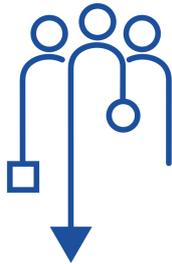




Handreichung für Lehrkräfte zum Grundlagenmodul - KI und maschinelles Lernen

Torsten Brinda, Jan Grey,
Inga Gryl, Stephan Napierala



Didaktik der Informatik Institut für Sachunterricht
Universität Duisburg-Essen

Januar 2022



Inhaltsverzeichnis

1 Rahmung des Moduls	2
1.1 Einführung	2
1.2 Curriculare Perspektive	3
1.3 Zielsetzung	4
2 Fachliche Grundlagen	6
2.1 Informatische Bezüge	6
2.1.1 Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen	6
2.1.2 Entscheidungsbäume als Repräsentationsform	7
2.2 Biologische Bezüge	7
2.2.1 Bestandteile und Merkmale eines Blattes	7
2.2.2 Warum färben sich Blätter?	10
3 Unterrichtliche Einbettung des Moduls	11
3.1 Reihenplanung	11
3.2 Unterrichtssequenz im Detail	12
3.2.1 Welche Blätter gehören zusammen? – ein Memoryspiel	12
3.2.2 Welches Blatt bin ich? – eine Entscheidungshilfe zur Bestimmung von Laub- bäumen	14
3.2.3 Wie erkennt eine App unterschiedliche Blattarten? – ein Blick „in“ die App <i>Seek von iNaturalist</i>	16
3.2.4 Kein Modell ist perfekt – Thematisierung von Grenzen und Problemfällen . . .	18
4 Materialübersicht	20
Literaturverzeichnis	41
5 Impressum	43
5.1 Kontakt	43
5.2 Haftungshinweis	43



1 Rahmung des Moduls

1.1 Einführung

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik und somit Teil und Einflussfaktor der Digitalisierung¹ der Gesellschaft. Der mündige Umgang mit digitalen Medien ist seit den Beschlüssen der Kultusministerkonferenz von 2012 (KMK, 2012) und fundierter 2016 zur Strategie „Bildung in einer digitalen Welt“ (KMK, 2016) Zielsetzung institutioneller Bildung. Diese umfasst neben dem zielgerichteten Bedienen digitaler Medien insbesondere die Wahrnehmung und Reflexion solcher Systeme in Hinblick auf die Lebenswelt und Gesellschaft, aber auch ein fundiertes Verständnis informatischer Prinzipien als deren Grundlage. KI begegnet uns schon jetzt an vielen Stellen in unserem Alltag und hat das Ziel unser Leben einfacher und komfortabler zu gestalten (z. B. Sprachassistenten (wie Siri oder Alexa), Suchmaschinen im Internet (um mit natürlicher Sprache zu Suchen oder Wörter aus Suchanfragen in Beziehung zu setzen), Navigationssystemen (zur Berücksichtigung von temporären Verkehrszeichen, Baustellen und Unfällen), Empfehlungen bei Streaming-Diensten). Wir interagieren recht selbstverständlich mit KI-Systemen, die häufig auf maschinellem Lernen beruhen. Solche Systeme lernen aus Daten, sodass sie „intelligent“ Aufgaben erledigen können.

Eine wesentliche und häufige Aufgabe von KI-Systemen betrifft das Erkennen, Analysieren und Vorhersagen von Mustern, um bspw. Gesichter zur Entsperrung von Smartphones zu erkennen – oder wie in diesem Material genauer ausgearbeitet – um mittels einer App Pflanzen zu bestimmen. Die Zielsetzungen dieses Materials sind zweigeteilt: Einerseits sollen grundlegende Prinzipien der Musterrerkennung und -analyse sowie die Entwicklung und Reflexion von Entscheidungsbäumen als grafische Aufbereitung von Entscheidungsprozessen untersucht werden, um eine Annäherung an die Funktionsweise von Bestimmungsapps (z.B. Seek) zu ermöglichen. Andererseits sollen diese Apps konkret in den Unterricht eingebettet, erprobt und reflektiert werden. Das Bildmaterial dieser Handreichung wird in weiten Teilen aus der Seek entnommen, die unter CC0 Lizenzen liegen.

Das vorliegende Material wurde im Rahmen des Kooperationsprojekts „*Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester*“ entwickelt. Es handelt sich dabei um eine Kooperation zwischen der Bergischen Universität Wuppertal, der Wilhelms Universität Münster und der Universität Duisburg-Essen. An jedem der besagten Standorte existiert eine Zusammenarbeit zwischen der Didaktik der Informatik und der Sachunterrichtsdidaktik. Die Zielsetzung des von April 2020 bis März 2022 vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen geförderten Projekts ist die Einbindung informatischer Gegenstände in die erste Phase der Lehrkräftebildung im Grundschullehrstudium Sachunterricht. In der Projektkonzeption wurde das Praxissemester als Möglichkeit der Implementierung ausgewählt, da die Studierenden entwickelte Materialien und thematisierte Gegenstände im Unterricht erproben können. Die Studierenden erwerben im Zuge der Vorbereitungs- bzw. Begleitveranstaltung zum Praxissemester fachwissenschaftliche

¹In dieser Handreichung werden unter Digitalisierung sowohl gesellschaftliche als auch technische Transformationsprozesse zusammenfassend verstanden.



und fachdidaktische informatische Kompetenzen und erhalten die Möglichkeiten diese in ihre Unterrichtsplanung für den Sachunterricht zu überführen. Zu diesem Zweck erhalten die Studierenden Arbeitsmaterialien.

Die vorliegende Handreichung besteht aus drei Teilen: einer Beschreibung der curricularen Einbettung, einer Beschreibung der theoretischen Grundlagen sowie einer Beschreibung der unterrichtlichen Einbettung mit Materialien. Zunächst werden informatische Gegenstände für den Einsatz im Sachunterricht legitimiert und anhand der Digitalisierungsstrategie der KMK (2016) und dem Kernlehrplan Sachunterricht NRW (MSB NRW, 2021) sowie den Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik für die Grundschule (GI, 2019) begründet. Anschließend werden die Zielsetzungen des Moduls sowie die angestrebten Kompetenzen aus den curricularen Anforderungen hergeleitet und dargestellt. Daran anknüpfend werden die für dieses Modul notwendigen informatischen Konzepte (künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen, Entscheidungsbäume) beschrieben, um sie für den Unterricht vermittelbar zu machen. Im abschließenden Teil wird die Unterrichtsreihe, welche das Modul bildet, sowie die Materialien und die Unterrichtsziele vorgestellt.

1.2 Curriculare Perspektive

Auch wenn die KMK-Strategie zur „Bildung in der digital geprägten Welt“ (KMK, 2016) nicht explizit informatische Kompetenzen ausweist und sich ja auch explizit auf den Unterricht in allen Fächern bezieht, so lassen sich darin doch Bezüge zu informatischen Kompetenzen finden. Neben impliziten Bezügen, wie z. B. dem Lösen technischer Probleme (ebd., 5.1) durch das Entwickeln eigener Lösungen (ebd., 5.1.3), wodurch ein Bezug zum informatischen Modellieren gegeben ist, finden sich auch explizite Anknüpfungspunkte zum Algorithmenbegriff (ebd., 5.5 „Algorithmen erkennen und formulieren“). Algorithmen sollen als eines der Prinzipien der digitalen Welt erkannt (ebd., 5.5.1) und als Mittel zur Lösung von Problemen (ebd., 5.5.3) herangezogen werden. Zudem ist eine Formulierung eigener Algorithmen vorgesehen (ebd., 5.5.2).

Die Gesellschaft für Informatik hat nach Empfehlungen für eine informatische Bildung in der Sek. I (GI, 2008) und der Sek. II (GI, 2016) 2019 Empfehlungen für den Erwerb von Kompetenzen für eine informatische Bildung im Primarbereich veröffentlicht (GI, 2019). „Algorithmen“ stellen darin einen von fünf zentralen Inhaltsbereichen dar, das „Modellieren und Implementieren“ eine der wesentlichen im Rahmen einer informatischen Bildung zu erwerbenden Kompetenzen. In Bezug auf den Primarbereich wird zum „Modellieren und implementieren“ spezifiziert: „Die Kinder wenden informatische Denk- und Arbeitsweisen auf konkrete Aufgabenstellungen aus ihrer Erfahrungswelt an: Sie erfassen Situationen, erstellen ein informatisches Modell, setzen es mit geeigneten Werkzeugen um und konfigurieren Werkzeuge aufgabenangemessen. Sie beziehen die Lösungen wieder auf die Situation und reflektieren so die informatische Modellierung“ (ebd., S. 8). Die Bezüge zu „Algorithmen“ und zum „Modellieren und Implementieren“ finden sich auch im Medienkompetenzrahmen NRW (Medienberatung NRW, 2020) und wurden zuletzt auch im Kernlehrplan des Sachunterrichts (MSB NRW, 2021) verankert.



In diesem Zusammenhang versucht der Sachunterricht ausgehend von der Lebenswelt der Schüler:innen Digitalisierung als Phänomen der Lebenswelt aufzugreifen, (Fehl-)Vorstellungen zu thematisieren und ein Reflexionsangebot u.a. für das Medienhandeln der Schüler:innen sowie mediale Angebote zu stellen (GDSU, 2021). Der Thematisierung digitaler Medien (Gervé, 2015) wird durch den Einsatz im Unterricht und deren Besprechung aus einer informatischen Perspektive ermöglicht. Hierzu werden sowohl die Medien für den Unterricht als auch die Bedeutung der Gesellschaft reflektiert. Aus der sachunterrichtlichen Perspektive ist insbesondere der erste Teil für die technische Perspektive des Sachunterrichts relevant. Der aktuelle Lehrplan des Fachs Sachunterrichts für NRW umfasst insbesondere die Prinzipien der Datenverarbeitung (EVA-Prinzip) sowie die Algorithmik und Programmierung (MSB NRW, 2021). Schüler:innen sollen im Sachunterricht befähigt werden, in ihrer (digital geprägten) Lebenswelt handlungsfähig zu agieren. Die im Rahmen des vorliegenden Materials angelegte Auseinandersetzung mit Entscheidungsbäumen und maschinellem Lernen knüpft direkt daran an und ermöglicht eine praxisorientierte Vertiefung.

In diesem Zusammenhang sind der Inhalt des Sachunterrichts sowie die Denk-, Arbeits- und Handlungsanweisungen aus dem Fach Informatik entlehnt, die Reflexion und phänomenorientierte Handlungsweise allerdings aus dem Sachunterricht. Das vorliegende Modul versucht Studierenden und Schüler:innen einen Zugang zum informatischen Konzept des maschinellen Lernens zu ermöglichen und dieses mit dem curricularen Bereich „Tiere, Pflanzen, Lebensräume“ in Beziehung zu setzen. Hierzu werden fachsprachliche Begriffe der Informatik und der Biologie in Arbeitsmaterialien eingeführt und miteinander in Beziehung gesetzt.

1.3 Zielsetzung

Die Ziele des Grundlagenmoduls „Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen“ bestehen darin, Schüler:innen ein grundlegendes Verständnis für Prinzipien des maschinellen Lernens (Mustererkennung, Musteranalyse und Mustervorhersage) zu vermitteln. Dies umfasst die folgenden Teilziele: Schüler:innen ...

