

Forschungsheft Biologie

Bestimmung von Laubbäumen Mensch vs. KI



Name:

Anonyme Forschungs-ID:

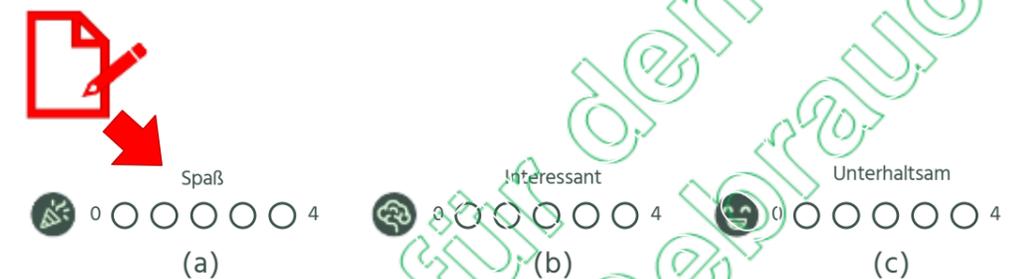


Forschen hat sich im Laufe der Zeit stark verändert. Früher waren es vor allem Gelehrte, die komplexe Themen erforschten. Heute kann jeder dank des Internets und moderner Technologien die Welt erforschen. Die ständige Weiterentwicklung von Geräten und Technologien hat die naturwissenschaftliche Forschung revolutioniert und ermöglicht immer schnellere Fortschritte, z.B. beim Sammeln von Daten und Durchführen von Experimenten. Aber trotz aller Veränderungen gibt es beim Forschen Dinge, die sich nicht verändern: Forschen bedeutet schon immer, nicht nur Lösungen zu finden, sondern dabei auch kreativ zu sein, um Neues zu entdecken. Deshalb ist es für Forschende wichtig, die tatsächlich durchgeführten Arbeitsschritte einer selbst entwickelten Lösung klar darzustellen. Neben den Ergebnissen selbst muss deshalb auch der Lösungsweg klar dokumentiert werden. Nur so können andere verstehen, wo eventuelle Fehlerquellen durch die Nutzung bestimmter Methoden, Technologien oder Geräte versteckt sein könnten und wie genau die Ergebnisse überhaupt sein können.

In diesem Forschungsheft kannst du das Forschen trainieren. Du kannst auch darüber nachdenken, was du unter Forschung verstehst, welches Bild du von moderner Forschung und wissenschaftlichem Arbeiten hast. Oft zeigt sich, dass man beim naturwissenschaftlichen Forschen auch Methoden und Technologien nutzen und gut gebrauchen kann, die gar nicht aus der Biologie, Chemie oder Physik kommen.

Viel Erfolg und Spaß dabei!

In diesem Heft sind an mehreren Stellen Feedback-Möglichkeiten zum Ankreuzen, wie diese hier, versteckt:



Wir möchten gerne wissen, wie motivierend du die einzelnen Teile von dieser Unterrichtseinheit findest. Die drei Zeichen stehen für drei Aussagen, bei denen du entscheiden kannst, ob sie zutreffen:

- (a)  Die Tätigkeit in der letzten Lerneinheit hat mir Spaß gemacht.
- (b)  Ich fand die Tätigkeit in der letzten Lerneinheit sehr interessant.
- (c)  Die Tätigkeit in der letzten Lerneinheit war unterhaltsam.

Es gibt die folgenden Antwortmöglichkeiten von 0 bis 4:

- 0 – stimmt gar nicht
- 1 – stimmt wenig
- 2 – stimmt teils-teils
- 3 – stimmt ziemlich
- 4 – stimmt völlig

Laubbaumbestimmung

Du hast sicher schon das ein oder andere Mal ein Blatt in deinen Händen gehalten und dich gefragt, um welche Baumart es sich dabei handelt, oder?

Wie praktisch es doch wäre, wenn du ganz einfach ein Bild von solch einem Blatt machen könntest und dir eine Technologie sofort deine Frage beantwortet. Und das ist sogar möglich, etwa mit der App zur Pflanzenbestimmung *Flora Incognita*. Diese arbeitet mit einer Künstlichen Intelligenz (KI).

Um Einblicke in die Funktionsweise einer derartigen Technologie zu erhalten, werden wir uns in diesem Projekt mit den typischen Merkmalen von Laubblättern befassen. Anschließend werden wir eine KI darauf trainieren drei Laubbaumarten anhand ihrer Merkmalsausprägungen voneinander zu unterscheiden. Dabei klären wir auch die Frage, wie zuverlässig die KI ein Laubblatt der korrekten Art zuordnen kann.



Quelle¹

INHALTSVERZEICHNIS

Wer forscht hier?	4-6
Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil I)	7-9
Apps zur Pflanzenbestimmung	10-11
Merkmale von Laubblättern	12-19
Algorithmus zur Bestimmung von Laubblättern	20-23
Eine Künstliche Intelligenz zur Pflanzenbestimmung	24-32
Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)	33-35
Tipps, Vorlagen zum Ausschneiden & Quellen	36-37

Wer forscht hier?

