizierung im LAS-Format 1.1

|  |  |
| --- | --- |
| Klassifizierungswert | Bedeutung |
| 0 | Nie klassifiziert |
| 1 | Nicht zugewiesen |
| 2 | Erde |
| 3 | Niedere Vegetation |
| 4 | Mittlere Vegetation |
| 5 | Hohe Vegetation |
| 6 | Gebäude |

# Methodik

Die Untersuchungen basieren auf der Annahme, dass bei einem durchlässigen Kronendach viele Bodenpunkte und wenig Vegetationspunkte in der Punktwolke enthalten sind, bei einem undurchlässigen Kronendach dagegen genau umgekehrt. Die Punktwolke wird daher in Rasterzellen von 1 m Auflösung eingeteilt und mithilfe zweier Indizes untersucht.

# Verwendete Python Module

Folgende Python Module wurden für die Untersuchungen verwendet:

* Gdal: Rasterverarbeitung und Rastererstellung
* Osr: Geodatenverarbeitung
* NumPy: Für mathematische Fragestellungen und für Arrays
* SciPy: Für die Interpolation der Bodenpunkte zu einem DGM

# Script

Das Script wurde in Microsoft Visual Studio Code und mithilfe der Versionskontrolle von GitHub erstellt, sodass alle Gruppenmitglieder stets am neuesten Stand des Projekts weiterarbeiten konnten.

Eingangs wurden die zur Verfügung gestellten Punktdaten eingelesen (Abb. 1). Für Testzwecke wurden lediglich 1000 bis 10000 Punkte eingelesen, um den Rechenaufwand zu reduzieren.

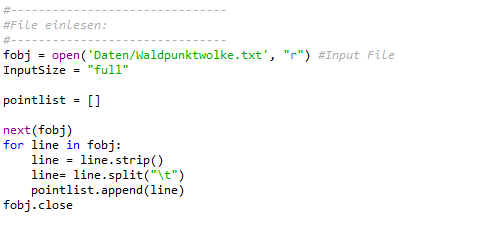


Abb. : Einlesen der Punktdaten

Anschließend wurden die eingelesenen Daten in ein Array gespeichert. Ein neuer Array, der lediglich die Vegetationsklassen beschreibt („vegarray“) und ein Bodenarray („bodenarray“) wurden erstellt (Abb. 2).

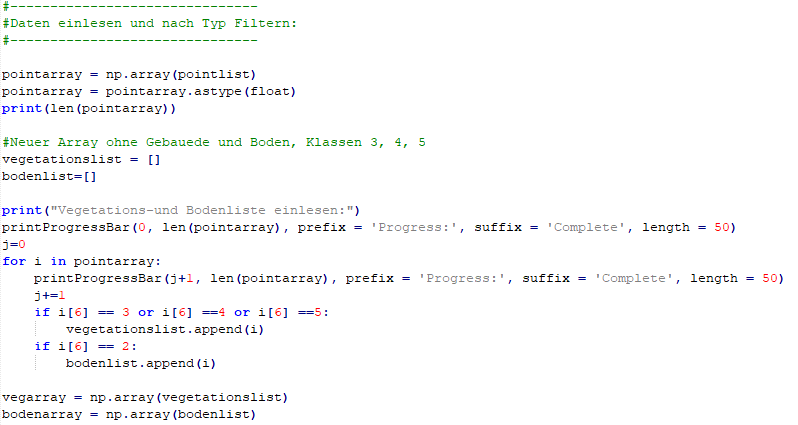


Abb. : Erstellen eines Vegetations- und eines Bodenarrays

Als nächstes wurden die maximale und minimale Ausdehnung der Punktdaten in X-Y-Richtung zur Erstellung eines leeren Arrays mit der Dimension der Punktdaten (Abb. 3) ermittelt.

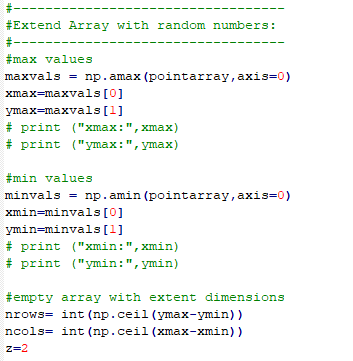


Abb. : X-Y-Ausdehnung der Punktdaten

Im Folgenden wurden die verschiedenen Arrays für weitere Berechnungen erstellt (Abb. 4).