- ... können anhand vorhandener Merkmalsträger differente Merkmale ausmachen
- ... können anhand differenter Merkmale Paare und Gruppen von Merkmalsträgern zusammenführen
- ... können Merkmale benennen und zum Erkennen weiterer Merkmalsträger nutzen
- ... sind in der Lage aus den Merkmalen Entscheidungsbäume zu konzipieren
- ... können auf Grundlage der Entscheidungsbäume weitere (unbekannte) Merkmalsträger zu einer Merkmalsträgergruppe zuordnen
- ... können Fehldiagnosen bei Merkmalsträgern erklären und reflektieren
- ... reflektieren Schwierigkeiten (z. B. die Begrenztheit der Merkmale, die Auswahl der Merkmale, etc.) hinsichtlich ihrer Folgen für die Konzeption eines Entscheidungsbaumes sowie für die lebensweltliche Umsetzung
- ... können grundlegende Begriffe biologischer Merkmalerkennung anwenden



- ... können fachsprachliche Begriffe zur Benennung der Elemente eines Entscheidungsbaumes einsetzen



2 Fachliche Grundlagen

2.1 Informatische Bezüge

2.1.1 Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen

Ein großes Teilgebiet der künstlichen Intelligenz (KI) ist das Maschinelle Lernen (ML). Dieses beschäftigt sich mit der Muster- bzw. Merkmalerkennung in Daten. Im Normalfall benötigen selbst lernende Systeme große Mengen an Trainingsdaten, mit denen sie Muster finden und sich Gesetzmäßigkeiten in Form von Regeln aneignen können. Auf Basis der definierten Regeln kann ein Computer selbstständig Lösungen entwickeln, Entscheidungen treffen und Vorhersagen zu Eigenschaften neuer Daten treffen. Insbesondere die Klassifizierungsvorgänge, auf deren Grundlage Informatiksysteme selbstständig Entscheidungen treffen, stellen eine häufige Anwendung von KI im Alltag dar. Dazu zählen beispielsweise die Erkennung von Spam-E-Mails, die Risikoeinschätzung von Kreditnehmer:innen, die Krebserkennung anhand von Röntgenbildern, die Texterkennung aus Handschrift oder eben auch die automatisierte Bestimmung von Blättern eines Laubbaums mit einer App (wie bspw. *Seek von iNaturalist*).

Je nach Anwendungsfall lässt sich der Lernvorgang beim Maschinellen Lernen meist einer der drei Strategien zuordnen: Dem überwachten (*supervised learning*), dem unüberwachten (*unsupervised learning*) oder dem bestärkenden Lernen (*reinforcement learning*). Eine häufige Anwendung des überwachten Lernens stellt das automatische Klassifizieren dar. Da dies auch Fokus der hier dargestellten Unterrichtsreihe ist, wird auf diese Strategie im Speziellen eingegangen. Eine übersichtliche Darstellung der anderen beiden Strategien findet sich bei <https://computingeducation.de/proj-ml-uebersicht>.

Beim überwachten Lernen erhält die künstliche Intelligenz einen (Trainings-)Datensatz mit Daten, die bereits mit Beschriftungen (sogenannten *Labeln*) versehen sind. Dies kann beispielsweise ein Bild eines Kastanienblatts sein, das mit dem Label „Kastanie“ im Trainingsdatensatz gespeichert ist. Das System weiß somit, von welchem Baum das Blatt stammt. Die KI versucht nun anhand der verschiedenen gelabelten Daten Muster bzw. Gesetzmäßigkeiten zu finden, wie sich das Kastanienblatt von den anderen Blättern im Datensatz unterscheidet. Diese Gesetzmäßigkeiten werden anschließend vom System in Regeln definiert. Ist das System ausreichend trainiert, ist die KI mehr oder weniger gut – abhängig von Qualität und Menge der Daten – in der Lage, auch gleichartige Bilder von Blättern den entsprechenden Bäumen zuzuordnen. Das System hat somit gelernt, welche Eigenschaften das Aussehen eines bestimmten Blattes ausmachen und kann dieses Wissen anschließend auch anwenden. Die beschriebene Lernstrategie heißt überwachtes Lernen, da das System beim Aufstellen der Regeln die richtigen Beschriftungen der Trainingsdaten bereits kennt und seinen Lernvorgang somit selbstständig „überwacht“. Das System ist in der Lage zu überprüfen, ob ein Bild der Trainingsdaten anhand der aufgestellten Regeln tatsächlich dem richtigen Baum zugeordnet wird.

Im Zuge dieser Unterrichtsreihe identifizieren Schüler:innen eigenständig Merkmale, mit denen verschiedene Blätter eindeutig bestimmt werden können. Dieser Abstraktions- und Generalisierungsschritt wird als zentraler Aspekt des algorithmischen Denkens verstanden. Der von den Schüler:innen entwickelte Algorithmus zur Laubblattbestimmung wird anschließend durch einen Entscheidungsbaum dargestellt. In der Informatik stellen Bäume eine häufige Repräsentationsform von hierarchischen Strukturen dar. Insbesondere Entscheidungsbäume eignen sich auch für den Einsatz in der Grundschule, da diese eine relativ einfach zu verstehende Struktur besitzen und teilweise bereits aus dem Mathematikunterricht als Baumdiagramm bekannt sind.

2.1.2 Entscheidungsbäume als Repräsentationsform

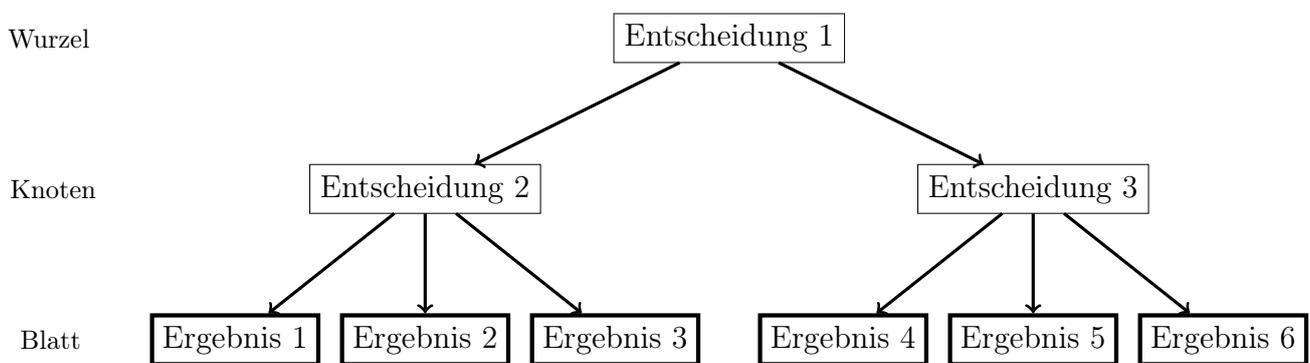


Abbildung 1: Beispiel eines Entscheidungsbaums

Ein Entscheidungsbaum kann als graphische Darstellung der Entscheidungsregeln verwendet werden, die ein System in den Daten gefunden hat. Ein Entscheidungsbaum besteht aus einer Wurzel, die den Ausgangspunkt eines Entscheidungsprozesses markiert. Sie repräsentiert gleichzeitig den ersten Knoten, bei dem überprüft wird, ob der Wert eines Attributs die definierte Bedingung erfüllt. Je nach Ausprägung wird einer der davon abgehenden Kanten (auch Ast genannt) zum nächsten Knoten gefolgt. Am Ende dieses Prozesses stehen die End- bzw. Terminalknoten des Entscheidungsbaums, die auch als Blätter bezeichnet werden. Diese liefern einen Wert, der als Ausgabe bzw. Ergebnis des Entscheidungsprozesses verstanden werden kann. Bei der Bestimmung eines Laubbaums könnte dies beispielsweise die Hainbuche sein.

2.2 Biologische Bezüge

2.2.1 Bestandteile und Merkmale eines Blattes

Das Laubblatt besteht aus einer flächenförmigen, zumeist grünen Spreite (Lamina) und einen Blätterstiel (Godet, 1994, S. 11). Die Verbindung zwischen Spreite und Stiel ist der Blattgrund, der je

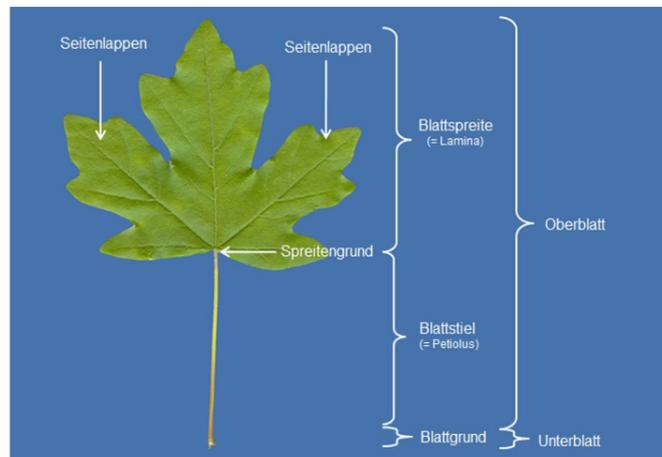


Abbildung 2: Gliederung des Laubblattes anhand von Feldarhorn (Dörken, 2012)

nach Art breiter oder schmäler sein kann. Des Weiteren besteht jedes Blatt aus einem Ober- und einem Unterblatt (Godet, 1994, S. 11). Das Oberblatt bilden Blattspreite und Blattstiel und das Unterblatt der Blattgrund. Die Blattspreite besteht aus einem Spreitengrund, welcher den Übergang von Spreite zu Stiel darstellt (Abbildung 2). Blätter werden immer am Vegetationskegel (Sprossachse) als seitlich ausgegliederte Organe gebildet. Sie bilden sich also niemals zwischen zwei Blättern (Blattzwischenraum = Internodium). Für die Spreite wird in diesem Material stellvertretend der Begriff des Blattes gewählt. Für das vorliegende Material erfolgt eine Beschränkung auf die Form des Blattes, Teilung der Blätter und den Blattrand (Spreitenrand).

Zunächst wird die **Form des Blattes** betrachtet. Hierbei erfolgt eine Beschränkung auf die drei Formen (1) lanzettlich bzw. eiförmig, (2) elliptisch bzw. oval und (3) verkehrt-eiförmig (ebd., S. 11) beschränkt, da diese altersgerecht von den Kindern unterschieden werden können. Lanzettliche bzw. eiförmige Blättern besitzen den größten Durchmesser unterhalb der Blattmitte. Bei elliptischen bzw. ovalen Blättern ist die breiteste Stelle ungefähr bei der Blattmitte und bei verkehrt-eiförmigen ist die breiteste Stelle oberhalb der Blattmitte (ebd., S. 11).

Die **Teilung der Blätter** wurde auf die folgenden beiden Unterscheidungen beschränkt:

- ungeteilte Laubblätter (dazu gehören: ungeteilt, fiederspaltig, fiederteilig, fiederschnittig, tief gebuchtet, 3-lappig, 4-lappig, 5-lappig)
- zusammengesetzte Laubblätter (dazu gehören: unpaarig gefiedert, paarig gefiedert, 3-zählig, 3-zählig mit gestieltem Endblatt, handförmig geteilt)

Der **Blattrand (Spreitenrand)** kann aus biologischer Perspektive eine Vielzahl von Formen annehmen, wie folgende Aufzählung zeigt:



- glatt, ganzrandig: der Rand weist keine Einschnitte auf und ist völlig glatt
- gesägt, gekerbt, gezähnt (gezackt)
 - gesägt: Die spitzen und meist zur Blattspitze hin gekrümmten Zähne stoßen im spitzen Winkel zusammen
 - kerbig gesägt-gezähnt: Die abgerundeten Zähne sind untereinander durch spitze und stumpfe Einschnitte verbunden
 - doppelt gesägt: Die großen Zähne weisen kleine Zähne auf, überall sind die Einschnitte spitz.
 - doppelt gesägt und gezähnt: Die Einschnitte zwischen den großen und kleinen zugespitzten Zähnen sind spitz, stumpf oder abgerundet.
 - gezähnt: Die spitzen Zähne sind untereinander durch stumpfe oder abgerundete Einschnitte verbunden.
- gelappt: Zähne und Einschnitte sind abgerundet

Das vorliegende Material beschränkt sich auf die drei Formen (1) glatt, ganzrandig, (2) gezackt, was als Zusammenfassung von gesägt, gekerbt und gezähnt betrachtet wird, sowie (3) gelappt, da diese auf Bildmaterial deutlich erkennbar und gut unterscheidbar sind.

Über dieses Material hinweg sind noch weitere Merkmale denkbar, die zur Unterscheidung von Blättern und zum Erstellen eines Entscheidungsbaum verwendet werden können. Hierbei ist beispielsweise die Anordnung der Blätter an den Blattstielen zu nennen, die sich wie folgt unterteilen lässt:

- gegenständig: zwei Blätter stehen einander am Spross gegenüber
- zweizellig: Blätter stehen wechsel- oder gegenständig am Spross jedoch in einer Ebene liegend
- büschelig: Blätter stehen zu mehreren oder vielen an einem Knoten
- wechselständig: Blätter abwechselnd am Spross stehend

Erkennbar ist dieses Merkmal allerdings nur dann, wenn Bilder von den Stielen oder ggf. Ästen der Bäume vorliegen. Da dieses Merkmal nicht direkt an einem einzelnen Blatt erkennbar ist, wurde es im vorliegenden Material nicht berücksichtigt.

