

Zusammenfassung der Masterarbeit „Semantic Segmentation and Multi-Temporal Analysis of Sentinel-2 Imagery for Mapping Centre Pivot Irrigation Systems“

Landwirtschaft ist der weltweit größte Verbraucher von Süßwasserressourcen, von denen ein erheblicher Teil für die Bewässerung verwendet wird. Bewässerungskreise (Centre-Pivot-Systeme) sind ein herausragendes Beispiel für Bewässerungspraxis, weshalb die Kartierung dieser Systeme eine wichtige Aufgabe ist, die mit Hilfe von optischen Fernerkundungsdaten wie Sentinel-2 durchgeführt werden kann. Nach jahrzehntelangen manuellen Kartierungsbemühungen werden zunehmend Algorithmen des Deep Learning für die Erkennung von Bewässerungskreisen eingesetzt.

Während Center-Pivot-Systeme auf dem amerikanischen Kontinent bereits erfolgreich durch semantische Bildsegmentierung erkannt wurden, fehlen Studien in anderen Regionen. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Detektion von Center Pivots im spanischen Teil des Duero-Beckens unter Verwendung des U-NET-Algorithmus (Ronneberger et al., 2015) und der Circle Hough Transform als Basismethode. Hierfür wurden zwei verschiedene Trainingsdatensätze aus Sentinel-2 Daten erstellt, die sich durch ihre spektralen Eigenschaften unterscheiden. Da nicht alle Bewässerungskreise aktiv betrieben werden, befasste sich diese Arbeit darüberhinaus mit der Erfassung des Bewässerungsstatus – was bislang in vielen Studien nicht beachtet wurde. Für diese Aufgabe wurde k-Mittel-Clustering eines Merkmalsraumes durchgeführt, der sich aus dem Normalized Difference Water Index (NDWI, Gao, 1996) zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Kartierung zeigten, dass weder die dem Deep-Learning zugeordnete semantische Segmentierung noch die Basismethode (Circle-Hough-Transformation) aus der klassischen Bildverarbeitung die Qualität manueller Kartierung durch Experten erreichten. So wurden oftmals Bewässerungskreise fälschlicherweise nicht erkannt, oder andere Strukturen als Bewässerungskreise fehlklassifiziert. Da methodisch vergleichbare Studien vor allem in Nordamerika durchgeführt wurden, wurde im Rahmen dieser Arbeit die Algorithmen auch auf ein Gebiet in Texas (USA) übertragen: Hierbei wurden sowohl durch die Circle-Hough-Transformation als auch durch U-NET sehr gute Ergebnisse erzielt, die wesentlich genauere Kartierungen als in Spanien erlaubten. Da in dem amerikanischen Untersuchungsgebiet die Bewässerungskreise und Landnutzungsstrukturen wesentlich homogener sind bzw. eine geringere Diversität aufweisen, scheinen die Komplexität von Landnutzung und Variabilität lokaler Texturen wesentlich die Performance der Algorithmen zu beeinflussen. Somit stellt die Entwicklung geographisch invarianter Algorithmen und die Untersuchung der räumlichen Übertragbarkeit von Deep-Learning Ansätzen einen wesentlichen Anknüpfungspunkt für künftige Forschung dar.

Die Ermittlung des Bewässerungsstatus war indes erfolgreich. Mittels k-means konnten drei NDWI-Cluster (Brache, aufgehende Vegetation, permanente Vegetation mit guter Wasserversorgung) auf der Basis einzelner Pixel voneinander getrennt werden. Die räumlich-zeitlichen Muster deuten auf eine gute Trennbarkeit der Cluster hin. Der hier vorgeschlagene Ansatz ist einfach zu implementieren und relativ schnell, daher auch räumlich gut skalierbar. Die Wahl der Anzahl der Cluster erfordert jedoch Expertenwissen über das Untersuchungsgebiet. Eine genaue Analyse der Clusterzentren und der Clustermitglieder ist daher unerlässlich, um die Cluster in semantische Klassen umzuwandeln.