? AUFGABE 1

Um dich und deine bisherigen Forschungs-Erfahrungen besser kennenlernen zu können, bitten wir dich, die folgenden Fragen zu beantworten:

Wie alt bist du? _____ Jahre

Welchem Geschlecht ordnest du dich zu?

- männlich
- weiblich
- divers
- Das möchte ich nicht angeben.

Hattest du in der Schule schon einmal Informatikunterricht?

- Nein
- Ja, in einer kurzen Unterrichtseinheit / einem kurzen Projekt (max. 2 Wochen)
- Ja, in einer längeren Unterrichtseinheit / einem längeren Projekt (max. ½ Jahr)
- Ja, als AG oder als Unterrichtsfach (mehr als ½ Jahr)

Beschäftigst du dich in deiner Freizeit mit Informatik?

- Nein
- Ja, und zwar:
 - In einer AG
 - Ich bringe mir selbst Programmieren bei.
 - Sonstiges: _____

Hast du schon einmal mit Mikrocontrollern gearbeitet (z.B. Calliope, Raspberry Pi, Arduino, Microbit, ...)?

- Nein
- Ja

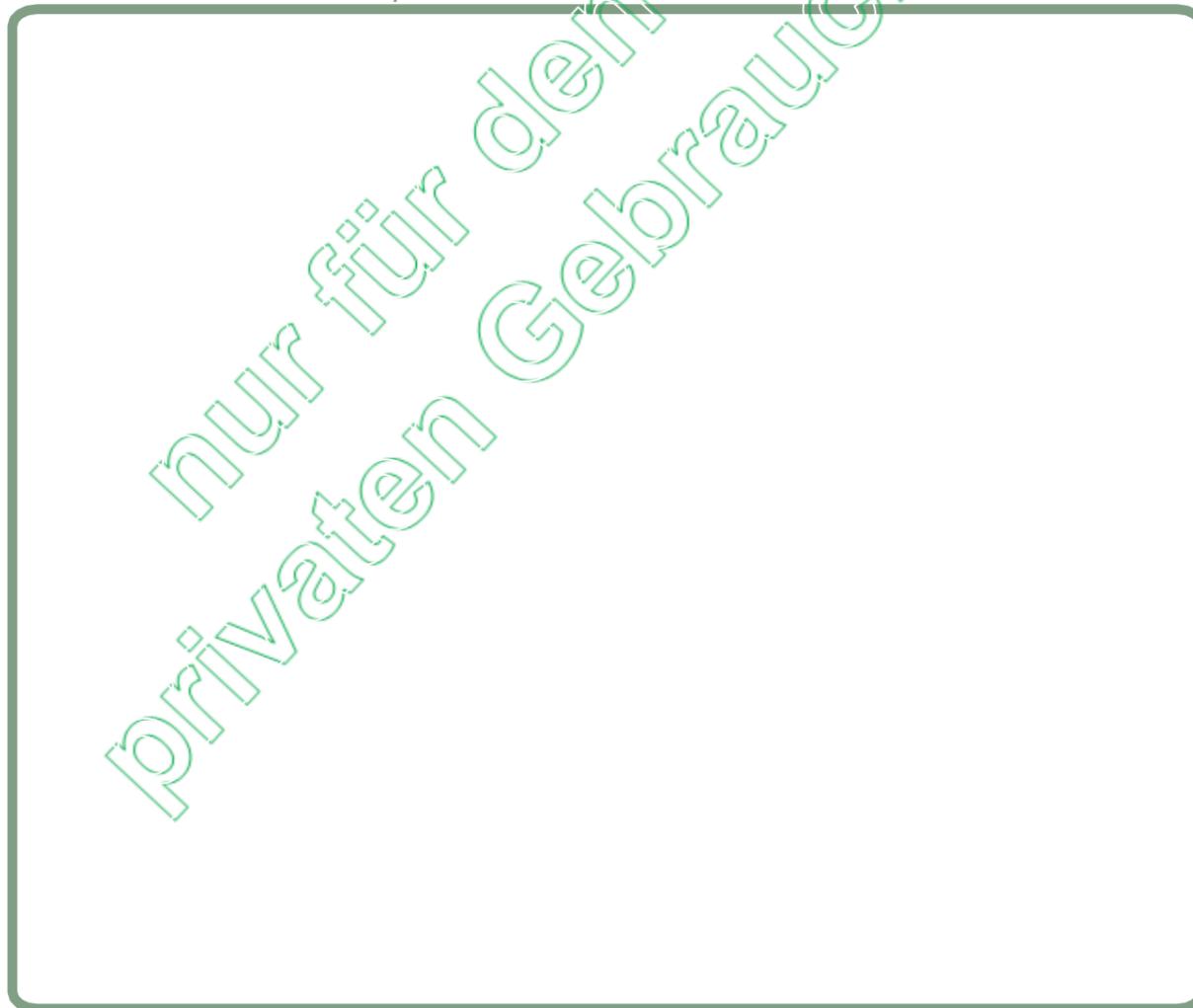
Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil I)

? AUFGABE 2

Wer bist du? Wenn du möchtest, kannst du dir auf dieser Seite einen Spitznamen geben, der dich und deine Forschung, die du gerne machen möchtest, beschreibt. Darunter kannst du dich selbst beim Forschen malen.

