

Bestimmung von Laubblättern

Mensch vs. KI

**Handreichung für Lehrkräfte inklusive
Musterlösungen und Hilfen für den Unterricht**

Liebe Lehrkraft,

wir freuen uns, dass Sie die Unterrichtseinheit “Bestimmung von Laubblättern – Mensch vs. KI” mit Ihrer Lerngruppe durchführen möchten.

Dieses Dokument soll Sie bei der Vorbereitung und der Durchführung des Unterrichts unterstützen und die wichtigsten Informationen und digitalen Materialien bündeln. Es ist als Ergänzung zu dem ausführlichen Unterrichtsentwurf gedacht, der neben detaillierten Stundenbeschreibungen auch fachwissenschaftliche Bemerkungen zu informatischen Inhalten sowie didaktische und methodische Überlegungen beinhaltet.

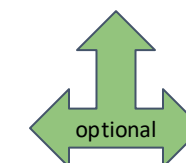


Innerhalb des Dokuments werden weisen die folgenden beiden Zeichen auf wichtige Aspekte hin, die Sie bei der Durchführung berücksichtigen sollten:

Die Seitenzahlen und Nummerierungen FA.1, FA.2, usw. verweisen jeweils auf das Forschungsheft.



wichtige Hinweise



Optionen, Alternativen

Stunde 0

Vorbereitungen vor Beginn der Unterrichtsreihe

Diese Übersicht listet auf, welche Tätigkeiten rechtzeitig vor Beginn der eigentlichen Unterrichtsreihe durchgeführt werden sollten:

Material	Aktion
- Einverständniserklärung und Informationsschreiben - Forschungsheft - Stickerbogen	eine Stunde vor Beginn der Reihe jeweils ein Exemplar pro SuS austeilen und vorbereitende Hausaufgabe mitteilen : (1) Einverständniserklärung ausfüllen und unterschreiben lassen. (2) Tragt auf dem Deckblatt des Forschungsheftes euren Forschungsnamen und eure ID ein. (3) Bearbeitet im Forschungsheft die Aufgaben 1 & 3, opt. auch Aufgabe 2.
Liste mit Forschungs-IDs	Namen der SuS werden den IDs zugeordnet und in der Liste eingetragen
Tablets (alternativ Laptops)	je 1 Gerät pro 2 SuS, WLAN Zugang sicherstellen
Digitale Accounts auf ML for Kids erstellen/erproben	Nach Wahl entweder: • 1 Lehrkraft-Account erstellen (Anleitung auf • darin pro 2 SuS je 1 Schüler-Account (Anleitung auf Oder: • Account vom GeNIUS-Team erstellen lassen und zur Probe einmal selbst anmelden
Blattsammlung	nicht zwingend notwendig, aber empfohlen: Blätter der Hainbuche, des Bergahorns und der Rotbuche als Anschauungsmaterial

Stunde 0

Vorbereitungen vor Beginn der Unterrichtsreihe

Anleitung zum Erstellen der Accounts für *Machine Learning for Kids*

ML for Kids bietet die Möglichkeit, als Lehrkraft einen (kostenlosen) Account zu erstellen, über welchen Sie für mehrere Klassen SuS-Accounts anlegen und verwalten können. Die Vorgehensweise ist in den folgenden beiden Unterkapiteln beschrieben und nimmt nicht viel Zeit in Anspruch. Sollten Sie Schwierigkeiten mit der Erstellung der Accounts haben, wenden Sie sich an das Projekt-Team, wir unterstützen Sie gerne.

a) Account für die Lehrkraft

1. Aufrufen der Seite <https://machinelearningforkids.co.uk/#!/login>
2. "Registrieren" -> "Eine Lehrkraft: Lehrerin, AG- oder ProjektleiterIn" -> "Erstelle eine verwalteten Klassenaccount" -> "Mail"
3. Ausfüllen der Lücken in der vorgefertigten Mail und absenden der Mail

Anmerkung: Wenn nur wenig Zeit zur Verfügung steht, sodass nicht auf das Einrichten des Accounts durch den Support von *ML for Kids* gewartet werden kann, kann Alternativ die Anleitung auf der folgenden Slide durchgeführt werden

b) Accounts für die SuS

Die Accounts für die SuS werden automatisch durch die in Abschnitt a) beschriebenen Schritte erstellt.

Stunde 0

Vorbereitungen vor Beginn der Unterrichtsreihe

Alternative Anleitung zum Erstellen der Accounts für *Machine Learning for Kids Alternative* (wenn nur wenig Zeit zur Verfügung steht, sodass nicht auf das Einrichten des Accounts gewartet werden kann)

a) Account für die Lehrkraft

1. Aufrufen der Seite <https://machinelearningforkids.co.uk/#!/login>
2. “Registrieren” -> “Eine Lehrkraft: Lehrerin, AG- oder ProjektleiterIn” -> “Erstelle einen nicht verwalteten Klassenaccount” -> “Registrieren” (Die auf der Seite aufgelisteten Anforderungen (IBM Cloud etc.) sind für unser Projekt nicht relevant, Sie müssen also nichts weiter tun, als dieser Anleitung zu folgen)
3. Ausfüllen der Felder (Wahl des Benutzernamen, E-Mail Adresse und optional Angaben zur geplanten Verwendung) und Bestätigen durch “Create Class Account”
4. Notieren des Passworts
5. Registrierung über erhaltene Bestätigung-Mail abschließen

a) Accounts für die SuS

1. “zur Admin Seite” -> “SchülerInnenmanagement”
2. Für jede Klasse wird mit “Create group” eine eigene Gruppe erstellt (bis zu 29 Accounts pro Gruppe möglich; da die SuS in diesem Projekt in Partnerarbeit arbeiten, sollte eine Gruppe für jeden Klasse ausreichen)
3. Die SuS-Accounts können nun
 - a) einzeln erstellt werden über “Füge einen neuen Schüler hinzu”
 - so können die Namen der SuS als Benutzername verwendet werden
 - jeder SuS erhält ein individuelles (automatisch generiertes) Passwort erhalten
 - b) automatisch erzeugt werden über “Multiple students”
 - der Benutzername kann nicht individuell gewählt werden, aber der Start des Benutzernamen kann einheitlich gesetzt werden (z.B. Klasse7a.1, Klasse7a.2, usw)
 - alle SuS erhalten dasselbe (automatisch generierte) Passwort
 - deutlich schnellerer Prozess
4. Bei Bedarf können die Passwörter der SuS in der Gruppenverwaltung einzeln zurückgesetzt werden

