

LESEHILFE ZU DEN STANDARDS FÜR INHALTLICHE KOMPETENZEN DES BILDUNGSPLANS NWT

Die Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen weisen die Inhalte aus, an denen die prozessbezogenen Kompetenzen bis Klasse 10 (G8) erworben werden sollen. Diese Lesehilfe soll verdeutlichen, an welche fachliche Tiefe und welchen Umfang bei den einzelnen Standards gedacht ist. In den meisten Fächern ist dies den Lehrkräften bewusst, weil diese Information als didaktisches Erfahrungswissen tradiert zur Verfügung steht. Für das junge Fach NwT hoffen wir mit dieser Kommentierung Hilfestellung zu geben.

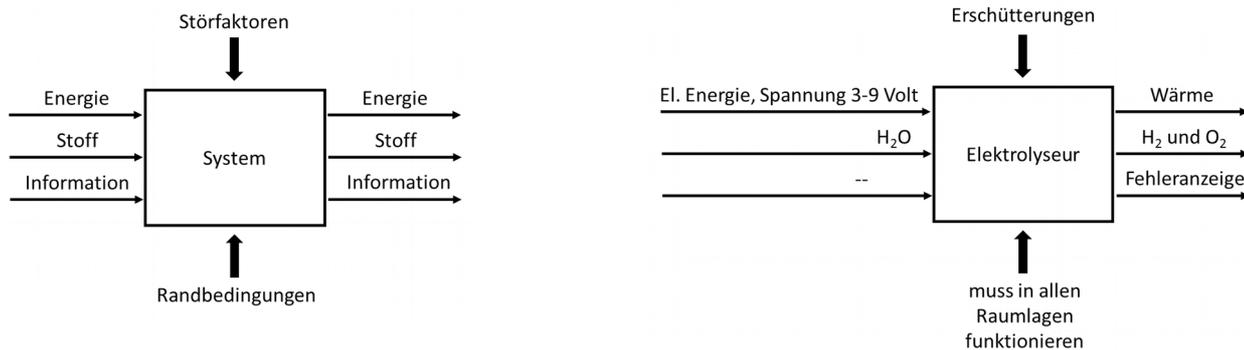
NwT vermittelt einerseits einen gewissen **Überblick** über die Naturwissenschaften und Technik, andererseits an einigen Stellen exemplarisch aber auch **fachwissenschaftliche Tiefe**. Der naturwissenschaftliche Bereich vertieft dabei nicht primär die Inhalte einzelner Fachwissenschaften, sondern legt den Fokus auf das Verstehen und Erleben von „Forschung als Grundmotiv und Grundprinzip aller Naturwissenschaften“. Einblicke in die Mechanik und die elektronische Informationsverarbeitung verleihen dem technischen Anteil von NwT Tiefe.

3.2.1 DENK- UND ARBEITSWEISEN IN NATURWISSENSCHAFT UND TECHNIK: SYSTEME UND PROZESSE

Die Standards der inhaltsbezogenen Kompetenzen beginnen mit dem Bereich „Systeme und Prozesse“. An den vielen im NwT-Unterricht thematisierten Systemen und Prozessen sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, in Systemen und Prozessen abstrakt zu denken.

Systemdenken ermöglicht ihnen, komplexe Anordnungen in Naturwissenschaft wie Technik geschickt in Teilsysteme zu unterteilen und so zu verstehen. Ein System bzw. Teilsystem kann in seinen „äußeren Funktionen“ unabhängig von der „inneren Funktionsweise“ als sogenannte Black-Box verstanden werden (vgl. VDI 2222):

zum Beispiel „mobiler Elektrolyseur“:



Diese Darstellung liegt auch den inhaltlichen Standards des Bildungsplans zugrunde, weshalb er nach dem Bereich „Systeme und Prozesse“ in Bereiche mit Bezug zu „Energieströmen“, „Stoffströmen“ und „Informationsströmen“ gegliedert ist.

1	<p>Systeme analysieren und durch <i>Systemgrenzen</i> und <i>Teilsysteme</i> beschreiben (zum Beispiel Lebewesen, Maschinen, Sonnensystem)</p>	<p>Systemgrenzen unterscheiden zwischen dem Äußeren eines Systems und seinem Inneren. Die Schülerinnen und Schüler lernen, zwischen äußeren Wirkungen und Eigenschaften (den sog. „äußeren Funktionen“) eines Systems und dessen innerer Arbeitsweise (der sog. „inneren Funktionen“) zu unterscheiden.</p> <p>Unterrichtlich werden sich hier bei jedem Curriculum zahlreiche Bezüge ergeben, zum Beispiel die Betrachtung einer einzelnen Zelle, eines Versuchsaufbaus, einer Maschine, eines Ökosystems, einer Stadt oder des Sonnensystems.</p> <p>Die Darstellung eines Systems aus Teilsystemen kann grafisch z. B. als Blockschaltbild erfolgen.</p>
2	<p>Energie-, Stoff- und Informationsströme zwischen Teilsystemen erklären (zum Beispiel Treibhauseffekt, Stoffwechsel, GPS)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen Systeme in Teilsysteme zerlegen, um die innere Funktionsweise des Gesamtsystems durch Energie-, Stoff und Informationsströme zwischen den Teilsystemen zu beschreiben.</p> <p>In der Regel wird bei einem System der „Energiestrom“, der „Stoffstrom“ oder der „Informationsstrom“ dominieren.</p> <p>So können beispielsweise bei der Betrachtung des Treibhauseffekts Energieströme, bei der Betrachtung des Stoffwechsels und von Windsystemen Stoffströme und bei der Betrachtung eines GPS-Empfängers Informationsströme im Vordergrund stehen. Davon ausgehend beginnt man dann, die anderen Ströme zu analysieren und so das System näher zu verstehen.</p> <p>Häufig sind auch zwei der drei Größen miteinander gekoppelt:</p> <p>Beispielsweise sind beim Stoffwechsel oder Vorgängen der Atmosphäre Energie- und Stoffströme verbunden, Botenstoffe sind ein Beispiel für die Verknüpfung von Stoff- und Informationsströmen, ein klassischer Lautsprecher erhält über das</p>

