

Potentiale von KI im Umgang mit Geo-Daten

Kurzvorstellung des Vorhabens AKI – Methodisches Vorgehen

Im Vorhaben „Anwendung der künstlichen Intelligenz (KI) für die Standortauswahl von tiefen geologischen Endlagern“ (AKI)¹ wurden auf Basis einer umfassenden internationalen Literaturrecherche zunächst Einsatzbereiche künstlicher Intelligenz in den Geowissenschaften allgemein identifiziert und diese dann im Hinblick auf den potentiellen Einsatz für die geowissenschaftlichen Fragestellungen im Standortauswahlverfahren (StandAV) bewertet. Mit einem für diesen Zweck interdisziplinär entwickelten Bewertungsschema können Qualität, Eignung und Relevanz des in der Literatur beschriebenen KI-Einsatzes zur Lösung einer geowissenschaftlichen Fragestellung von einem interdisziplinär zusammengesetzten Expertenteam eingeordnet werden.

Die Bewertung erfolgt dafür in zwei Stufen. In der ersten Stufe wird beurteilt, wie stark grundsätzliche Stärken und Schwächen der KI für das jeweilige KI-Einsatzgebiet zutreffen. In der zweiten Stufe erfolgt die Beurteilung des in der Literatur beschriebenen KI-Einsatzes konkret anhand von Bewertungsfragen mit Positiv- und Negativmustern, die eine eindeutige Aussage zu Größe, Verfügbarkeit und Güte der verwendeten Datengrundlage sowie zum technologischen Reifegrad, zur Nachvollziehbarkeit und zur speziellen Relevanz für das StandAV ermöglichen.

An Fallbeispielen aus der Literatur, die aufgrund einer ersten Einschätzung relevant für das StandAV sein können, wurde dieses Bewertungsschema angewandt und die Ergebnisse kontinuierlich durch interdisziplinären Austausch auf Plausibilität geprüft. Aus einer Aggregation der Ergebnisse konnten erste Erkenntnisse zu Chancen und Risiken eines potentiellen KI-Einsatzes im StandAV gewonnen und weiterer Forschungsbedarf identifiziert werden.

Standortauswahlverfahren setzt den Rahmen für potenziellen KI-Einsatz

Der Rahmen des wissenschaftsbasierten StandAV legt fest, dass alle Entscheidungen und Schlussfolgerungen sicher, datengestützt und nachvollziehbar sein sollen. Für die bestmögliche Langzeitsicherheit des Endlagers müssen darüber hinaus mögliche geologische Entwicklungen über einen Nachweiszeitraum von einer Million Jahre analysiert werden. Derartige Prognosen zur räumlichen und zeitlichen Veränderung der geologischen Gegebenheiten bauen auf eine umfangreiche und verlässliche Datengrundlage auf. Vorhersagen erfordern komplexe Berechnungen und Modellierungen im mehrdimensionalen Raum auf unterschiedlichen Skalenebenen und unter Einbezug verschiedener geochemischer und geophysikalischer Wechselwirkungen. Eine zentrale Rolle spielt dabei auch die Beschreibung und Bewertung von Ungewissheiten.

Hohe Ansprüche müssen zudem an die Nachvollziehbarkeit der angewendeten KI-Methoden gestellt werden. KI-Methoden, die dem Transparenzanspruch des StandAV nicht genügen, bergen beträchtliche Risiken, das Vertrauen der Bevölkerung in den Auswahlprozess aufs Spiel zu setzen.

KI-Einsatz in Geowissenschaften in der Literatur

In den Geowissenschaften gibt es bereits heute eine hohe und stetig steigende Anzahl an Literatur, die sich mit dem Einsatz von KI beschäftigt. Die Quellen setzen sich unter anderem mit dem Erkennen,

¹ Krohn, J. et al. (2022): Anwendung der künstlichen Intelligenz (KI) für die Standortauswahl von tiefen geologischen Endlagern (AKI). Vorhaben mit FKZ 4721E03210 für das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE). Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/anwendung-der-kuenstlichen-intelligenz-ki-fuer-die-standortauswahl-von-tiefen-geologischen-endlagern-aki>

Segmentieren, Generieren und Verarbeiten von Daten in digitalen Bildern (Computer Vision), der Klassifizierung (Classification) oder der Zuordnung von Daten (Clustering) auseinander. Darüber hinaus zeigt die Literatur Einsatzgebiete auf, in denen mit KI-Methoden Ersatzmodelle (Surrogate Modelle) entwickelt, Schätzungen (Prediction), Vorhersagen oder Prognosen (Forecast) erstellt, sowie komplexe Zusammenhänge vereinfacht (Dimension Reduction), in komplexen Lösungsräumen nach besseren Lösungen gesucht (Optimization) oder Ausreißer und ungewöhnliche Muster erkannt und gekennzeichnet (Anomaly Detection) werden.