Als weiteres Merkmal kann die Blattspitze (Spreitenende) betrachtet werden. Im Sinne der didaktischen Reduktion werden an dieser Stelle nur die drei Formen *zugespitzt*, *stumpf* und *abgerundet* genannt, da die übrigen Formen graduelle Unterschiede zu diesen darstellen, wie bspw. Veränderungen des Winkels der Spitze im Verhältnis zur Spreite. Da der Winkelbegriff im Rahmen des Mathematikunterrichts der Grundschule noch nicht behandelt wird, wurde sich gegen eine Aufnahme dieses Merkmals in diesem Material entschieden.

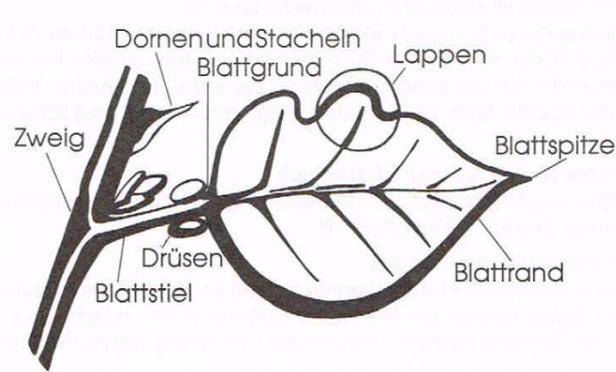


Abbildung 3: Grundbegriffe der Blattbestimmung (Schäfer und Meiser, 1991)

2.2.2 Warum färben sich Blätter?

In Unterrichtsreihen zu Laubbäumen ist dies eine häufig gestellte Frage von Schüler:innen, weshalb auf sie an dieser Stelle näher eingegangen wird. In Laubblättern sind verschiedene Farbstoffe enthalten. Den bekanntesten Farbstoff Chlorophyll, der für die grüne Farbe verantwortlich und wichtig für die Photosynthese ist, überdeckt andere Farbstoffe wie Anthocyane und Karotinoide. Diese schützen beispielsweise die Blätter vor zu viel Sonneneinstrahlung, insbesondere dann, wenn sich die Blätter im Herbst bereits verfärbt haben. Sobald die Tage kürzer werden, bereitet sich der Baum auf die kälteren Jahreszeiten vor, indem er das wichtige Chlorophyll aus den Blättern entzieht und in den Ästen, dem Stamm und den Wurzeln einlagert. Dadurch kommen die anderen Farbstoffe zum Vorschein und die Blätter erleuchten in (gold-)gelben, roten und braunen Farben. Sobald den Blättern das Chlorophyll entzogen wurde, bildet sich eine Korkschicht zwischen Zweig und Stiel, welche die Wasser- und Nährstoffverbindung durchtrennt. Durch den Wind fallen die Blätter anschließend zu Boden. Würden Bäume diesen Prozess nicht vollziehen und stattdessen alle Blätter mit dem Chlorophyll behalten, so würden sie den Winter wahrscheinlich nicht überstehen. Zum einen könnte es dazu kommen, dass die Bäume vertrocknen. Über die Blätter verdunstet ein Großteil des aufgenommenen Wassers. Da die Bäume im Winter weniger Wasser über die Wurzeln aus dem Boden aufnehmen können, könnte es zu einer Unterversorgung kommen. Zum anderen könnte das eingelagerte Wasser in den Blättern durch niedrige Temperaturen gefrieren, was die Zellen beschädigen könnte. Auf beide Weisen könnten die Bäume irreparabel geschädigt werden.



3 Unterrichtliche Einbettung des Moduls

3.1 Reihenplanung

- Exemplarische Unterrichtssequenz vorstellen - dann der Satz zu den Entscheidungsbäumen, dieser ist ersichtlich im Material 0 - hierzu haben wir 4 Doppelstunden entwickelt, die in der folgenden Grafik ersichtlich sind. Im Verlauf der Unterrichtsreihe wird schrittweise ein Entscheidungsbaum zu insgesamt zwölf Laubbäumen erstellt. Um vorab einen Überblick über eine mögliche Struktur zu bekommen, wird an dieser Stelle auf das beigefügte Material 0 (siehe Abschnitt 4) hingewiesen.

Thema der Einheit	Kurzbeschreibung	Zeit
1. Einführung Welche Blätter gehören zusammen? – ein Memoryspiel	Die Schüler:innen erarbeiten anhand eines Memory-Spiels Merkmale, nach denen Blättern unterschieden werden können.	1 Doppelstunde
2. Erarbeitung Welches Blatt bin ich? – eine Entscheidungshilfe zur Bestimmung von Laubbäumen	Die Schüler:innen erarbeiten einen Entscheidungsbaum, der zur Bestimmung von Laubbäumen verwendet werden kann.	1 Doppelstunde
3. Vertiefung und Reflexion Wie erkennt eine App unterschiedliche Blattarten? – ein Blick „in“ die App <i>Seek von iNaturalist</i>	Die Schüler:innen lernen die App <i>Seek</i> von <i>iNaturalist</i> kennen, stellen Vermutungen zur Funktionsweise auf und reflektieren die Ergebnisse der Bestimmung durch die App.	1 Doppelstunde
4. Weiterführung und Reflexion Kein Modell ist perfekt – Thematisierung von Grenzen und Problemfällen	Die Schüler:innen lernen Grenzen von KI-Systemen kennen, die beispielsweise durch den begrenzten Umfang von Trainingsdaten hervorgehen. Sie reflektieren abschließend den Nutzen und die Risiken von solchen System kritisch.	1 Doppelstunde



3.2 Unterrichtssequenz im Detail

3.2.1 Welche Blätter gehören zusammen? – ein Memoryspiel

Einführung: Welche Blätter gehören zusammen? – ein Memoryspiel

Ziele und Kompetenzen

Die Schüler:innen ...

-  können unterschiedliche Merkmale von Blättern identifizieren und benennen.
-  können den Prozess des Merkmalerkennens hinsichtlich ihres eigenen Vorgehens reflektieren
-  kennen verschiedene einheimische Baumarten. benennen.

Zeit

 90 Minuten

Material-überblick

-  Arbeitsblatt 1: Blätter-Memory
-  Arbeitsblatt 2: Bestandteile eines Blattes
-  Material 1: Beispiel einer Mind-Map mit Merkmalen zur Blattbestimmung
-  Material 2: Abbildung der Blätter mit Bezeichnungen
-  Material 3: Steckbriefe der Blätter

Unterrichtsinhalt / Handlungsschritte

Material / Medien

Den Einstieg in die Stunde bildet ein Memory-Spiel, in dem verschiedene Blätter von heimischen Laubbäumen abgebildet sind. Anders als beim klassischen Memory unterscheiden sich die Abbildungen der zusammengehörigen Pärchen jedoch. Es handelt sich immer um zwei Bilder von Blättern derselbe Art. Zusätzlich zum Spiel erhalten die Schüler:innen den Arbeitsauftrag zu notieren bzw. merken, woran sie trotz unterschiedlicher Bilder erkannt haben, dass es sich um die Blätter der gleichen Baumart handelt. Um den Spielfluss flüssiger zu gestalten, kann darüber nachgedacht werden, den Schüler:innen zu erlauben, die aufgedeckten Pärchen offen liegen zu lassen, falls sie sich unsicher sind, ob es sich bei den beiden Bildern um die gleichen Blätter handelt.

Arbeitsblatt 1



Im Plenum werden die gefundenen Merkmale zur Unterscheidung der Blätter gesammelt und übersichtlich beispielsweise in einer Mind-Map an der Tafel gesammelt (dies entspricht der Trainingsphase beim maschinellen Lernens). Ein mögliches Ergebnis dieses Schritts zeigt Material 1.

Beispiel einer Mind-Map siehe Material 1.

Zur Orientierung wird im Folgenden mit Symbolen und Farbcodierungen für jedes Merkmal gearbeitet. Dies soll den Schüler:innen im späteren Verlauf der Unterrichtsreihe helfen, den Überblick zu behalten. Die Blätter aus dem Memory-Spiel werden nach Möglichkeit von den Schüler:innen mit dem zugehörigen Baum benannt. Falls Blätter nicht selbstständig von den Schüler:innen benannt werden können, wird dies von der Lehrkraft übernommen. Die Abbildungen der Blätter (Material 2) werden an der Tafel gesammelt. Anschließend wird im Plenum mit den Schüler:innen zusammen erarbeitet, welche Merkmalsausprägung die einzelnen Blätter besitzen (z. B. sind Blätter der Hainbuche gezackt und eiförmig). Dies wird durch Farbcodierungen und Symbole verdeutlicht, die an die Blätter an der Tafel gehängt werden (siehe Abbildung 4 rechte Seite).

größere Abbildungen der Blätter mit Bezeichnungen (siehe Material 2)

Anschließend folgt eine Erarbeitungsphase in Einzel- oder Partnerarbeit, bei der die Bestandteile eines Blattes erarbeitet und benannt werden. Die Ergebnissicherung erfolgt im Anschluss gemeinsam im Plenum. Alternativ kann die Bearbeitung des Arbeitsblattes auch als Hausaufgabe aufgegeben und zu Beginn der nächsten Stunde besprochen werden.

Arbeitsblatt 2

Als Grundlage der nächsten Unterrichtsstunden und als Ergebnissicherung füllen die Schüler:innen basierend auf den Ergebnissen des vorherigen Unterrichtsschritts die Steckbriefe zu allen zwölf Blättern aus (siehe Material 3).

Steckbriefe der Blätter (Material 3)

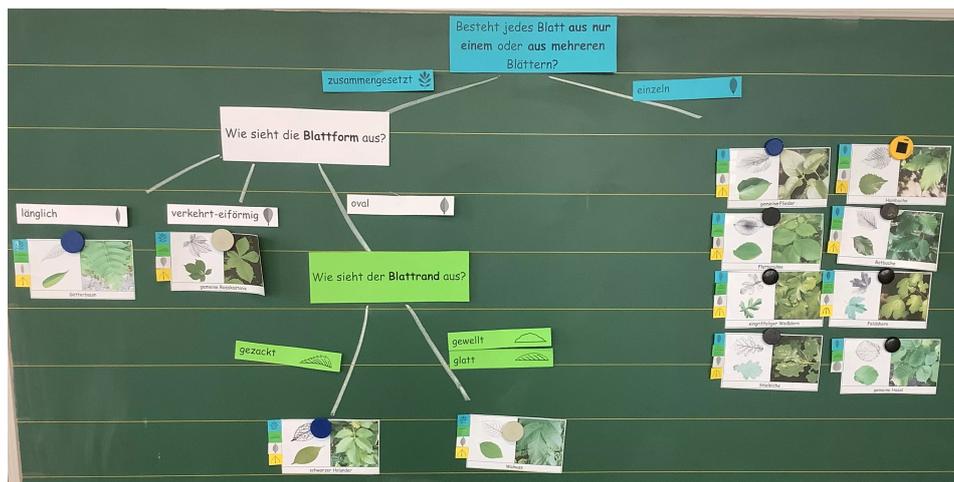


Abbildung 4: Unterrichtsbeispiel zur Erstellung eines Entscheidungsbaums



3.2.2 Welches Blatt bin ich? – eine Entscheidungshilfe zur Bestimmung von Laubbäumen

Erarbeitung: Welches Blatt bin ich? – eine Entscheidungshilfe zur Bestimmung von Laubbäumen

Ziele und Kompetenzen

Die Schüler:innen ...

