

Advangeo® – Anwendung von Verfahren der künstlichen Intelligenz zur Regionalisierung von bodenkundlichen Punktdaten, Stand der Forschung und Ausblick.

Andreas Knobloch, Silke Noack, Matthias Zeidler, Thomas Hertwig

Verfahren der künstlichen Intelligenz (KI) sind hervorragend zur Regionalisierung von bodenkundlichen Punktdaten geeignet. Aufbauend auf dem Lernvermögen künstlicher neuronaler Netze (KNN) können sowohl visuelle Beobachtungen (z.B. Erosionsanfälligkeit, Bodenkriechen) als auch Messwerte (chemische und physikalische Parameter, wie z.B. Elementgehalte, Bodentemperaturen, Bodenfeuchte) im Kontext flächenhaft verfügbarer Informationen (z.B. Höhenmodell, Flächennutzung, Geologie und Bodengeologie) zuverlässig und mit einem überschaubaren Aufwand regionalisiert werden.

Theoretischer Hintergrund des Verfahrens

Das in advangeo angewendete Analyseverfahren gehört zu den multivariaten statistischen Methoden. Das angewandte Verfahren (Netzparadigma) ist das Multilayer Perceptron (MLP). Es ist besonders für das überwachte Lernen von Zusammenhängen geeignet.

Der Ansatz künstlicher neuronaler Netze (KNN) hat gegenüber statistischen „Standard“-Verfahren (wie der Regression oder Diskriminanzanalyse) verschiedene Vorteile, wie die Fähigkeit zur Abbildung komplexer und nichtlinearer Zusammenhänge, die Möglichkeit qualitativer (Aussage: ja/nein bzw. Wahrscheinlichkeit des Auftretens) und quantitativer Modellierung (Aussage: zahlenmäßig belegte Mengen für z.B. Bodenabtrag oder Höhe des Elementgehaltes), „Lernfähigkeit“, Generalisierungsfähigkeit, Rauschtoleranz.

Anwendungsbeispiele

Die Methode wurde an vielen Beispielen angewendet. Einige von ihnen werden kurz beschrieben. Gute Ergebnisse werden auch bei der Vorhersage von Lagerstätten erzielt.

Prognose der Feuchtestufen in Waldböden

Als Lerndaten dienten exemplarisch an repräsentativen Gebieten ausgeführten Geländekartierungen des Bodens in Waldgebieten. Auf der Basis vorhandener Daten (z.B. Höhenmodell und davon abgeleitete Daten, Klimadaten, geologische Daten) wurde mit Hilfe von advangeo ein flächendeckendes Kartierergebnis (im gegebenen Falle ökologische Feuchtestufen) für das Lern- und das Vorhersagegebiet erzielt sowie dessen Belastbarkeit bewertet.

Prognose der Bodenbelastung in Siedlungsgebieten

Die Methode der künstlichen neuronalen Netze wurde für die Regionalisierung von Punktdaten in Siedlungsgebieten verwendet. Als flächenhafte Datengrundlagen dienten die zu bewertende Fläche insgesamt und die Höhe der Elementgehalte im Boden beschreibenden Daten, wie zum Beispiel: Gesteinszusammensetzung des geologischen Untergrundes, Bodenarten, Verbreitung und Formationen von Mineralgängen, Gehalt von

anthropogenen Beimengungen in den Probensubstraten, z. B. Hüttenschlacken, Flächennutzungen, DGM usw. Die an den diskreten Probenahmepunkten analysierten Elementgehalte stellen die Lerndaten dar.

Das Bewertungskriterium Kreuzvalidierung ergibt für die mit advangeo vorhergesagten Elementgehalte bessere Ergebnisse als für die mit Inversdistanz und Kriging vorhergesagten.

Prognose der Erosionsanfälligkeit von Böden (z.B. Erosionsschluchten, flächenhafter Bodenabtrag, Bodenkriechen)

Niederschlagsinduzierte Erosion bzw. substrat- und hangneigungsbedingte Rutschungen können sehr gut mit advangeo prognostiziert werden. Die Lernpunkte bzw. -flächen sind kartierte Erosions- und Rutschungserscheinungen. Datengrundlagen für die Lern- und Vorhersageprozesse sind zum Beispiel das DGM und seine Ableitungen (Hangneigungen, Hanglängen, Exposition, Wölbungen usw.; Fließakkumulation usw. usf.), allgemeine geologische und Substrateigenschaften (Gesteinsuntergrund, Verwitterungs- und Zersetzungsgrad des Untergrundes, Grob- und Feinboden, Feuchteindizes usw.) usw.

Vorhersagen wurden für verschiedenste Gebiete vom Einzugsgebiet der Weißeritz im Osterzgebirge (flächenhafter Bodenabtrag und Bodenkriechen) bis hin zu einem großen Gebiet im Nordosten der Republik Südafrika (Erosionsschluchten) gerechnet.

Für den flächenhaften Bodenabtrag wurden durch das virtuelle Einfügen von z. B. Heckenpflanzungen die erosionsmindernden Maßnahmen sichtbar und quantifizierbar gemacht.

Möglichkeiten hinsichtlich der Interpretation von Daten der Bodendauerbeobachtung

Das Verfahren liefert Rasterdaten, welche gut für die weitere Anwendung in flächenhaften Modellierungen und Prognosen (z.B. Bodenerosion, Grundwasserneubildung, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Flächennutzungsplanung, Vermeidung/ Einschätzung von Georisiken) geeignet sind.

Anschrift der Autoren:

Beak Consultants GmbH, Am St. Niclas Schacht 13, 09599 Freiberg;

andreas.knobloch@beak.de; thomas.hertwig@beak.de