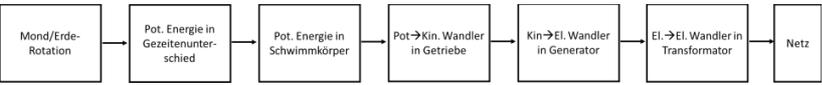
		Lautsprecherkabel Information und Energie gekoppelt.
3	Wechselwirkungen (positive und negative <i>Rückkopplung</i>) zwischen <i>Teilsystemen</i> beschreiben (zum Beispiel Atemfrequenzanpassung, chemisches Gleichgewicht, Drehzahlregelung, Klimawandel)	Kenngößen verschiedener Teilsysteme stehen in vielen Fällen in „selbst verstärkenden“ (positive Rückkopplung bzw. Mitkopplung) oder „selbst schwächenden“ (negative Rückkopplung bzw. Gegenkopplung) direkten oder indirekten Abhängigkeiten zueinander. Beispielsweise wirkt erhöhter Sauerstoffbedarf positiv rückkoppelnd auf die Atemfrequenz. Im Räuber-Beute-Modell wirkt die Räuberzahl negativ rückkoppelnd auf die Zahl der Beutetiere.
4	Veränderungen in Systemen als Prozesse beschreiben (<i>Prozessschritt, Teilprozess, Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip</i>)	Prozessdenken ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, komplexe Vorgänge in (ggf. zueinander parallele) Teilprozesse und diese in einzelne Prozessschritte zu unterteilen und so zu verstehen. Das im Standard genannte Eingabe-Verarbeitungs-Ausgabe-Prinzip (EVA-Prinzip) ist der Grundtyp des Prozesses zur Signalverarbeitung und beschreibt die Reihenfolge, in der Signale verarbeitet werden: Information wird eingegeben, verarbeitet und andere Information wird wieder ausgegeben.
5	<i>Teilsysteme</i> durch ihre äußeren Funktionen beschreiben (<i>Black-Box-Denken</i> ; zum Beispiel Sinneszelle, Batterie)	In vielen Fällen genügt es im NwT-Unterricht Teilsysteme zunächst als Black-Box zu behandeln und sie nur durch ihre äußeren Funktionen zu beschreiben. So können sie im Unterricht bereits verwendet werden, noch bevor die einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen deren innere Funktionsweise untersuchen oder erklären. Neben Sinneszelle oder Batterie ist das beispielsweise auch bei Halbleiterbauelementen in der Elektronik oder bei Solarzellen der Fall. Ein Kennzeichen technischen Denkens ist es, die Komplexität von Fragestellungen zielgerichtet zu reduzieren, indem Teilsysteme getrennt betrachtet und geprüft werden und dann ohne die Betrachtung innerer Funktionen vielfältig genutzt werden.

3.2.2 ENERGIE UND MOBILITÄT

3.2.2.1 Energie in Natur und Technik

Die Schülerinnen und Schüler sollen natürliche und technische Systeme hinsichtlich ihrer äußeren und inneren Energieströme analysieren können.

1	die Bedeutung der Sonne für das Leben auf der Erde erläutern (zum Beispiel Fotosynthese, Windsysteme, Schiefe der Ekliptik)	Die Schülerinnen und Schüler sollen an Beispielen erklären können, dass die Erde nicht als abgeschlossenes System ohne die Sonne betrachtet werden kann. Dazu kann der NwT-Unterricht an sehr verschiedenen Stellen Beiträge leisten. Beispiele können die Fotosynthese und technische Solarenergienutzung, die Ausbildung von Klimazonen und Windsystemen, die Entstehung unterschiedlicher Jahreszeiten oder das Zustandekommen fossiler Energievorräte sein.
2	die Begriffe <i>Energiespeicher</i> und <i>Energieübertragung</i> erläutern (zum Beispiel Körpertemperatur von Tieren, elektrochemischer Energiespeicher, Gebäudeheizung, Atmosphäre)	Energieströme überschreiten Systemgrenzen, stellen also die Wege der Energieübertragung in und aus dem System heraus dar. Bei einem Säugetier wären dies zum Beispiel Nahrung, Lichteinstrahlung, mechanische Energieübertragung, Wärmeeinstrahlung und Wärmeabstrahlung... Wechselwarme Tiere unterscheiden sich hier wesentlich. Ein technisches System wie z.B. ein Reisewecker erhält ab und an eine neue Batterie (als Beispiel für einen elektrochemischen Energiespeicher) und gibt

