

Prof. Dr.-Ing. Bernd Ettmer
Dr.-Ing. Daniel Hesse
Stefan Orlik, M. Eng.

Hintergrund und Förderung

Das Land Sachsen-Anhalt war 2002 und 2013 durch zwei außergewöhnliche Katastrophenhochwässer betroffen, die mehrere Milliarden Schäden an Infrastruktur und Privateigentum hervorgerufen haben. Ursache für die Schäden waren Deichbrüche, die zu Überschwemmungen geführt haben. Durch die an der Hochschule Magdeburg im Wasserbau eingesetzte Drohnentechnologie wurden seit 2013 Computermodelle entwickelt, mit denen zukünftige Extremhochwasserereignisse am Computer simuliert werden können. Die bereits an der Hochschule eingesetzte teilautonome photogrammetrische Drohnentechnologie lieferte hierzu umfangreiche Datengrundlagen. Diese Technologie soll KI-basiert erweitert werden, um im Wasser- und Umweltbereich potentielle Schadstellen und Schwachstellen in Deichen, Flüssen und Talsperren im Vorfeld möglicher Schadensereignisse zu identifizieren. Die Zukunftstechnologie des KI-Learning und die Anwendung von KI in Technologie und Forschung wird in Sachsen-Anhalt weiterentwickelt, bindet Know-how im Land und kann zur Ausgründung von Start-Ups bzw. Unternehmungen führen.

Eckdaten der Förderung:

- Förderprogramm: Sachsen-Anhalt WISSENSCHAFT Forschung und Innovation (EFRE)
- Durchführungsdauer: 4 Jahre, vom 01.01.2024 bis 31.12.2027
- Geplante Gesamtausgaben: 1.212.214,78 € (Förderbetrag EFRE (60%): 727.328,87 €, Förderbetrag LSA (40%): 484.885,91 €



Abb.1: Exemplarische Darstellung eines Risses an einem Deich [Quelle: www.nord24.de, abgerufen am 01.06.2024]

Datenaufnahme mit der Drohne

Die Leistungsfähigkeit von Messdrohnen nimmt kontinuierlich zu, so dass inzwischen zahlreiche topografische Vermessungen mit Messdrohnen vorgenommen werden. Die dabei erzielte Datenqualität ermöglicht neue Erkenntnisgewinne und die enorm zunehmende Datenquantität die Anwendung von neuartigen Analyse- und Auswerteverfahren.



Abb.2: Einsatz der Drohne im Gelände mit beispielhaftem Kontrollpunkt (weiße Plakette) und Prüfpunkt (orange Markierung) [links, Foto: B. Ettmer] und Drohne im Flug [rechts, Foto: D. Hesse]

Um die zumeist photogrammetrischen Aufnahmen der Messdrohnen (Luftbildaufnahmen) zielgerichtet nutzen zu können, sind weitere zum Teil umfangreiche Nacharbeiten in den aufgenommenen Datensätzen notwendig. Zudem zeigt sich immer wieder, dass der Einsatz der Messdrohnen in der Praxis zahlreichen Randbedingungen und Einflussgrößen wie bspw. Wind, Sonneneinstrahlung, Akkuladungsdauer usw. unterliegt. Durch KI-Technologie in der Datenanalyse soll der Einsatzbereich der Messdrohnen erweitert werden. Die Arbeitsgruppe Wasserbau und wasserbauliches Versuchswesen hat seit 2017 in 7 Forschungsvorhaben mit Messdrohnen zu wasserwirtschaftlichen Fragestellungen Know-how aufgebaut und verwendet diese Daten in hochaufgelösten Computersimulationen zur Vorhersage von wasserwirtschaftlichen Prozessen, u. a. Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) - Baden-Württemberg, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) - Sachsen-Anhalt (Abb. 2).

Für die geplanten Forschungsarbeiten soll daher eine neue Bild-Lidar-Messdrohne angeschafft werden. Sie verwendet im Gegensatz zur rein bildbasierenden photogrammetrischen Messdrohne zusätzlich ein laseroptisches Messverfahren (Abb. 3). Hierdurch kann die Datenqualität aus dem photogrammetrischen Verfahren um etwa den Faktor 16 (von +/- 5cm auf ca. +/- 3 mm verbessert werden. Eine solch hohe Datenqualität ist für eine Schadensdetektion mit anschließender KI-Auswertung maßgeblich, so dass die Verwendung der neuesten Drohnentechnologie einen enormen Fortschritt bei der Erfassung von Schadensbildern an Deichen und anderen Strukturen ermöglicht.