Spitzname: _____

So sehe ich aus, wenn ich forsche:



? AUFGABE 3

Lies dir die gesamte Aufgabenstellung gut durch, bevor du mit der Aufgabe startest.

- 1) Erstelle mithilfe der Sticker auf der freien Fläche auf der nächsten Seite ein Bild, das zeigt, **wie du selbst die Naturwissenschaften** siehst.
- 2) Überlege dir dazu, was aus deiner Sicht alles zu den Naturwissenschaften gehört, und klebe die Sticker so zusammen, dass es zu deinem Bild der Naturwissenschaften wird.

Hinweise:

- Du darfst dir dabei selbst **aussuchen, wie viele** Sticker du für dein Bild aufklebst.
 - Wenn du in deinem Bild etwas darstellen möchtest, für das es keinen passenden Sticker gibt, darfst du das **dazu malen**. Bitte **beschrifte** alles, was du malst.
- 3) Gerne darfst du Sticker, zwischen denen es nach deiner Meinung einen Zusammenhang gibt, **mit einem Pfeil verbinden** oder **zusammen gruppieren**. Du darfst die Pfeile und Gruppierungen auch **beschriften**, um den Zusammenhang zu erklären.



Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil I)

Mein Bild der Naturwissenschaften

nur für den
privaten Gebrauch

nur für den
privaten Gebrauch

Apps zur Pflanzenbestimmung



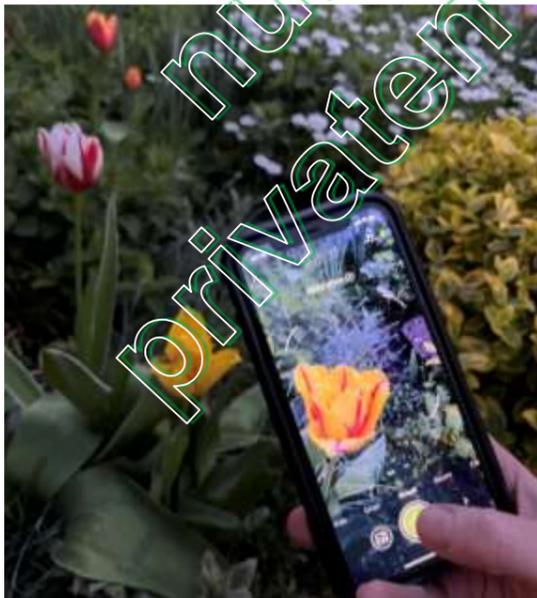
Entdecke die Pflanzenvielfalt

KI gestützte Pflanzenbestimmung trifft Citizen Science

Quelle²

FLORA INCOGNITA – eine KI-gestützte App zur Pflanzenbestimmung

Mehr als 16.000 unterschiedliche Pflanzenarten kannst du mithilfe der App *Flora Incognita* bestimmen. Für jede Art steht dabei ein umfangreicher Steckbrief zur Verfügung, der dir Informationen über die typischen Merkmale, die Verbreitung und den Schutzstatus der jeweiligen Pflanze liefert.



Quelle³



Quelle²

Doch inwieweit kann man der Bestimmung von Pflanzen durch eine KI vertrauen?

In unserem Projekt soll genau diese Frage geklärt werden. Wir untersuchen, ob eine von uns trainierte KI aussagekräftige Ergebnisse liefert und die zuvor ausgewählten Laubbaumarten anhand ihrer Blätter zuverlässig bestimmt.

Doch bevor wir die KI trainieren und testen können, müssen wir uns näher mit den Objekten auseinandersetzen, die erkannt werden sollen: die Blätter des Bergahorns, der Rotbuche und der Hainbuche. bestimmt.



Bergahorn (Quelle⁴)



Rotbuche (Quelle⁴)



Hainbuche (Quelle⁴)

Welche Merkmale haben die Laubblätter gemeinsam und worin unterscheiden sie sich?

Kann die KI mit einem geeigneten Trainingsdatensatz lernen die drei Arten zuverlässig voneinander zu unterscheiden?

Lerne die Möglichkeiten und Grenzen dieser spannenden Technologie im Rahmen unseres Projektes kennen.

Merkmale von Laubblättern

Welche Merkmale und Schritte sind für eine Blattbestimmung notwendig?

INFO

Wenn Biologen eine Pflanzenart genau beschreiben möchten, werden für die Art typische Merkmale notiert und außerdem Typus-Exemplare gesammelt. Das sind Pflanzen oder Pflanzenteile, die repräsentativ für die Art sind. Sie zeigen also Merkmalsausprägungen, die für die Art besonders typisch sind.

? AUFGABE 4

Notiere zu den gezeigten Laubblättern deren Artnamen und die Merkmalsausprägungen, die du am Blatt erkennen kannst.

Artname:

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite

Farbe

Blattrand

Blattstiel

(Seiten-)Adern

Blattunterseite



Artname:

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite

Farbe

Blattrand

Blattstiel

(Seiten-)Adern

Blattunterseite



Artname:

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite

Farbe

Blattrand

Blattstiel

(Seiten-)Adern

Blattunterseite



Merkmale von Laubblättern

ZUSATZAUFGABE

Hier kannst du weitere Laubblätter und deren Merkmalsausprägungen eintragen, Wende dich hierzu an deine Lehrkraft. Entweder sie gibt dir vor, welche Arten du beschreiben sollst, oder du darfst dir selbst welche aussuchen.