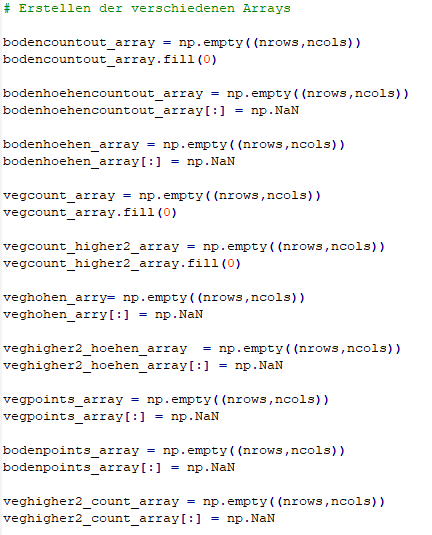


Abb. : Erstellen der verwendeten Arrays

Danach wurden die einzelnen Bodenpunkte je Zelle gezählt und in einen neuen Array geschrieben (Abb. 5).

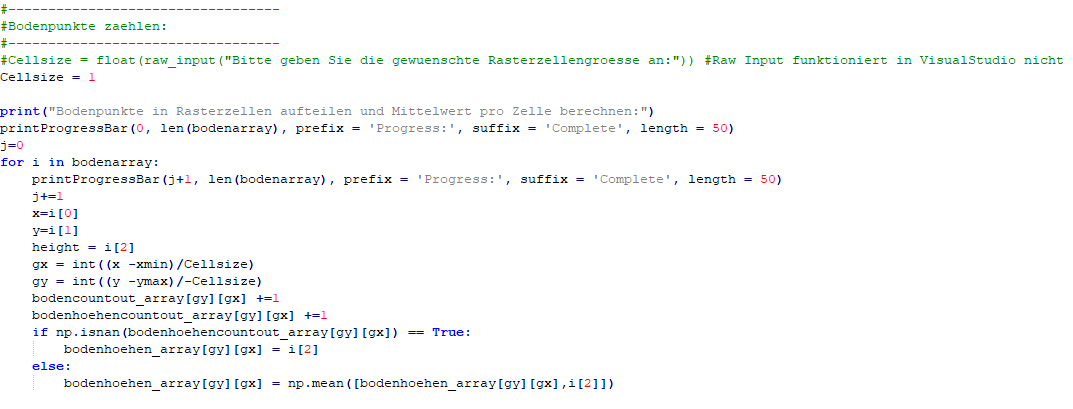


Abb. : Zählen der Bodenpunkte

Die lückenhaften Bodenpunkte wurden als nächstes über die Fläche interpoliert, um ein lückenloses DGM zu erhalten (Abb. 6).

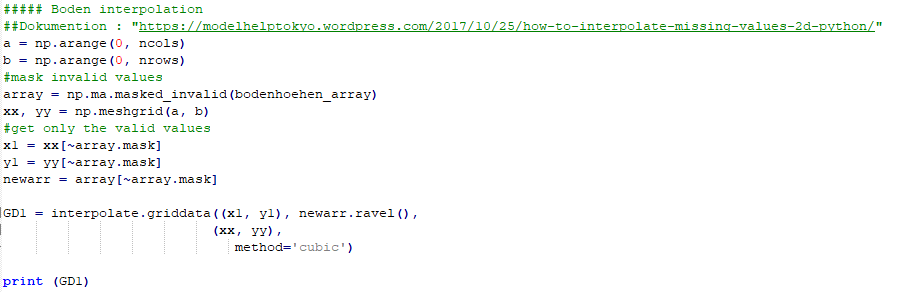


Abb. : Interpolation der Bodenpunkte

Um lediglich die Vegetationspunkte über 2m Vegetationshöhe herauszufiltern, wurde die Höhendifferenz zwischen Punkt und interpolierter DGM-Höhe ermittelt (Abb. 7).

