



Abb. 1: Projekt Fairgeo: Wann kann man KI trauen?

# AI-Cubes: „Making AI Simpler and Safer“

Copernicus ist in beständiger Weiterentwicklung. Neben neuen Satelliten gibt es mit CoperniCUBE die Datenwürfel-Sicht (Abbildung 2), und auch künstliche Intelligenz (KI) hält zunehmend Einzug. KI ist ein mächtiges Werkzeug auch in der Erdbeobachtung – absehbar führt kein Weg in Zukunft daran vorbei.

Autor: Prof. Dr. Peter Baumann

**N**üchtern betrachtet ist KI nicht immer zuverlässig. Abbildung 3 zeigt eine Feldfrucht-Klassifikation in den Niederlanden, vorgenommen mittels eines ML-Modells von Wagenin- gen Research. Während die Klassifikation über Land erkennbar recht gut funktioniert, halluziniert das Modell über Wasser vollständig. Das ist logisch – auf Wasserflächen finden sich keine Feldfrüchte, eine Auswertung ist hier nicht adäquat. Eine einfache Korrektur wäre, eine Land/Was-

ser-Maske oder ein entsprechendes Polygon-Clipping anzuwenden, um nur die Land-Pixel zu erhalten. Für einen GIS-Experten ist das kein Problem, für einen Nicht-Experten ist es typischerweise durchaus ein Problem; und im Inneren eines längeren automatisierten Workflows bleibt die Situation vermutlich unerkannt. Das kann zu gefährlichen Fehlentscheidungen führen.

Diese Überlegungen haben das rasdaman-Team, welches CoperniCUBE be-

treibt, nachdenklich gemacht. rasdaman („raster data manager“) ist eine verteilte Datenwürfel-Engine zur Verwaltung und Analyse massiver raumzeitlicher Geodaten. Im Zuge einer Funktionserweiterung um KI, Codename AI-Cube, sollten Anwender Modelle hochladen und für sich und andere Nutzer bereitstellen können. Erste Experimente zur Integration mit raumzeitlichen Geo-Datenwürfeln haben gezeigt, dass die nunmehr sehr einfache Anwendung von KI-Modellen oft dazu

Abb. 2: CoperniCUBE, die Datenwürfel-Sicht auf das Copernicus-Archiv

führt, dass diese aus Unkenntnis außerhalb ihrer „Wohlfühlzone“ angewendet werden und dann falsche Ergebnisse liefern. Als sich zusätzlich herausstellte, wie sehr die Zuverlässigkeit auch von hochqualitativen Modellen zu wünschen übrig lässt, war klar, dass die Plattform zusätzlichen Schutz bieten sollte. Beispielsweise erreicht BigEarthNet, trainiert auf Sentinel-1- und Sentinel-2-Satellitendaten, im Gut-Fall 85 Prozent und mehr, im Schlecht-Fall jedoch schon mal 20 Prozent Genauigkeit.

Und es gibt weitere Probleme: Auf HuggingFace, Kaggle und anderer Plattformen publizierte Modelle sind typischerweise ungenügend dokumentiert, jedenfalls nicht maschinenlesbar und damit für den Server nicht zugänglich. Weiterhin erfordern viele Modelle eine Vorprozessierung der Eingabedaten, also Python-Programmierung. Das schränkt die Nutzung auf Experten ein und ist für allgemeine Benutzer nicht zumutbar.

### Projekt FAIRgeo

Hier setzt das EU EFRE (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) geförderte Projekt FAIRgeo (Fencing AI for Enhanced Reliability in Geo Services) an. In dieser Zusammenarbeit von Constructor University und rasdaman GmbH, beide in Bremen, werden zwei zentrale Zielsetzungen verfolgt: (1) Vereinfachung der KI-Nutzung auf Erdbeobachtungs-

daten und (2) automatisierte Begrenzung von KI-Anwendungen auf solche Datenwürfel und darin Bereiche in Raum und Zeit, in denen zuverlässige Ergebnisse erwartet werden können – sogenanntes „Model Fencing“.

Ausgangspunkt für FAIRgeo bilden die Coverage-Standards von ISO/OGC/Inspire, insbesondere das Coverage Implementation Schema (CIS) und die Datenwürfel-Anfragesprache Web Coverage Processing Service (WCPS). Die rasdaman-Engine erlaubt darüber hinaus, ex-



Abb. 3: Feldfrucht-Klassifikation über Land und Wasser (Modell bereitgestellt von Wageningen Research)