Darüber hinaus hast du auch die Möglichkeit, Zeichnungen von den ausgewählten Laubblättern anzufertigen.

Artname:

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite

Farbe

Blattrand

Blattstiel

(Seiten-)Adern

Blattunterseite

Artname:

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite

Farbe

Blattrand

Blattstiel

(Seiten-)Adern

Blattunterseite

Artname:

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite

Farbe

Blattrand

Blattstiel

(Seiten-)Adern

Blattunterseite

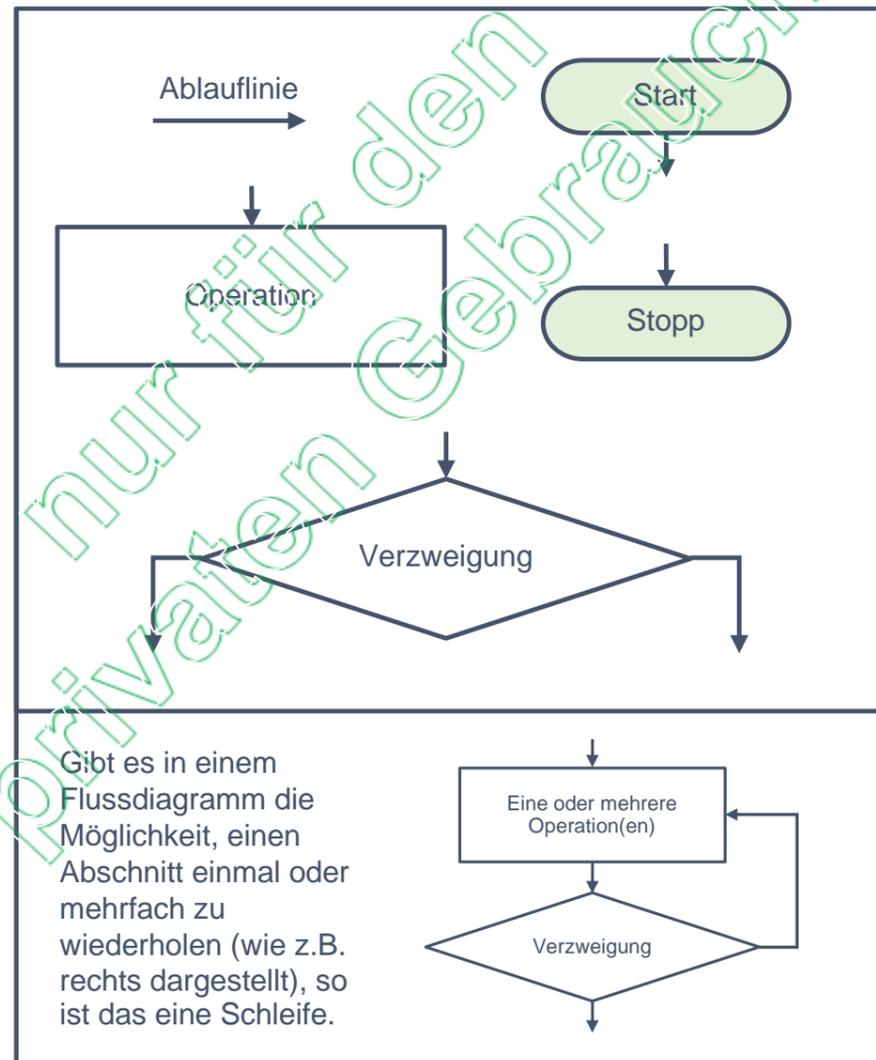
Algorithmus zur Bestimmung von Laubbäumen

DEFINITION

Ein Algorithmus ist eine **Handlungsvorschrift** mit **eindeutig formulierten** und **ausführbaren** Anweisungen zum Lösen eines Problems. Um den Algorithmus anzuwenden, müssen diese Anweisungen Schritt für Schritt befolgt werden.

Algorithmen lassen sich anhand von Flussdiagrammen darstellen. Flussdiagramme setzen sich aus einheitlichen Bausteinen zusammen.