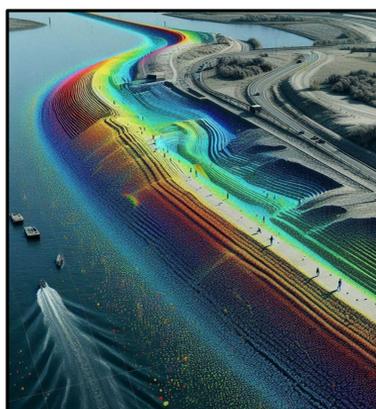


Abb.3: Exemplarische Punktwolke aus einem LiDAR-Scan an einem Deich [Mit KI erstellt, www.bing.de, 01.06.24]

Datenauswertung mit neuronalen Netzen und KI

Für unstrukturierte Daten wie z. B. die benannten Bilder von Deichoberflächen sind im Bereich der Künstlichen Intelligenz Deep-Learning-basierte Modelle dominierend, insbesondere verschiedene Convolutional-Neural-Network Architekturen, und neuerdings auch Vision Transformer. Bei der Klassifizierung lernen Machine Learning Algorithmen anhand von Input-Output Beispielen aus einem Problembereich eine Klassenbezeichnung zuzuweisen, wie z.B. Drohnenbefliegungsbilder zu Schadensklassen, vgl. Abb. 4. Die Multi-Class Klassifikation bezieht sich auf Klassifizierungsaufgaben, die mehr als zwei Klassenbezeichnungen haben, wie bspw. verschiedene Schadensklassen an Deichen.

Anders als bei der binären Klassifizierung über eine Ja/Nein-Entscheidung werden die Beispiele einer von mehreren bekannten Klassen zugeordnet. Für die Modellierung von Klassifizierungsproblemen gibt es zahlreiche unterschiedliche Arten von Algorithmen. Durch die hohe Anzahl der Modellparameter bei Deep Learning Modellen ist eine erhebliche Menge an annotierten Daten für das Trainieren der Modelle notwendig, wie hier bspw. die unterschiedlichen Ausprägungsformen von Löchern und Rissen in Deichen. Ein wesentlicher Durchbruch zur Reduktion des Datenbedarfs bei Deep Learning Verfahren beruht auf dem Self-Supervised Learning Ansatz.

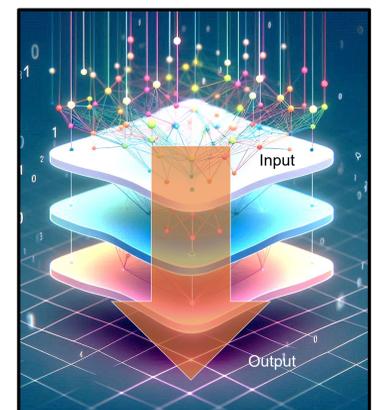


Abb.4: Prinzipielle Darstellung der Neuronen (Knoten), der Verbindungen und der Layer eines neuronalen Netzes [Mit KI erstellt, www.bing.de, 01.06.24]

Hierbei wird das Modell erst auf einem großen verfügbaren Datensatz trainiert und danach an die eigene Fragestellung angepasst. Sowohl Messdrohnentechnologie wie auch KI-basierte Analyseverfahren sind hochaktuell in ihrer Entwicklung und Anwendung.

Projektziele

Übergeordnetes Ziel:

- Weiterentwicklung autonom agierender detektierender KI-Drohnentechnologie (Abb. 5) im Wasser- und Umweltsektor

Weitere Teilziele:

- Entwicklung von KI-Learning-Tools für bildgebende Datenstrukturen und Laserscanning Datenstrukturen
- Applikation des KI-Tools auf die photogrammetrische Bildverfahren in Messdrohnen
- KI-basierte Identifizierung von Schäden an Deichen, Wasserbauwerken und Vegetationserfassung in Flüssen
- Publikation der Ergebnisse in anerkannten Fachjournals



Abb.5: Einsatz der LiDAR-Drohne im Gelände, exemplarische Darstellung [Mit KI erstellt, www.bing.de, 01.06.24]

