

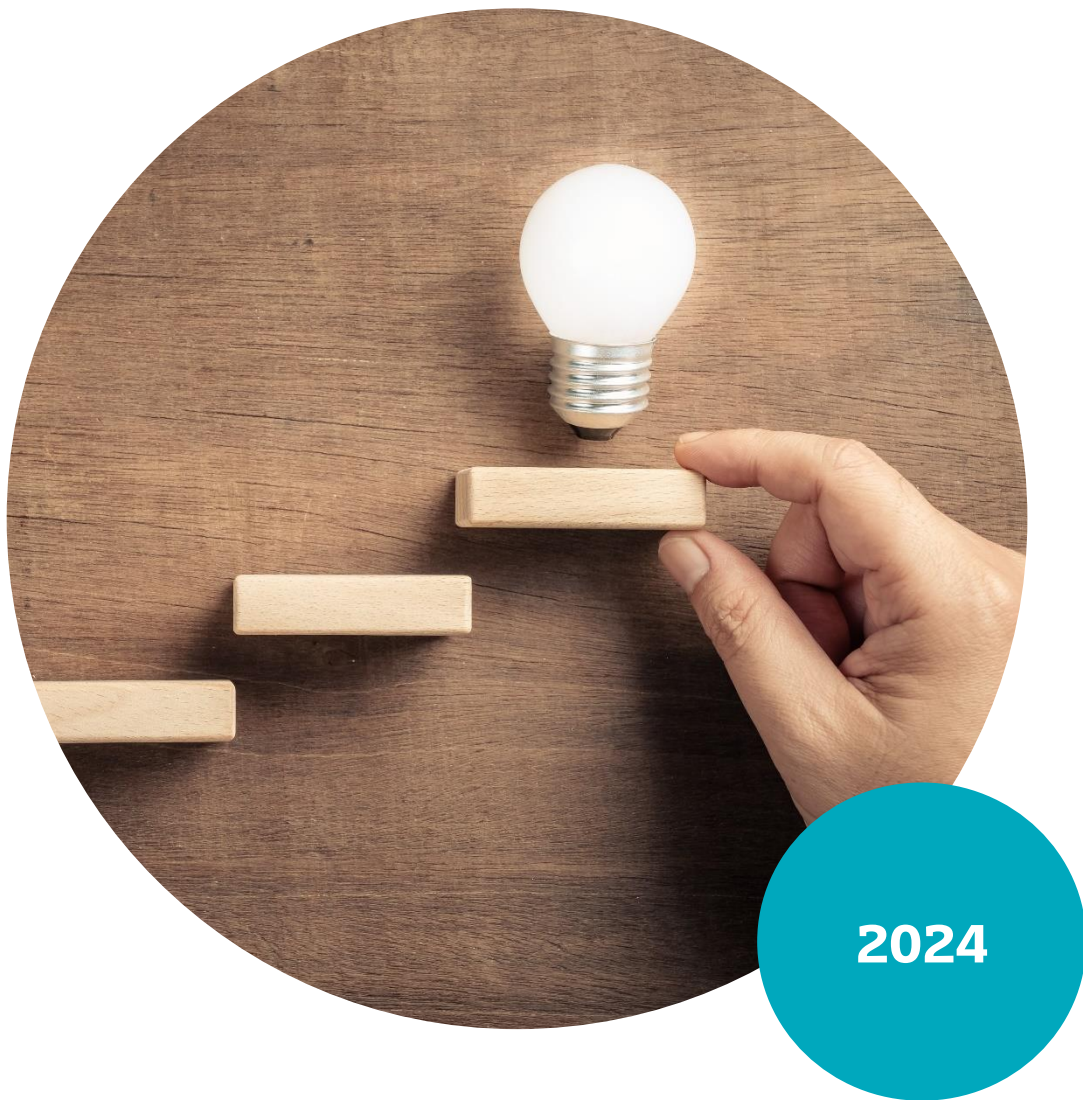
# Informatik

Lehrplan

Neunjähriges Gymnasium

Informatik-Zweig

Klassenstufe 9



2024

Bild: patpitchaya / stock.adobe.com

Ministerium für  
Bildung und Kultur

**SAARLAND**



## Vorwort

Schulischer Bildung kommt die Schlüsselaufgabe zu, Kinder und Jugendliche zu befähigen, ihre Persönlichkeit zu entfalten, Fertigkeiten und Kenntnisse zur Teilnahme am gesellschaftlichen Leben zu erwerben und sich in der modernen Gesellschaft zu orientieren. Bildung ist wesentliche Voraussetzung dafür, dass junge Menschen zukünftig ihr Leben und ihre Umwelt selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung gestalten und somit an der Bewältigung der gesellschaftlichen, politischen, ökologischen sowie technologischen Herausforderungen der Zukunft mitwirken können.

Schule muss einerseits auf die tiefgreifenden Veränderungsprozesse der digitalen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Transformation reagieren und andererseits genügend Raum für individuelle Lern- und Bildungsprozesse ermöglichen. Vor diesem Hintergrund hat der Landtag des Saarlandes entschieden, die Gymnasien qualitativ weiterzuentwickeln und das neunjährige Gymnasium zum Schuljahr 2023 / 2024 einzuführen.

Mit einer deutlich erhöhten Gesamtstundenzahl bis zum Abitur sind die Voraussetzungen geschaffen, den digitalen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen im neunjährigen Bildungsgang angemessen zu begegnen und die Gymnasien zukunftsfähig zu gestalten. So gelingt auch eine moderne zeitliche Rhythmisierung des Schulalltags, die gleichzeitig mehr persönlichen Freiraum im Alltag zugesteht. Eigenständige Schulprofile mit unterschiedlichen Zweigen ermöglichen eine individuelle Schwerpunktsetzung entsprechend den Interessen und Neigungen der Schülerinnen und Schüler.

Als Grundlage des schulischen Unterrichtens und Lernens liegen modernisierte Lehrpläne vor, in welchen die Querschnittsthemen Medienbildung und Digitalität, Bildung für Nachhaltige Entwicklung, Demokratiebildung, Berufsorientierung sowie Sprachsensibler Fachunterricht jahrgangs- und fächerübergreifend eingebunden sind. Alle Lehrpläne folgen konsequent dem Grundsatz der Kompetenzorientierung und berücksichtigen die aktualisierten Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für die Sekundarstufe I. Im engen Austausch mit Expertinnen und Experten der saarländischen Hochschulen wurden die aktuellen Erkenntnisse der jeweiligen Fachdidaktiken für die Lehrpläne des neunjährigen Gymnasiums berücksichtigt.