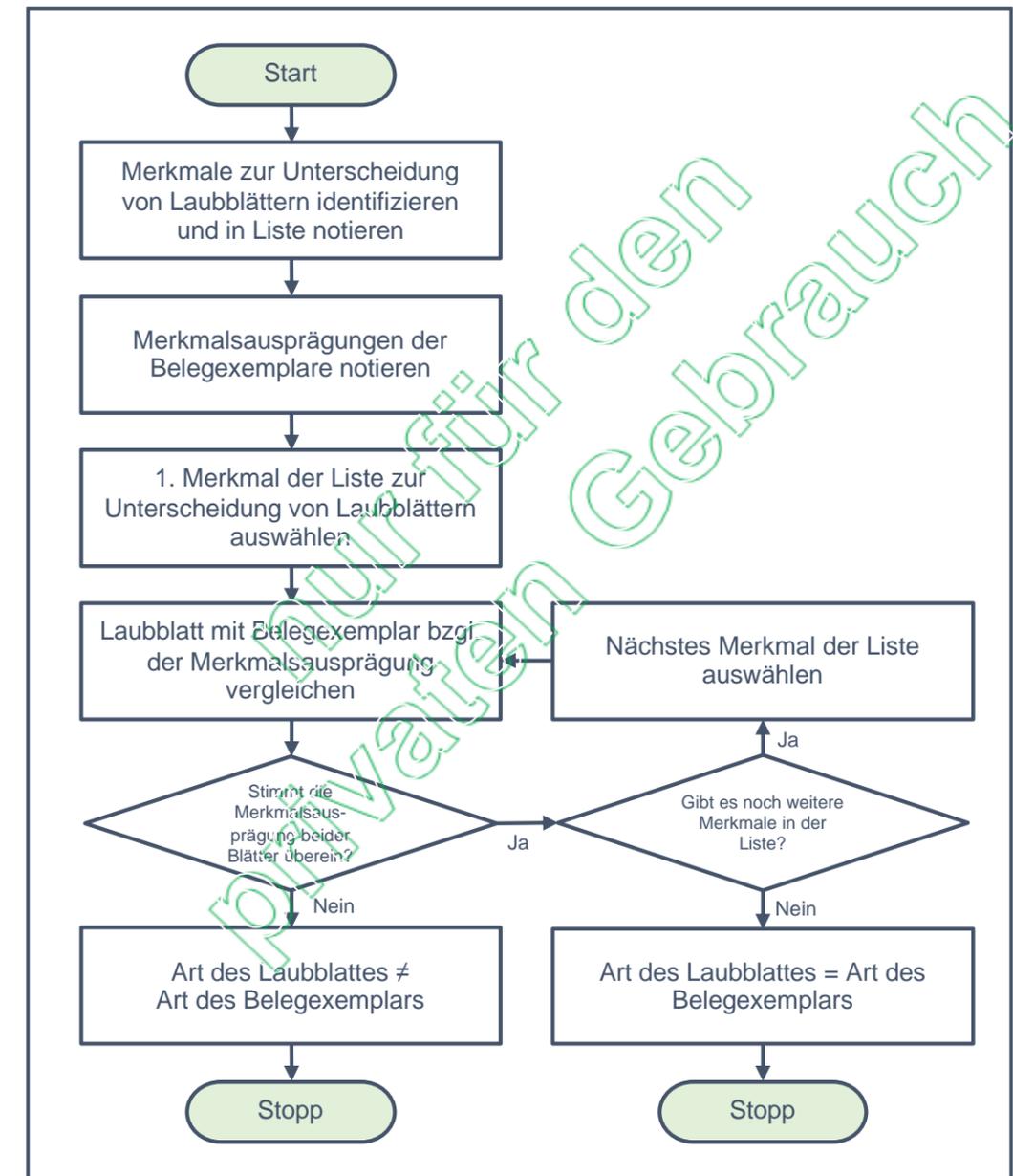
Elemente eines Flussdiagramms



Box 1

Hier haben wir eine Handlungsvorschrift für die Bestimmung von Laubbäumen dargestellt. Das gezeigte Flussdiagramm gibt dabei klar wieder, welche Schritte befolgt werden müssen, um eine Laubbaumart anhand der Merkmalsausprägung ihrer Blätter bestimmen zu können.

Bestimmung durch den Vergleich mit Belegexemplaren



Box 2

Eine Künstliche Intelligenz zur Pflanzenbestimmung

Wie bereitet man eine KI zur Blattbestimmung vor?

Info

Bevor man eine KI zur Bestimmung verwenden kann, muss sie trainiert und getestet werden.

Dafür wird ein **Trainingsdatensatz** vorbereitet, der aus Laubblatt-Fotos der Arten besteht, die man bestimmen möchte. Aus diesem „lernt“ die KI.

Danach testet man mit einem **Testdatensatz**, ob die KI die Pflanzen richtig bestimmt. Wenn sie noch viele Fehler macht, muss der Trainingsdatensatz angepasst werden. Der Testdatensatz und der Trainingsdatensatz dürfen nicht aus denselben Fotos bestehen.

Wir trainieren und testen nun eine Künstliche Intelligenz (KI) zur Bestimmung der Laubbaumarten Rotbuche, Hainbuche und Bergahorn.

? AUFGABE 5

- 1) Erstelle ein Flussdiagramm, das beschreibt, wie man eine KI für das Bestimmen von Laubblättern trainiert und testet. Schneide hierfür die Textelemente in Box 4 (S. 37) aus und ordne sie in einem sinnvollen Verlauf in Box 3 an. Skizziere um die Texte die passenden Formen und Verbindungspfeile, sodass ein korrektes Flussdiagramm entsteht. Klebe die Texte auf, nachdem ihr die Anordnung in der Klasse besprochen habt.
- 2) Überlegt euch gemeinsam in der Klasse, was bei der Auswahl der Fotos für den Trainingsdatensatz wichtig sein könnte. Ist es zum Beispiel wichtig, welche Farbe die Blätter auf den Fotos haben? Sammelt Ideen, wie man herausfinden könnte, welche Auswirkung die Laubblätter im Trainingsdatensatz auf die KI haben.