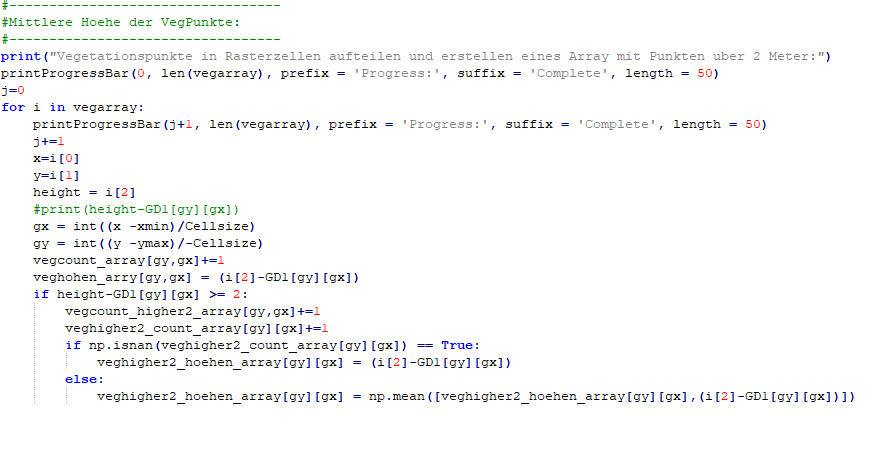


Abb. : Vegetationspunkte über 2m Höhe

Abschließend wurden zwei Indizes berechnet: Index 1 als Verhältnis aller Vegetationspunkte zu den Bodenpunkten und Index 2 als Verhältnis aller Vegetationspunkte über 2m zu den Bodenpunkten (Abb. 8).

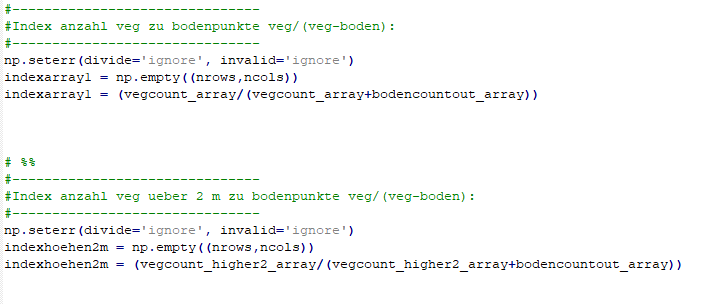


Abb. : Berechnung Index 1 und Index 2

Danach wurden die einzelnen Arrays für die Visualisierung in Rasterdaten konvertiert und georeferenziert (Abb. 9).

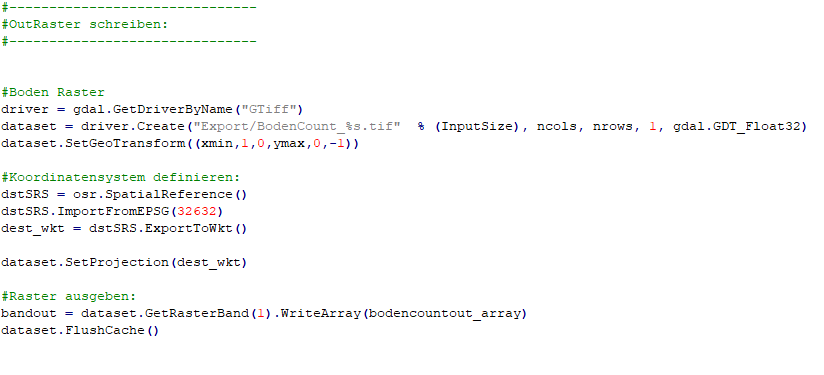


Abb. : Export eines Arrays als Raster

## Ladebalken

Als praktisches Feature wurde zudem ein Ladebalken integriert, der den Fortschritt der teilweise zeitaufwändigen Berechnungen zeigt (Abb. 10).

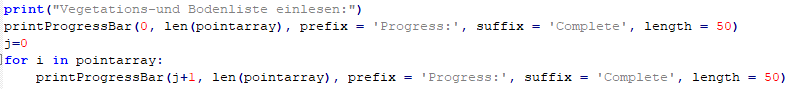


Abb. 10: Ladebalken

Dieser wird bei der Ausführung des Skripts, wie in folgender Abbildung (Abb. 11) gezeigt, dargestellt

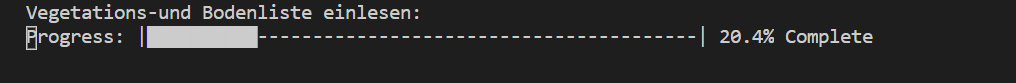


Abb. 11:Darstellung Ladebalken

# Ergebnis

In Abb. 12 wird das Verhältnis von Vegetation- zu Bodenpunkten pro Rasterzelle dargestellt. Bei Index 1 werden dabei alle Vegetationspunkte berücksichtigt, wohingegen bei Index 2 nur die Vegetationspunkte >2m Bodenhöhe einbezogen wurden. Man kann z.B. in der oberen rechten Ecke der Abbildung gut erkennen, wie bei Index 2 der Wald mit Bäumen deutlich besser abgegrenzt werden kann gegenüber niedrigerem Buschwerk, dies ist auch in den vergrößerten Ausschnitten in Abb. 13 und Abb. 14 zu erkennen.