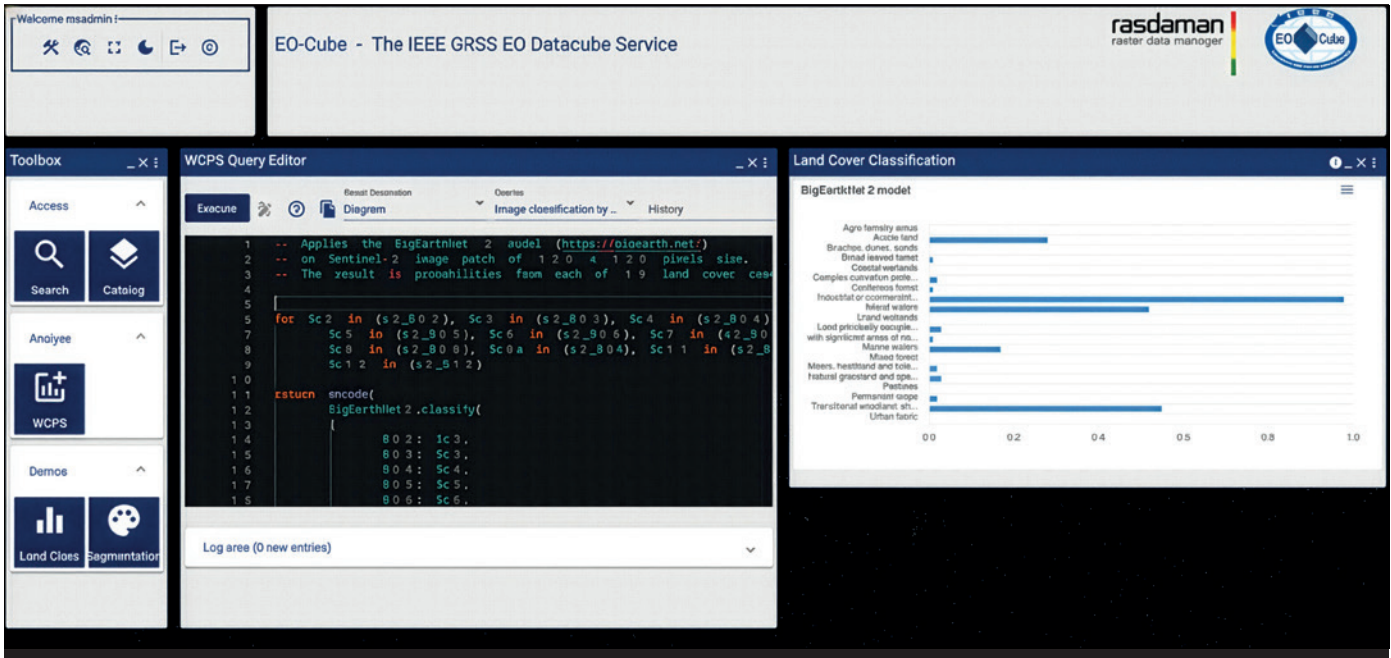


Abb. 4: Beispielsanwendung von BigEarthNet2 aus dem rasdaman-Dashboard heraus

ternen Code – etwa PyTorch oder TensorFlow zur Modellauswertung – in WCPs zu integrieren. Eine solche Integration wurde bereits auf drei (absichtlich sehr unterschiedlichen) Modelltypen realisiert: BigEarthNet der TU Berlin, Prithvi von Nasa/IBM und RS-LLava. Hier ein Beispiel, welches die WCPs-Anfragesprache mit den natürlichsprachlichen Fähigkeiten von RS-LLava kombiniert:

```
for $c in (RGB_coverage)
return rslava.chat($c, „Describe this scene.“)
```

Als Antwort wurde erzeugt: „A river flows through farmland, surrounded by green fields and trees on both sides.“

### Kopplung von rasdaman mit der Machine-Learning-Engine

Die Kopplung von rasdaman mit der ML-Engine erfolgt über die Funktion rslava.chat(). Dazu benötigt der Server zusätzliche Information in maschinenlesbarer Form, welche aus den existierenden Metadaten extrahiert und durch weitere Angaben beim Einpflegen ergänzt wird. Als

Basis hierfür dient die STAC Machine-Learning-Model-(MLM-)Extension, welche nach Bedarf erweitert wird. Damit kann der Server beim Aufruf zuerst einen syntaktischen Check durchführen: Parameterzahl, Parametertypen, passender Datenwürfel (z. B. Sentinel-2, jedoch nicht Landsat oder HLS), korrekte Bänder (z. B. nahes Infrarot, nicht Kurzwellen-Infrarot), korrekte Größe der Patches (z. B. 205 × 250 Pixel) etc. Damit kann der Server auch beliebige polygonale Ausschnitte (etwa Gemeindegrenzen) selbstständig in Kacheln zerlegen. Abbildung 4 zeigt einen Beispielaufwurf von BigEarthNet im WCPs-Editor sowie das Ergebnis.

Erste Leistungsmessungen zeigen einen verblüffenden, jedoch sehr klaren Performance-Vorsprung: rasdaman ist in den meisten Fällen massiv schneller als eine klassische Python-Realisierung. Abbildung 5 zeigt die Messungen der drei bisher unterstützten Modelle im Vergleich.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Vereinfachung: 110 Zeilen Python-Code, welche der Anwender schreiben muss, schrumpfen zu zwei Zeilen WCPs-Anfrage. Zusätzlich automatisiert rasdaman weitere Schritte wie Datenselektion, Datenvorbereitung sowie die Einbettung in den gesamten Workflow. Dabei können die Daten lokal oder anderswo in der rasdaman-Föderation liegen.

