

Image Super Resolution und Objekterkennung in der Energiesystemanalyse

Daniel Horst, Maximilian Kleebauer

Kontakt: Daniel Horst | +49 561 7294-263 | daniel.horst@iee.fraunhofer.de

Die Objekterkennung auf Fernerkundungsbildern hat zahlreiche Perspektiven in verschiedenen Bereichen wie z. B. der Überwachung kritischer Infrastrukturen, der EE-Anlagendetektion, im Verkehr, oder im Bereich der Forstwirtschaft. Es gibt viele Methoden zur Erkennung und Lokalisierung von Objekten aus Bildern, die mit Satelliten oder Drohnen aufgenommen wurden. Für verrauschte sowie niedrig aufgelöste Bilder ist die Erkennungsleistung jedoch nicht zufriedenstellend, insbesondere bei kleinen Objekten. Ziel ist es bereits entwickelte Netzwerkarchitekturen in Verbindung mit frei verfügbaren Erdbeobachtungsdaten im Bereich der EE-Anlagendetektion zu testen und die Erkennungsgenauigkeit zu verbessern.

Auflösungsverbesserung von Sentinel-2 Daten mit Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Networks (ESRGAN)

Zu den üblichen Methoden zur Verbesserung der räumlichen Auflösung in der Fernerkundung gehört der Einsatz von Interpolationsfiltern oder Pan-Sharpening-Techniken bei Verfügbarkeit höher aufgelöster panchromatischer Bilder. Im Rahmen des Projektes implementieren und trainieren wir ein Modell, das auf dem Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Network Real-ESRGAN basiert¹. Verwendet werden dabei Bildpaare von digitalen Orthophotos (GT) und Sentinel-2-Daten (LR), um eine supraaufgelöste Sentinel-2-Ausgabe (SR) mit einem Skalierungsfaktor von 4 zu erzeugen.

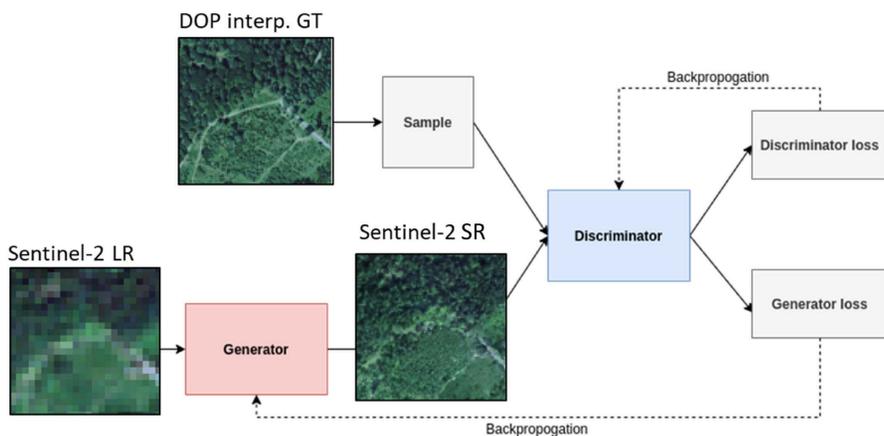


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Real-ESRGAN Architektur mit Bildpaaren von digitalen Orthophotos und Sentinel-2-Daten. Bilddaten: © Europäische Union, enthält Copernicus Sentinel-2 Daten [2022] und GeoBasis-DE/BKG [2022]

Mit dem trainierten Real-ESRGAN-Modell wird aus Sentinel-2-Daten eine SR generiert. Die Bilder werden in verschiedene Landschaftsklassen (z.B. Wald, Siedlungsgebiet, Felder etc.) eingeteilt. Die Auswertung der SR-Bilder erfolgt zunächst optisch, da die Bildqualität der erzeugten Bilder schwierig zu messen ist. Die Ergebnisse sind beispielhaft in Abbildung 2 dargestellt. Generell besitzen die Ausgaben schärfere Konturen und Strukturen, wodurch die visuelle Repräsentation ansprechender wirkt. Erste Hyperparameter Änderungen wie Variation der Loss-Funktionen und Veränderungen der Netzwerkstiefen führten zu keiner Signifikanten Verbesserung der Ergebnisse. Für weitere Erkennungen von EE-Erzeugungsanlagen können die Ergebnisse aus dem trainierten Real-ESRGAN+ verwendet werden.