3	Energieübertragungsketten in <i>Systemen</i> grafisch darstellen und erklären (zum Beispiel Lebewesen, Maschinen)	<p>Energie mit Hilfe von Licht, Wärme oder Schall ab.</p> <p>Die Energieübertragung kann mit Hilfe von (aus dem Physikunterricht bekannten) Energieübertragungsketten (hier am Beispiel eines Gezeitenkraftwerks mit Schwimmkörper) dargestellt werden.</p>  <p>Unterrichtlich geeignete Beispiele zur Einführung wären z.B. ein Gewächshaus, ein Motorschiff oder das Energieversorgungssystem einer Region.</p>
4	<i>Energiedichten</i> oder <i>Speicherkapazitäten</i> vergleichen (zum Beispiel Brennwert, Latente Wärme)	Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass man mit Energiespeichern auch quantitativ umgehen kann. Gedacht ist zum Beispiel an folgende Fragestellungen: „Wie lange kann eine Heizung mit einer Leistung von 8 kW mit einem 100 Liter-Propangastank versorgt werden?“ oder „Wie groß ist die Energiedichte von Mais im Vergleich zu Gülle für die Verwendung in der Biogasanlage?“ oder „Welche Masse wird bei einem Akku benötigt, um eine gewisse Energiemenge zu speichern?“ Ziel des Unterrichts muss auch sein, dass die Schülerinnen und Schüler die gebräuchlichen Einheiten für Leistung und Energie einzuschätzen lernen.
5	Energieumsätze abschätzen, berechnen und vergleichen	Die Schülerinnen und Schüler sollen sich mit realen Energieumsätzen des menschlichen Lebens (z.B. „Verbrauch“ an „elektrischer Energie“, regionale Energiebilanz) auseinandersetzen und persönliche wie gesellschaftliche Handlungsoptionen zur Optimierung (z.B. Effizienzsteigerung, Einsparung) reflektieren.
6	aus individuellen oder regionalen Energieumsätzen eigenes und gesellschaftliches Handeln ableiten	Die Schülerinnen und Schüler sollen in Erweiterung von (3) den Gesamtwirkungsgrad einer Energieübertragungskette als Produkt der Einzelwirkungsgrade berechnen und so deren Bedeutung begreifen können. Für Vergleiche von Systemen können sie die ökonomische und ökologische Bedeutung des Wirkungsgrades heranziehen.
7	<i>Wirkungsgrade</i> und Leistungen berechnen und vergleichen (<i>Wirkungsgrad</i> in Energieübertragungsketten)	Ein unterrichtsgerechtes Beispiel ist der Vergleich der Energieübertragungskette vom Gaskraftwerk bis zu einer Glühlampe bzw. LED-Leuchte, eine Gesamtbilanz von vegetarischer und nichtvegetarischer Ernährung oder der ökologische Fußabdruck

3.2.2.2 Energieversorgungssysteme

Das Thema Energieversorgung hat in unserer Gesellschaft hohe Relevanz und stellt auch in Zukunft eine Herausforderung für Technik und politische Entscheidungsträger dar. Im NwT-Unterricht dient das Thema zugleich als Beispiel für ein „umfassendes System“, an dem Schülerinnen und Schüler exemplarisch erkennen können, wie naturwissenschaftliche Grundlagen, technische Fragestellungen und gesellschaftliche Anforderungen untrennbar mit einander verbunden sind.

1	Grundbegriffe der Energieversorgung beschreiben (zum Beispiel fossile und regenerative Energieträger, Grund- und Spitzenlast)	Um gesellschaftliche Fragestellungen im Themenbereich „Energieversorgung“ diskutieren zu können, müssen die Schülerinnen und Schüler Grundbegriffe verstehen und anwenden können. Bei der Auswahl der Grundbegriffe bietet sich eine Orientierung an aktuellen gesellschaftlichen Debatten an.
---	---	--

2	verschiedene Möglichkeiten der Nutzbarmachung von Energie beschreiben (Photovoltaik, Solarthermie, Windenergie, thermische Kraftwerke; höchster theoretischer <i>Wirkungsgrad</i> zum Beispiel Carnotwirkungsgrad oder Betz'sche Leistungsentnahme)	Die physikalischen Grundlagen der Energiewandlungstechnologien sollen in NwT nicht eigens eingeführt werden. Wenn es das Curriculum gestattet, sollten vorliegende Kenntnisse zum Beispiel über die Theorie der Solarzelle oder die elektromagnetischen Zusammenhänge im Generator aufgegriffen und angewandt werden. Der Carnotwirkungsgrad kann als „Umgang mit einer unbekanntem Formel“ behandelt werden, da die Thermodynamik aus der Physik nicht zur Verfügung steht. [3.2.1 (5)] Die Schülerinnen und Schüler sollen wissen, dass sich Technologien nicht bis zu einem Wirkungsgrad von 100% verbessern lassen. Dazu sollen sie exemplarisch eine theoretische Wirkungsgradgrenze mit einer anschaulichen Begründung kennen lernen. Als Beispiele genannt sind der Carnot-Wirkungsgrad als maximaler Wirkungsgrad für Wärmekraftwerke oder Verbrennungsmotoren sowie die Betz'sche Leistungsentnahme als theoretisches Wirkungsgradmaximum für Windkraftanlagen.
3	Möglichkeiten der Energieversorgung hinsichtlich ökologischer und wirtschaftlicher Kriterien vergleichen und bewerten	Hier ist nicht an eine fachsystematische Herleitung der Gleichungen, sondern an deren anwendungsbezogene mathematisch korrekte Nutzung gedacht. Anknüpfungspunkte können die Energieversorgung Deutschlands, der ökologische Fußabdruck, oder die Energiewende sein.
4	ein Funktionsmodell eines energietechnischen <i>Systems</i> entwickeln, konstruieren, fertigen und die Energieumsetzung quantitativ auswerten (zum Beispiel Windkraftanlage, Photovoltaik, Anlage mit Brennstoffzelle, elektrochemischer Energiespeicher)	Die Schülerinnen und Schüler sollen sich an mindestens einem Beispiel technisch quantitativ mit den Schwierigkeiten der Energiewandlung auseinandergesetzt haben. Die Wahl des Modells ist der Schule überlassen – es muss sich auch nicht jede Schülerin bzw. jeder Schüler mit der gleichen Energiewandlung beschäftigen. Beispiele wären hier die Optimierung von Wasser- oder Windrädern, die Frage der optimalen Ausrichtung von Solarzellen, die Optimierung eines Solarofens, die Analyse eigener elektrochemischer Energiewandler wie Akku oder Brennstoffzelle.
5	Eignungsfaktoren eines Standorts für ein Energieversorgungssystem analysieren (zum Beispiel naturräumliche, technische, gesellschaftliche, ökologische, wirtschaftliche Faktoren)	Die Schülerinnen und Schüler sollen an einem Beispiel die Faktoren kennen lernen, die für die Eignung eines Standorts eines Energieversorgungssystems wichtig sind. Dabei sollte deutlich werden, dass es nicht „die eine optimale Energieversorgung“ für alle Regionen gibt. Hier bieten sich eine geographische Standortanalyse, ein Standortvergleich, die Analyse eines Windatlas oder ggf. eine Exkursion an.