Training und Testen einer KI zum Bestimmen von Laubblättern

Box 3

Diese Vorgehensweise zum Trainieren und Testen einer KI werden wir jetzt praktisch anwenden. Dazu verwenden wir die Plattform *Machine Learning for Kids*. Auf den nächsten drei Seiten findet ihr eine Anleitung, wie ihr diese Plattform nutzen könnt.

Eine Künstliche Intelligenz zur Pflanzenbestimmung

Anleitung – Trainieren einer KI

Webseite öffnen und einloggen

1. Öffne die Webseite zu *Machine Learning (ML) for Kids* durch das Scannen des QR-Codes oder alternativ über diesen Link: <https://www.genius-schule.de/ml/>
2. Tippe auf „Einloggen“ und gib deinen Benutzernamen und dein Passwort ein (beides bekommst du von deiner Lehrkraft).



Projekt erstellen

1. Um zu starten, tippe auf den Button **Zu neuen Projekten**.
2. Erstelle ein neues Projekt, indem du auf diesen Button tippst: **+ Erstelle ein neues Projekt**
3. Gib deinem Projekt den Namen „Bestimmung mit Datensatz x“ (wobei du das „x“ durch die Nummer des Datensatzes ersetzt, mit dem deine Gruppe arbeitet.).
4. Wähle unter „Project Type“ die Option „Erkenne Bilder“ aus, um anzugeben, dass dein Trainingsdatensatz aus Bild-Dateien besteht.
5. Wähle bei „Storage“ die Option „In the cloud“ aus.
6. Tippe auf den Button **ERSTELLE**.
7. Öffne das Projekt, indem du auf das passende Feld tippst:

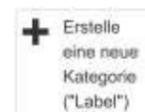


Trainingsdatensatz erstellen

1. Um Bilder von Laubblättern zu deinem Trainingsdatensatz hinzuzufügen, tippe den Button „Trainieren“ an:



2. Erstelle nun für jede Laubblatt-Art, die deine KI erkennen soll, eine neue Kategorie. Tippe dafür auf den rechts abgebildeten Button und schreibe den Namen der Art in das Feld „label“.

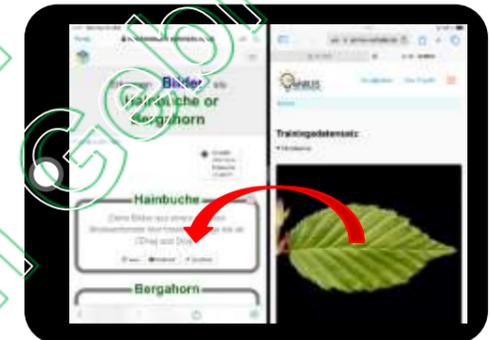


3. Die Bilder für den Trainingsdatensatz findest du auf der GeNIUS Webseite. Folge dem QR-Code oder öffne den Link in einem neuen Fenster: <https://www.genius-schule.de/ki/>
4. Gib in die Zeile oben auf der Webseite das Passwort „buche“ ein: **Gib hier das Passwort ein**
5. Um die Bilder in die Kategorien in *ML for Kids* ziehen zu können, verwenden wir die beiden Webseiten in einem geteilten Bildschirm. Auf dem iPad geht das so:
 - a) Lege deinen Finger auf den Tab der *ML for Kids* Webseite:



- b) Halte den Tab gedrückt und ziehe ihn an den linken Bildschirmrand, bis dein Bildschirm zwei Fenster anzeigt: auf der linken Seite *ML for Kids* und auf der rechten Seite die GeNIUS Webseite.

6. Verwende das Tablet nun im **Querformat**.
7. Wähle auf der GeNIUS Seite die Datensätze aus, die deiner Gruppe als Trainingsdatensätze zugeteilt wurden, und ziehe daraus jedes Foto per „drag and drop“ in die passende Kategorie in *ML for Kids*. Halte dazu das Foto gedrückt und ziehe es in das Feld der passenden Kategorie.



KI-Modell trainieren

1. Nun soll dein KI-Modell aus den Bildern im Trainingsdatensatz lernen. Gehe hierzu „Zurück zum Projekt“ und tippe die Box „Lernen & Testen“ an:



2. Tippe dort auf den Button **Trainiere ein neues maschinelles Lernmodell** (du findest ihn unten auf der Webseite), um das KI-Modell auf deinen Daten trainieren zu lassen. Das kann ein paar Minuten dauern.

Eine Künstliche Intelligenz zur Pflanzenbestimmung

Anleitung – Testen einer KI

KI-Modell mit Testdatensatz testen

1. Scrolle auf der *ML for Kids* Webseite (unter „Lernen und Testen“) zu dem hier gezeigten Abschnitt:



2. Wähle auf der GeNIUS-Webseite den Testdatensatz aus und ziehe das Bild des ersten Test-Exemplars in das in der Abbildung rot markierte Feld. Achte darauf, dass du das Feld genau triffst. Wenn der Link des Bilds in dem Feld erscheint, hat es geklappt.