-  können Merkmalsausprägungen benennen und danach fragen
-  können einen Entscheidungsbaum anhand von Merkmalen erstellen
-  können Entscheidungsbäume nutzen, um Entscheidungsprozesse nachzuvollziehen und diese bewerten

Zeit

 90 Minuten

Material-überblick

 Material 0: Beispielhafter Entscheidungsbaum der Blätter

Zusätzliches Material

- Schaubild aus letzter Stunde (Mind-Map)
- Ausgefüllte Steckbriefe der einzelnen Blätter aus der letzten Stunde
- Plakate zum Erstellen der Entscheidungsbäume (DIN A2)

Unterrichtsinhalt / Handlungsschritte

Zu Beginn wird das Schaubild aus der letzten Stunde erneut gezeigt. Zusätzlich können die Schüler:innen auf die angefertigten Steckbriefe der letzten Stunde zurückgreifen. Danach sucht sich die Lehrkraft heimlich ein Blatt aus und schreibt dessen Namen von hinten an die Tafel oder auf ein Blatt Papier, sodass es für die Schüler:innen nicht sichtbar ist. Die Schüler:innen erhalten anschließend die Aufgabe das ausgewählte Blatt zu erraten. Die Schüler:innen können dabei auf die erarbeiteten Merkmale aus der Mind-Map und den Steckbriefen zurückgreifen. Die Kinder entwickeln Fragen, die von der Lehrkraft mit „Ja“ oder „Nein“ zu beantworten sind. Bsp.: Ist das Blatt zusammengesetzt? Ist das Blatt einzeln?

Die Fragen der Schüler:innen notiert die Lehrkraft in Form eines Entscheidungsbaums. (Dies entspricht einer möglichen Regelentwicklung beim maschinellen Lernen). Das in der Frage thematisierte Merkmale wird mit der farblichen Codierung sowie dem Symbol in den Entscheidungsbaum aufgenommen.

Material / Medien

Schaubild über die Merkmale aus letzter Stunde (Mind-Map)



Auf diese Weise entsteht mit jeder weiteren Frage eine Verästlung des Entscheidungsbaums, womit der Entscheidungsbaum schrittweise weiter verfeinert und weiterentwickelt wird. Die Darstellungsform ist den Schüler:innen eventuell bereits als Baumdiagramm aus dem Mathematikunterricht bekannt. Die Schüler:innen sollten auf diese Weise zur richtigen Lösung des Ratespiels gelangen. Die Lehrkraft zeigt abschließend das zuvor verdeckt notierte Blatt, damit die Lösungen verglichen werden können.

Material 0:
Beispielhafter
Entscheidungsbaum
der Blätter

Der so entstandene Entscheidungsbaum ist allerdings noch nicht vollständig. Das Vervollständigen des Baums ist daher im Folgenden Aufgabe der Schüler:innen in Partnerarbeit. Danach tauschen sie ihre Lösung mit einer anderen Zweiergruppe aus und überprüfen die Lösungen, indem sie das Spiel „Welches Blatt bin ich?“ spielen. Ähnlich wie bereits zuvor von der Lehrkraft durchgeführt, sucht sich ein Kind heimlich ein Blatt aus und notiert dieses verdeckt. Der/Die Partner:in stellt daraufhin Fragen entlang des Entscheidungsbaums und sollte so zur richtigen Lösung gelangen. Bei diesem Schritt ist es nicht schlimm, wenn Schüler:innen bei der Vervollständigung des Entscheidungsbaums zu unterschiedlichen Lösungen gelangen. Es ist nur wichtig, dass sie mit dem Stellen der Fragen zum gleichen Ergebnis (Blatt) gelangen. Zur Erstellung der Entscheidungsbäume eignet sich ein DIN A2 Plakat. Zusätzlich können die kleineren Abbildungen der Blätter aus Material verwendet werden.

Material 4; DIN A2
Plakate

Zur Sicherung der Ergebnisse werden zwei Lösungen im Plenum vorgestellt und exemplarisch mit einem Blatt durchlaufen (Besitzt das Blatt wirklich Zacken am Blattrand? ...)

Hausaufgabe: Die Schüler:innen sollen zur nächsten Stunde Blätter von Bäumen mitbringen, die sie auf dem Schulweg o.ä. finden.



3.2.3 Wie erkennt eine App unterschiedliche Blattarten? – ein Blick „in“ die App *Seek von iNaturalist*

Vertiefung und Reflexion: Wie erkennt eine App unterschiedliche Blattarten? – ein Blick „in“ die App *iNaturalist*

Ziele und Kompetenzen

Die Schüler:innen ...

-  kennen die informatischen Fachbegriffe für die Elemente des Entscheidungsbaums
-  können Blätter anhand der Merkmale in einen Entscheidungsbaum einsortieren
-  können einen Entscheidungsbaum anhand weiterer Merkmale erweitern
-  können Grenzen von Entscheidungsbäumen erkennen und die Konsequenzen reflektieren

Zeit

 90 Minuten

Material-überblick

-  Arbeitsblatt 3: Entscheidungsbaum Erstellung
-  Arbeitsblatt 4: Bestimmung eines Blattes

Unterrichtsinhalt / Handlungsschritte

Material / Medien

Die Stunde beginnt mit einer Einzel- oder Partnerarbeitsphase, in der sich die Schüler:innen die Bestandteile eines Entscheidungsbaums und dessen grundlegenden Aufbau erarbeiten. Dies dient gleichzeitig zur Aktivierung des Vorwissens aus den letzten Stunden. Die Ergebnisse des Arbeitsblatts 3 werden anschließend im Plenum verglichen.

Arbeitsblatt 3

Anschließend bestimmen die Schüler:innen in Partnerarbeit einen Teil ihrer mitgebrachten Blätter anhand des in der letzten Stunde entwickelten Entscheidungsbaums. Diese Blätter dienen als Testdaten im Sinne des Maschinellen Lernens. Falls Kinder Blätter gefunden haben, die sie anhand des Entscheidungsbaums nicht bestimmen können, werden diese beiseite gelegt und gesammelt. Auf sie wird in der nächsten Stunde näher eingegangen.



Nachdem die Schüler:innen ihre mitgebrachten Blätter selbstständig bestimmt haben, wird die App *Seek von iNaturalist* vorgestellt. Es findet eine exemplarische Bestimmung von mitgebrachten Blättern statt. Dies kann auch von Schüler:innen unter Anleitung durchgeführt werden, so die technischen Gegebenheiten vorhanden sind.

Im folgenden Unterrichtsgespräch wird die Frage aufgeworfen, wie die App die Bestimmung durchführt, also was „in“ der App passiert. Hierbei sollen die Schüler:innen den Transfer zum Entscheidungsbaum herstellen, der in den letzten Stunden gemeinsam entwickelt wurde. Hierzu werden die Schüler:innen auf das „Welches Blatt bin ich?“-Spiel aufmerksam gemacht, welches es ermöglichte, Pflanzen anhand von Eigenschaften, die sie zuvor aus dem Memory erarbeitet haben, zu bestimmen. Die Kinder haben in diesem Falle den Prozess durchlaufen, welcher sonst von einer KI durchlaufen wird, nämlich anhand eines Sets aus Trainingsdaten Unterscheidungsregeln zu erarbeiten und diese mit Testdaten zu überprüfen.

Nun werden den Schüler:innen Bilder einer Schwarzpappel gezeigt, die bis jetzt noch nicht im entwickelten Entscheidungsbaum enthalten ist. Bei der Bestimmung des Blattes mit dem Entscheidungsbaums wird den Kindern auffallen, dass dieses Blatt zwar als Hainbuche bestimmt wird, es sich allerdings im Aussehen davon deutlich unterscheidet, denn die Schwarzpappel hat eher eine dreieckige Blattform. Somit stellen die Schüler:innen fest, dass eine korrekte Zuordnung mit dem Entscheidungsbaum nicht möglich ist. Wie kann das sein? Die Merkmalsausprägungen, die sie zuvor „gelernt“ und „getestet“ haben, reichen nicht aus, um zwischen den beiden Blätter zu differenzieren.

Arbeitsblatt 4

Es findet daraufhin eine gemeinsame Erweiterung des Entscheidungsbaums statt, sodass mit ihm die Schwarzpappel richtig bestimmt werden kann. Hierzu kann auf die zuvor erarbeiteten Merkmale zurückgegriffen werden. Es bietet sich an, eine weitere Blattform „dreieckig“ einzuführen.

Wieso die anfängliche Bestimmung der Schwarzpappel nicht funktionierte, die App dies allerdings konnte, soll nun thematisiert werden. Die App scheint über etwas zu verfügen, was die Kinder nicht hatten als sie den Entscheidungsbaum erstellt haben: Trainingsdaten von Schwarzpappeln.

Beim Maschinellen Lernen kann dieses Phänomen ebenfalls auftreten, wenn das System noch keine Regeln für ein Label erlernt hat, weil bspw. dieses Blatt nicht in den Trainingsdaten enthalten war. Dieser Fall kann jedoch bei der App *Seek von iNaturalist* nicht rekonstruiert werden, da sie auf einen zu großen Datenbestand zurückgreift, in dem die meisten Bäume enthalten sind. Dennoch sollten die Schüler:innen für diese Problematik sensibilisiert werden. Sollten keine digitalen Endgeräte vorhanden sein, werden im Plenum die Bestimmungen von *Seek* bspw. auf dem Smartphone der Lehrkraft oder einem vergleichbaren Gerät gezeigt. Sollte auch dies nicht möglich sein, erhalten die Schüler:innen das Bild der Schwarzpappel und sollen diese, anhand des Bildes, in den Entscheidungsbaum einbetten. Da dies nicht möglich ist, weil die Schüler:innen keinen vergleichbaren Fall in den Trainingsdaten hatten, muss nun der Entscheidungsbaum überdacht und angepasst werden.



3.2.4 Kein Modell ist perfekt – Thematisierung von Grenzen und Problemfällen

Weiterführung und Reflexion:

Kein Modell ist perfekt – Thematisierung von Grenzen und Problemfällen

Ziele und Kompetenzen

Die Schüler:innen ...

🎓 reflektieren die Grenzen von Bestimmungsapps.

🎓 reflektieren die Grenzen des Maschinellen Lernens.

Zeit

🕒 90 Minuten

Material-überblick

📄 Material 5: Abbildung von nicht-bestimmbaren Blättern

Unterrichtsinhalt / Handlungsschritte

Material / Medien

Die Lehrkraft führt eine Blattbestimmung mit der App *Seek von iNaturalist* mit dem Foto in Material 5 durch. Die Bestimmung wird allerdings nicht vollständig erfolgen (nicht alle grünen Punkte sind oben im Kamerabild zu sehen). Im Unterrichtsgespräch werden Ideen gesammelt, warum die Bestimmung nicht erfolgreich verlief (z. B. schlechte Qualität des Fotos, zwei verschiedene Blätter unterschiedlicher Pflanzen gleichzeitig im Kamerabild). Hieraus lassen sich generelle Tipps beim Bestimmen von Pflanzen mit der App ableiten (immer nur Blätter der selben Pflanze mit der Kamera abfotografieren, Fotos aus verschiedenen Winkeln aufnehmen, scharfe Fotos aufnehmen).

Foto eines Blattes, das die App nicht vollständig bestimmen kann (Material 5)

In der letzten Phase erfolgt eine Reflektion der gesamten Unterrichtsreihe. Welche Schritte wurden gemeinsam gegangen von der Erarbeitung der Merkmale von Blättern, über die Entwicklung eines Entscheidungsbaums zur Bestimmung von Laubbäumen sowie der Erweiterung des Regelwerks, wenn „neue“ Bäume hinzukommen. Dies ermöglicht es den Schüler:innen den durchlaufenen Prozess (einer KI) der Merkmalsanalyse, -benennung, -systematisierung, -erprobung und -erweiterung nachzuvollziehen.

Abschließend werden KI-Systeme kritisch beleuchtet. Dazu sollen die Schüler:innen zunächst Problemfälle aufzählen, die sie bis jetzt in der Unterrichtsreihe gesehen haben. Zentrale Stichwörter sind hierbei: fehlende Merkmale in Testdaten und daraus resultierende fehlende Entscheidungsregeln, falsche Zuordnung bzw. Bestimmung von Blättern. Im Anschluss daran wird gefragt, welche Auswirkungen solche Fehler haben können. Als negative Konsequenz könnte hier eine Fehlbestimmung eines giftigen Pilzes thematisiert werden.



