

- ▼ Julia Albicker, Elena Yanakieva, Vanessa Knittel, Vanessa Welker, Thomas Becka, Barbara Pampel, Annette Bieniusa, Johannes Huwer und Christoph Thyssen

Nichtgenerative KI im Biologieunterricht am Beispiel von Bilderkennung zur Blattbestimmung

Im Projekt „GeNIUS (Gelingensbedingungen naturwissenschaftlich-informatischen Unterrichts)“ wurde mit Lehrkräften eine Unterrichtseinheit inkl. flankierender Lehrkräftefortbildung konzipiert, in der Funktionsprinzipien von Künstlicher Intelligenz (KI) beim Einsatz zur Bilderkennung im Kontext einer Blattbestimmung untersucht werden. Mittels spezifischer Trainings- und Testdatensätze können deren Einflüsse auf die Ergebnisse in einem vorstrukturierten Setting demonstriert und untersucht werden. Adressierte Ziele sind – neben biologischen Aspekten – Kompetenzen und Wissen zur Funktionsweise und Anwendung von KI bei der Merkmalsidentifikation von Laubblättern.

Verortung in der Lehrpersonenbildung

- ◆ Entwickelt im Kooperationsprojekt GeNIUS der Universität Konstanz (Fachdidaktik Naturwissenschaften & Informatik) und der RPTU Kaiserslautern-Landau (Fachdidaktik Biologie & Softwaretechnik)
- ◆ Fach: Biologie
- ◆ 4-stündige Unterrichtsreihe und 4-stündige Fortbildung
- ◆ Zielgruppen: Lernende Klasse 7 und Lehrkräfte Sek I
- ◆ Lehramt: Gymnasien, Haupt- und Realschule;
- ◆ Teilnehmendenzahl pro Durchgang: Klassenstärke, bis 20 Lehrkräfte

Adressierte KI-Anwendungen

- ◆ Maschinelles Lernen (ML)
- ◆ Computer Vision
- ◆ Deep Neural Networks

Vorwissen der Teilnehmenden

- ◆ Nur Lehrkräfte: biologisches Wissen zu Blattmerkmalen und zur Artbestimmung
- ◆ Wünschenswert sind technische Fertigkeiten im Umgang mit digitalen Werkzeugen.

Praktische Tipps zur Durchführung

- ◆ Zugänge zur Plattform „Machine Learning for Kids“ sollten frühzeitig beantragt oder selbst angelegt werden.
- ◆ Der Einsatz realer Blätter sollte erst im Nachgang erfolgen, da sonst a) die Ergebnisse eventuell nicht reproduziert werden können und b) Unterschiede in den Blättern als Ursache für Ergebnisvariationen nicht ausgeschlossen werden können.
- ◆ Integration nichttrainierter Objekte in die Testung kann den Diskurs intensiveren und Grenzen der KI noch klarer aufzeigen.

Einordnung des Lehrvorhabens

Technische Basiskompetenzen		
○ ○ ○ ○ ○		
Allgemeinere Kompetenzen		
Assessment, Feedback, Adaptivität	○ ○ ○ ○ ○	
Dokumentation	○ ○ ○ ○ ○	
Präsentation	○ ○ ○ ○ ○	
Kommunikation/Kollaboration	○ ○ ○ ○ ○	
Recherche und Bewertung	○ ○ ○ ○ ○	
Fachspezifischere Kompetenzen		
Messwert- und Datenerfassung	● ● ● ● ●	KI.MD.T.N1, KI.MD.T.B1, MD.T.B2, KI.MD.T.A1, KI.MD.F.N1, KI.MD.U.N1, KI.MD.F.B1, KI.MD.U.A2
Datenverarbeitung	● ● ● ● ●	KI.DV.T.B1, KI.DV.T.N3, KI.DV.T.N4, KI.DV.T.A1, KI.DV.F.N2, KI.DV.F.B1, KI.DV.M.N1, KI.DV.M.N2, KI.DV.U.A2
Simulation und Modellierung	○ ○ ○ ○ ○	