3.2.2.3 Bewegung und Fortbewegung

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass die Erzeugung gezielter Bewegungen in Natur wie in der Technik eine Mechanik erfordert, die zum Beispiel im menschlichen Skelett und in vielen Maschinen durchaus vergleichbar umgesetzt ist. An vielen Stellen des NwT-Unterrichts haben Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, die einmal erkannten Prinzipien wiederzuentdecken oder in eigenen Konstruktionen anzuwenden.

1	Bewegungen in Natur und Technik vergleichen (zum Beispiel aktive und passive Bewegungen)	Die Schülerinnen und Schüler erkennen an Beispielen (z.B. Tiere, Fahrzeuge, Planeten), dass es unterschiedliche Formen der Bewegung gibt und können diese klassifizieren (z.B. aktive und passive Bewegungen, gleichförmige und beschleunigte Bewegungen, Translation und Rotation, periodische Bewegung). Sie vergleichen z.B. auch Fortbewegungstechniken beim Mensch, bei Tieren und Maschinen bzw. an Land, im Wasser, in der Luft und im Weltraum.
---	--	---

		Ziel ist nicht, dass diese Bewegungen mathematisch beschrieben werden. Vorkenntnisse aus dem Physikunterricht können zur Beschreibung von Bewegungen aber aufgegriffen werden.									
2	Antriebsmöglichkeiten für Bewegungsabläufe beschreiben (zum Beispiel Muskel, Elektromotor)	Viele Bewegungen werden von einer „Antriebskomponente“, zum Beispiel einem sich kontrahierenden Muskel oder einer drehenden Motorwelle bewirkt. Im Unterricht sollen Antriebe aus Natur und Technik an einem Beispiel (z.B. Armbeugung, Fahrrad, Motorrad) beschrieben werden, um das Wirkprinzip Antrieb-Bewegung zu verdeutlichen.									
3	Rückstoß, Auftrieb oder Reibung als Ursache für die Fortbewegung in Natur und Technik beschreiben (zum Beispiel Rakete, Heißluftballon)	Die innere Funktionsweise der Antriebe und deren biologische, chemische bzw. physikalische Entstehung stehen dabei nicht im Vordergrund. Vorhandene Grundlagen aus diesen Fächern sollen aber aufgegriffen werden. Bei der Beschreibung der Ursachen der Fortbewegung wird die theoretische Durchdringung an die altersgemäßen Vorkenntnisse angepasst.									
4	<i>Hebelwirkung, Drehmomente</i> und <i>Drehzahlen</i> bestimmen (zum Beispiel Zusammenwirken von Muskulatur-Knochen-Gelenk, Motor-Welle-Lager)	Die Schülerinnen und Schüler lernen mechanische Bewegungen zunehmend genauer zu verstehen, zu analysieren (z.B. Ellenbogengelenk) und quantitativ zu beschreiben (Einheiten, Formeln). In Klasse 8 kann „Drehmoment“ (zunächst ggf. einfach als Fachausdruck für eine Kraftübertragung durch eine Welle) anschaulich eingeführt und erst später präzisiert werden. (6)									
5	<i>Systeme</i> zur Wandlung von Dreh- und Längsbewegungen erläutern	Die Schülerinnen und Schüler erkennen wiederkehrende Grundprinzipien bei der Umwandlung zwischen Längsbewegungen (Translationen) und Drehbewegungen (Rotationen) und können diese auch in unterschiedlichem Zusammenhang erklären (vgl. Tabelle). <table border="1" data-bbox="885 965 1409 1267"> <thead> <tr> <th>Umwandlung...</th> <th>in Translation</th> <th>in Rotation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>von Translation</th> <td>z.B. Seilzug, Flaschenzug, Hebel</td> <td>z.B. Exzenter mit Pleuel, Kurbel, Seilrolle</td> </tr> <tr> <th>von Rotation</th> <td>z.B. Seilwinde, Schraube, Zahnrad mit Zahnstange, Exzenter mit Pleuel</td> <td>z.B. Zahnradgetriebe, Reibrollengetriebe, Wellrad</td> </tr> </tbody> </table>	Umwandlung...	in Translation	in Rotation	von Translation	z.B. Seilzug, Flaschenzug, Hebel	z.B. Exzenter mit Pleuel, Kurbel, Seilrolle	von Rotation	z.B. Seilwinde, Schraube, Zahnrad mit Zahnstange, Exzenter mit Pleuel	z.B. Zahnradgetriebe, Reibrollengetriebe, Wellrad
Umwandlung...	in Translation	in Rotation									
von Translation	z.B. Seilzug, Flaschenzug, Hebel	z.B. Exzenter mit Pleuel, Kurbel, Seilrolle									
von Rotation	z.B. Seilwinde, Schraube, Zahnrad mit Zahnstange, Exzenter mit Pleuel	z.B. Zahnradgetriebe, Reibrollengetriebe, Wellrad									
6	Übersetzungen dimensionieren und Getriebe konstruieren (<i>Drehrichtung, Drehzahl, Drehmoment</i>)	Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, die mechanischen Bewegungen auch quantitativ zu verstehen. Basis dafür sind das Hebelgesetz (4), die Größe Drehmoment (4) und das Getriebegesetz (Übersetzungsverhältnisse z.B. beim Fahrrad), die sich über die „goldene Regel der Mechanik“ begründen lassen.									
7	ein Objekt mit Antrieb entwickeln, konstruieren, fertigen und optimieren	Schülerinnen und Schüler können diese Gesetze an einfachen Beispielen (z.B. auch aus der Anatomie) kennen lernen und nutzen sie zunehmend auch in Kombination miteinander. Sie sollen so in der Lage sein, ein eigenes Getriebe vor dem Bau zu berechnen.									