AUSBLICK: KI ist in einer digitalen Welt eine verbreitete Technologie. Doch birgt KI durch den Lernprozess viele Nachteile. So kann KI durch unzureichende Vielfalt in den Merkmalen problematisch sein. Wie kann das sein, wenn ein Algorithmus doch keine Vorurteile haben kann?! Wenn eine KI bspw. mit Bildern von Menschen trainiert wird, deren Gesichter zu erkennen sind, dann allerdings Bilder von Menschen mit Mund-Nasen-Bedeckung hinzukommen, setzt die KI das Muster fort, das sie erlernt hat. Sie erkennt unter Umständen Menschen nicht als solche, da das Tragen von Masken gelernte Erkennungsmerkmale verdeckt. Dieser Fall war in den Trainingsdaten nicht vorhanden. Dieser Mechanismus lässt sich auf weitere Beispiele übertragen, seien es bspw. visuelle Merkmale wie die Haut- oder Augenfarbe des Menschen, Merkmale von Blättern zur Bestimmung. Fehler aufgrund unzureichenden Datenmaterials im Lernprozess können und sollten vermieden werden und können zu diskriminierenden oder sexistischen Entscheidungen von KI-Systemen führen.

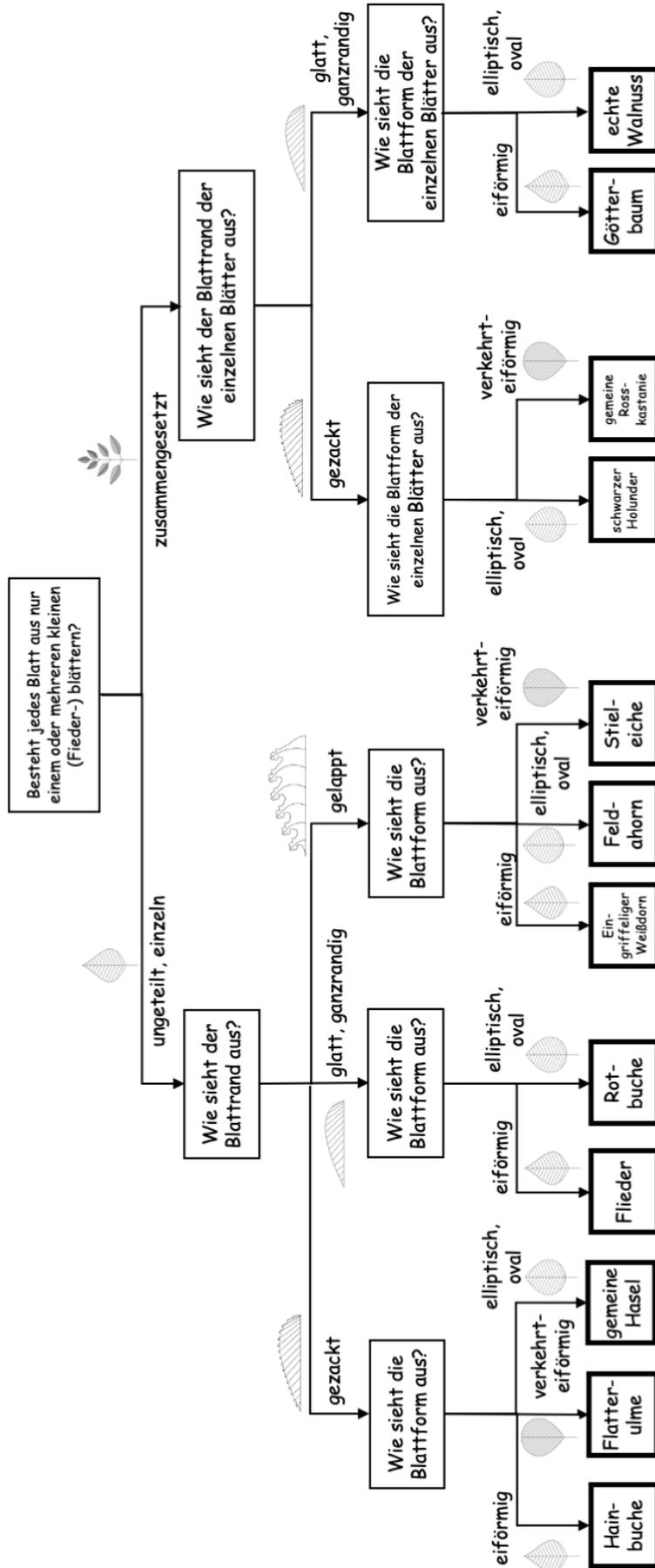
An dieser Stelle wäre eine unterrichtliche Einbettung der Themen Computational Vision (*Wie erkennen Computer Formen in Bildern?*) sowie Rassismus und Sexismus von Algorithmen (*Computer haben keine schlechten Tage, sie können dennoch unfair sein*) möglich.



4 Materialübersicht

Auf den folgenden Seiten sind die Arbeitsblätter und die Materialien für die Unterrichtsreihe enthalten.

Material 0: Beispielhafter Entscheidungsbaum der Blätter



Aufgabenblatt 1: Blätter-Memory



Aufgaben:

Jeden Herbst fallen viele Blätter von den Bäumen. Kannst du uns helfen sie zu Paaren zusammen zu legen?

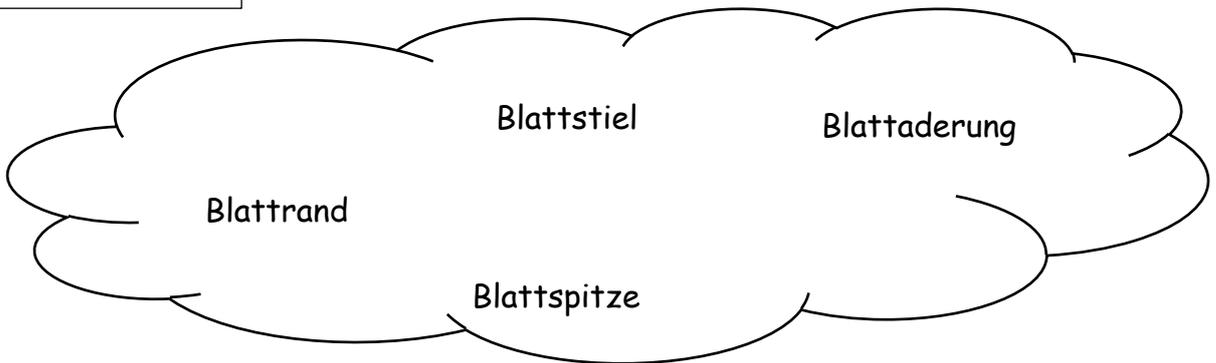
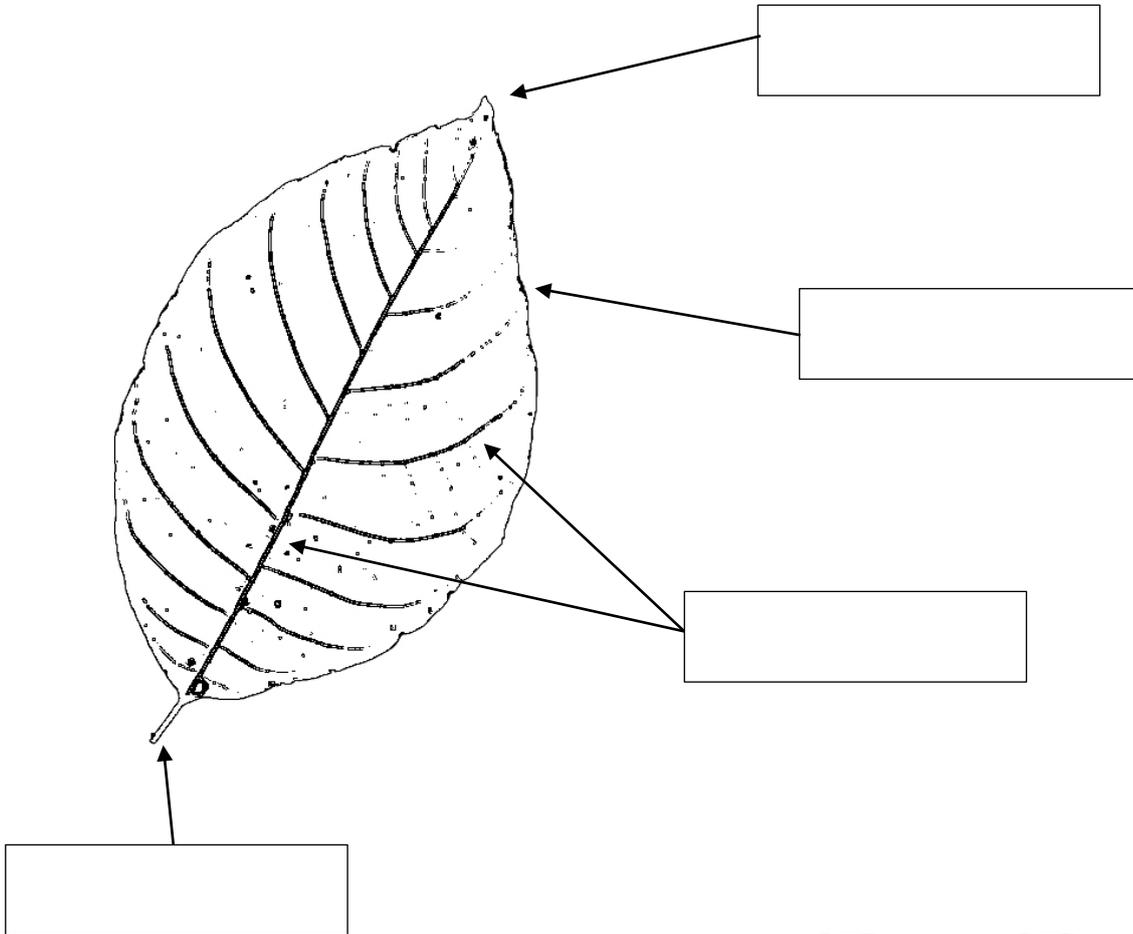
1. Schneide dazu zunächst die einzelnen Memory-Karten aus.
2. Spiele mit dem Kind neben dir eine Runde Memory. Wer nach einer Runde die meisten Paare gefunden hat, gewinnt.
3. Obwohl die Paare nicht komplett gleich aussehen, habt ihr sie gefunden. Woran habt ihr die passenden Paare erkannt? Sammelt alle Besonderheiten, die ihr dazu benutzt habt.



Aufgabenblatt 1: Blätter-Memory



Aufgabenblatt 2: Bestandteile eines Blattes



Aufgabe:

2. Ordne die Wörter aus der Wortwolke den richtigen Stellen zu.

Aufgabenblatt 3: Entscheidungsbaum Erstellung

Aufgabe:

1. Lies den Erklärungstext und schau dir das Beispiel an, wie ein Entscheidungsbaum aussehen kann.
2. Fülle die Lücken im Entscheidungsbaum mit folgenden Gegenständen aus: **Würfel, Tennisball, Paket**



Erklärung

Ein Entscheidungsbaum hilft dir, verschiedene Dinge in Gruppen zu sortieren.

Wie ein richtiger Baum besitzt auch der Entscheidungsbaum eine **Wurzel**, **Verzweigungen**, **Äste** und **Blätter**. Ein Entscheidungsbaum wächst allerdings im Vergleich zu einem richtigen Baum von oben nach unten.

Die **Wurzel** bildet den Anfang eines Entscheidungsbaums und steht daher ganz oben.

Die Wurzel, Verzweigungen und Blätter werden auch als **Knoten** bezeichnet.



Beispiel:

Welche Form hat der Gegenstand?

Wurzel

rund

eckig

Welche Farbe hat der Gegenstand?

Verzweigung

Welche Farbe hat der Gegenstand?

Blatt

gelb

braun

schwarz

rot

weiß

braun

runder
Tisch

Fahrrad-
reifen

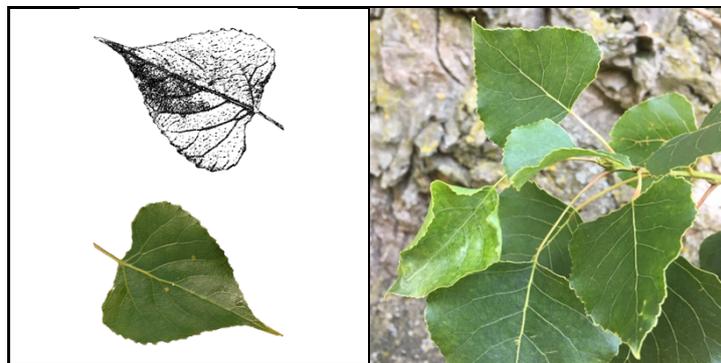
roter
Legostein

Aufgabenblatt 4: Bestimmung eines Blattes

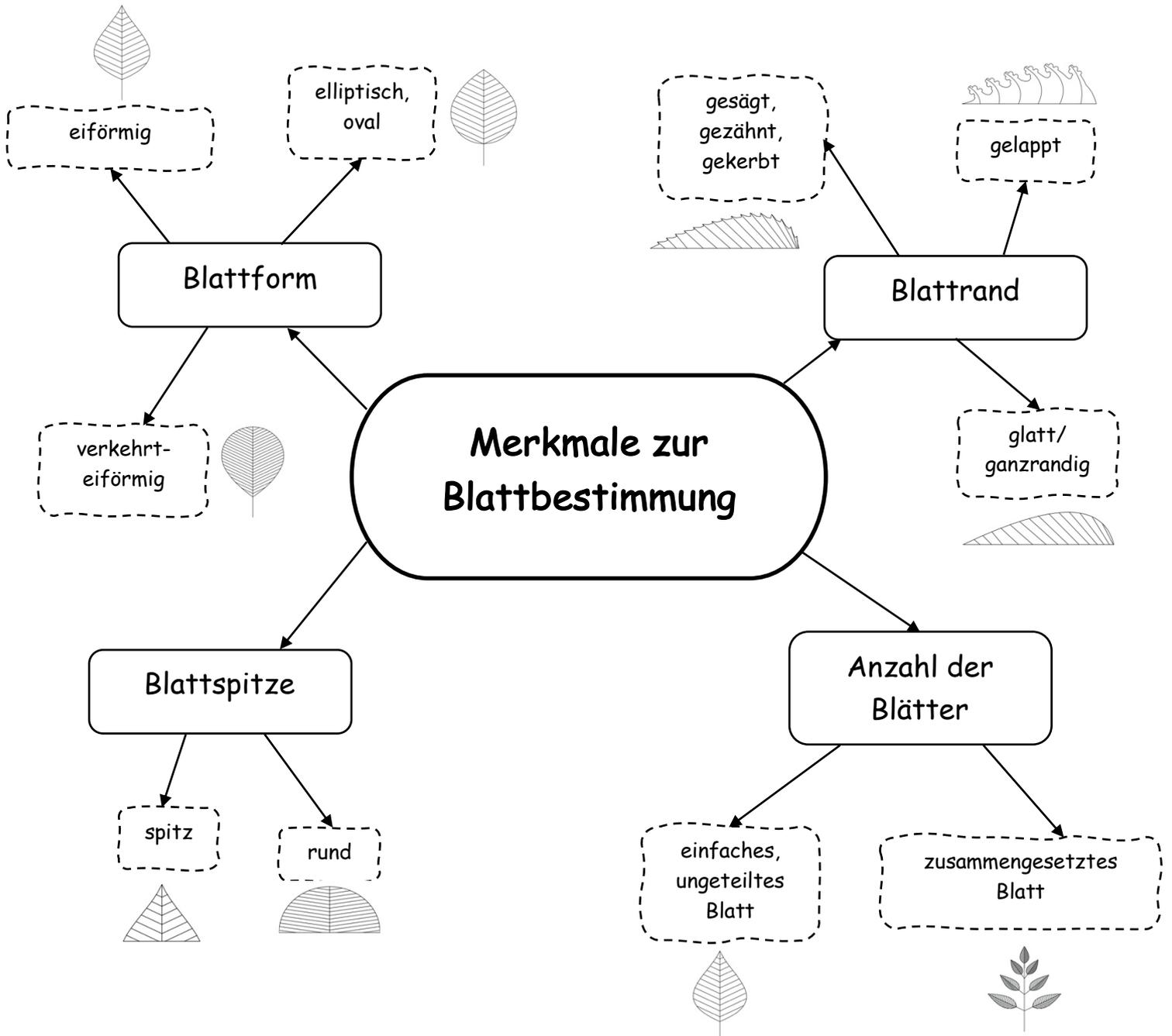


Aufgabe:

1. Bestimme das unten abgebildete Blatt mithilfe deines Entscheidungsbaums aus der letzten Stunde.



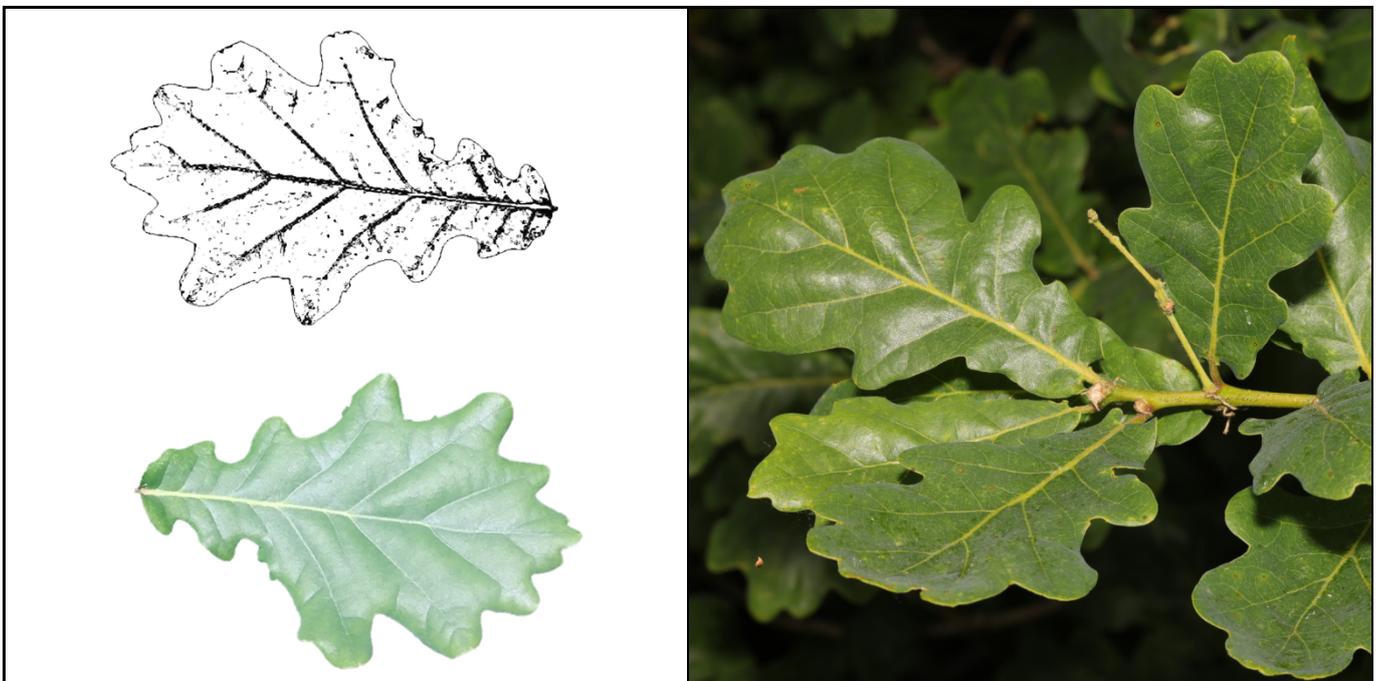
Material 1: Beispiel einer Mind-Map mit Merkmalen zur Blattbestimmung