▲ **Abb. 1** Adressierte Kompetenzen

Beschreibung des Lehrvorhabens

Das Projekt GeNIUS fokussiert die gezielte Einbindung informatischer Grundkompetenzen und -konzepte, wie z.B. KI, in den naturwissenschaftlichen Unterricht. Synergetisch soll dies im vorliegenden Konzept Potenziale und Effekte der Integration von KI, Computational Thinking und Data Literacy als Elemente und Mittel des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses erschließen und untersuchen. Erkenntnisgewinnung wird sowohl in der Forschung (van Noorden & Perkel, 2023) als auch im Falle naturwissenschaftlicher Fragestellungen im Bereich von Freizeitinteressen (wie z.B. der Artbestimmung) immer stärker von KI-Systemen unterstützt. So werben Pflanzenbestimmungsapps wie z.B. Flora Incognita (Mäder et al., 2021) ganz gezielt damit, dass die fotobasierte Bestimmung mittels KI (Convolutional Neural Network) erfolgt. In diesem Kontext kommen Endanwender wie Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler im Alltag ganz bewusst und regelmäßig mit KI in Kontakt und es stellt sich die Frage, wie verlässlich die von der App gelieferten Ergebnisse

sind und wie diese zu Stande kommen. Wie in der Forschung auch (Messeri & Crockett, 2024) öffnen sich also authentische Zugänge mit der Möglichkeit einer kritischen Analyse des KI-Einsatzes und seiner Grenzen.

An diesen Einsatz von Bestimmungsapps anknüpfend wird in der Lerneinheit zur Blattbestimmung ausgehend von der traditionellen, analogen Methode die Funktionsweise und der Workflow zum Einsatz von KI für diesen Zweck untersucht. Im Fokus steht dabei nicht die Verwendung von Bestimmungsapps, sondern auch die eigenständige Arbeit mit KI-Modellen und deren Training und Testung durch die Schülerinnen und Schüler. Ein zentrales Lernziel ist das Verständnis der Abhängigkeit der Zuverlässigkeit KI-gestützter Systeme von der Auswahl, Qualität und Quantität der Trainingsdaten.

Aufbau der Unterrichtsreihe



Stunde 1

Einführung
Pflanzenbestimmung
& KI

Motivation & Problem: Grad der Verlässlichkeit von Bestimmungen mit

- Welche Merkmale und Schritte sind für eine Blattbestimmung notwendig?
- Wie bereitet man eine KI zur Blattbestimmung vor?
- Hat die Vorbereitung der KI einen Einfluss auf das Ergebnis?

Stunde 2

Merkmale &
Bestimmung von
Laubblättern

Welche Merkmale und Schritte sind für eine Blattbestimmung notwendig?

- Bestimmungsmerkmale & Ausprägung, Arten & Merkmalskombinationen, Typus-Exemplare
- Ablauf einer Bestimmung, Flussdiagramm, Algorithmus

Stunde 3

Trainieren & Testen
der Bestimmungs-KI

Wie bereitet man eine KI zur Blattbestimmung vor?

- Wie eine KI lernt: Elemente & Ablauf des KI-Trainings, Flussdiagramm
- KI-Training, Blattbestimmung, strukturierte Ergebnissichtung

Stunde 4

Analyse & Diskussion
der Ergebnisse

Hat die Vorbereitung der KI einen Einfluss auf das Ergebnis?

- Einfluss von Trainingsdaten & -kategorien
- Konsequenzen (z.B. auch Selbsttest mit Gesicht & Einstufung als Blatt)

▲ **Abb. 2** Aufbau und didaktisch-inhaltliche Gliederung der Unterrichtseinheit

KI-bezogene Kompetenzen zur Zuverlässigkeit von KI mittels didaktisch strukturierter KI-Trainings fördern

Die Unterrichtseinheit umfasst 4 Schulstunden (je 45 Minuten). Ausgehend von explorativen Fragen zur Zuverlässigkeit der App (vgl. Abb. 2) hinsichtlich einer korrekten Bestimmung werden damit verknüpfte Fragestellungen in Bezug auf Prinzipien einer biologischen Artbestimmung (auch mittels KI, KI.MD.F.N1, KI.MD.F.B1) anhand von Blattmerkmalen, der Vorbereitung einer KI für solche Bestimmungen und Hypothesen, inwiefern die Vorbereitung die Ergebnisse beeinflusst, in Stunde 1 herausgearbeitet (vgl. Abb. 2).

Dafür werden im Anschluss an Stunde 2, die einen biologischen Schwerpunkt aufweist, in Stunde 3 zuerst mit Flussdiagrammen die notwendigen Schritte und der Ablauf zur Vorbereitung eines

einsetzbaren KI-Modells zur Blattbestimmung erlernt. Mit Lehrkräften werden deshalb in der Lehrkräftefortbildung dafür geeignete Systeme sowie deren Funktionsweisen, -prinzipien und Grenzen (Krauss, 2023) thematisiert (KI.MD.T.N1, KI.MD.T.B1, MD.T.B2) und getestet (KI.MD.T.A1).