Es gibt demnach bereits umfangreiche Forschung auf dem Gebiet KI in den Geowissenschaften, sehr selten wird sie bisher auf reale Probenkampagnen angewandt. Aber erst mit einem konkreten direkten Einsatz in der Geologie können Erfahrungen mit KI in diesem Einsatzgebiet valide und zukunftsweisend mit Fokus auf das StandAV ausgewertet werden. Dabei ist insbesondere die Eignung der KI-Anwendung für die jeweilige Problemstellung zu prüfen und das Vorgehen im Hinblick auf den zusätzlichen Nutzen von KI im Vergleich zu herkömmlichen Methoden sowie in einer Gegenüberstellung von Potenzial und Risiken zu evaluieren und abzuwägen. Anschließend muss im Sinne der Übertragbarkeit für Einsatzfelder im StandAV geprüft werden, welche Anpassungen erforderlich sind und die Risiken dieser Anpassungen zusätzlich eingeschätzt werden.

KI im Kontext Standortauswahlverfahren

Nach Auswertung der Chancen und Risiken von KI-Methoden zeigt sich, dass zu den Kernstärken der KI das Datenmanagement sowie das Auswerten von Bildern und hochdimensionalen Datenräumen gehört. Im Bereich der Geodatenverarbeitung gewinnen zunehmend die Analyse von großen Datenmengen sowie auch die Interpretation ungenauer Daten mit Hilfe von KI an Bedeutung. Ein weiterer großer Nutzen der KI-Methoden in den geowissenschaftlichen Kategorien besteht in der genaueren Abbildung von zeitaufwendigen numerischen Berechnungen oder in der Optimierung der an die Datenverarbeitung anknüpfenden geostatistischen Analyse. Viele KI-Einsatzbereiche bieten darüber hinaus die Chance, ein besseres Verständnis von Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhängen der realen Prozesse erzielen zu können und damit die Objektivität der Bewertungen zu erhöhen. Allerdings steht letzteres im Widerspruch zu dem teilweise gleichzeitig vorhandenen Risiko, dass durch die ebenfalls häufig vorhandene Gefahr eines Daten- oder Entwickler-Bias bewusst oder unbewusst Einfluss auf die Entscheidungen von KI-Verfahren genommen werden kann. Aber die Chance, bisher nicht erfassbare Prozesse mit KI abbilden zu können, sollte in einem Prozess, der auf das Ziel „Endlagerstandort mit der bestmöglichen Sicherheit für mindestens eine Million Jahre“ ausgerichtet ist, zumindest näher geprüft werden.

Voraussetzungen für tragfähige Lösungen sind allerdings eine ausreichend qualitativ hochwertige Datenbasis sowie die Auswahl von KI-Anwendungen, deren Qualität und Eignung für die konkrete geowissenschaftliche Fragestellung ausführlich validiert sind. Ein großer Nachteil von KI ist deren meistens vorhandene Intransparenz. Diese birgt zum einen die Gefahr, dass Unsicherheiten bei Berechnungen über große Zeiträume verschleiert oder sogar zu nicht einsehbaren Fehlerketten akkumuliert werden können. Zum anderen ist eine negative Voreingenommenheit der Öffentlichkeit, die häufig aus einer Intransparenz der Verfahren resultiert, gefährlich für den gesamten Auswahlprozess. Unsere Analyse zeigt, dass selbst mit neuen KI-Anwendungen der sog. „erklärbaren künstlichen Intelligenz“ (XAI) nicht in allen KI-Einsatzgebieten gewährleistet werden kann, dass die angewendeten Methoden und die erreichten Ergebnisse nachvollziehbar darzustellen sind. Zusätzlich muss darauf hingewiesen werden, dass die Methoden der XAI selbst noch am Anfang stehen.

Der Einsatz von KI-Anwendungen eignet sich deshalb im StandAV ausschließlich dazu, Entscheidungen zu unterstützen, klassische Verfahren zu ergänzen oder als Kontrollinstanz zum Aufspüren von Fehlern und zur Bewertung von Ungewissheiten zu fungieren.