Tippe auf „Test mit www“.

Als Ergebnis liefert dir die KI ihre Einschätzung, um welche Art es sich handelt und dazu einen Prozentwert. Dieser Wert zeigt dir an, wie sicher sich die KI mit ihrer Einschätzung ist (0% - überhaupt nicht sicher, 100% - sehr sicher)

3. Teste nun auch die übrigen Bilder aus dem Testdatensatz.

? AUFGABE 7

- 1) Trainiere auf der Plattform *ML for Kids* eine KI mit dem Trainingsdatensatz, den dir deine Lehrkraft zuweist. Kreise außerdem die Nummer des Datensatzes, mit dem du arbeitest, in der Tabelle auf der nächsten Seite ein.
- 2) Teste deine KI mit allen Laubblättern aus dem Testdatensatz. Trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein. Notiere dabei sowohl, ob die KI das Blatt richtig (✓) oder falsch (✗) bestimmt hat, als auch den Zuverlässigkeitswert als Prozentzahl.
- 3) Übertrage deine eigenen Ergebnisse aus deinem Heft in die Tabelle, in der ihr alle Ergebnisse der Klasse sammelt.
- 4) Übertrage nun auch die Ergebnisse der anderen Gruppen von der Tafel in dein Forschungsheft.

Trainingsdatensatz	Beschreibung	Exemplare des Testdatensatzes											
		Bergahorn			Rotbuche			Hainbuche			ges.	angefr.	herbst.
Nr.													
1	nur ges. Blätter												
2	nur angefr. Blätter												
3	nur herbst. Blätter												
4	Bergahorn: ges. Rotbuche: ges. Hainbuche: herbst.												
5	Bergahorn: ges. Rotbuche: herbst. Hainbuche: ges.												
6	Bergahorn: herbst. Rotbuche: ges. Hainbuche: ges.												
7	alle Blätter												

ges. = gesund/grün; angefr. = angefressen/gefleckt; herbst. = herbstlich verfärbt

Eine Künstliche Intelligenz zur Pflanzenbestimmung

Hat die Vorbereitung der KI einen Einfluss auf ihr Testergebnis?

? AUFGABE 8

Analysiert und diskutiert in der Klasse die Ergebnisse der KI-Tests. Die folgenden Fragen können euch dabei helfen:

- 1) Mit welchen Trainingsdatensätzen macht die KI besonders viele Fehler?
- 2) Welcher Trainingsdatensatz führt bei der KI zu den besten Ergebnissen?
- 3) Gibt es Laubblätter im Testdatensatz, die besonders häufig falsch bestimmt werden?
- 4) Welche Laubblätter werden in den Tests besonders häufig korrekt bestimmt?
- 5) Wie kann man die beobachteten Ergebnisse erklären?

MEINE NOTIZEN

Fazit

Damit eine KI eine Laubbaumart anhand ihrer Blätter zuverlässig bestimmen kann, muss sie mit einem Trainingsdatensatz trainiert werden, der

- _____
- _____
- _____

Sowohl bei Laubblättern, die für den Trainingsdatensatz einer Bestimmungs-KI verwendet werden, als auch bei biologischen Belegexemplaren ist

_____ wichtig.

Info

Apps zur Bestimmung von Pflanzen, wie *Flora Incognita*, verwenden eine KI, die mit deutlich mehr Bildern trainiert wurde als in unserem Fall. Daher liefern solche Apps meist zuverlässige Bestimmungsergebnisse.

Wenn du aber sicher gehen möchtest, dass eine Pflanze korrekt bestimmt wurde, solltest du sie zusätzlich durch den Vergleich mit Belegexemplaren (s. Box 2) selbst bestimmen.



Kreuze bitte an, wie du die Tätigkeiten im letzten Lernabschnitt (S.24-31) wahrgenommen hast, von „0 = stimmt gar nicht“ bis „4 = stimmt völlig“.

Spaß 0 4

Interessant 0 4

Unterhaltsam 0 4

Forschungs_ID: _____

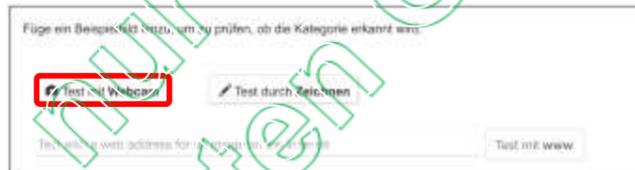
ZUSATZAUFGABEN

? AUFGABE 9

- 1) Was passiert, wenn du deine KI mit Bildern aus dem Trainingsdatensatz testest? Kannst du dir mit deinem Ergebnis erklären, weshalb man eine KI normalerweise mit einem separaten Testdatensatz testet und nicht mit dem Trainingsdatensatz?

Für Zusatzaufgabe 2) und 3) benötigst du echte Laubblätter.

- 2) Teste deine KI mit verschiedenen, echten Laubblatt-Exemplaren der Rotbuche, der Hainbuche und des Bergahorns. Verwende dazu in *ML for Kids* die Option „Test mit Webcam“ und notiere deine Ergebnisse hier:



- 3) Lass nun dieselben Laubblätter wie in Zusatzaufgabe 2) von *flora incognita* bestimmen. Notiere deine Ergebnisse hier und vergleiche sie mit den Ergebnissen von *ML for Kids*.

