

ERKENNUNG UND KARTIERUNG VON PHOTOVOLTAIK-MODULEN MIT HILFE VON ARCGIS UND DEEP LEARNING

PROJEKTZIEL

Erneuerbare Energiequellen wie Solar- und Windenergie ersetzen bereits bestehende, nicht erneuerbaren Energiequellen wie fossile Brennstoffe und Kernkraftwerke. Angesichts des gestiegenen globalen Energiebedarfs ist es unerlässlich, die Umsetzung von Infrastruktur für erneuerbare Energien zu planen. Diese Planung ist nur möglich, wenn keine Informationslücken über die Verteilung der bestehenden Infrastruktur besteht.

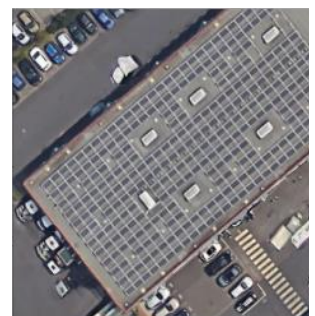
Um diese Informationslücke zu schließen, haben wir Deep Learning mit GIS-Funktionen kombiniert, um Photovoltaik (PV) Module im Raum Nordrhein-Westfalen (NRW) auf Drohnenbildern zu erkennen und zu kartieren. Die entwickelte Bilderkennung kann dabei vollständig in ArcGIS Pro eingebunden werden. Das Hauptziel dieses Projekts war das Trainieren eines neuronalen Netzes, welches PV-Module automatisch erkennt und kartiert. Dieses Modell soll für die Implementierung neuer Infrastrukturen auf neue Standorte übertragbar, aktualisierbar und erweiterbar auf neue Anwendungsfälle sein.

BEREITGESTELLTE DATEN

Die Drohnenbilder wurden aus dem OpenGeoData Portal des Landes Nordrhein-Westfalen als digitale Orthofotos heruntergeladen. Sie besitzen ein 4-Spektralband (rot, grün, blau und Infrarot), eine räumliche Auflösung von 0,1 Metern und die räumliche Referenz EPSG 25832 (UTM Zone 32N). Insgesamt besteht der Datensatz aus 46.818 Einzelbildern von je 1 km x 1 km (10000 x 10000 Pixel).

HERAUSFORDERUNGEN

Die unterschiedlichen Farbeigenschaften der PV-Module (siehe Bilderreihe 1) machten den Markierungsprozess (die Erstellung der Trainingsdaten) aufwendig, da alle möglichen optischen Eigenschaften im Trainingsdatensatz vorhanden sein sollten. Zudem erzeugen PV-Module mit sehr kleiner Oberfläche kaum visuellen Merkmale, die trainiert werden können und wurden daher nicht berücksichtigt. Bei der digitalen Kartierung kann es je nach Ausrichtung und der unterschiedlichen Dachneigungen zu optischen Verzerrungen der PV-Module kommen, sodass diese in der 2D-Visualisierung (Polygon) länger oder kürzer erscheinen.

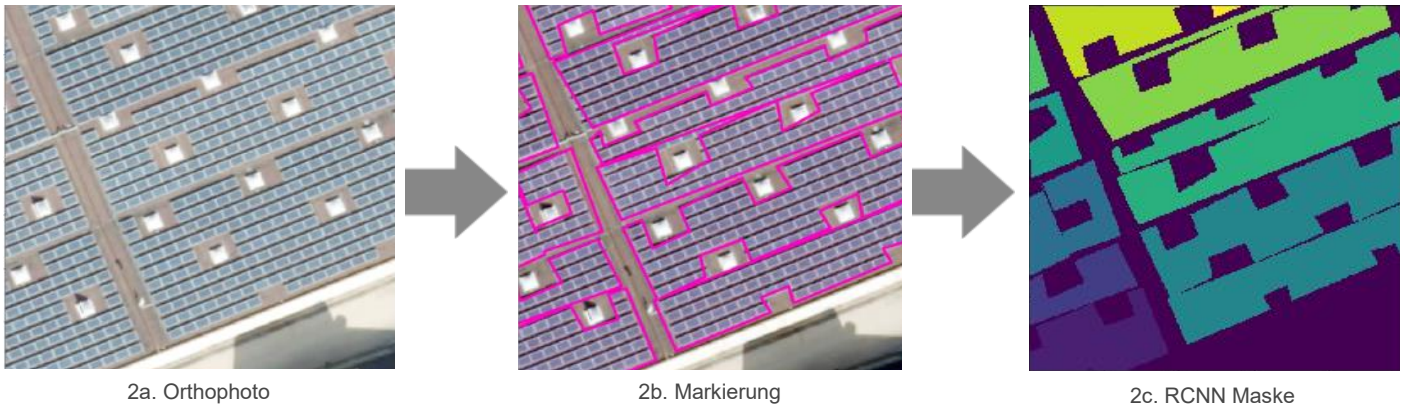


1. Beispiel Bilder von PV-Modulen auf den Drohnenbildern

ANGEWANDTE METHODEN

ERZEUGEN VON TRAININGSDATEN

Die Trainingsdaten wurden aus drei verschiedenen, je 20km² großen Regionen extrahiert und validiert. Diese wurden aus je 60 (RGB) Orthophotos generiert. Diese verschiedenen Bereiche lieferten viele unterschiedliche Eigenschaften der PV-Module für die Erstellung von Trainingsdaten. Für das Markierungsverfahren wurden die Umrisse der PV-Module in ArcGIS Pro segmentiert und als Feature-Polygone gespeichert (Bild 2b). Mit den entsprechenden Originalbildern wurden die Feature-Polygone aus ArcGIS Pro als RCNN-Bildmaske für das Training in TensorFlow exportiert. Diese Masken von 500 x 500 Pixeln Größe mit 50% Überlappung klassifizieren jeden Pixel, ob er zu einem PV-Panel gehört oder nicht und dienen als Segmentierungsschema für das Training der künstlichen neuronalen Netze. Die exportierten Daten werden in eine sogenannte TensorFlow Record Datei umgewandelt, die als Input für das Training der neuronalen Netze dient.



2a. Orthophoto

2b. Markierung

2c. RCNN Maske

ANALYSE

Für das Training der verwendeten Mask RCNN Modelle wurde die *Tensorflow Object Detection API* und vortrainierte neuronale Netze genutzt, welche mit den generierten Trainingsdaten der PV-Module für den Use Case angepasst wurden. Das trainierte Modell arbeitet mit einem Region Proposal Network Feature Extractor. So werden die PV-Panels zunächst als Objekte mit Bounding-Boxen detektiert. Innerhalb der Boxen findet eine zusätzliche Instanzsegmentierung statt, durch die detaillierte Informationen über die Ausdehnung der Photovoltaikmodule entstehen. (Bild 3) Das trainierte Modell wird in ArcGIS Pro geladen und durch das Deep Learning Tool zur Objekterkennung wird eine digitale Karte aller PV-Module erstellt. (Bild 4) So kann die Erkennung auf jegliches Bildmaterial in ArcGIS Pro übertragen werden.



3. Erkannte Boxen und Masken

PROJEKTERGEBNIS



4. Ergebnis Kartenlayer mit visualisierten Detektierungen im Bereich Köln