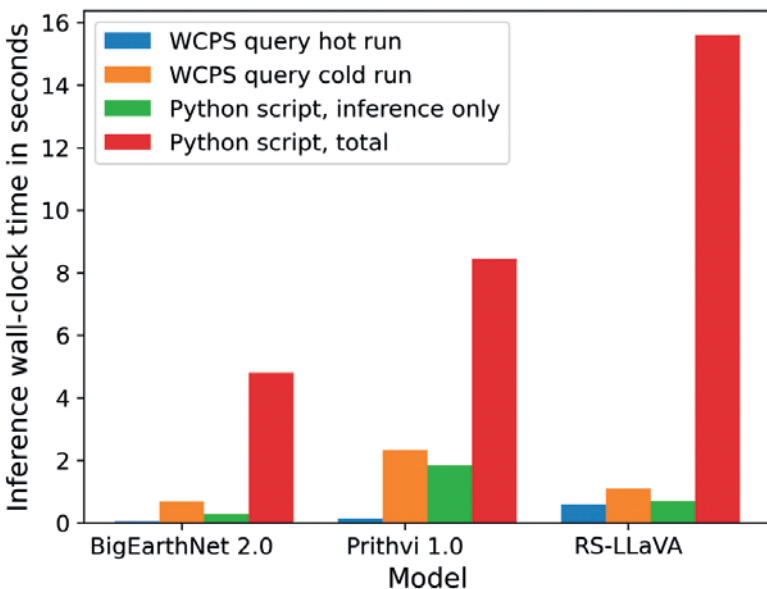


Abb. 5: Laufzeit-Vergleich rasdaman vs. Python

Bild: rasdaman GmbH

Damit ist ein Teilziel von FAIRgeo erreicht: mit AI-Cubes ist die KI-Nutzung signifikant vereinfacht und durch die automatisierte Parameter-Abprüfung auch sicherer.

Im zweiten Schritt soll nunmehr semantisches Model Fencing angegangen werden. In diesem sehr weiten Feld werden Kriterien zur Modell-Anwendbarkeit klassifiziert und dann schrittweise implementiert werden. Beispiele für solche Kriterien können sein:

- Zielregion: Land, Wasser, Fels, Schnee und Eis, ...
- Ziel-Zeit: Sommer, Winter, Monsun, ...
- KI-basierte Bewertung: Eine interessante Arbeit von Meyer et al. an der Universität Münster trainiert ein Modell darauf, eine Karte der Genauigkeit von geobasierten KI-Modellen zu erstellen. Damit kann für eine konkrete Anfrage die zu erwartende Zuverlässigkeit abgeschätzt werden.

### Ziele von FAIRgeo

FAIRgeo ist im Kontakt mit mehreren relevanten Arbeitsgruppen im OGC, u. a. Data Quality, Coverages sowie SensorThings. Ergebnisse aus dem Projekt werden aktiv in die Standardisierung eingebracht werden, um Coverages aka Datenwürfel mit weiteren KI-relevanten Metadaten auszustatten.

Insgesamt soll FAIRgeo die KI-unterstützte Nutzung von Erdbeobachtungsdaten, insbesondere Copernicus, beträchtlich vereinfachen und damit für weitere Nutzerkreise ohne spezielle Programmierkenntnisse zugänglich machen. Das zweite große Ziel ist der Schutz der Nutzer vor einer inadäquaten Anwendung von Modellen außerhalb ihrer Komfortzone. Das muss nicht eine Einschränkung auf die bloßen Trainingsdaten eines Modells bedeuten; vielmehr soll der Server eine möglichst adäquate Entscheidung treffen, während das Modell selbst eine „Black-

box“ bleibt, über die nur ein möglichst schmales Set von Details bereitzustellen ist. Dabei sollen keine neuen Modelle bzw. Einschränkungen in der Modellgenerierung vorgenommen werden, sondern vielmehr Methoden etabliert werden, wie eine integrierte Datenwürfel/KI-Plattform („AI-Cubes“) hochgeladene Modelle in ihrer Gültigkeit einschätzen und dem Benutzer Hinweise zur Anwendbarkeit geben kann.

.....  
**Kontakt:**

Prof. Dr. Peter Baumann  
Constructor University und rasdaman GmbH  
E: baumann@rasdaman.com

weiterbilden  
weiterkommen

03. + 04. Februar 2026 | Ostfildern bei Stuttgart

# 15. Kolloquium Bauen in Boden und Fels

Fachtagung über aktuelle Herausforderungen in der Geotechnik

Weitere Informationen und Anmeldung unter [www.tae.de/50018](http://www.tae.de/50018)