3.2.3 STOFFE UND PRODUKTE

3.2.3.1 Eigenschaften von Stoffen

Der im Bildungsplan verwendete Begriff „Stoff“ umfasst hier wie in der Chemie Reinstoffe, Stoffgemische, Werkstoffe etc.

1	Eigenschaften von <i>Stoffen</i> bestimmen (zum Beispiel Löslichkeit, Leitfähigkeit, Brennbarkeit, Zugfestigkeit, Härte, Wasserspeicherfähigkeit)	Natürliche und technische Systeme bestehen aus Stoffen bzw. nutzen Stoffe, die in der Regel wegen ihrer besonderen Eigenschaften zu einem bestimmten Zweck bzw. an den jeweiligen Stellen eingesetzt werden. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen daher die Eigenschaften der Stoffe, die für die Verwendung in ihrem Projekt benötigt werden. Dies können – neben den genannten allgemeinen qualitativen und quantitativen Eigenschaften- auch die besonderen Eigenschaften von Holz, Kunststoff und Verbundwerkstoffen (z.B. Stahlbeton, Sperrholz), sowie die statischen Eigenschaften von Baustoffen sein.
2	die Eignung von <i>Stoffen</i> für einen bestimmten Zweck erläutern	Die Schülerinnen und Schüler lernen den Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaften und spezifischer Verwendung kennen und sollen diesen auch bei der Planung eigener Produkte aufzeigen können.
3	Stoffeigenschaften mit einfachen Modellen auf Teilchen- oder mikroskopischer Ebene erläutern	Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre Kenntnisse aus der Chemie nutzen, um die Eigenschaften von Stoffen mit ihrem Aufbau zu erläutern. Einfache Modelle können auch bei noch unbekanntem Stoffen helfen- es wird kein Vordringen auf die Ebene chemischer Bindungen erwartet. So können beispielsweise die Eigenschaften von natürlichen und künstlichen Makromolekülen (z.B. in Kollagen oder Kunststoffen) mit Modellen, welche die realen Moleküle in Strängen mit oder ohne Vernetzung darstellen, erklärt werden.

3.2.3.2 Statische Prinzipien in Natur und Technik

Die Stabilität von natürlichen und technischen Systemen spielt eine zentrale Rolle. Statische Strukturen und geometrisch oder rechnerisch bestimmen zu können, stellt eine wesentliche Grundlage für eigene Konstruktionen dar.

1	den statischen Aufbau von natürlichen und technischen Systemen analysieren (geometrische Konstruktion, Stabilität des Dreiecks, Profile)	Durch Bauprinzipien wie zum Beispiel Bögen und Dreiecke lässt sich die Stabilität von Pflanzen, Tieren, Bauteilen oder Bauwerken begründen. Die Schülerinnen und Schüler können deren Zusammenwirken, aber auch deren Aufbau anschaulich mit dem Wirken von Zug- und Druckkräften begründen.
2	<i>Zug- und Druckkräfte</i> zweidimensional geometrisch oder rechnerisch bestimmen (zum Beispiel Brücke, Kran, Körperbau)	Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre Vorkenntnisse nutzen, um statische Kräfte auch quantitativ zu betrachten. Der Bildungsplan fordert aber nicht, dem Physik- und Mathematikunterricht vorzugreifen oder die Statik unbedingt in Klasse 10 zu platzieren. Deshalb lässt er offen, ob Kräfte geometrisch addiert werden oder ob dies in höheren Klassen trigonometrisch berechnend erfolgt.

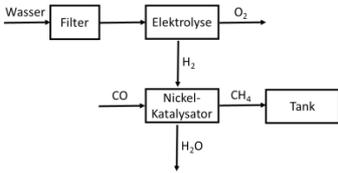
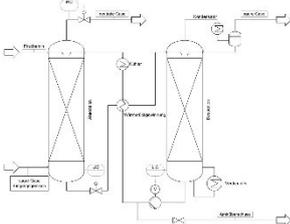
3.2.3.3 Produktentwicklung

Die Schülerinnen und Schüler sollen in NwT Technikverständnis und technische Gestaltungskompetenz erwerben. Beides zielt weniger auf das rein handwerkliche Arbeiten als vielmehr auf das kognitiv planende und kreativ entwickelnde problemlösende Vorgehen.

Sie lernen technische Produkte als von Menschen für Menschen geschaffene Systeme mit „äußeren Funktionen“ und vielfach raffinierter „innerer Funktionsweise“ zu begreifen. Die äußeren Funktionen genügen dabei menschlichen Bedürfnissen oder gesellschaftlichen Anforderungen. Für diese äußeren Qualitäten sollen Schülerinnen und Schüler sensibilisiert werden und verstehen, dass Optimierungswille und Kreativität erfolgreiche Produkte schaffen.