Für die fachdidaktische und unterrichtliche Perspektive der Unterrichtsreihe werden Parallelen und Unterschiede der analogen und KI-basierten Bestimmung thematisiert und mittels schultauglicher Systeme (KI.MD.U.N1) in der Praxis verglichen. Hierbei können weiterhin Aspekte wie notwendige Internetverbindung, Accountverwaltung und ein ggf. möglicher Export der KI-Modelle betrachtet werden. Entsprechend der dargelegten Prinzipien der Unterrichtseinbindung werden Lehrkräfte in die Lage versetzt, die vorgestellte Unterrichtsreihe anzupassen und vergleichbare Unterrichtsreihen zu planen (KI.MD.U.A1).

Lessons Learned – Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Lehrkräfte waren nach den Fortbildungsmaßnahmen in der Lage, die Unterrichtsreihe durchzuführen. Obgleich als Hardware nur Tablets benötigt werden, zeigt sich die Wichtigkeit einer robusten Software-Lösung, die beispielsweise resilient bzgl. temporärer Netzwerkprobleme ist. Sowohl Lehrkräfte als auch Schülerinnen und Schüler waren anhand der ersten Evaluierungen in der Lage, den Einsatz von KI kritisch zu reflektieren. Eine Vorbedingung dafür, dass aus den in den Tests erhaltenen Ergebnissen Schlussfolgerungen bzgl. der Einflüsse von Trainingsdaten auf die Zuverlässigkeit und Korrektheit des Outputs einer KI gezogen werden können, ist ein dafür speziell strukturiertes System verschiedener Trainingsdatensätze mit Fotos von Laubblättern in Kombination mit einem für alle Arbeiten identischen Set aus Fotos für die

anschließenden Tests. Wenn identische Fotos abhängig von den genutzten Trainingsdatensätzen in der Testung unterschiedliche Ergebnisse liefern, kann man den Einfluss spezifischer Kriterien der Bilder (im übertragenen Sinne Blattmerkmale) eingrenzen und diskutieren. Wenn z. B. herbstlich gefärbte Blätter einer Art nicht mehr korrekt von der KI bestimmt werden können, lässt sich daraus ableiten, dass die Blattfarbe (d. h. ein diesbezüglich entweder stimmiger oder ausreichend variabler Trainingsdatensatz) von Bedeutung sind. Wenn die KI gleichzeitig dennoch vergleichsweise hohe Konfidenz-Werte angibt, d. h. auch für Falschbestimmungen eine vergleichsweise hohe Sicherheit rückmeldet, werden daraus resultierende Probleme und generelle Probleme hinsichtlich der Transparenz von Ergebnissen erkennbar.

Über die Autorinnen und die Autoren

- **Julia Albicker** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Uni Konstanz und der PH Thurgau.
- **Elena Yanakieva** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der RPTU Kaiserslautern-Landau.
- **Vanessa Knittel** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Konstanz.
- **Vanessa Welker** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der RPTU Kaiserslautern-Landau.
- **Dr. Thomas Becka** unterstützt das Kooperationsprojekt GeNIUS als abgeordnete Lehrkraft.
- **Dr. Barbara Pampel** ist ist Tenure-Track-Professorin mit Schwerpunkt Lehre für Grundlagen und Didaktik der Informatik an der Uni Konstanz.
- **Prof. Dr. Annette Bieniusa** ist Professorin für Softwaretechnik im Fachbereich Informatik an der RPTU Kaiserslautern-Landau.
- **Prof. Dr. Johannes Huwer** ist Brückenprofessor für Fachdidaktik der Naturwissenschaften an der Universität Konstanz und der Pädagogischen Hochschule Thurgau.
- **Prof. Dr. Christoph Thyssen** ist Professor für Fachdidaktik Biologie an der RPTU Kaiserslautern-Landau.

Literatur

- Krauss, P. (2023). Herausforderungen der KI. In P. Krauss (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz und Hirnforschung: Neuronale Netze, Deep Learning und die Zukunft der Kognition* (S. 187–196). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-67179-5_18
- Mäder, P., Boho, D., Rzanny, M., Seeland, M., Wittich, H. C., Deggelmann, A. & Wäldchen, J. (2021). The Flora Incognita app – Interactive plant species identification. *Methods in Ecology and Evolution*, 12(7), 1335–1342. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13611>.
- Messeri, L. & Crockett, M. J. (2024). Artificial intelligence and illusions of understanding in scientific research. *Nature*, 627(8002), 49–58. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07146-0>.
- van Noorden, R. & Perkel, J. M. (2023). AI and science: what 1,600 researchers think. *Nature*, 621(7980), 672–675. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-02980-0>.