Stunde 1

Prätests, Problemformulierung & Ableiten der Leitfrage

Die Stunde beginnt mit der Durchführung verschiedener Befragungen und Tests (Prätest). Dazu projiziert die LK Anweisungen and die Tafel/Wand (siehe übernächste Seite). Anschließend werden die SuS an das Thema der Blattbestimmung mittels KI und die damit verbundene Leitfrage herangeführt. Erste Grundlagen zur Künstliche Intelligenz (KI) werden gelegt.

Hinweis für SuS (auch im Video):

“Es ist normal, dass ihr nicht alles richtig beantworten könnt. Manches werdet ihr erst nach der Unterrichtsreihe richtig beantworten können.”

Projizieren der Anweisungen „Ablauf Prätest“

Alle SuS sollen ausreichend Zeit zum Fertigstellen der Tests haben.

Stunde 1

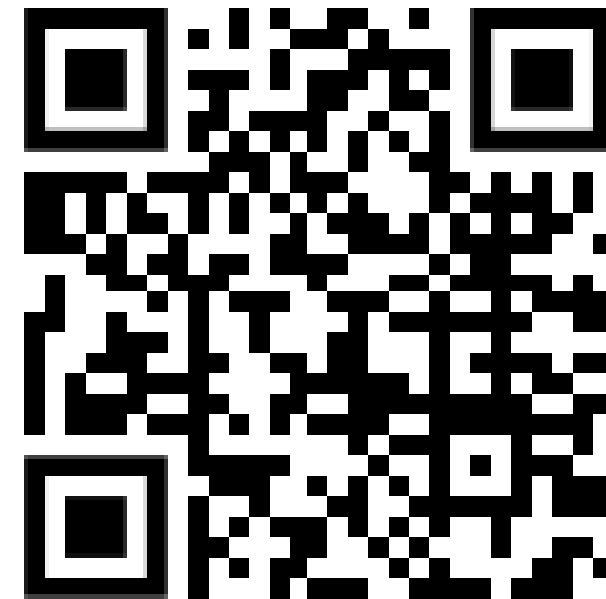
Prätests, Problemformulierung & Ableiten der Leitfrage

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
	Hausaufgabe	Individuelle Gestaltung des Forschungsheftes		Forschungsheft (F.A1 & F.A3, opt. F.A2)
20'	Prätest	Prätests	EA	Prätest-Heft+ 2 Leistungstests
5'	Puffer	Zeitraumen (vor oder nach Prätest) für Organisatorisches, das Verteilen der Forschungshefte und das Beantworten von Fragen		
10'	Einstieg	<p>Kontext: Pflanzenbestimmungs-App Flora Incognita</p> <p>Fragestellung: „Inwieweit kann man der Bestimmung von z.B. Bäumen über Laubblätter durch eine KI vertrauen?“ → „Um das zu beantworten, müssen wir uns das Funktionsprinzip genauer anschauen, mit dem generellen Bestimmungsprinzip vergleichen und mal testen.“</p> <p>Leitfrage: a) Welche Merkmale und Schritte sind für eine Blattbestimmung notwendig und b) wie bereitet man eine KI zur Blattbestimmung dafür vor und c) hat die Vorbereitung der KI einen Einfluss auf das Ergebnis?</p>	UG	Beamer/Dokumentenkamera, digitales Endgerät der Lehrkraft mit der interaktiven Pflanzenbestimmungs-App Flora Incognita (https://floraincognita.de/)
10'	Input	<p>Grundlagen zur Arbeit mit einer KI (Vorgehensweise beim Trainieren und Testen der KI und Einführung der Begriffe Trainings- und Testdatensatz)</p> <p>Fazit: „Bevor wir die KI trainieren können, müssen wir uns näher mit dem Objekt auseinandersetzen, das die KI erkennen soll.“</p>	UG	Video: https://www.youtube.com/watch?v=hFb2eKJAvhA

Erklärvideo zu den Prätests

In diesem Video erläutert das Projekt-Team kurz die Bedeutung der Tests und weist darauf hin, dass es normal ist, dass bei den Prätests noch nicht alle Fragen richtig beantwortet werden können.

<https://www.genius-schule.de/ourvideo/>



Ablauf Prätest

- Die Lehrkraft teilt jedem seine Forschungs-ID (Identifikationsnummer) mit.
- Die Lehrkraft teilt das Prätest-Heft aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Testhefts ein.**
- **Du hast 14 Minuten Zeit, dieses Testheft zu bearbeiten.**
- Die Lehrkraft teilt den ersten Leistungstest aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Tests ein.**
- **Du hast 5 Minuten Zeit, diesen Test zu bearbeiten.**
- Die Lehrkraft teilt den zweiten Leistungstest aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Tests ein.**
- **Du hast 5 Minuten Zeit, diesen Test zu bearbeiten.**
- Die Lehrkraft sammelt alle Tests ein.

Stunde 2

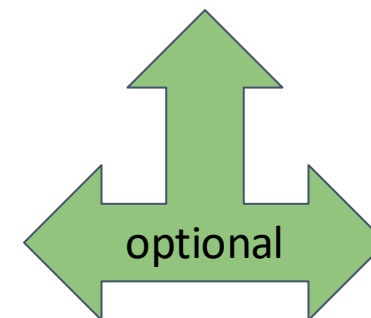
Wie können wir Laubblätter unterscheiden und einer Art zuordnen? (Leitfrage a))

Typische Merkmale und Merkmalsausprägung zur Unterscheidung von Laubblättern werden untersucht. Anschließend wird der Algorithmus-Begriff, sowie die Darstellungsform des Flussdiagramms eingeführt und eine Ablaufstrategie zur Bestimmung von Laubblättern entwickelt.