Lies dir die gesamte Aufgabenstellung gut durch, bevor du mit der Aufgabe startest.

- 1) Erstelle mithilfe der Sticker auf der freien Fläche auf der nächsten Seite ein Bild, das zeigt, **wie du selbst die Naturwissenschaften** siehst.
- 2) Überlege dir dazu, was aus deiner Sicht alles zu den Naturwissenschaften gehört, und klebe die Sticker so zusammen, dass es zu deinem Bild der Naturwissenschaften wird.

Hinweise:

- Du darfst dir dabei selbst **aussuchen, wie viele** Sticker du für dein Bild aufklebst.
 - Wenn du in deinem Bild etwas darstellen möchtest, für das es keinen passenden Sticker gibt, darfst du das **dazu malen**. Bitte **beschrifte** alles, was du malst.
- 3) Gerne darfst du Sticker, zwischen denen es nach deiner Meinung einen Zusammenhang gibt, **mit einem Pfeil verbinden** oder **zusammen gruppieren**. Du darfst die Pfeile und Gruppierungen auch **beschriften**, um den Zusammenhang zu erklären.



Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)

Mein Bild der Naturwissenschaften

nur für den
privaten Gebrauch

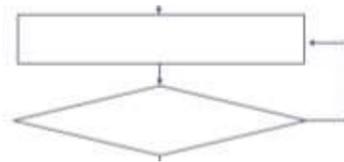
nur für den
privaten Gebrauch

Tipps, Vorlagen zum Ausschneiden & Quellen

Tipps zu Aufgabe 6

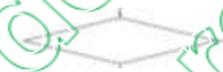
Tipp 1:

Welcher Schritt muss mehrmals durchgeführt werden, damit der Trainingsdatensatz alle Bilder enthält? Verwende für diesen Schritt die Schleife im Flussdiagramm:



Tipp 2:

Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit der Trainingsdatensatz vollständig ist? Diese Bedingung muss im Flussdiagramm in der Raute stehen:



Quellenverzeichnis

Quelle¹: Foto aufgenommen von Vanessa Welker

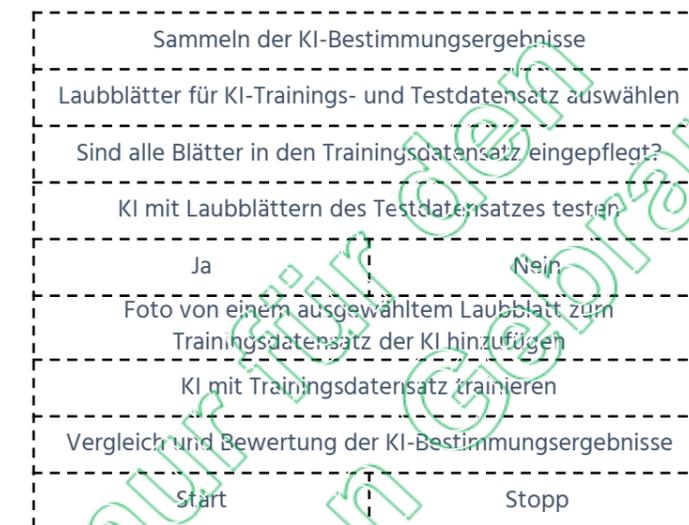
Quelle²: Mäder, P., Boho, D., Rzanny, M., Seeland, M., Wittich, H. C., Deggelmann, A., & Wäldchen, J. (2021). The flora incognita app–interactive plant species identification. *Methods in Ecology and Evolution*.

Quelle³: Foto aufgenommen von Prof. Dr. Annette Bieniusa

Quelle⁴: Foto aufgenommen von Julia Albicker

Vorlagen zum Ausschneiden

Diese Textblöcke benötigst du in Aufgabe 6. Schneide sie aus, wenn du die Aufgabe bearbeitest, und verwende sie, um das in der Aufgabe geforderte Flussdiagramm zu legen.



Box 4 (zum Ausschneiden für Aufgabe 6, Seite 24/25)





GEFÖRDERT VOM



Forschungsheft Projekt GeNIUS

Einsatz des Unterrichtsmaterials nur im Rahmen von Projekt-Aktivitäten

Herausgeber & Koordinatoren: Prof. Dr. Annette Bieniusa¹, Prof. Dr. Johannes Huwer², Dr. Barbara Pampel², Prof. Dr. Christoph Thyssen¹

Gestaltung & Illustration: Laura Marie Reinwarth

Texte & Umsetzung: Julia Albicker², Vanessa Knittel², Vanessa Welker¹, Elena Yanakieva¹, Dr. Thomas Becka¹

Druck: Foto-Repro-Druck, RPTU Kaiserslautern-Landau
Hausdruckerei Universität Konstanz

¹ RPTU Kaiserslautern-Landau, Gottlieb-Daimler-Straße 47, 67663 Kaiserslautern

² Universität Konstanz, Universitätsstraße 10, 78457 Konstanz