Die innere Funktionsweise ist von Menschen mit tiefem Fachverständnis, Geduld und ebenfalls einer hohen Kreativität geschaffen worden. In dieses problemlösend gestaltende Arbeiten sollen die Schülerinnen und Schüler in NwT nach und nach immer tiefer eingeführt werden und herausfinden, ob es für sie zum Beruf werden kann.

1	<p>ein Produkt mit definierter Funktion und bestimmter Eigenschaft entwickeln, konstruieren und normorientiert darstellen (zum Beispiel Windkraftanlage, Messgerät, Maschine)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ein technisches System mit gegebenen äußeren Funktionen (diese Informationen bezeichnet man oft als „Lastenheft“) entwickeln. Dazu gehört, dass sie sich selbst eine innere Funktionsweise überlegen und diese in bis hin zu einem Konstruktionsplan durchdenken.</p> <p>Um ihre Ideen ausdrücken, gemeinsam diskutieren und dokumentieren zu können, erlernen die Schülerinnen und Schüler in NwT Grundlagen der üblichen und genormten Beschreibungsarten wie eine „Technische Zeichnung“, einen „Schaltplan“ oder einen „Ablaufplan“. Diese sollen sich an der Norm orientieren, aber diese keineswegs voll erfüllen müssen.</p> <p>So genügen z.B. für das Technische Zeichnen wenige Strichstile (Kante, verdeckte Kante, Symmetrie, Bemaßungslinie, Kreisbemaßung, Teilkreisdarstellung) und Bemaßungszeichen (Pfeil oder Querstrich) sowie eine skizzenhafte Ausführung.</p> <p>Auch für einen Schaltplan genügen wenige Schaltzeichen (z.B. Widerstand, Schalter, Diode, Masse, elektrische Verbindungen) – andere können durch beschriftete Boxen ersetzt werden.</p> <p>Zum Lesen professioneller Pläne sollten die Schülerinnen aber in der Lage sein, sich Symbole zu erschließen oder zu recherchieren.</p>
2	<p>Analogien zwischen technischen Produkten und natürlichen <i>Systemen</i> erläutern (zum Beispiel Lotuseffekt, Wärmedämmung, Stabilität von Konstruktionen)</p>	<p>Die von Menschen erdachten Problemlösungen haben nicht selten Ähnlichkeit zu Lösungen der Natur bzw. Entwicklungen der Evolution. Schülerinnen und Schüler sollen diese Ähnlichkeit exemplarisch kennen lernen. Hierbei kann auf die Wissenschaftsdisziplin Bionik eingegangen werden.</p> <p>Der Unterschied zwischen Top-down und Bottom-up – Vorgehen kann hier thematisiert werden.</p>
3	<p>Roh- und Werkstoffe ressourcenschonend auswählen und nutzen (Verschnitt, Ökobilanz)</p>	<p>Noch immer (2016) werden Produkte primär auf ökonomischen Vorteil hin entwickelt. Damit unsere Schülerinnen und Schüler in der Zukunft verantwortungsvoller handeln, sollen sie eine Ökobilanz kennen lernen und nachhaltiges Denken bei der Entwicklung eigener Produkte üben.</p>
4	<p>mit Werkzeugen und Maschinen ein Produkt fertigen (Verfahren zum Trennen, Fügen, Umformen, zum Beispiel computergestützte Fertigung)</p>	<p>Die Fertigung soll im NwT-Unterricht kein Selbstzweck sein: Die Schülerinnen und Schüler sollen an ihr aber einerseits ein Gefühl für Materialien und deren Verarbeitungsmöglichkeiten gewinnen. Dazu sollen die Schülerinnen und Schüler die Verarbeitungsmöglichkeiten grundsätzlich benennen und gliedern (Fügen, Trennen, Umformen) können.</p> <p>Zweitens dient die Fertigung im NwT-Unterricht der Überprüfung der selbst entwickelten Konstruktion und resultiert in der Regel in einem weiter optimierbaren Prototyp. Erste Erfahrungen (2016) weisen darauf hin, dass es sich lohnt, im Unterricht früh auch computergestützte Fertigung durch CNC-Fräsen</p>

