

Student	Oliver Schwyter
Examinatorin	Prof. Dr. Katharina Luban
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials - Business Engineering and Productions
Projektpartner	Loacker Swiss Recycling AG, Dübendorf, Zürich

Drohneneinsatz auf dem Wertstoffhof

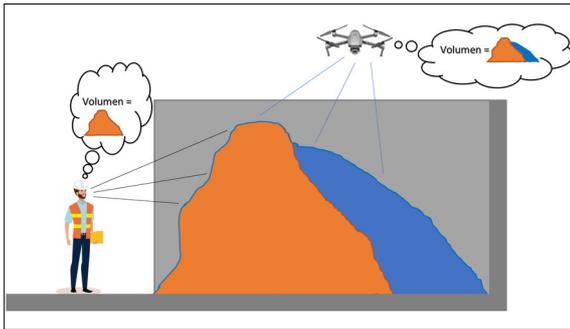


Abbildung 1: Inventur einer Mulde
Eigene Darstellung

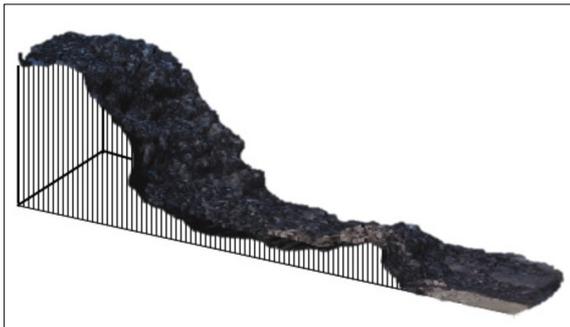


Abbildung 2: Volumenberechnung mit der Software CloudCompare
Eigene Darstellung

Aufgabenstellung: Die Firma Loacker Swiss Recycling AG sortiert auf mehreren Wertstoffhöfen unter Dächern oder auf offenem Gelände verschiedenste Materialien und lagert diese in Mulden. Regelmässig wird von diesen Mulden eine Inventur per Augenmass gemacht. Diese Inventur ist zu ungenau und deshalb können Diebstähle oder zu frühe/späte Abtransporte der Materialien zu wirtschaftlichen Verlusten für die Firma führen. Ein weiteres Problem auf den Wertstoffhöfen ist die rechtzeitige Erkennung von Brandherden.

Aus diesem Grund soll eine Drohne die Inventarisierung der Mulden sowie die Brandüberwachung inklusive Auslösen einer Brandmeldung bei zu grosser Hitzeentwicklung übernehmen. Die Drohne soll selbständig starten, das Gelände von Loacker überfliegen und wieder selbständig landen. Anschliessend soll mithilfe bildgebender Verfahren möglichst autonom das Volumen der aufgenommenen Muldeninhalte berechnet und für die Bestimmung der Masse mit der Schüttdichte der Materialien multipliziert werden.

Vorgehen: In einem ersten Schritt wurde die Drohnentechnologie untersucht und evaluiert, ob die Drohne aus Sicherheits- und Energieversorgungsgründen an einem Kabel angeleint sein soll. Mit einer Testdrohne wurden erste Versuche zur Inventarisierung mit dem bildgebenden Verfahren Photogrammetrie durchgeführt. Bei der Photogrammetrie wird ein Objekt von verschiedenen Perspektiven fotografiert und anschliessend in einem Programm als 3D-Modell dargestellt. Dadurch kann auf das Volumen geschlossen werden. Anhand der Resultate konnten technische Spezifikationen für Drohne und Kamera bestimmt werden und es wurden geeignete Drohnenmodelle und passende Kameras am Markt recherchiert.

Ergebnis: Eine detaillierte Kosten-Nutzen-Analyse zeigt, dass die Vorteile einer freifliegenden Drohne die angeleinte Variante übertreffen. Ausserdem werden die Nachteile der freifliegenden Drohne (Datenübertragung, Sicherheitsaspekte, Energieversorgung, ...) durch die rasante Entwicklung auf dem Drohnenmarkt immer kleiner und somit besitzt eine freifliegende autonome Drohne ein sehr grosses wirtschaftliches Potential für den Auftraggeber.

Die Testflüge zeigten, dass eine Auswertung des Volumens mit dem photogrammetrischen Verfahren und der Software CloudCompare grundsätzlich möglich ist, und zu guten Ergebnissen führt. Um aus dem Volumen ein exaktes Gewicht der Materialien abzuleiten, müssen die Schüttdichten neu definiert werden, am besten durch statistische Messreihen.

Problematisch sind aktuell noch die Anforderungen an den autonomen Flug: Die erhältlichen Drohnen fliegen meistens mit einem GNSS-Signal zur Positionierung. Dies ist wegen der fehlenden GNSS-Abdeckung in Gebäuden oder unter Dächern problematisch und funktioniert deshalb auf Wertstoffhöfen nicht. Für die Weiterarbeit wird daher empfohlen, eine Drohne mit Ultra-Breitband-Technologie aufzurüsten. Dabei werden die Signale für die Positionierung auf einem breiten Frequenzbereich und über eine kurze Distanz ausgesendet, womit vermutlich der Flug unter den Dächern eines Wertstoffhofs möglich wird. Für weitere Versuche und für eine Brandüberwachung eignet sich die freifliegende Drohne DJI Mavic 2 Enterprise mit einer dualen Kamera für Sicht- und Infrarotbilder.