Hinweis für SuS zur Motivation von Flussdiagrammen:

“Damit alle Menschen einen Ablaufplan leicht verstehen können, wurde eine übersichtliche Darstellung in Form von sog. Flussdiagrammen entwickelt.”

Ausfüllen der Befragung auf Seite 19 und 23 (jeweils rechts unten)



Zusatzaufgaben

- Vertiefende Behandlung der Merkmale von Laubblättern (S.14-17)

Stunde 2

Wie können wir Laubblätter unterscheiden und einer Art zuordnen? (Leitfrage a))

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
15'	Erarbeitung 1	<p>Untersuchung von Laubblatt-Exemplaren drei verschiedener Arten mit der Fragestellung: „Welche Merkmale können für die Unterscheidung der Laubblätter verwendet werden?“</p> <p>Einführung aller Begriffe (Typus, sowie Begrifflichkeiten zu Merkmalen und Merkmalsausprägungen)</p> <p>SuS notieren die Merkmalsausprägungen pro Laubblatt</p>	<p>UG</p> <p>EA</p>	F. S.12-19 mit F.A4, Laubblatt-Exemplare der Arten Bergahorn, Rotbuche und Hainbuche als Anschauungsmaterial
5'	Sicherung 1	individuelle Merkmalsausprägungen der gegebenen Laubblätter	UG	F.A4
20'	Erarbeitung 2	<p>Mündliches Entwickeln einer Vorgehensweise zur Bestimmung von Laubblättern durch den Vergleich mit Belegexemplaren (zunächst anhand von Beispiel-Arten, dann Verallgemeinerung)</p> <p>Flussdiagramm 1 (Bestimmung eines Laubblattes durch den Vergleich mit Belegexemplaren) wird mit den SuS nachvollzogen und die Vorgehensweise wird auf ein Beispielblatt angewendet</p> <p>Einführung: Algorithmus-Begriff, Elemente eines Flussdiagramms; SuS benennen die verschiedenen Elemente des Flussdiagramms</p>	UG	<p>Dokumentenkamera/Beamer (zum Zeigen des Flussdiagramms 1)</p> <p>F.A5</p> <p>F. S.20-23</p>
5'	Sicherung 2	<ul style="list-style-type: none"> • Flussdiagramm 1 • Definition Algorithmus • Elemente eines Flussdiagramms 		F. S.20-23, F.A5

Artnamen: *Bergahorn*

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite	<i>einfach, gelappt (an manchen Stellen eingeschnitten)</i>
Farbe	<i>grün</i>
Blattrand	<i>gezähnt / gesägt</i>
Blattstiel	<i>lang</i>
(Seiten-)Adern	<i>verlaufen zum Blattrand, erreichen diesen aber nicht</i>
Blattunterseite	<i>etwas heller als Vorderseite, nicht behaart</i>



Artname: *Rotbuche*

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite	<i>einfach, nicht gelappt, eiförmig mit rundem unterem & spitzem oberem Blatende</i>
Farbe	<i>grün</i>
Blattrand	<i>glatt oder leicht gezähnt / gekerbt, leicht gewellt</i>
Blattstiel	<i>kurz</i>
(Seiten-)Adern	<i>verlaufen direkt zum Blattrand</i>
Blattunterseite	<i>etwas heller als Vorderseite, nicht behaart oder leicht behaart /bewimpert (junge Blätter)</i>



Artname: *Hainbuche*

Merkmalsausprägung des Laubblattes

Form/Spreite

nicht gelappt, eiförmig mit rundem unterem & spitzem oberen Blattende

Farbe

grün

Blattrand

gezähnt / gesägt

Blattstiel

kurz

(Seiten-)Adern

verlaufen direkt zum Blattrand

Blattunterseite

etwas heller als Vorderseite, leicht weißlich, wenig behaart





Bergahorn

Merkmale mit übereinstimmender Ausprägung

- Bei Spitzahorn und Bergahorn: **Form, Farbe, Blattstiel, Seitenadern**
- Bei Feldahorn und Bergahorn: **Form, Farbe, Blattstiel (auf dieser Abbildung beim Feldahorn etwas kürzer als beim Bergahorn), Seitenadern**

Die Blattunterseite ist bei den Fotos nicht zu sehen, aber sie ist, genau wie beim Bergahorn, heller als die Vorderseite.

Merkmale mit unterschiedlicher Ausprägung als beim Bergahorn:

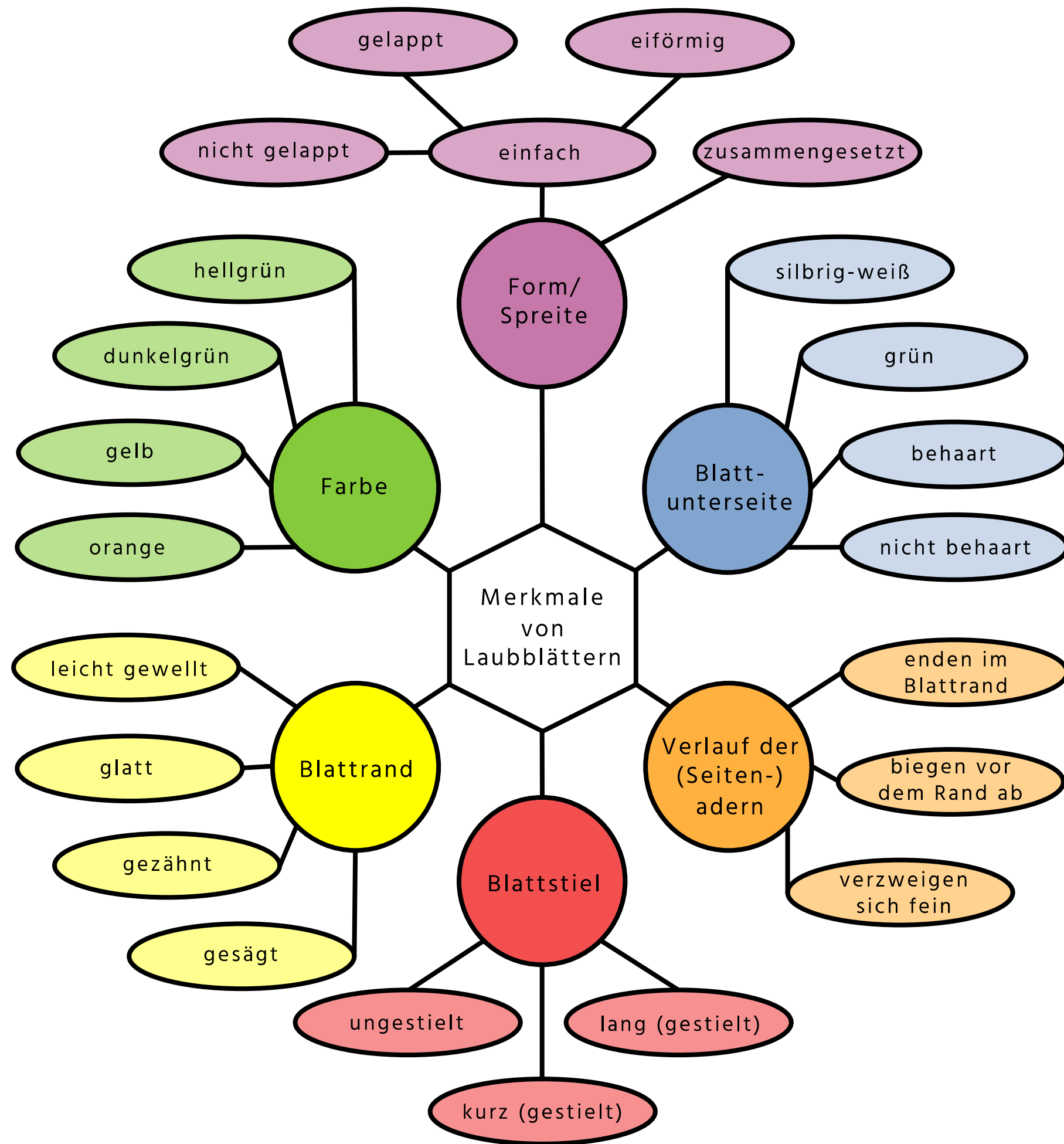
- Beim Spitzahorn: **Blattrand (glatt mit langen Spitzen)**
- Beim Feldahorn: **Blattrand (glatt)**



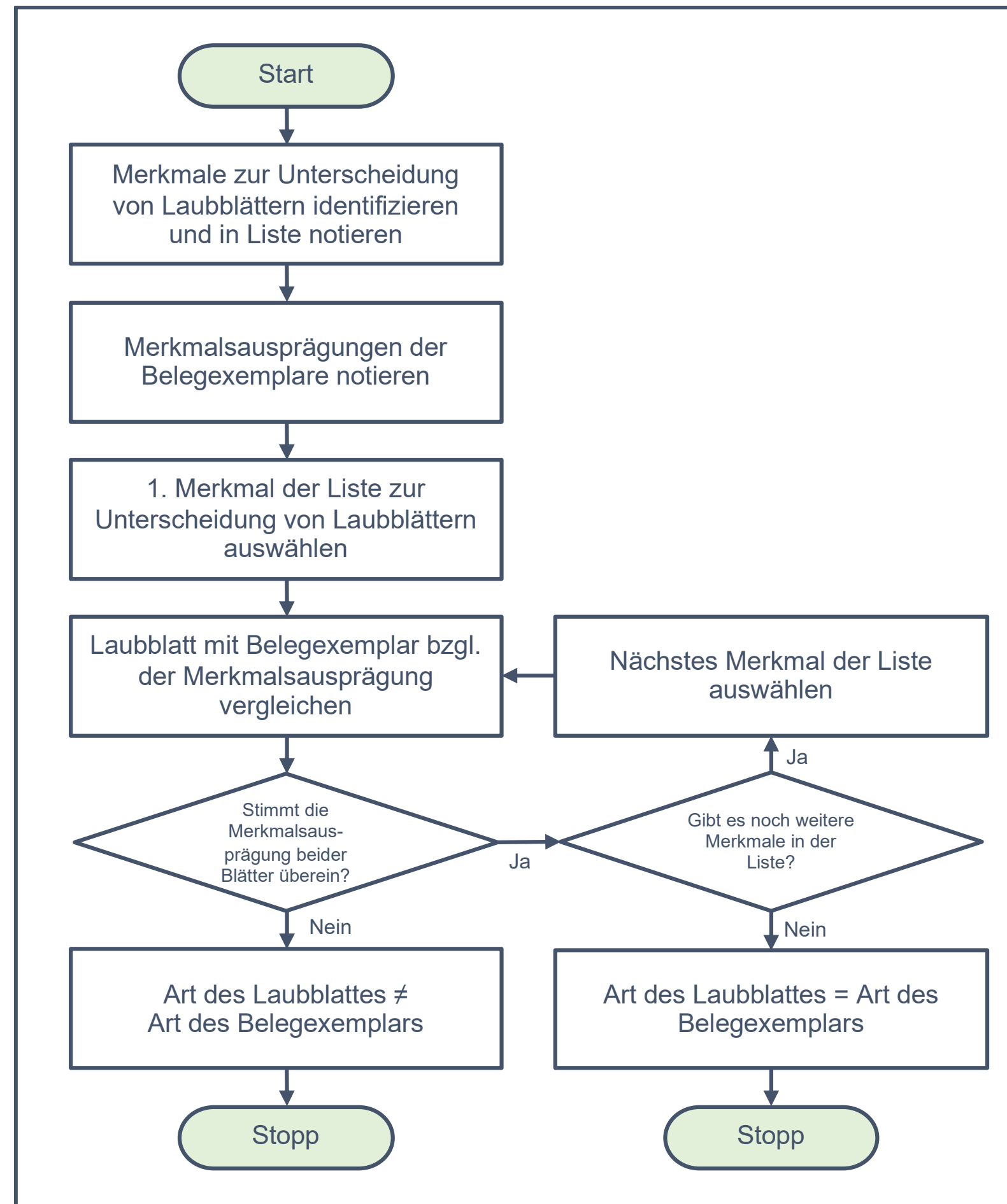
Spitzahorn



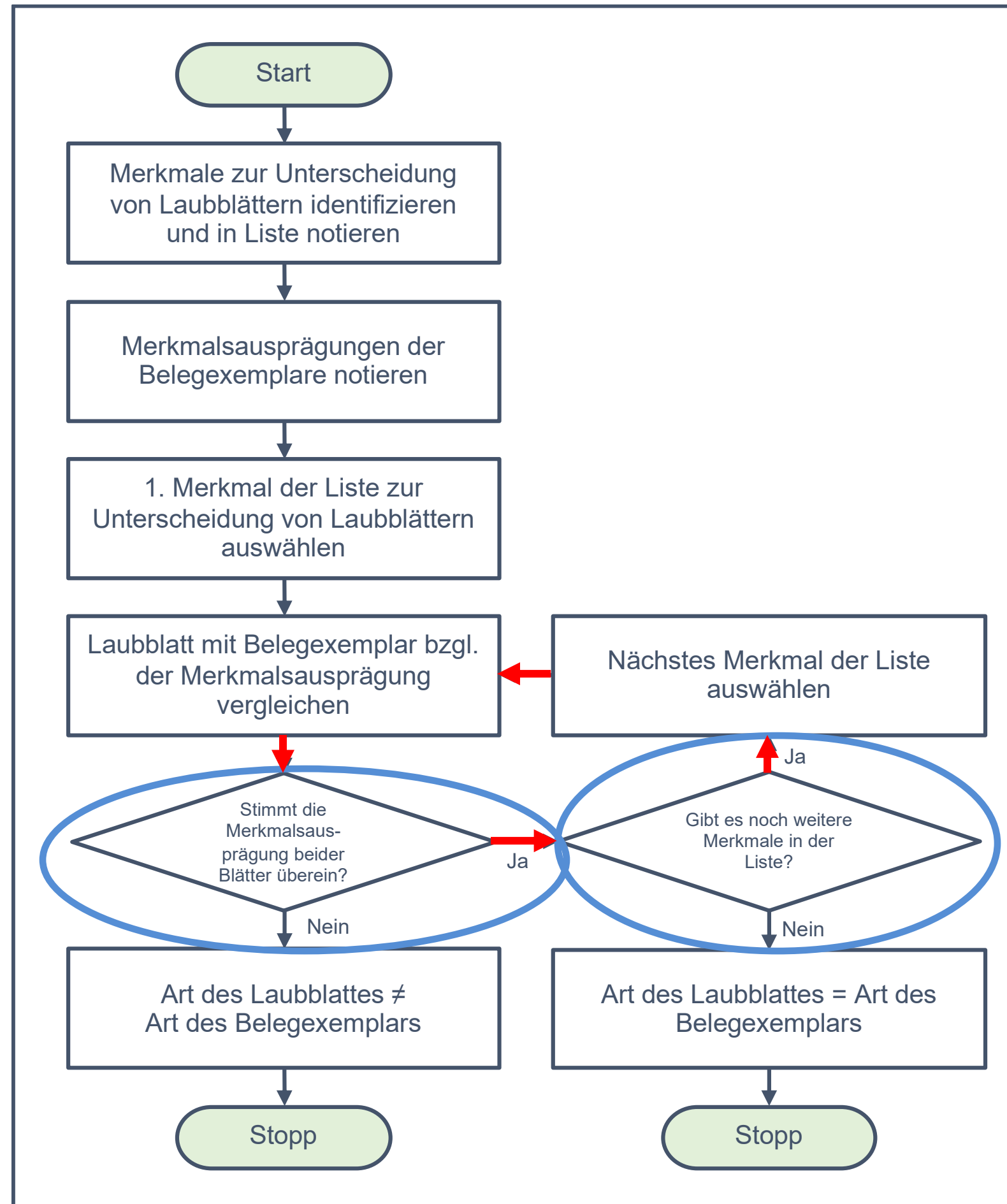
Feldahorn



Bestimmung durch den Vergleich mit Belegexemplaren



Bestimmung durch den Vergleich mit Belegexemplaren



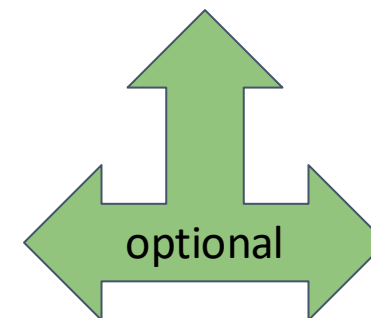
Stunde 3

Wie eine KI lernt (Leitfrage b))

Eine Künstliche Intelligenz wird für die Bestimmung von Pflanzen trainiert und getestet.



Ausfüllen der Befragung auf Seite
23 (rechts unten)