		oder 3D-Drucker zum Einsatz zu bringen.
5	Funktion und Eigenschaften eines Produkts bewerten und Optimierungsansätze entwickeln	Die Schülerinnen und Schüler lernen, die äußeren Funktionen eines Produkts kritisch zu betrachten. Dazu dient, dass sie Optimierungsansätze erarbeiten, oder Produkte miteinander vergleichen.
<h3>3.2.3.4 Stoffströme und Verfahren</h3> <p>Die Schülerinnen und Schüler lernen, Systeme bezüglich ihrer äußeren und inneren Stoffströme zu analysieren und Veränderungen als Prozesse darzustellen.</p>		
1	natürliche und technische <i>Stoffströme</i> und <i>Stoffkreisläufe</i> erläutern (zum Beispiel Kalk-, Wasserkreislauf, atmosphärische Zyklen, Entstehung chemischer Elemente)	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen die Begriffe Stoffstrom und Stoffkreislauf an Beispielen erklären können.</p> <p>Ziel ist nicht, hier in erhebliche fachwissenschaftliche Spezialtiefen vorzudringen, sondern das Denken in Stoffströmen und Kreisläufen an Themen zu schulen, die im Unterricht ohnehin in den Fokus geraten.</p> <p>Je nach Unterrichtseinheit bieten sich Nährstoffkreisläufe, Gesteinskreislauf, Kalkkreisläufe, Wasserkreisläufe z.B. in der Atmosphäre und Hydrosphäre oder Brauchwasser in technischen Anlagen, Recycling oder die Entstehung von Elementen durch Kernfusion in Sternen und Supernovaexplosionen an.</p>
2	einen verfahrenstechnischen Herstellungsprozess und die darin enthaltenen <i>Grundoperationen</i> erläutern (chemische, thermische oder biochemische Verfahren)	<p>Die Auseinandersetzung mit der Verfahrenstechnik soll den Schülerinnen und Schülern einerseits bewusstmachen, dass Stoffe und Materialien, die ihnen im Alltag begegnen, vielfach ebenfalls vom Menschen geschaffene Produkte sind. Andererseits sollen sie diesen Bereich der biologische- und chemienahen Technik kennen lernen.</p> <p>Daher fordert der Bildungsplan, dass sie an mindestens einem Beispiel verstehen, wie ein Stoff durch geschickte Kombination physikalischer, chemischer, thermischer oder biochemischer Grundoperationen in einem klar darstellbaren und geplanten verfahrenstechnischen Prozess geschaffen wird. Dabei ist an ein Erläutern auf der Ebene eines Grundfließbilds (siehe Abbildung) gedacht- das Verstehen eines Verfahrensfließbilds ist hingegen nicht verlangt.</p> <p>Beispiel für ein Grundfließbild</p>  <p>Beispiel für Verfahrensfließbild</p> 
3	in einem chemisch-technischen Verfahren ein Produkt realisieren und den Herstellungsprozess oder das Produkt optimieren (zum Beispiel Sonnencreme, Bioethanol, Zuckerherstellung, Produkt aus Gummi)	Die Schülerinnen und Schüler sollen ein chemisch-technisches Verfahren kennen gelernt haben und mit diesem ein Produkt herstellen. Dies soll nicht einfach durch rezeptartiges Abarbeiten geschehen. Deshalb fordert der Standard, mit Blick auf das Produkt oder auf den Prozess (z.B. Qualität, Ausbeute, Zuverlässigkeit) zu optimieren.

3.2.4 INFORMATIONSAUFNAHME UND-VERARBEITUNG

3.2.4.1 Informationsaufnahme durch Sinne und Sensoren

1	die Verwendungsmöglichkeiten von <i>Sensoren</i> beschreiben (zum Beispiel Blutdruckmessgerät, Hygrometer, Anemometer)	Die Schülerinnen und Schüler sollen Sensoren zum Gewinnen von Information in forschendem wie technischem Kontext auswählen und nutzen können. Es ist nicht gefordert, dass die Schülerinnen und Schüler die innere Funktionsweise aller Sensoren kennen.
2	Bau und Funktionsweise eines Sinnesorgans mit einem entsprechenden technischen <i>Sensor</i> vergleichen (zum Beispiel Auge mit Digitalkamera oder Ohr mit Mikrofon)	Die Schülerinnen und Schüler sollen die innere Funktionsweise eines Sensors kennenlernen und mit der inneren Funktionsweise des dazu passenden Sinnesorgans vergleichen können. Dabei soll vom Messaufnehmer als Bestandteil des Sensors, der physikalische oder chemische Größen registriert, deutlich unterschieden werden. Die Standards sind so verfasst, dass sie bei der gründlichen Behandlung entweder des Beispiels Kamera/Auge oder Mikrofon/Ohr erfüllt werden. Es könnten sich hier je nach NwT-Curriculum vertiefend auch Betrachtungen zum Beispiel von G-Sensor/Gleichgewichtsorgan, Waage/Schwereempfinden oder Thermofühler/Thermorezeptoren anbieten.
3	die Gefährdung von Auge oder Ohr durch Überlastung beschreiben und persönliches Handeln von gesundheitlichen Grenzwerten ableiten	Zur Betrachtung gehören gesundheitliche Aspekte (z.B. Gefährdung durch UV-Licht, Laser, Schall und Lärm) sowie die entsprechenden Schutzmaßnahmen.
4	die Gesetzmäßigkeit zwischen subjektivem Erleben und Intensität des physikalischen Reizes erläutern (zum Beispiel Lichtintensität, Lautstärke, Schwereempfinden)	Die Schülerinnen und Schüler sollen das sogenannte Weber-Fechnersche-Gesetz exemplarisch nutzen können und als gemeinsames Grundprinzip erkennen. Es beschreibt die logarithmische Gesetzmäßigkeit zwischen physiologischem Empfinden und physikalischem Reiz und kann im Unterricht z.B. durch einen Vergleich zwischen Messung und Empfindung von Lichtstärke, Lautstärke oder Gewichtskraft behandelt werden. (Psychophysik) Der Standard erfordert nicht, den Logarithmus in NwT einzuführen. Wenn er aus dem Mathematikunterricht aber bereits vorliegt, kann er aufgegriffen und so gefestigt werden.
5	die Erweiterung menschlicher Sinnesleistung durch <i>Sensoren</i> erläutern (zum Beispiel IR-Sensor, Hörgerät, Wärmebildkamera, Barometer)	Die Schülerinnen und Schüler sollten erkennen und erklären können, wie technische Sensoren menschliche Wahrnehmung erweitern. Die Erweiterung kann bezüglich der Empfindlichkeit (z.B. Nachweis geringer Konzentrationen), der Absolutheit (z.B. Temperatur), der Erweiterung des Beobachtungsbereichs (z.B. größere Lautstärken, andere Wellenlängen) oder neuer Messgrößen (z.B. pH-Wert) erfolgen. Der Standard lässt dies offen. Im Unterricht kann dieser Standard auch an Falschfarbenaufnahmen z.B. aus der Medizintechnik oder der Fernerkundung der Erde thematisiert werden.