Material 2: Abbildung der Blätter mit Bezeichnungen



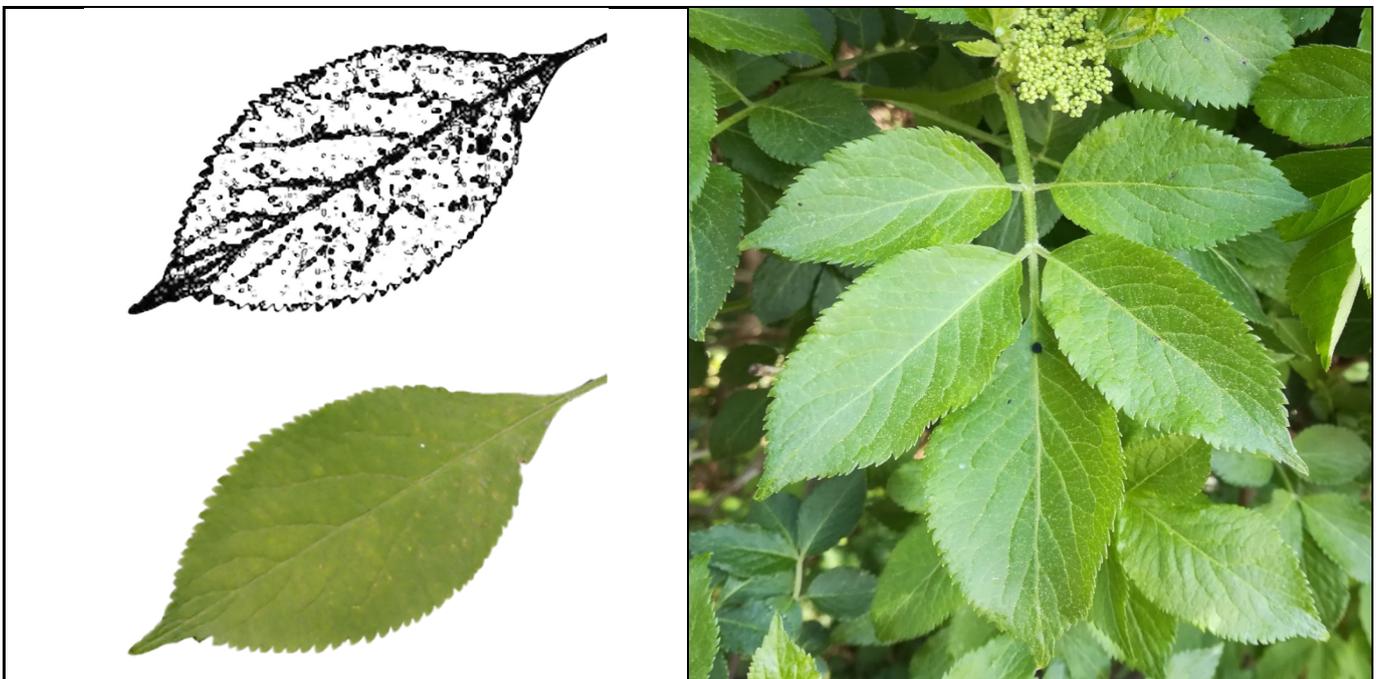
gemeine Rosskastanie



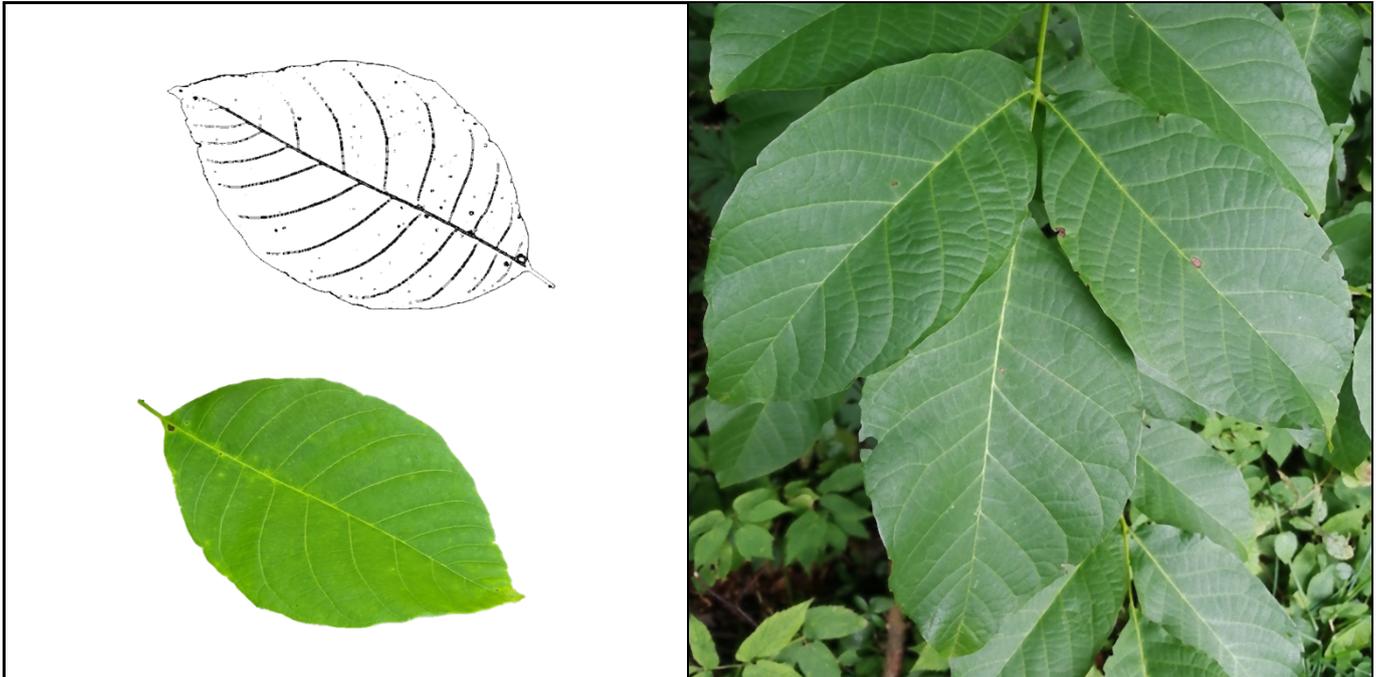
Stieleiche



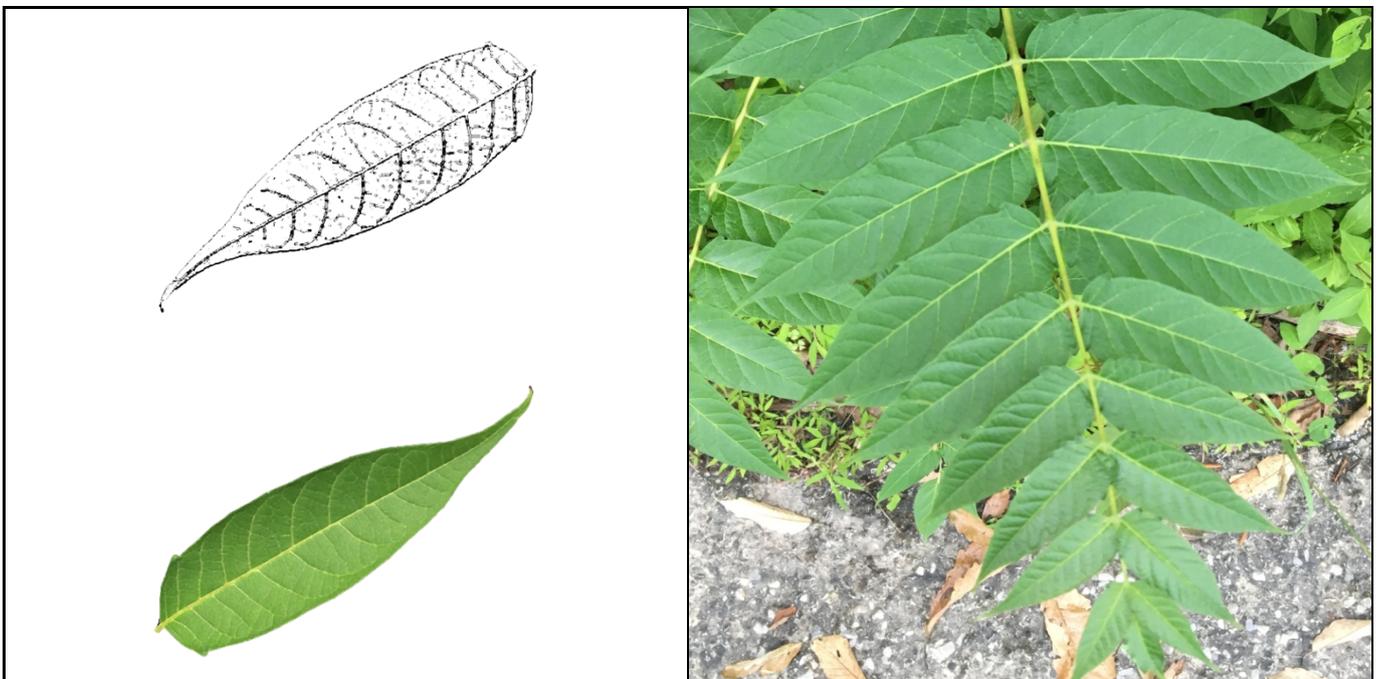
Rotbuche



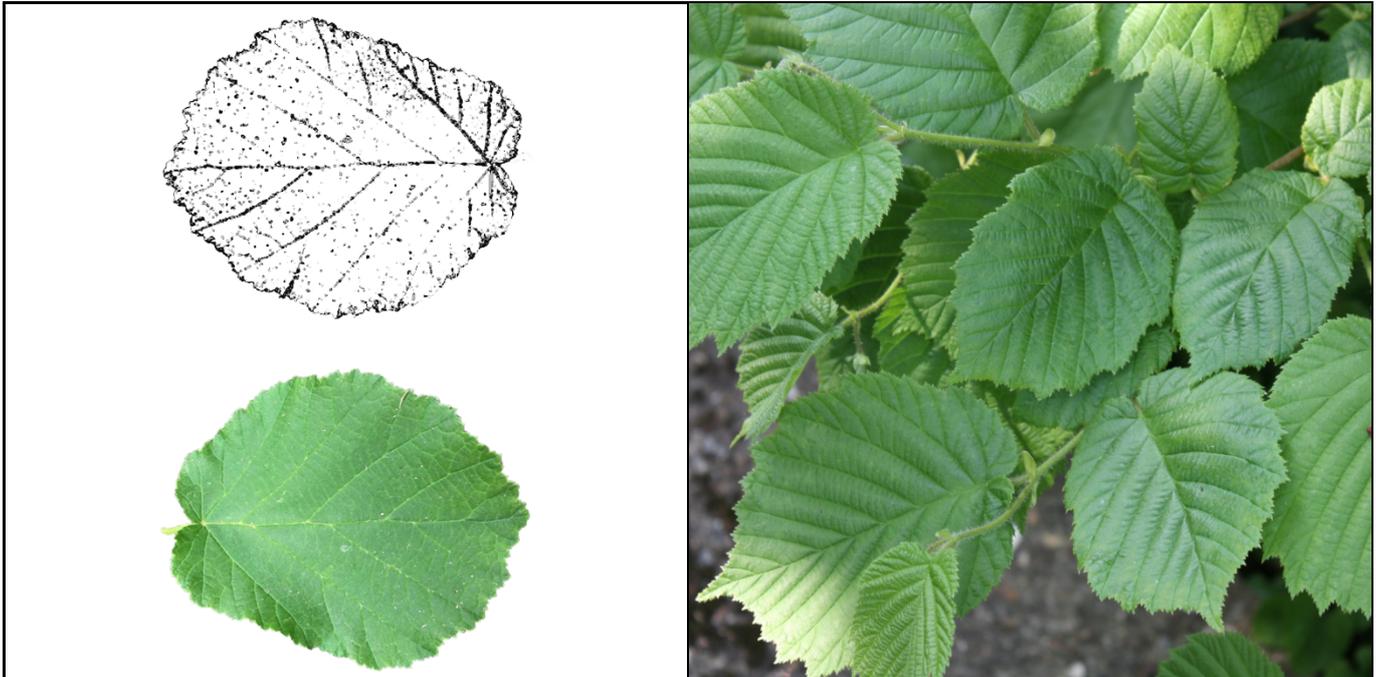
schwarzer Holunder



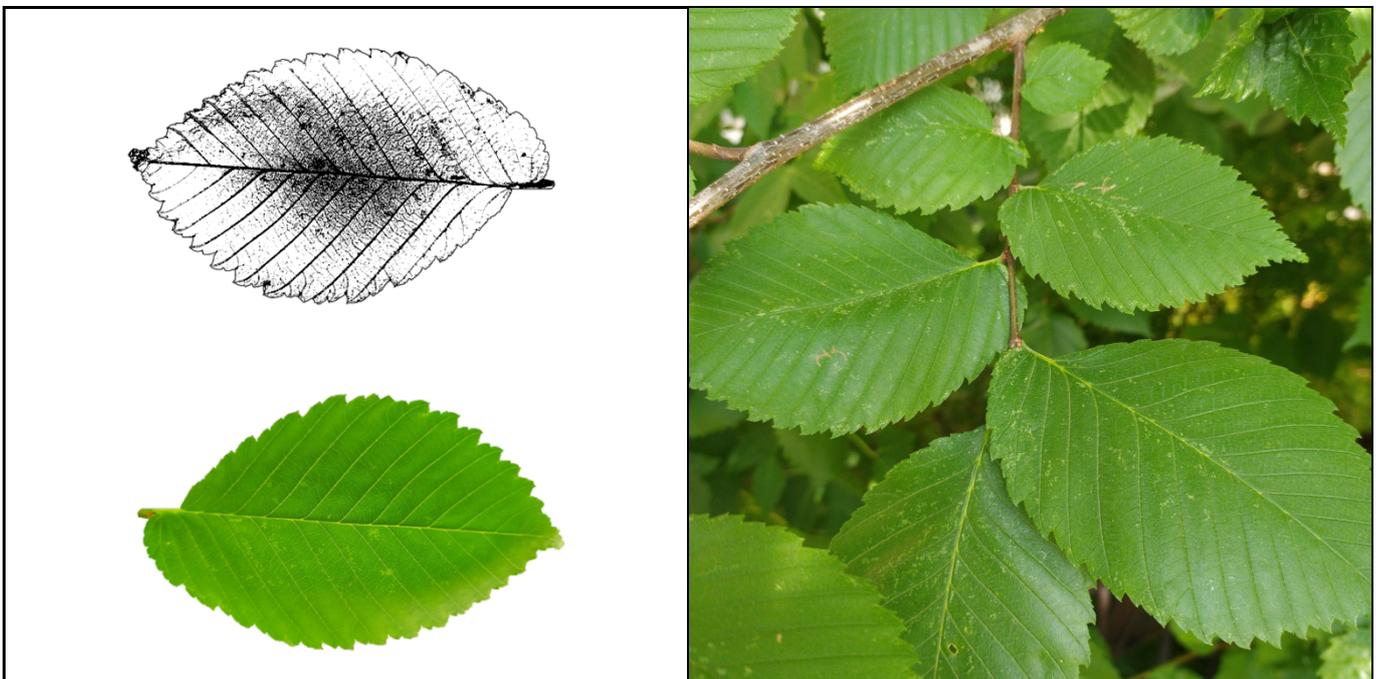
Walnuss



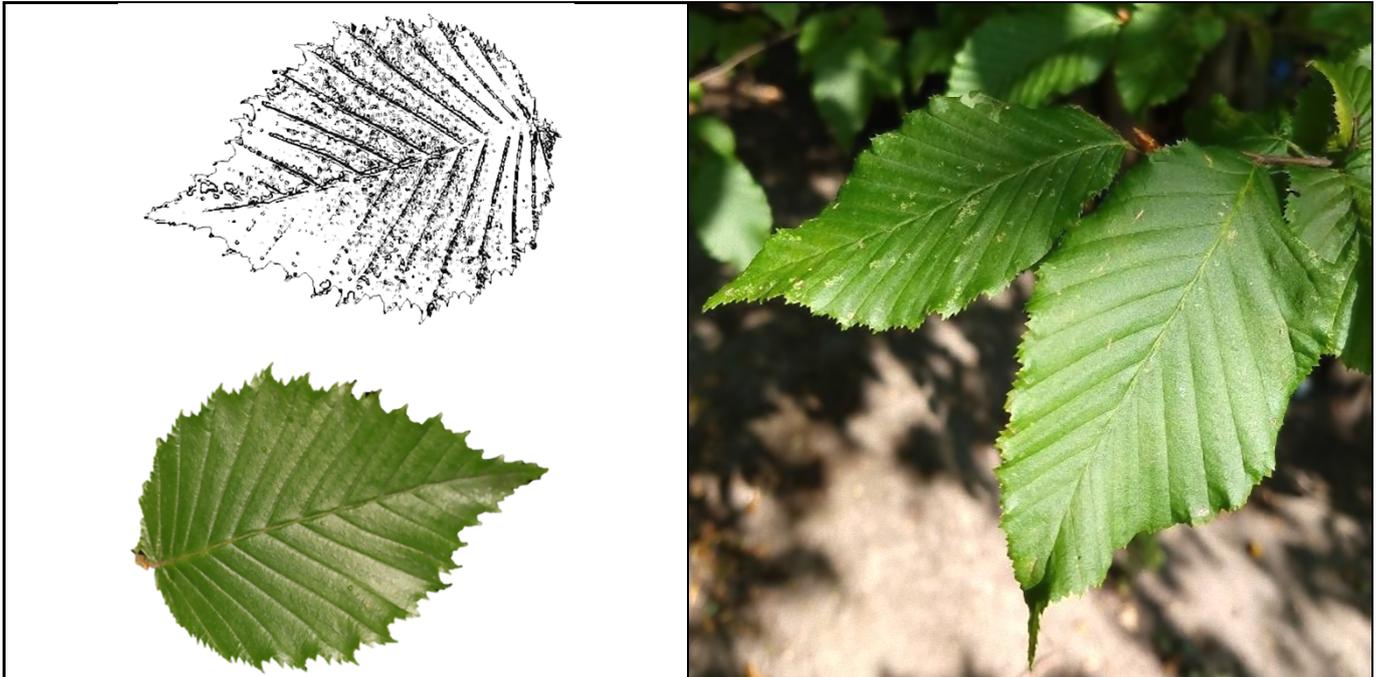
Götterbaum



gemeine Hasel



Flatterulme



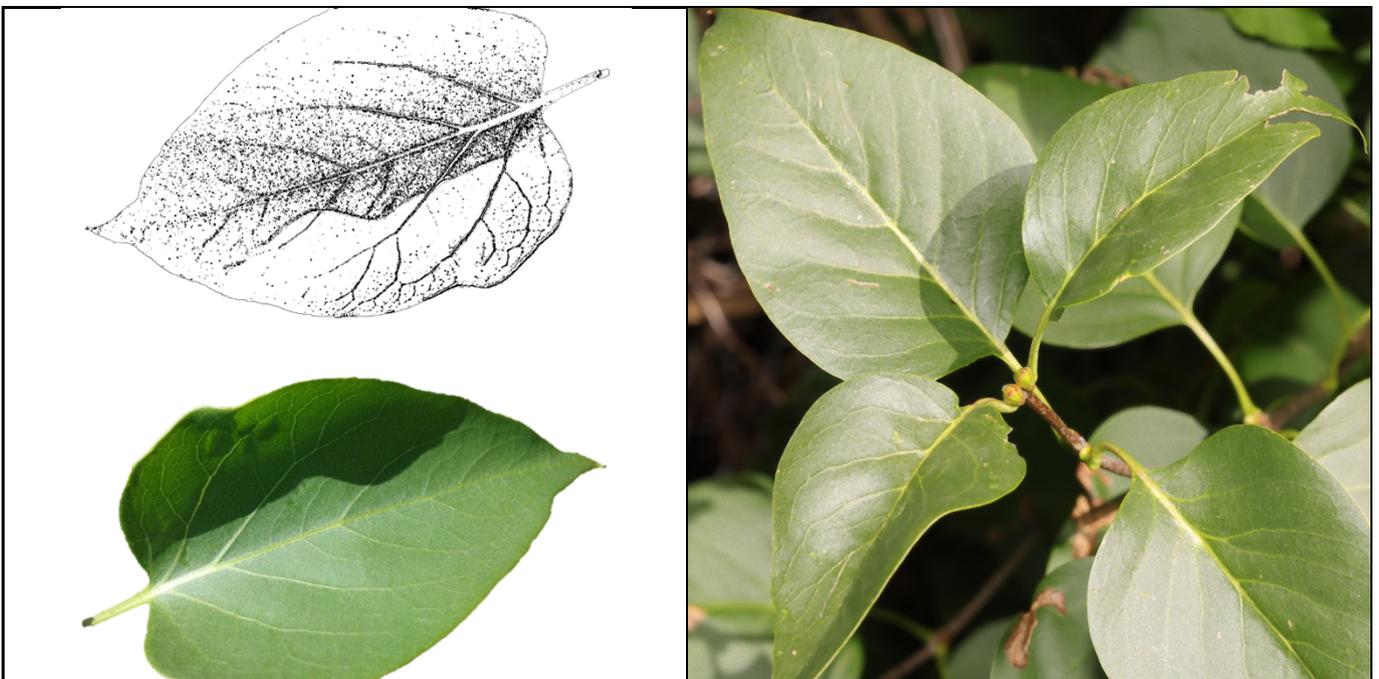
Hainbuche



Feldahorn



eingriffeliger Weißdorn



gemeiner Flieder

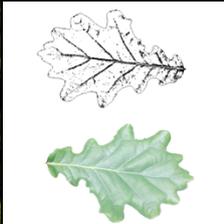
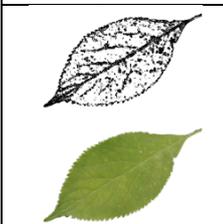
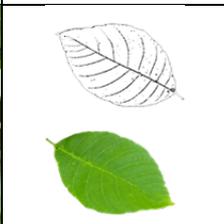
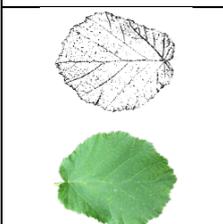
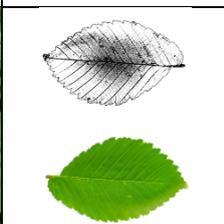
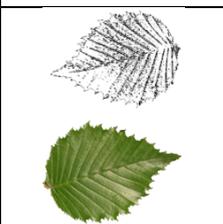
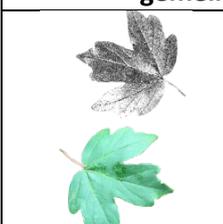
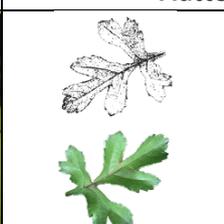
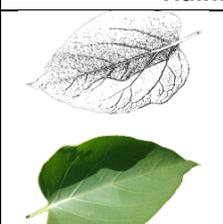
Material 3: Steckbriefe der Blätter

<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 	<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 
<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 	<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 

<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 	<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 
<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 	<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 

<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 	<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 
<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 	<p>Name des Blattes:</p> <p>Blattform:</p> <p>Blattrand:</p> <p>Blattspitze:</p> <p>Anzahl der Blätter:</p> 

Material 4: Kleinere Bilder der Blätter zur Erstellung der Entscheidungsbäume

					
gemeine Rosskastanie		Stieleiche		Rotbuche	
					
schwarzer Holunder		Walnuss		Götterbaum	
					
gemeine Hasel		Flatterulme		Hainbuche	
					
Feldahorn		eingriffeliger Weißdorn		gemeiner Flieder	

Material 5: Abbildungen von nicht-bestimmbaren Blättern aufgrund niedriger Bildqualität



Stieleiche

gemeine Rosskastanie



Material 6: Fragen und Merkmale zur Erstellung eines Entscheidungsbaums

Besteht jedes Blatt aus nur **einem** oder aus **mehreren** Blättern?

zusammengesetzt



einzel



Wie sieht die **Blattform** aus?

eiförmig



elliptisch



verkehrt-eiförmig





Wie sieht der **Blattrand** aus?

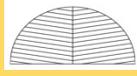
glatt, ganzrandig 

gezackt 

gelappt 

Wie sieht die **Blattspitze** aus?

spitz 

abgerundet 



Literaturverzeichnis

- Dörken, Veit Martin (2012). *Evolution und Biodiversität der Landpflanzen – Morphologie – Blatt*. Manuskripte zur Vorlesung. Universität Konstanz. URL: <https://www.biologie.uni-konstanz.de/doerken/lehre/skripte/>.
- GDSU (2021). *Sachunterricht und Digitalisierung*. Positionspapier erarbeitet von der AG Medien & Digitalisierung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU). Online-Publikation. URL: https://gdsu.de/sites/default/files/PDF/GDSU_2021_Positionspapier_Sachunterricht_und_Digitalisierung_deutsch_de.pdf (besucht am 17. 01. 2022).
- Gervé, Friedrich (2015). *Digitale Medien*. In: *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Hrsg. von Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske. 2. Auflage. Schulpädagogik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 496–500. ISBN: 978-3-8252-8621-7.
- GI (2008). „Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I“. In: *Supplement to LOG IN* 28.150/151. Unter Mitarb. von Hermann Puhmann, Torsten Brinda, Michael Fothe, Steffen Friedrich, Bernhard Koerber, Gerhard Röhner und Carsten Schulte, S. 1–73.
- (2016). „Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II“. In: *Supplement to LOG IN* 36.183 / 184. Unter Mitarb. von Gerhard Röhner, Torsten Brinda, Volker Denke, Lutz Hellmig, Theo Heußer, Arno Pasternak, Andreas Schwill und Monika Seiffert, S. 1–88. URL: <http://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2350> (besucht am 28. 05. 2018).
- (2019). *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich*. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards Informatik im Primarbereich“. Gesellschaft für Informatik e.V. URL: <http://dl.gi.de/handle/20.500.12116/20121> (besucht am 20. 12. 2021).
- Godet, Jean-Denis (1994). *Bäume und Sträucher: einheimische und eingeführte Baum- und Straucharten*. Godet-Pflanzenführer. Augsburg: Naturbuch Verlag. 216 S. ISBN: 978-3-89440-154-2.
- KMK (2012). *Medienbildung in der Schule*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 8. März 2012. URL: <https://www.kmk.org/themen/allgemeinbildende-schulen/weitere-unterrichtsinhalte-und-themen/medienbildung.html>.
- (2016). *Bildung in der digitalen Welt - Strategie der Kultusministerkonferenz*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 in der Fassung vom 07.12.2017. URL: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschlusse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf (besucht am 20. 12. 2021).
- Medienberatung NRW (2020). *Medienkompetenzrahmen NRW*. 3. Auflage. Münster / Düsseldorf: Medienberatung NRW.
- MSB NRW, Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2021). *Lehrplan für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen – Fach Sachunterricht*. Auszug aus Heft 2012 der Schriftenreihe „Schule in NRW“, Sammelband: Lehrpläne Primarstufe. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen.



Schäfer, Ulrich und Annette Meiser (1991). *Merdinger Bestimmungsschlüssel „Heimische Laubgehölze“*. Hrsg. von Förderkreis „Aktion Lebensraum“ e.V. Merdingen: Druckerei G. u. W. Müller.



5 Impressum

5.1 Kontakt

Prof. Dr. Torsten Brinda; Prof. Dr. Inga Gryl; Stephan Napierala; Jan Grey

Universität Duisburg-Essen
Universitätsstr. 12
D-45141 Essen

Universität Duisburg-Essen
Fakultät für Geisteswissenschaften
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften Institut für Sachunterricht
Didaktik für Informatik

Inhalte: Torsten Brinda, Jan Grey, Inga Gryl, Stephan Napierala

Layout und technische Umsetzung: Stephan Napierala, Jan Grey

Stand: Mai 2022

Kontakt: jan.grey@uni-due.de

5.2 Haftungshinweis

Haftungshinweis: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Urheberrecht: Dieses Lernmodul steht unter der [CC BY-SA 4.0-Lizenz](#). Der Name des Urhebers soll bei einer Weiterverwendung wie folgt genannt werden: Torsten Brinda, Inga Gryl, Stephan Napierala, Jan Grey für die Universität Duisburg-Essen. Die Lizenz erstreckt sich nicht auf Inhalte Dritter. Anders lizenzierte Inhalte sind entsprechend gekennzeichnet.