Zusatzaufgaben

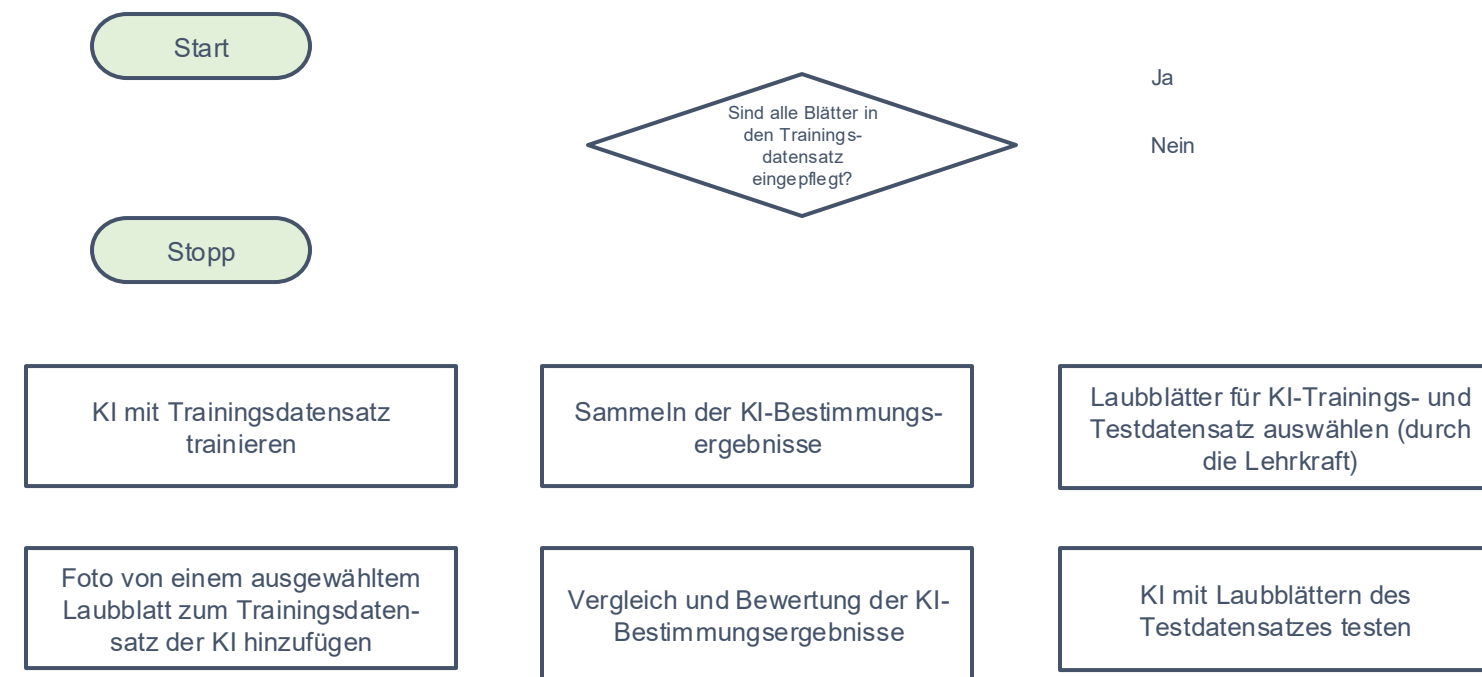
- erweiterte Testung der KI (S.32)

Stunde 3

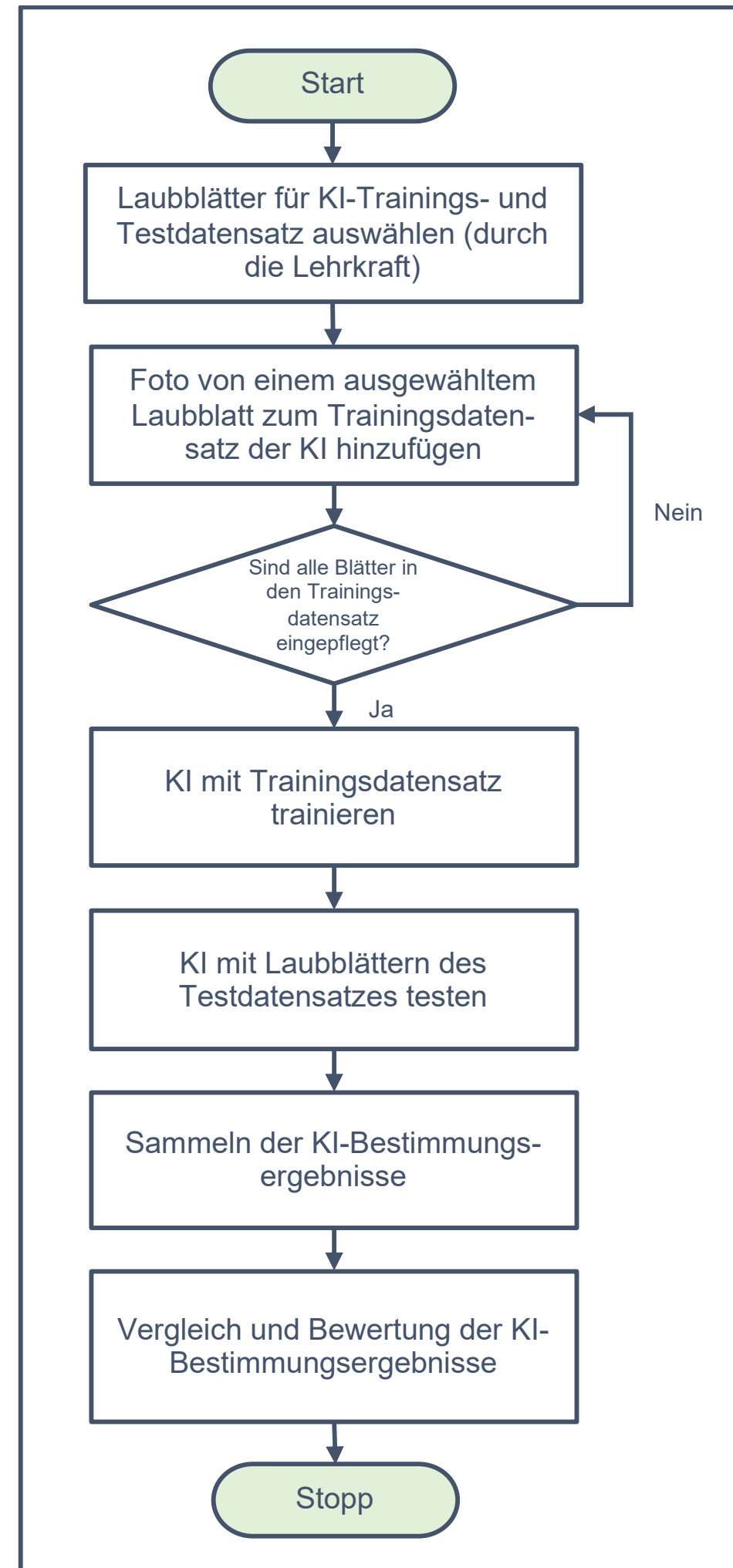
Wie eine KI lernt (Leitfrage b))