3.2.4.2 Gewinnung und Auswertung von Daten

In NwT sollen die Schülerinnen und Schüler den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess zu beherrschen und zu reflektieren lernen. Dazu gehört, dass sie ihre Messverfahren und den Messprozess reflektieren, dass sie Daten kompetent auswerten und Fehler zu berücksichtigen lernen. Einige der folgenden Standards sollen aber auch dafür sorgen, dass die Schülerinnen und Schüler hier eine Vielfalt der Problemstellungen kennen lernen.

1	Bedingungen für zuverlässige Messungen erläutern und Messverfahren optimieren	Die Schülerinnen und Schüler werden kompetent darin, Messungen (unabhängig vom gerade im Fokus stehenden Experiment) gezielt und mit kritischem Bewusstsein für potentielle Fehler auszuführen. Sie lernen, Messverfahren so zu
---	---	---

	(systematische und zufällige Messfehler, <i>Standardabweichung</i> , Randbedingungen oder Einflussgrößen, Kontrollmessungen oder Reproduzierbarkeit)	optimieren oder zu wählen, dass eine hohe Reproduzierbarkeit gegeben ist. Ergebnisse wiederholter Messungen beschreiben sie durch Mittelwert und Standardabweichung. Letztere begreifen sie als eine Größe für Genauigkeit und können sie anschaulich beschreiben. Mit der anschaulichen Einführung dieser Größe kann in NwT begonnen werden, noch bevor der Mathematikunterricht die stochastische Begründung bereitstellt. Sie erkennen den Einfluss unveränderlicher Randbedingungen oder von variablen äußeren Einflüssen und können entscheiden, ob weitere Kontrollmessungen sinnvoll sind.
2	an einem ausgewählten Beispiel direkte und indirekte Messverfahren vergleichen	Die Schülerinnen und Schüler sollen Messverfahren reflektieren. Dazu sollen sie Vor- und Nachteile der direkten Messung einer Größe gegenüber der indirekten Messung (z.B. Geschwindigkeit aus Zeitmessung und Streckenmessung, Ablesen im Weg-Zeit-Diagramm) benennen können.
3	Messdaten mit Hilfe von Software auswerten und darstellen (<i>Standardabweichung</i> , Tabellenkalkulation)	Die Schülerinnen und Schüler sollen mit Messdaten sicher umgehen können. Der Standard fordert, dass sie Messdaten mit einer Tabellenkalkulation auswerten und darstellen können. Die Kompetenz im Auswerten soll das Berechnen der Standardabweichung und z.B. das Verrechnen verschiedener Größen oder das Ermitteln von beschreibenden Funktionen (Ausgleichsgerade, oder-Kurve) und die grafische Darstellung z.B. auch mit nichtlinearen Achsen, beinhalten. Im Unterricht könnten z.B. die Erfassung von Kennlinien oder die Kalibrierung eines Sensors Anlass zu einer tieferen Nutzung der Tabellenkalkulation liefern. Nicht gefordert ist aber zum Beispiel eine Makroprogrammierung.
4	ein optisches oder akustisches Spektrum darstellen und auswerten (zum Beispiel Sonnenspektrum, Leuchtmittel aus dem Haushalt, Ton und Klang)	Die Schülerinnen und Schüler sollen exemplarisch die Darstellung eines Spektrums als Abhängigkeit der Intensität von der durch Frequenz oder Wellenlänge angegebenen Strahlungsart verstehen und nutzen. [3.2.4.1. (5)] Der Bildungsplan lässt offen, ob dies an einem optischen oder einem akustischen Beispiel erfolgt. An eine Behandlung der Fourier-Transformation ist nicht gedacht.
5	raumbezogene <i>Daten</i> darstellen und nutzen (zum Beispiel thematische Karten zu Sonneneinstrahlung oder Windstärke, Wetterkarten, Geoinformationssysteme)	Ferner sollen sie Daten mit Raumbezug z.B. auf Landkarten verstehen und interpretieren können. Unterrichtlich kann dies zum Beispiel anhand eines Themas aus dem Bereich der Energieversorgung [3.2.2.2 (5)] oder in einer Kartierung umgesetzt werden.
6	Verfahren zur räumlichen Orientierung beschreiben (zum Beispiel astronomische Orientierung, satellitengestützte Navigation)	Als ein Fall komplexer indirekter Messung ist exemplarisch ein Verfahren zur räumlichen Orientierung, also z.B. GPS, astronomische Standortbestimmung, Triangulation über Handynetze, Kompass, etc. zu behandeln.
3.2.4.3 Informationsverarbeitung		
1	Beispiele der analogen oder digitalen Informationscodierung aus Natur und Technik beschreiben (zum Beispiel digitale Dateiformate,	Die Schülerinnen und Schüler sollen Systeme auf ihre Informationsströme hin analysieren können. Dies beinhaltet zu verstehen, wie Information in Natur und Technik dargestellt (codiert) wird. Der grundsätzliche Unterschied zwischen der analogen (also stufenlosen) und digitalen (als gestuften) Informationscodierung soll an Beispielen der Natur (z.B. DNA) und der Technik (Bit, Byte, Dateiformate z.B. g-Code, QR-

	maschinenlesbare Code-Systeme, DNA)	Code) erkannt werden.
2	die Funktionsweise <i>gesteuerter</i> oder <i>geregelter Systeme</i> analysieren und dazu Energie-, Stoff- und Informationsströme untersuchen (zum Beispiel effiziente Energienutzung, Entwicklung eines Objekts mit Antrieb, