



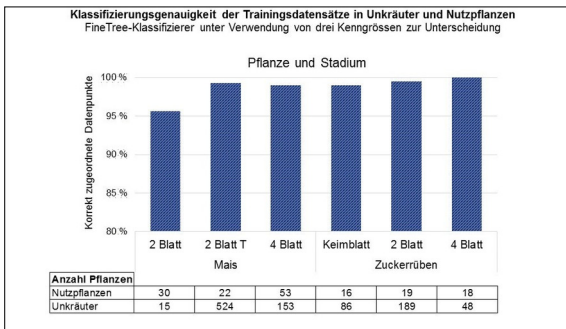
Marco Landis

Diplomand	Marco Landis
Examinator	Prof. Dr. Benno Bucher
Experte	Dr. Jürg Neuenschwander, EMPA, Grüt (Gossau ZH), ZH
Themengebiet	Energy and Environment

## Selektive Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen mittels Hochdruckwasserstrahl



Trennung der Pflanzen vom Hintergrund. Links Originalbild, rechts die vom Hintergrund getrennten Pflanzen.  
Eigene Darstellung



Klassifizierungsgenauigkeit der Trainingsdatensätze bei der Verwendung von drei Kenngrössen.  
Eigene Darstellung



Aufbau des Funktionsmuster mit den verschiedenen Baugruppen an ein bestehendes Hackgerät.  
Eigene Darstellung

**Einleitung:** Im biologischen Landbau ist der Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel untersagt. Auch in der konventionellen Landwirtschaft steht der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unter Druck oder soll gemäss eingereichten Volksinitiativen gar verboten werden. Durch den Verzicht auf Pflanzenschutzmittel gegen Unkräuter steigt spezielle bei Reihenkulturen der Handarbeitsaufwand stark an. So werden in Extremfällen im Gemüsebau bis zu mehrere hundert Handarbeitsstunden pro Hektar Fläche aufgewendet. Für die Unkrautbekämpfung zwischen den Pflanzenreihen haben sich Hackgeräte etabliert, welche mittels Scharen die Unkräuter abschneiden so dass diese vertrocknen. Erste Geräte, die mittels Bildanalyse den Standort der Nutzpflanze detektieren und durch Ein- und Ausschwenken der Hackschare die Unkräuter innerhalb der Reihe bekämpfen, sind auf dem Markt verfügbar. Allerdings erfordern diese Geräte innerhalb der Reihe einen ausreichenden Abstand zwischen den Pflanzen. Hier setzt das Verfahren der Unkrautbekämpfung mittels Hochdruckwasserstrahl an, da damit sehr nahe an die Nutzpflanze gearbeitet werden kann.

**Vorgehen:** Für die selektive Unkrautbekämpfung wurde das Verfahren mit einem auf das Unkraut gerichteten Hochdruckwasserstrahl weiterentwickelt. Um den Hochdruckwasserstrahl gezielt auf die Unkräuter zu lenken, müssen diese exakt detektiert und lokalisiert werden. Dazu wurden verschiedene Kenngrössen und Detektionsverfahren untersucht. Schlussendlich kam eine handelsübliche Webcam zum Einsatz. Um die auftretenden Schwingungen und Verschmutzungen mit Staub zu reduzieren wurde eine schwingungsentkoppelte und überdruckbelüftete Halterung für die Kamera entwickelt und eingesetzt. Die Auswertung der Kamerabilder erfolgte in zwei Schritten. Zuerst erfolgte die Trennung aller Pflanzen vom Hintergrund. Der dafür eingesetzte Algorithmus verrechnete dafür die drei Layer RGB des Farbbildes. Im zweiten Schritt erfolgt die eigentliche Unterscheidung zwischen Unkräuter und Nutzpflanzen mit Hilfe dreier voneinander unabhängigen Kenngrössen und modernen Klassifizierungsverfahren. Gleichzeitig wurde ein Funktionsmuster an ein bestehendes Reihenhackgerät aufgebaut.

**Ergebnis:** Bei total sechs Datensätzen, mit je drei Datensätze für die Kulturen Mais und Zuckerrüben in verschiedenen Pflanzenstadien, konnten Zuordnungsgenauigkeiten bei der Unterscheidung zwischen Unkräuter und Nutzpflanzen von über 95 % erreicht werden. Dabei zeigte sich, dass sich eine schlechte Aufnahmequalität, beispielsweise aufgrund einer Überbelichtung durch direkte Sonneneinstrahlung negativ auf die Klassifizierungsgenauigkeit auswirkt. Die Grösse der Nutzpflanzen hat sich positiv auf die Zuordnungsgenauigkeit ausgewirkt, da die Unterschiede zwischen Nutzpflanzen und Unkräuter ausgeprägter sind. Beim Aufbau des Funktionsmusters mussten einige Schwierigkeiten gelöst werden. Dazu gehörte eine hinreichende elektrische Energieversorgung beim gleichzeitigen Anziehen aller Ventile, was durch den Einsatz von Kondensatoren gelöst wurde oder die exakte Höhenführung der Düsen über dem Boden wozu Parallelogramme mit Gleitkufen verwendet wurden. Die Arbeit hat gezeigt, dass die Unkrautkontrolle innerhalb der Pflanzenreihe mittels Hochdruckwasserstrahl möglich ist und die verwendeten Algorithmen eine hohe Zuordnungsgenauigkeit aufzeigen. Eine umfangreiche Validierung für andere Pflanzenarten und Pflanzenstadien ist noch ausstehend.