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
10	Erarbeitung 3	SuS formulieren eine Ablaufstrategie zum Trainieren und Testen einer Bestimmungs-KI in Form eines Flussdiagramms	PA	F.A6 (Flussdiagramm zu KI Training), ggf. Video
5	Sicherung 3	Flussdiagramm zum Trainieren und Testen der KI	UG	Tafel+Magnete/Dokumentenkamera, F.A6
30	Erarbeitung 4 a)	<p>Lehrkraft teilt PA-Gruppen Benutzernamen und Passwörter zu</p> <p>SuS trainieren KI mit unterschiedlichen Trainingsdatensätzen aus Fotos von Laubblättern zum Testen der Bedeutung einzelner Merkmale für die Art-Erkennung (Plattform: Machine Learning for Kids)</p> <p>Sammeln der Bestimmungsergebnisse der KI (Korrektheit (richtig oder falsch bestimmt) und von ML for Kids angegebene Zuverlässigkeit der Bestimmung)</p> <p>Nur ein breit angelegter Trainingsdatensatz führt zu durchgehend guten Testergebnissen, während eine KI, die nur mit spezifischen Merkmalsausprägungen trainiert wurde, auch nur mit diesen gute Ergebnisse erzielt.</p>	PA	<p>Beamer</p> <p>F. S.26-29 mit F.A7</p> <p>portables Dokument mit Tabelle (Blatt Papier unter Dokumentenkamera/Folie auf Overhead)</p>

Training und Testen einer KI zum Bestimmen von Laubblättern



Training und Testen einer KI zum Bestimmen von Laubblättern



Stunde 0

Vorbereitungen vor Beginn der Unterrichtsreihe

Ergänzende Anleitung zur Arbeit mit *Machine Learning for Kids*

c) Erstellen eines neuen Projekts

- a) Eine Anleitung für **individuelle Projekte**, auf die nur der/die Benutzer*in selbst Zugriff hat, ist im Forschungsheft S. 26-28 zu finden. Wichtig ist dabei, dass die Option „In the cloud“ (nicht „In your web browser“) ausgewählt wird, da so auch nach der Stunde, auch von anderen Geräten aus, noch auf die trainierten Modelle zugegriffen werden kann.
- b) Lehrkräfte können außerdem **Klassenprojekte** erstellen, an welchen die gesamte Klasse kollaborativ arbeiten kann. Hierzu geht man analog vor, wie in der Anleitung auf AB 4. Nachdem die Option „In the cloud“ ausgewählt wurde, erscheint oben die Option „Klassenprojekt“. Wird hier ein Häkchen gesetzt, wird das Projekt für die gesamte Klasse sichtbar und bearbeitbar.

Trainieren und Testen eines Machine Learning Modells

Die Schritte zum Trainieren und Testen des Machine Learning Modells werden im Forschungsheft S. 26-28 ausführlich beschrieben. Ergänzend sind hier relevante Informationen für die durchführende Lehrkraft aufgeführt.

- Allgemeine Vorgehensweise:
 1. Zusammenstellen des Trainingsdatensatzes
 2. Trainieren des Modells
 3. Testen des Modells mit den Daten des Testdatensatzes
- Mögliche Arten, den Trainingsdatensatz in *ML for Kids* zusammenzustellen:
 - a) **Bilder von Webseiten (hiermit arbeiten wir hauptsächlich); **Achtung:** In der Anleitung auf S. 27 wird ein Passwort („buche“) angegeben. Dieses ist nicht mehr notwendig! Der Schritt kann also übersprungen werden**
 - b) Webcam-Aufnahmen (hiermit können die trainierten Modelle ergänzend mit Realobjekten getestet werden)
 - c) Zeichnungen (für uns nicht relevant, da Freihand-Zeichnungen der SuS von Blättern nicht genau genug wären für unsere Zwecke)
- **Achtung:** Wenn neue Bilder hinzugefügt werden, muss das Modell aktiv (durch klicken des entsprechenden Buttons ausgelöst) neu trainiert werden. Vergisst man dies, kann ggf. eine nicht aussagekräftige Fehlermeldung beim Testen des Modells auftreten.

Trainingsdatensatz		Exemplare des Testdatensatzes								
Nr.	Beschreibung	Bergahorn			Rotbuche			Hainbuche		
		ges.	angefr.	herbst.	ges.	angefr.	herbst.	ges.	angefr.	herbst.
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									

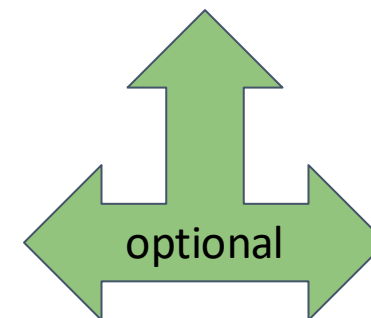
Stunde 4

Diskussion und Posttest

Die Ergebnisse der KI-Testung werden diskutiert und zu einem Schlussfazit zusammengefasst. Abschließend werden verschiedene Befragungen und Tests durchgeführt (Posttest). Dazu projiziert die LK Anweisungen and die Tafel/Wand (siehe Slide 29).

Internetzugang und Endgeräte werden benötigt falls in Erarbeitungsphase 4b) die Testphase noch abgeschlossen werden muss

Ausfüllen der Befragung auf Seite 31 (rechts unten)



Zusatzaufgaben

- falls nicht schon in Stunde 3 bearbeitet:
erweiterte Testung der KI (S.32)

Stunde 4

Diskussion und Posttest

Internetzugang und Endgeräte werden benötigt, falls in Erarbeitungsphase 4b) die Testphase noch abgeschlossen werden muss

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
10'	Erarbeitung 4b)	ggf. Fertigstellen der Sammlung an KI-Testergebnissen Diskussion der KI-Ergebnisse, welche in der Tabelle zusammengetragen wurden	UG	portables Dokument mit Tabelle – Slide 23 (Blatt Papier unter Dokumentenkamera/Folie auf Overhead) F.A8
5'	Sicherung 4	Schlussfazit als Antwort auf Leitfrage c): Eine KI kann nur so gut sein wie ihr Input, also ihr Trainingsdatensatz, es erlaubt. Soll die KI die Bestimmung von ausgewählten Arten lernen, benötigt sie deshalb einen "vollständigen" Trainingsdatensatz, der möglichst alle für die zu bestimmende Art relevanten Merkmalsausprägungen abdeckt (gesund, angefressen, mit braunen Flecken, mit herbstlicher Färbung).	UG	F. S.30-31
20'	Posttest	Posttest	EA	Posttest-Heft + Leistungstests (Biologie, Informatik)
5'	Puffer	Zeitraumen für Organisatorisches, das Einsammeln der Forschungshefte und das Beantworten von Fragen		



Fazit

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

- viele Fotos der Laubblätter enthält,
- wobei die Fotos möglichst alle für die Art typischen Merkmalsausprägungen abdecken.