Den besonderen Bedarfen der Orientierungsphase wird in einem gemeinsamen Lehrplan für die Klassenstufen 5 und 6 Rechnung getragen. Die Lehrpläne ab Klassenstufe 7 sind in der Regel als Einzeljahrgänge konzipiert. Dennoch haben die Schulen die Möglichkeit, einzelne Fächer epochal auch über Klassenstufen hinweg zu rhythmisieren.

Durch vernetzte Lehrpläne soll fächerübergreifendes, projektorientiertes Lernen ermöglicht werden, um den Unterricht selbstwirksam und anwendungsorientiert gestalten zu können. In der Differenzierung von verbindlichen und fakultativen Inhalten öffnet sich hinreichend Raum für exemplarisches Lernen und vertieftes Arbeiten; durch die integrierten Hinweise und Vorschläge zum fächerübergreifenden Arbeiten wird zum Erwerb von vernetztem Wissen und übergeordneten Kompetenzen motiviert.

Die modernisierten Lehrpläne des neunjährigen Gymnasiums legen so die Grundlage für die Weiterentwicklung der Unterrichts- und Schulkultur im neunjährigen Bildungsgang.

## Zum Umgang mit dem Lehrplan

Die Lehrpläne des Informatikzweiges orientieren sich an der Grundstruktur der Pflichtfachlehrpläne (vgl. Abb. 1) und erweitern diese sowohl um vertiefende als auch um zusätzliche inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen.

In Klassenstufe 9 wird der in den vorangehenden Klassenstufen etablierte Themenkanon spiralcurricular weitergeführt: Während das Themenfeld „Datenkompression“ unmittelbar an die „Codierung“ (Klassenstufe 7) anknüpft, leistet das Themenfeld „Logische Schaltungen“ einen Beitrag zum zentralen Inhaltsbereich „Informatiksysteme und Netzwerke“. Den Schwerpunkt dieser Klassenstufe bildet der zentrale Inhaltsbereich „Algorithmen“: Die Themenfelder „Algorithmik und imperative Programmierung“ sowie „Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen“ greifen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler aus Klassenstufe 8 auf. Der Querschnittsbereich „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ ist in allen Themenfeldern verankert.

Der inhaltliche Umfang des Lehrplans ist so gewählt, dass Raum für individuelle Vertiefungen, Teilnahmen an Informatik-Wettbewerben sowie selbstständiges, gestaltendes, fächerverbindendes und fächerübergreifendes Arbeiten besteht. Die Interessen und Neigungen der Schülerinnen und Schüler sollen hierbei Berücksichtigung finden.



Abbildung 1: Grundstruktur Lehrplan Informatik

Die Verknüpfung inhalts- und prozessbezogener Kompetenzen wird durch die Formulierung verbindlicher Kompetenzerwartungen in den rechten Spalten der Themenfelder realisiert.

Eine inhaltliche Reihenfolge wird weder durch die tabellarische Auflistung der Themenfelder (s. Folgeseite) noch durch die notwendigerweise sequentiellen, in der Regel sachlogisch begründeten Darstellungen innerhalb der Themenfelder vorgegeben. Abweichungen von dieser Reihenfolge und die enge Verzahnung unterschiedlicher Aspekte bieten sich an vielen Stellen an. Die Entscheidungen hierüber liegen im pädagogischen und methodisch-didaktischen Ermessen der Lehrperson.

Dieser Lehrplan enthält an einigen Stellen beispielhafte Hinweise zum sprachsensiblen Fachunterricht. Durch die bewusste Gestaltung des sprachlichen Inputs fördern Lehrkräfte eine erfolgreiche Sprachrezeption und Sprachproduktion der Schülerinnen und Schüler und unterstützen so gezielt den Aufbau von Bildungs- und Fachsprache. Bei der Unterrichtsgestaltung sind daher sprachliche Kompetenzbereiche des Schülerhandelns mitzudenken. Die beispielhaft dargestellten Sprachbausteine sollen die Lehrkräfte für unterschiedliche Sprachniveaus in den Kompetenzbereichen Hören, Sprechen, Lesen und Schreiben sensibilisieren. Sie können als Grundlage für eine bewusste sprachliche Gestaltung von Lehrersprache, Texten und Aufgaben ebenso genutzt werden wie für sprachliche Unterstützungsmaterialien (Scaffolding) bzw. für das Einüben (fach)sprachlicher Strukturen mit den Schülerinnen und Schülern. Die Sprachbausteine sind vor diesem Hintergrund als exemplarisch zu verstehen und erheben keinen Anspruch auf Verbindlichkeit. Grundlage ist das saarländische Basiscurriculum sprachsensibler Fachunterricht, das auf dem Bildungsserver veröffentlicht ist. Weitere Hinweise zu den Sprachniveaus finden sich im Anhang dieses Lehrplans.

Berufliche Bildung hat den Auftrag, Schülerinnen und Schüler in dem individuellen Prozess der Annäherung und Abstimmung zwischen den eigenen Interessen, Stärken und Wünschen sowie den eigenen Einstellungen, Haltungen und Orientierungen auf der einen Seite und den Möglichkeiten, Bedarfen und Anforderungen der Arbeits- und Berufswelt auf der anderen Seite zu begleiten und zu unterstützen. Bezüge zu Berufen, Berufsfeldern und Berufsbiografien lassen sich in allen Fächern bilden. So können z.B. im Physik- oder Chemieunterricht genauso wie im Fremdsprachenunterricht oder in den gesellschaftswissenschaftlichen Fächern fachspezifische Berufe angesprochen und Informationen zu Berufsfeldern gegeben werden. Fächerverbindende Kombinationen bieten sich an, auch eine Verknüpfung mit schulischen Projekten und Betriebspraktika. Auch beim Besuch außerschulischer Lernorte können Aspekte beruflicher Bildung Berücksichtigung finden. Die Ergebnisse der Recherchen und Reflexionen zu den unterschiedlichen Berufen und Berufsfeldern sollen von den Schülerinnen und Schülern in einem über die Schulzeit und Fächer hinweg angelegten Portfolio dokumentiert und ggfls. präsentiert werden.

Erste Ansätze der Berufsorientierung werden durch das Recherchieren einschlägiger informatischer Berufsfelder in den Lehrplan integriert. In der Unterrichtspraxis bietet sich neben einer Aufteilung über das Schuljahr auch eine Bündelung der Recherchetätigkeiten, beispielsweise gegen Ende des Schuljahres oder im Zusammenhang mit stattfindenden Betriebspraktika, an.