Abbildung 2: Digitale Orthophotos und Sentinel-2 Daten (links), Super Resolution Bilder für verschiedene Hyperparameter Anpassungen (rechts). (Real-ESRGAN+ entspricht den originalen Einstellungen). Bilddaten: © Europäische Union, enthält Copernicus Sentinel-2 Daten [2022] und GeoBasis-DE/BKG [2022]

Verfahren zur Detektion von erneuerbaren Energieanlagen

Das in der Arbeit entwickelte Verfahren zur Detektion von PV-Anlagen in hochauflösenden Luftbildern verzichtet auf die händische Kennzeichnung von Objekten. Durch die Kombination von Adressdaten bestehender PV-Anlagen, georeferenzierten Adressdaten sowie der Amtlichen Hausumringe Deutschlands wird eine automatisierte Erstellung von mehr als 800.000 Trainingsdaten ermöglicht. Anhand einer RetinaNet basierenden Netzarchitektur wird im Anschluss ein Netzwerk zur Objekterkennung trainiert. In einer Testanwendung unter Verwendung von digitalen Orthophotos werden Gebäude, auf denen sich PV-Anlagen befinden, mit einer hohen Genauigkeit erkannt.²

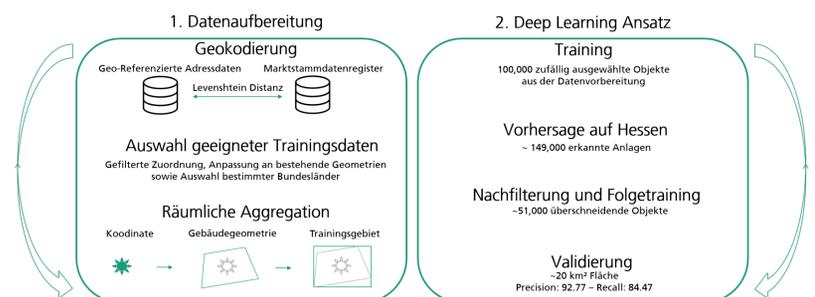


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Verfahrens zur Detektion von erneuerbaren Energieanlagen

1. Das Generieren von Trainingsdaten ohne manuelle Selektion ermöglicht die Verwendung großer Mengen an Trainingsdaten. Allerdings können diese ungenau oder fehlerhaft sein.
2. Verschiedene Tests legen nahe, dass die Nachfilterung der Trainingsdaten die Anzahl fehlerhafter Standorte vollautomatisiert reduziert.
3. Eine mögliche Erweiterung des Verfahrens wäre eine Ausweitung der Objektklassen auf weitere EE-Anlagen.

Die Erkennung von EE-Erzeugungsanlagen in Sentinel-2 Aufnahmen mit erhöhter räumlicher Auflösung sind Gegenstand aktueller Forschungsprojekte. Ziel ist es dabei, die Kombination der dargestellten Methoden zu nutzen, um den Ausbau von EE-Erzeugungsanlagen global und mit einer hohen zeitlichen Verfügbarkeit zu bestimmen.

¹ Wang, X.; Xie, L.; Dong, C.; Shan, Y. Real-ESRGAN: Training Real-World Blind Super-Resolution with Pure Synthetic. 2021.
² Kleebauer, M.; Horst, D.; Reudenbach, C. Semi-Automatic Generation of Training Samples for Detecting Renewable Energy Plants in High-Resolution Aerial Images. Remote Sens. 2021, 13, 4793.