Ein Bild, das Baum, Foto enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abb. Kronendachdurchlässigkeit dargestellt anhand von Index 1 (oben) und Index 2 (unten)

Ein Bild, das Baum enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abb. Vergrößerter Ausschnitt Index 1

Ein Bild, das Baum enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abb. Vergrößerter Ausschnitt Index 2

Um die Durchlässigkeit des Kronendachs der Bäume noch genauer abzugrenzen wurden lediglich Indexwerte >0.5 dargestellt, da nach optischer Überprüfung davon ausgegangen werden kann, dass bei Indexwerten < 0.5 die Durchlässigkeit so hoch ist, dass dort keine ernstzunehmende Abschattung durch Bäume zu erwarten ist.

Ein Bild, das Baum enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abb. Vergrößerter Ausschnitt Index 2, >0.5

In Abb. 16 ist die Kronendach Durchlässigkeit mit Index 2 für die gesamte Punktwolke dargestellt, die Lichtungen im Wald sind deutlich zu erkennen, ebenso Flächen mit besonders undurchlässigem Kronendach. In Abb. 17 ist zudem die Bodenhöhenverteilung eingeblendet, ermittelt aus Interpolation der Bodenpunkte.

Ein Bild, das Baum, Gras enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abb. Index 2 mit Orthophoto

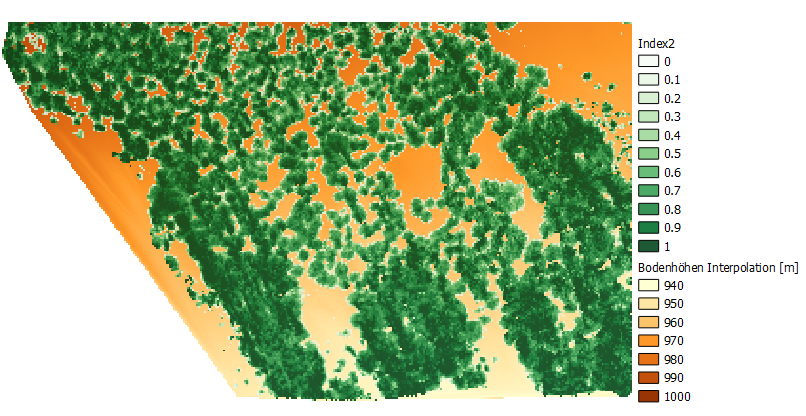


Abb. Index 2 mit interpoliertem DGM

# Diskussion & Fazit

Die Durchlässigkeit der Kronendachs kann mithilfe einer LiDAR Punktwolke gut quantifiziert und visualisiert werden. Wichtig ist jedoch eine Vorklassifizierung, um Bodenpunkte von Vegetationspunkten differenzieren zu können. Im Folgenden erwies es sich als hilfreich den Fokus auf Vegetation >2m Bodenhöhe zu legen, um ein klareres Abbild der Bewaldung zu erhalten.

Bei der Prozessierung großer Punktwolken, wie sie in diesem Projekt bearbeitet wurden erwies es sich als hilfreich den Code dahingehend zu optimieren, dass unnötige Doppelabfragen vermieden werden, um die Rechenzeit zu reduzieren.

Weiterhin wäre es interessant die Höhenverteilung der Vegetationspunkte zu untersuchen und so die Kronendachdurchlässigkeit zu ermitteln und möglicherweise Rückschlüsse auf Baumtyp ziehen zu können.

# Literatur

Alonzo, M., Bookhagen, B., McFadden, J. P., Sun, A., & Roberts, D. A. (2015). Mapping urban forest leaf area index with airborne lidar using penetration metrics and allometry. *Remote Sensing of Environment*, *162*, 141–153.

Maltamo, M., Næsset, E., & Vauhkonen, J. (Hrsg.). (2014). *Forestry applications of airborne laser scanning: Concepts and case studies* (Softcover reprint of the hardcover 1st edition 2014). Springer.