<b>Themenfelder Klassenstufe 9</b>		<b>Informatik</b>
<b>Information und Daten</b>		<b>ca. 20%</b>
Datenkompression		
<b>Algorithmen</b>		<b>ca. 60%</b>
Algorithmik und imperative Programmierung		ca. 30%
Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen		ca. 30%
<b>Informatiksysteme und Netzwerke</b>		<b>ca. 20%</b>
Logische Schaltungen		

## Datenkompression

Im Zuge zunehmender Digitalisierung werden immer mehr Daten gespeichert und übertragen. Der damit verbundene Bedarf an Speicher- bzw. Übertragungskapazität kann durch den Einsatz von Verfahren zur Reduzierung der Datenmenge (Kompressionsverfahren) verringert werden. Während die Ursprungsdaten bei verlustfreier Kompression vollständig wiederhergestellt werden können, sind verlustbehaftete Verfahren durch einen Verlust an Information gekennzeichnet.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen am Beispiel digitaler Bilder, dass ein begrenzter Informationsverlust nicht zwangsläufig mit einem wahrnehmbaren oder störenden Qualitätsverlust einhergehen muss, allerdings zu einer erheblichen Verkleinerung der Datenmenge führen kann. Demgegenüber ist ein Informationsverlust bei der Kompression von Text-, Tabellenkalkulations- oder Programmdateien in der Regel nicht tolerierbar. Mit der Lauflängencodierung und der Huffman-Codierung lernen die Schülerinnen und Schüler exemplarisch zwei Vertreter verlustfreier Kompression kennen.

Inhalte	Kompetenzerwartungen
<p><b>Grundbegriffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenkompression</li> <li>• verlustbehaftete und verlustfreie Kompression</li> <li>• Kompressionsfaktor</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren den Begriff der (verlustfreien / verlustbehafteten) Datenkompression,</li> <li>• berechnen den Kompressionsfaktor als Verhältnis der komprimierten Datenmenge zur ursprünglichen Datenmenge,</li> <li>• nennen die Einsparung an Speicher- bzw. Übertragungskapazität und die damit verbundene Einsparung an Energie bzw. Ressourcen als Vorteil von Kompressionsverfahren,</li> </ul>
<p><b>Verlustbehaftete Kompression</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale Bilder <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pixel(anzahl)</li> <li>○ Farbtiefe</li> </ul> </li> <li>• Multimediaformate mit verlustbehafteter Kompression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden die Begriffe Pixel und Farbtiefe sachgemäß,</li> <li>• klassifizieren die Verringerung von Pixelanzahl und Farbtiefe als verlustbehaftete Kompression,</li> <li>• führen bei digitalen Bildern eine verlustbehaftete Kompression mithilfe geeigneter Software durch und beschreiben den Zusammenhang zwischen Kompressionsfaktor und sichtbarem Qualitätsverlust.</li> </ul>

**Inhalte****Kompetenzerwartungen****Verlustfreie Kompression**

- Lauflängencodierung (LLC)
- Huffman-Codierung
  - Präfixfreiheit
  - Häufigkeitsverteilung
- Formate mit verlustfreier Kompression

Die Schülerinnen und Schüler

- nennen typische Anwendungsfelder verlustbehafteter Kompression,
- nennen Beispiele von Bild-, Video- und Audioformaten mit verlustbehafteter Kompression (z.B. jpeg, mpg und mp3),

- nennen begründet Anwendungskontexte, die eine verlustfreie Kompression erfordern,
- klassifizieren Huffman- und Lauflängencodierung als verlustfreie Kompressionsverfahren,
- wenden die LLC auf gegebene Zeichenfolgen (z. B. einer Schwarz-Weiß-Pixelgrafik) an,
- codieren Zeichen anhand eines vorgegebenen Codebaumes,
- erstellen einen Huffman-Baum zu vorgegebenen Zeichenhäufigkeiten,
- erläutern die Grundidee der Huffman-Codierung (Ausnutzung der Häufigkeitsverteilung der Zeichen),
- beschreiben die Eigenschaft der Präfixfreiheit einer Codierung und erläutern deren Bedeutung,
- begründen die Präfixfreiheit der Huffman-Codierung,
- belegen, dass die LLC bzw. Huffman-Codierung nicht immer zu einer Einsparung führt,
- nennen Beispiele von Formaten mit verlustfreier Kompression (z. B. zip, png, flac),

**Berufsorientierung**

- recherchieren Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zu Codierung und Datenkompression.

**Basisbegriffe**

- Verlustfreie und verlustbehaftete Datenkompression, Kompressionsfaktor
- Pixel, Farbtiefe
- Codebaum, Präfixfreiheit
- Huffman- und Lauflängencodierung

**Vorschläge und Hinweise**

- Die Beschäftigung mit Datenmengen, digitalen Bildern und speziellen Codierungen (Lauflängen- und Huffman-Codierung) knüpft unmittelbar am Themenfeld „Codierung“ der Klassenstufe 7 an.
- Typische Kontexte verlustbehafteter Kompression sind die Speicherung und Übertragung von Bild-, Audio- und Videodateien. So wird beispielsweise ein mit der Kamera des Smartphones aufgenommenes Foto vor der Übertragung in der Messenger-App in der Regel automatisch (verlustbehaftet) komprimiert.
- Die Verringerung von Pixelanzahl und Farbtiefe sind rudimentäre Maßnahmen zur (verlustbehafteten) Kompression digitaler Bilder, die eine Idee des Grundprinzips vermitteln sollen; etablierte Grafikformate, wie z. B. jpeg, nutzen deutlich ausgefeiltere Strategien.
- Zur Durchführung verlustbehafteter Kompression bei digitalen Bildern und zum Erkunden des Zusammenhangs zwischen Kompressionsfaktor und (sichtbarem) Qualitätsverlust bieten sich kostenfreie Grafikprogramme wie IrfanView an. Beim Experimentieren sollte deutlich werden, dass eine beträchtliche (von der konkreten Grafik abhängige) Reduktion der Datenmenge ohne sichtbaren Qualitätsverlust erzielt werden kann, während ein zu niedriger Kompressionsfaktor zu sichtbaren Artefakten führt.



### Algorithmik und imperative Programmierung

Anknüpfend an die Inhalte der Klassenstufen 7 und 8 erfolgt eine Vertiefung und Erweiterung der Kompetenzen im Bereich der Algorithmik und der imperativen Programmierung, insbesondere in den Bereichen Modularisierung und Datenstrukturen. Erstmals ist in dieser Klassenstufe verpflichtend eine textuelle Programmiersprache zu verwenden.

Abhängig vom Unterricht in Klassenstufe 8 stellt die Behandlung der Syntax einfacher Anweisungen, Kontrollstrukturen und Funktionen gegebenenfalls eine Wiederholung dar. Den fortschreitenden Fähigkeiten und Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler entsprechend werden zunehmend komplexere Problemstellungen in Teilprobleme zerlegt und getrennt voneinander in Unterprogrammen gelöst (Prinzip der Modularisierung). Um in der Folge eine größere Bandbreite authentischer Probleme bearbeiten zu können, werden die Datenstrukturen Zeichenkette und Liste bzw. eindimensionales Feld mit den dazugehörigen grundlegenden Funktionalitäten eingeführt und in Projekten verwendet.

Inhalte	Kompetenzerwartungen
<b>Grundkonzepte imperativer Programmierung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variablen</li> <li>• arithmetische, logische und vergleichende Operatoren</li> <li>• Ein- und Ausgabeanweisungen</li> <li>• Kontrollstrukturen               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verzweigungen</li> <li>○ Schleifen</li> </ul> </li> <li>• Funktionen mit Parametern und Rückgabewert</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und implementieren ein-, zwei- und mehrseitige Verzweigungen,</li> <li>• analysieren und implementieren Schleifen,</li> <li>• erläutern das Grundprinzip der Modularisierung,</li> <li>• verwenden und implementieren Funktionen mit Parametern und Rückgabewert,</li> <li>• analysieren, erklären, testen und erweitern Programme mit Variablen, Operatoren, Ein- und Ausgabeanweisungen, Kontrollstrukturen und Funktionen,</li> <li>• entwerfen Algorithmen und implementieren diese unter Verwendung von Variablen, Kontrollstrukturen und Funktionen,</li> </ul>
<b>Datenstrukturen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeichenkette</li> <li>• Liste bzw. eindimensionales Feld</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Zeichenketten als Sequenz von Zeichen,</li> <li>• benennen und verwenden grundlegende Operationen zur Bearbeitung von Zeichenketten (z.B. Verkettung, Länge, Zugriff auf einzelne Zeichen).</li> </ul>

**Inhalte****Kompetenzerwartungen**

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben eine Liste bzw. ein Feld als Strukturierungsmöglichkeit von Daten, die Elemente zu einer Einheit zusammenfasst,
- unterscheiden zwischen Index und entsprechendem Listen- bzw. Feldelement,
- verwenden den Index, um auf einzelne Listen- bzw. Feldelemente lesend oder schreibend zuzugreifen,
- nutzen Schleifen, um über Listen- bzw. Feldelemente zu iterieren,
- realisieren Projekte inklusive der Implementierung unter Verwendung geeigneter Datenstrukturen.

**Berufsorientierung**

- recherchieren Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zur Softwareentwicklung.

**Basisbegriffe**

- Variable, Operator, Eingabe, Ausgabe
- Verzweigung, Schleife
- Funktion, Parameter, Rückgabewert
- Zeichenkette, Liste bzw. Feld, Index

**Vorschläge und Hinweise**

- Sofern nicht bereits in Klassenstufe 8 geschehen, erfolgt in dieser Klassenstufe der Wechsel zu einer textuellen Programmiersprache. Auf eine detaillierte Beschäftigung mit Besonderheiten der Programmiersprache, die sich nicht aus den Anforderungen des Lehrplans oder einer konkreten Projektarbeit ergibt, sollte verzichtet werden.
- Die Bezeichnung „Liste bzw. eindimensionales Feld“ ist den unterschiedlichen programmiersprachlichen Möglichkeiten bzw. Gegebenheiten geschuldet. Eine Thematisierung der Art der physikalischen Speicherung ist nicht vorgesehen.
- Neben dem eigenständigen Entwurf ist auch die Analyse gegebener Algorithmen und Programme eine anzustrebende Kompetenz. Da zudem das Schreiben von Programmen die Fähigkeit voraussetzt, Quellcode zu lesen, empfiehlt es sich, das Lesen, „Übersetzen“ und Erklären von Quellcode angemessen zu üben.

**Vorschläge und Hinweise**

- Die Einführung von Datenstrukturen versetzt die Schülerinnen und Schüler in die Lage, vielfältige und komplexere Sachverhalte in Programmen abzubilden. Die in diesem Zusammenhang vorgesehene Arbeit an Projekten sollte als wichtiger Bestandteil der Unterrichtseinheit mit genügend Unterrichtszeit eingeplant werden. Geeignete Kontexte sind beispielsweise die aus den Klassenstufen 7 und 8 bekannten Codierungs- und Verschlüsselungsverfahren.

**Hinweise zum sprachsensiblen Unterricht**

**Fachwortschatz:** Die Verzweigung/Bedingung *besteht aus/legt fest*; es wird *geprüft/entschieden/der dann-Teil (sonst-Teil) ausgeführt*; die Anweisungen werden *ausgeführt/wiederholt*; der Wert der Zählvariablen wird *abgefragt/erhöht/verringert*; die Schleife/Verzweigung/Funktion *kommt vor/folgt auf/wird (nicht) ausgeführt/bewirkt*; die Schleife *terminiert/endet (nicht)*; der Funktion wird der Wert *übergeben*; die Funktion *berechnet/gibt zurück*; eine Zeichenkette/Liste *anlegen/ausgeben/vergleichen mit*; ein/das Listenelement (an der Stelle) *angeben/ausgeben/hinzufügen/entfernen/verändern*; eine Fehlermeldung bei einem Zugriff auf eine (ungültige) Listenposition *erhalten*;



„Zur Eingabe 4 bekomme ich die 17.“

„Ich bekomme raus, ob die Zahl größer als 4 ist.“



„Wenn ich der Funktion die Zahl 4 gebe, liefert sie mir die 17 als Ergebnis.“

„Die Anweisung prüft, ob eine Zahl größer als 4 ist und teilt das Ergebnis mit.“



„Wenn die Funktion mit dem Parameter 4 aufgerufen wird, berechnet sie das Ergebnis 17.“

„Die Anweisung gibt 'Die Zahl ist größer als 4' aus, wenn eine Zahl größer als 4 ist, und 'Die Zahl ist nicht größer als 4', wenn sie es nicht ist.“

„Eine Funktion liefert je nach Parameter ein spezifisches Ergebnis, zum Beispiel 17 für die Eingabe 4.“



„Die Alternativanweisung im Code prüft, ob eine Zahl größer als 4 ist. Ist dies der Fall, wird 'Die Zahl ist größer als 4' ausgegeben und sonst 'Die Zahl ist nicht größer als 4'.“

## Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen

Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) – insbesondere solche, die auf Fortschritten im Bereich des maschinellen Lernens (ML) basieren – begegnen den Schülerinnen und Schülern inzwischen an vielen Stellen ihrer Lebenswelt. Die Ursprünge des Wissenschaftszweiges reichen allerdings (mindestens) bis in die 1950er Jahre zurück. So widmet sich Alan M. Turing bereits damals der Frage, ob Maschinen denken können und skizziert unter dem Namen „*Imitation Game*“ ein Experiment, dem das heute als Turing-Test bezeichnete Verfahren angelehnt ist. Während eine allgemein anerkannte formale Definition von KI bis heute nicht existiert, sind im Laufe der Zeit eine Vielzahl unterschiedlicher Problemlöseansätze und Verfahren (z.B. Suchstrategien, logisches Schließen, Umgang mit Unsicherheit, ML) entwickelt worden, die dem Bereich der KI zugeordnet wurden bzw. werden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen einen Einblick in die Weite und historische Entwicklung des Feldes erlangen und exemplarisch den Ansatz des automatischen logischen Schließens sowie das immer bedeutsamer werdende maschinelle Lernen am Beispiel des Entscheidungsbaumlernens kennenlernen. Dadurch werden die Schülerinnen und Schüler befähigt, Chancen und Risiken des aktuellen und zukünftigen Einsatzes von KI-Anwendungen besser einzuschätzen.

Inhalte	Kompetenzerwartungen
<p><b>Grundlagen Künstlicher Intelligenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriff Künstliche Intelligenz               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Definitionsversuche</li> <li>○ Turing-Test</li> </ul> </li> <li>• KI-Systeme im Alltag</li> <li>• Meilensteine der KI</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern unterschiedliche Ansätze zur Definition von KI und die Schwierigkeit einer präzisen formalen Definition,</li> <li>• beschreiben den Turing-Test als operativen Definitionsvorschlag,</li> <li>• identifizieren KI-Systeme bzw. KI-Anwendungen im Alltag unter Bezugnahme auf die gewählte Definition,</li> <li>• nennen ausgewählte Meilensteine im Bereich der KI und verorten diese im zeitlichen Kontext,</li> </ul>
<p><b>Logisches Schließen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissensgewinnung durch logisches Schließen               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wissensbasis: Fakten und Regeln</li> <li>○ Schlussregeln</li> </ul> </li> <li>• Umsetzung in einem Prolog-System</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Anwendung logischer Schlussregeln (z. B. Modus Ponens) auf Elemente einer Wissensbasis als Grundprinzip der Gewinnung neuen Wissens,</li> <li>• modellieren Zusammenhänge/Beziehungen aus ihrer Erfahrungswelt (z. B. Verwandtschaftsbeziehungen) als Wissensbasis in Form von Fakten und Regeln.</li> </ul>

Inhalte	Kompetenzerwartungen
	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen eine Wissensbasis in Form von Klauseln in einem Prolog-System dar,</li> <li>• formulieren in einem Prolog-System einfache Anfragen an die Wissensbasis und begründen die erhaltenen Ergebnisse,</li> </ul>
<p><b>Maschinelles Lernen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Klassifikation</li> <li>○ Entscheidungsbaum</li> <li>○ Maschinelles Lernen (ML)</li> </ul> </li> <li>• Baumerzeugung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Trainingsdaten</li> <li>○ Lernalgorithmus</li> </ul> </li> <li>• Baumevaluation <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Testdaten</li> <li>○ Gütekriterien: Genauigkeit, Fehlerrate</li> </ul> </li> <li>• Fehlerquellen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Überanpassung (Overfitting)</li> <li>○ Unteranpassung (Underfitting)</li> <li>○ Verzerrungen in den Daten (Datenbias) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Historischer Bias</li> <li>○ Stichprobenverzerrung (Selection Bias)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Klassifikation als Aufgabe der merkmalsbasierten Zuordnung von Objekten zu einer von mehreren Zielkategorien,</li> <li>• beschreiben Entscheidungsbäume mithilfe der Begriffe Wurzel, Knoten, Kante und Blatt,</li> <li>• klassifizieren Objekte mithilfe eines vorgegebenen Entscheidungsbaums,</li> <li>• beschreiben ML als Teilbereich der KI, in dem Verfahren entwickelt werden, die das Erkennen von Mustern und Zusammenhängen aus großen Datenmengen ermöglichen,</li> <li>• entwickeln zu Datensätzen mit diskreten Attributen und bekannter Zielkategorie einen Entscheidungsbaum unter Verwendung des Lernalgorithmus,</li> <li>• beurteilen Entscheidungsbäume anhand der Genauigkeit bzw. Fehlerrate auf den Testdaten,</li> <li>• erläutern die Notwendigkeit der Aufteilung der zur Verfügung stehenden Daten in Trainings- und Testdaten,</li> <li>• beschreiben die Phänomene Überanpassung und Unteranpassung,</li> <li>• beschreiben die Begriffe historischer Bias und Stichprobenverzerrung,</li> <li>• erläutern exemplarisch durch Verzerrungen in den Daten (Datenbias) verursachte Probleme.</li> </ul>

**Inhalte****Kompetenzerwartungen****Chancen und Risiken**

- Beispiele aus dem Alltag
- Ethische Leitlinien

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren an Beispielen des Alltags Chancen und Risiken, die mit dem Einsatz von KI-Anwendungen verbunden sind,
- erläutern an geeigneten Beispielen bzw. Kontexten ausgewählte ethische Leitlinien für KI.

**Berufsorientierung**

- recherchieren Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zu Künstlicher Intelligenz, insbesondere ML.

**Basisbegriffe**

- Künstliche Intelligenz, Turing-Test
- Maschinelles Lernen, Klassifikation, Entscheidungsbaum
- Trainingsdaten, Testdaten
- Überanpassung (Overfitting), Unteranpassung (Underfitting), Verzerrung in den Daten (Datenbias)

**Vorschläge und Hinweise**

- In diesem Themenfeld werden die in Klassenstufe 8 gewonnenen Erfahrungen mit lernenden Systemen vertieft. Verfahren des maschinellen Lernens können in bestärkendes, unüberwachtes und überwachtes Lernen unterteilt werden. Mit dem Entscheidungsbaumlernen wird ein Verfahren des überwachten Lernens behandelt. Der Name ist auf das Vorliegen von Daten zurückzuführen, deren Zielkategorie bereits bekannt ist. Somit kann nach der Erzeugung eines Baumes abgeglichen werden, ob die vom Modell vorhergesagte der tatsächlichen Zielkategorie entspricht. Entscheidungsbäume zeichnen sich im Vergleich zu anderen Modellen (z.B. künstlichen neuronalen Netzen) dadurch aus, dass sie leichter verständlich sind und sowohl der Lernprozess als auch dessen Ergebnis transparent gemacht werden kann.
- Mit dem automatischen logischen Schließen wird exemplarisch ein weiterer Ansatz der KI vorgestellt. Am Beispiel der Schlussregel des „Modus Ponens“ soll die Grundidee des logischen Schließens ausgehend von einer aus Fakten und Regeln bestehenden Wissensbasis erkennbar werden. Eine (explizite) Thematisierung der Prädikatenlogik ist nicht intendiert; die Umsetzung in Prolog soll vielmehr die Automatisierung des logischen Schließens und der damit verbundenen Wissensgewinnung verdeutlichen. Hierzu genügt die Darstellung einfacher Fakten und Regeln und das Stellen einfacher Anfragen, zum Beispiel im Kontext von Verwandtschaftsbeziehungen.

### Vorschläge und Hinweise

- Bei der Erstellung von Entscheidungsbäumen vermeidet die Beschränkung auf Daten mit diskreten Merkmalen den zusätzlichen Aufwand des Bestimmens von Schwellenwerten, der bei kontinuierlichen Merkmalen betrieben werden muss. Die Attributauswahl im Lernalgorithmus kann über die Anzahl an Fehlklassifikationen der jeweiligen Datensplits erfolgen: Die Fehlklassifikationsrate liefert gegenüber den in professioneller Software verwendeten Maßen (Gini-Index, Entropie) nur unwesentlich schlechtere Ergebnisse bei zugleich deutlich geringeren mathematischen Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler. Eine geeignete browserbasierte Software zur Darstellung von Daten und zum schrittweisen Durchlaufen des Lernalgorithmus ist CODAP.
- Meilensteine innerhalb der KI sind beispielsweise der Turing-Test (Imitation Game), die Dartmouth Conference, der General Problem Solver, der Chatbot Eliza, der Schachcomputer Deep Blue, intelligente Sprachassistenten und autonome Autos. Aus kulturell-gesellschaftlicher Sicht ist auch die Thematisierung von Veränderungen in der Berufswelt (Aussterben von Berufen, Veränderungen und neu entstehende Berufe) interessant.
- Geeignete Beispiele zur Thematisierung von Chancen und Risiken des KI-Einsatzes sind beispielsweise Predictive Policing, COMPAS, virtuelle Sprachassistenten, Gesichtserkennung oder autonomes Fahren. Ethische Leitlinien, die in diesen Kontexten thematisiert werden können sind z.B. Nichtdiskriminierung, Rechenschaftspflicht, Schutz der Privatsphäre sowie Transparenz und Erklärbarkeit.

#### Fakultative Inhalte

- *Zusätzliche Gütekriterien wie z.B. Sensitivität und Spezifität in sinnstiftenden Kontexten (z.B. medizinischer Art).*
- *Ergänzende Behandlung eines Vertreters des unüberwachten und/oder bestärkenden Lernens. Beispiele finden sich z.B. im Unterrichtsmaterial von IT2School.*
- *Ergänzende Behandlung konkreter Maßnahmen zur Vermeidung bzw. zur nachträglichen Reduzierung von Überanpassung (Overfitting).*

### Hinweise zum sprachsensiblen Unterricht

**Fachwortschatz:** Eine Anwendung/ein Informatiksystem wird zur KI *gezählt*; KI *wird sichtbar in/ist gekennzeichnet durch/beruht auf*, aus dem Faktum A und der Regel B *folgt/kann mithilfe der Schlussregel auf die Gültigkeit von C geschlossen* werden; der Entscheidungsbaum *ordnet* jedem Objekt/Datensatz eine der Kategorien A oder B *zu*; zur Klassifikation werden die Merkmale ‚Farbe‘, ‚Form‘ und ‚Größe‘ *genutzt*; der Entscheidungsbaum wird *erstellt/trainiert* bzw. *überprüft/getestet*; das Blatt des Entscheidungsbaums *enthält/führt* zu der Kategorie A; das Objekt/der Datensatz *folgt* der linken Kante/*erreicht* das Blatt/*traversiert* den Baum; der Datensplit *teilt* die Daten anhand des Merkmals auf die Nachfolgerknoten *auf*; ein Mehrheitsentscheid in einem Knoten *verursacht* Fehler/Fehlklassifikationen; das Merkmal ‚Form‘ *führt zu* der geringsten Fehlklassifikationsrate/Anzahl an Fehlklassifikationen; der Entscheidungsbaum *hat* eine Genauigkeit/Fehlerrate von;



„Der Pilz ist laut dem Entscheidungsbaum nicht giftig.“

„Ich habe ‚Farbe‘ gewählt, weil es die Daten am besten aufteilt.“



„Der Pilz kommt in ein Blatt mit der Aufschrift ‚nicht giftig‘ und ist somit nicht giftig.“

„Ich habe ‚Farbe‘ gewählt, weil dann nur 3 Fehler passieren.“

**Hinweise zum sprachsensiblen Unterricht**

„Wenn man beginnend von der Wurzel den Kanten des Entscheidungsbaums folgt, wird der Pilz als ‚nicht giftig‘ klassifiziert.“

„Bei der Wahl des Merkmals ‚Farbe‘ werden nur 3 Datensätze falsch klassifiziert.“



„Der Pilz wird vom Entscheidungsbaum als ‚nicht giftig‘ klassifiziert, da er beginnend bei der Wurzel zunächst der linken Kante folgt, dann der rechten... und schließlich ein Blatt mit der Aufschrift ‚nicht giftig‘ erreicht.“

„Das beste Attribut für diesen Datensplit ist ‚Farbe‘, da nur 3 Datensätze bei Mehrheitsentscheid in beiden Knoten falsch klassifiziert werden.“



## Logische Schaltungen

Die Erfindung der Boole'schen Schaltung stellt einen Meilenstein der modernen Elektronik dar. Die von Claude F. Shannon im Jahr 1948 in seinem bahnbrechenden Artikel „*A Mathematical Theory of Communication*“ begonnene Erforschung der praktischen Anwendungsmöglichkeiten der Boole'schen Schaltung hatte unmittelbaren Einfluss auf die Entwicklung moderner Rechner. Heute sind diese Schaltungen essentielle Komponenten vieler digitaler Systeme, etwa in Mikroprozessoren oder Kommunikationsnetzwerken. Eine herausragende Rolle spielen dabei einerseits rechnende Schaltungen, die beispielsweise auf Halb- und Volladdierern basieren. Andererseits spielen Flip-Flops (bistabile Multivibratoren) eine wesentliche Rolle bei der Speicherung von Information.

Eine deutlich ältere Disziplin stellt die klassische Aussagenlogik dar. Als praxisorientierte Heranführung an dieses oftmals rein philosophisch betrachtete Feld bietet es sich an, aussagenlogische Terme als Beschreibungen bzw. Repräsentationen Boole'scher Schaltungen aufzufassen. Auf diese Weise kann beispielsweise die Minimierung aussagenlogischer Terme unmittelbar auf die Notwendigkeit, kostengünstige Schaltungen zu entwerfen, übertragen werden. Nichtsdestotrotz empfiehlt es sich, die Aussagenlogik – unabhängig von technischen Betrachtungen – auch als Teil einer möglichen Formalisierung des menschlichen (und maschinellen) Denkens zu sehen.

Inhalte	Kompetenzerwartungen
<p><b>Grundlagen logischer Schaltungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logische Schaltungen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Grundgatter AND, OR, XOR, NOT</li> <li>○ Belegungstabellen</li> </ul> </li> <li>• Additionsschaltungen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Addition im Binärsystem</li> <li>○ Halb- und Volladdierer</li> <li>○ Carry-Ripple-Addierer</li> </ul> </li> <li>• Rückkopplung als Speichertechnik (Flip-flop)</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• benennen und skizzieren die logischen Grundgatter,</li> <li>• geben die den Gattern entsprechenden Belegungstabellen an,</li> <li>• interpretieren logische Schaltungen mithilfe von Belegungstabellen,</li> <li>• übertragen aussagenlogische Terme in entsprechende Schaltungen,</li> <li>• entwerfen logische Schaltungen in gegebenen Sachzusammenhängen, auch unter Verwendung geeigneter Software,</li> <li>• führen die Addition zweier natürlicher Zahlen im Binärsystem durch,</li> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Halb- und Volladdierern,</li> <li>• skizzieren einen Carry-Ripple-Addierer und erläutern seine Funktionsweise,</li> <li>• skizzieren und erläutern eine logische Schaltung, die das Prinzip der Rückkopplung als Speichertechnik verwendet.</li> </ul>

**Inhalte****Kompetenzerwartungen****Klassische Aussagenlogik**

- Aussagenlogik als Möglichkeit der Beschreibung logischer Schaltungen
- Syntax
  - Induktive Definition aussagenlogischer Terme (Konjunktion, Disjunktion, Negation)
  - Termbäume
  - Disjunktive Normalform (DNF)
  - Karnaugh-Veitch-Diagramme
- Semantik
  - Belegungstabellen
  - Begriffe Tautologie, Äquivalenz

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben logische Schaltungen durch aussagenlogische Terme,
- definieren den Begriff des aussagenlogischen Terms induktiv,
- verwenden die Begriffe Konjunktion, Disjunktion und Negation sachgemäß,
- stellen aussagenlogische Terme in Form von Termbäumen dar,
- interpretieren aussagenlogische Terme mithilfe von Belegungstabellen,
- erläutern die Begriffe der Tautologie sowie der Äquivalenz zweier aussagenlogischer Terme,
- erstellen die DNF zu gegebenen aussagenlogischen Termen bzw. Belegungstabellen,
- vereinfachen die DNF (mit bis zu drei Variablen) mithilfe von Karnaugh-Veitch-Diagrammen,

**Berufsorientierung**

- recherchieren Berufe bzw. Berufsfelder und Berufsbiografien mit Bezug zur Digitaltechnik.

**Basisbegriffe**

- Logische Schaltungen: Grundgatter, Belegungstabelle
- Halbaddierer, Volladdierer, Carry-Ripple-Addierer
- Rückkopplung, Flipflop
- Konjunktion, Disjunktion, Negation, Termbaum
- Tautologie, Äquivalenz
- Disjunktive Normalform, Karnaugh-Veitch-Diagramm

### Vorschläge und Hinweise

- Die eingangs erwähnte Möglichkeit, logische Schaltungen durch aussagenlogische Terme zu beschreiben, ist als Vorschlag anzusehen. Denkbar ist auch ein Unterrichtsgang, der zunächst den Begriff des aussagenlogischen Terms in den Vordergrund stellt, welcher im Anschluss technisch realisiert wird. Beide Wege profitieren zweifelsohne von einer engen Verzahnung.
- Bei der Äquivalenz zweier aussagenlogischer Terme handelt es sich um einen metasprachlichen Begriff, der sich an den zugehörigen (gleichen) Belegungstabellen orientiert. Dementsprechend muss die Äquivalenz nicht als ein weiterer (inersprachlicher) Operator eingeführt werden.
- Hinsichtlich der Rückkopplung als Speichertechnik (Flip-Flops) genügt die Betrachtung eines Beispiels; die Analyse weiterer Flip-Flops ist als Vertiefung denkbar.
- Grundlagen der Aussagenlogik werden bereits im Mathematikunterricht der Klassenstufe 8 (Informatik-Zweig) gelegt. An dem hier vorliegenden Lehrplankapitel knüpft der Physikunterricht der Klassenstufe 10 (Informatik-Zweig) auf technisch-physikalischer Ebene an.

### Hinweise zum sprachsensiblen Unterricht

**Fachwortschatz:** Die logische Schaltung *wandelt* die Eingangswerte in Ausgangswerte *um*; die Schaltung *hat* drei Eingänge und zwei Ausgänge; zu der Kombination an Eingangswerten *gehört/gehören* der/die Ausgangswert(e); die Zeile der Belegungstabelle *besagt*; der Volladdierer *addiert/summiert* die an den Eingängen anliegenden Werte; zu den anliegenden Eingangswerten *liefert/berechnet* der Volladdierer die Summe und den Übertrag; das Flipflop *speichert* ein Bit; die Rückkopplung *bewirkt*; der Termbaum *stellt* den logischen Term *dar/strukturiert* den logischen Term; der logische Term *repräsentiert* die Schaltung; die Belegungstabelle *gehört zu/interpretiert* den Term/die Schaltung; die logischen Variablen werden mit Werten *belegt*; den Variablen werden Werte *zugewiesen*; das KV-Diagramm *vereinfacht/minimiert* die DNF; der Block im KV-Diagramm *wird zusammengefasst*



„Ich / man kann eine 0 oder 1 merken / speichern.“

„Es gehen links drei Leitungen hinein und rechts zwei hinaus.“



„Die Schaltung speichert eine 0 oder eine 1.“

„Ein Volladdierer hat drei Eingänge und zwei Ausgänge.“



„Die Schaltung ist in der Lage, ein Bit zu speichern.“

„Ein Volladdierer addiert drei Bits und liefert die Summe und den Übertrag.“



„Das Flipflop nutzt die Technik der Rückkopplung und ist so in der Lage, ein Bit zu speichern.“

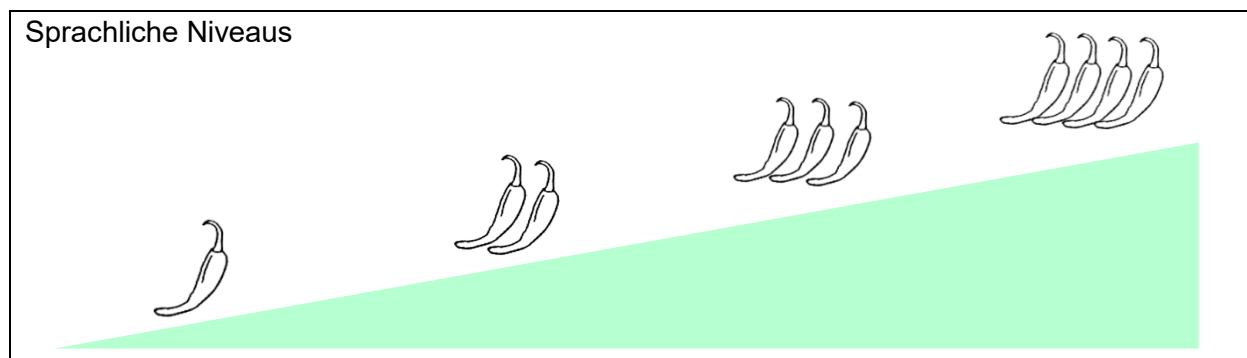
„Ein Volladdierer addiert die an den drei Eingängen anliegenden Bits und liefert deren Summe und den entstehenden Übertrag.“

## Anhang

### Sprachsensibler Fachunterricht: Sprachniveaus

Die Sprachniveaus des sprachsensiblen Fachunterrichts werden durch eine, zwei, drei oder vier Chilischoten symbolisiert. Die Niveaus umfassen die Bereiche Wortschatz, Formenlehre und Satzbau. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Wortschatz und Formen. Sprachliche Herausforderungen können unabhängig voneinander in allen Bereichen liegen.

- Eine Chilischote symbolisiert ein basales sprachliches Niveau. Dieses ist gekennzeichnet durch Alltagssprachlichen Wortschatz, Ich- und Du-Formen sowie einfache Satzkonstruktionen (Hauptsätze).
- Zwei Chilischoten zeigen ein leicht fortgeschrittenes sprachliches Niveau an. Dieses umfasst Alltagssprachlichen und in Ansätzen auch bildungssprachlichen Wortschatz. Fachsprache wird in wenigen Einzelfällen genutzt. Imperativ-Formen und zusammengesetzte Verben kommen vor. Charakteristisch sind ein Verbalstil sowie einfache Konstruktionen mit Haupt- und Nebensatz.
- Drei Chilischoten stehen für ein deutlich fortgeschrittenes bildungssprachliches Niveau. Der Wortschatz ist teilweise bildungssprachlich. Fachsprache wird in Ansätzen genutzt. Verwendet wird auch die Man-Form. Kennzeichnend sind Formulierungen, die teilweise einen Nominalstil enthalten, sowie komplexere Satzkonstruktionen (z. B. Einschübe, mehrere Nebensätze).
- Vier Chilischoten kennzeichnen eine umfassend entwickelte Bildungssprache. Der Wortschatz ist durchgängig bildungssprachlich mit hohen fachsprachlichen Anteilen. Passiv-Formen werden genutzt. Kennzeichnend sind ein Nominalstil sowie sehr komplexe Satzkonstruktionen (z. B. Schachtelsätze).



Basales Sprachniveau: Schwerpunkt Alltagssprache	Leicht fortgeschrittenes Sprachniveau: von der Alltagssprache zur Bildungssprache	Fortgeschrittenes bildungssprachliches Niveau: Schwerpunkt Bildungssprache	Umfassendes bildungssprachliches Niveau: Schwerpunkt Bildungssprache
<b>Wortschatz*</b>			
brauchen / nehmen	benötigen / bereitstellen / hinzufügen		
es gibt / ich sehe, dass	ich vermute, dass / ich denke, dass / es geht um	meine Vermutung ist / ich nehme an, dass / ich bin der Meinung, dass	

der Balken / das Schaubild zeigt ... viel / wenig / hoch / tief	der Balken steht für / das Thema des Schaubilds ist mehr / weniger / höher / niedriger am meisten / am wenigsten / am höchsten / am niedrigsten / doppelt so groß / halb so viel	die Werte steigen / auf dem Schaubild sieht man	mit Hilfe des Balkens kann man ... erkennen / die Werte stagnieren / es wird dargestellt, dass
Zeit: als Erstes / zuerst / dann / danach / später / zum / am Schluss Grund: weil / also Zweck: damit Art und Weise: dazu / also Gegensatz: aber	Zeit: anschließend / dabei Grund: deswegen / deshalb / darum / denn / da Zweck: so dass / dafür / dazu Art und Weise: dadurch Gegensatz: trotzdem / sondern	Zeit: während / zunächst / zuletzt / schließlich Grund: folglich Zweck: um ... zu ... Bedingung: wenn ..., dann ... / falls Gegensatz: obwohl / allerdings	Zeit: bevor / nachdem Art und Weise: indem Gegensatz: jedoch / dennoch / trotz

### Formen\*

Ich-Form Du-Form Infinitiv	Imperativ zusammengesetzte Verben	Man-Form	Passiv
----------------------------------	--------------------------------------	----------	--------

### Satzbau\*

Hauptsatz	einfache Hauptsatz-Nebensatz-Konstruktionen	komplexe Satzkonstruktionen (z. B. Einschübe, mehrere Nebensätze) Nominalstil	sehr komplexe Satzkonstruktionen (z. B. Schachtelsätze)
-----------	---	--	---

\*Die aufgeführten Chunks sind nicht ausschließlich, sondern als niveaubeschreibende Beispiele zu verstehen.

Die Darstellung der vier Sprachniveaus ermöglicht Lehrkräften, die sprachlichen Erwartungen für einzelne Lernende oder Gruppen gezielt zu differenzieren. Sie ermöglichen es, einen realistischen Erwartungshorizont zu Sprachrezeption und –produktion der Schülerinnen und Schüler zu entwickeln und können damit zum Beispiel auch für die konkrete Unterrichtsvor- und -nachbereitung bzw. die Erstellung von Leistungsnachweisen genutzt werden. Die Übersichtstabellen erleichtern auch die vorbereitenden Absprachen zwischen Sprachförder- und Fachlehrkräften.