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

eine Vielfalt an typischen Merkmalsausprägung

wichtig.

Anregungen für die abschließende Diskussion

Chancen von KI

- Möglichkeit aus großen Datensätzen zu lernen → KI kann darauf basierend gute Entscheidungen treffen
- KI kann uns Aufgaben und Entscheidungen abnehmen
- KI kann spezifische Aufgaben schneller bearbeiten als Menschen
- KI hat das Potential Muster zu erkennen, die Menschen übersehen (besonders in großen Datenmengen)

Herausforderungen von KI

- KI als Black-Box → Entscheidungsgründe der KI schwer nachvollziehbar
- Fehlentscheidungen der KI möglich
- KI ist nicht „deterministisch“, d.h. derselbe Trainings-Datensatz kann bei mehrmaligem Trainieren zu verschiedenen Testergebnissen führen
- Ethik und Moral - wie bringen wir einer KI bei was ethisch oder moralisch ist?

- 1) Wenn man eine KI mit Fotos aus ihrem Trainingsdatensatz testet, liefert diese KI normalerweise sehr gute Bestimmungsergebnisse. Das liegt daran, dass beim Training der KI intern Parameter auf genau diese Bilder angepasst wurden.
Testet man eine KI auf den Trainingsdaten, sieht man also nur, wie gut sich die KI auf diese Fotos angepasst hat. Wenn man wissen möchte, wie gut die KI allgemein Laubblätter bestimmt, muss man einen Testdatensatz verwenden, dessen Fotos nicht im Trainingsdatensatz vorkommen.

Die Ergebnisse von Zusatzaufgabe 2) und 3) hängen von den Laubblatt-Exemplaren ab, die eure Lehrkraft mitgebracht hat.

Ablauf Posttest

- Die Lehrkraft teilt das Posttest-Heft aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Testhefts ein.**
- **Du hast 14 Minuten Zeit, dieses Testheft zu bearbeiten.**
- Die Lehrkraft teilt den ersten Leistungstest aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Tests ein.**
- **Du hast 5 Minuten* Zeit, diesen Test zu bearbeiten.**
- Die Lehrkraft teilt den zweiten Leistungstest aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Tests ein.**
- **Du hast 5 Minuten* Zeit, diesen Test zu bearbeiten.**
- Die Lehrkraft sammelt alle Tests ein.

*Der Biologie-Leistungstest kann auch länger dauern, wenn deine Lehrkraft sich für eine längere Version entscheidet.

Hier endet die vom Projekt GeNIUS
beforschte Unterrichtssequenz.

Die folgenden Slides zeigen eine
optionale 5. Unterrichtsstunde.

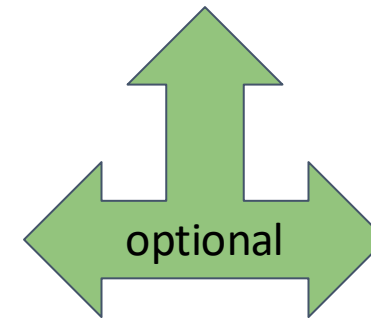
Stunde 5

Vertiefung - Bestimmungsschlüssel

Die Ergebnisse der KI-Testung werden diskutiert und zu einem Schlussfazit zusammengefasst. Abschließend werden verschiedene Befragungen und Tests durchgeführt (Postest). Dazu projiziert die LK Anweisungen and die Tafel/Wand (siehe Slide 29).

Internetzugang und Endgeräte werden benötigt falls in Erarbeitungsphase 4b) die Testphase noch abgeschlossen werden muss

Ausfüllen der Befragung auf Seite 31 (rechts unten)



Zusatzaufgaben

- falls nicht schon in Stunde 3 bearbeitet:
erweiterte Testung der KI (S.32)

Stunde 5

Vertiefung - Bestimmungsschlüssel

Internetzugang und Endgeräte werden benötigt

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
5'	Wiederholung & Motivation	<ul style="list-style-type: none">•Wiederholung der Vorgehensweise zur Laubbaumbestimmung mittels Merkmalsabgleich•Problem dieser Vorgehensweise: Wenn viele Arten zur Auswahl stehen, dauert ein Merkmalsabgleich mit all diesen Arten sehr lange•Effizientere Vorgehensweise: Bestimmungsbaum	UG	F. S.13-19 (auch digital möglich) zum Rekapitulieren
5'	Erarbeitung 5a	Einführung in Funktionsweise eines Bestimmungsbaums	LV	Bestimmungsbaum für Beamer/Overhead
10'	Erarbeitung 5b	SuS bestimmen Laubbaumarten mit Bestimmungsbaum	EA	Aufgabe 10
2'	Sicherung	Mittels Bestimmungsbaum bestimmte Arten	UG	
5'	Erarbeitung 6a	<ul style="list-style-type: none">•Problem Bestimmungsbaum: bei großer Anzahl an Arten unübersichtlich•Einführung in Arbeit mit Bestimmungsschlüssel & Parallele	LV	
18'	Erarbeitung 6b	SuS bestimmen Laubbaumarten mit Bestimmungsschlüssel und mit flora incognita <ul style="list-style-type: none">•Vergleich der Ergebnisse und Arbeitsweisen	PA	Aufgabe 11

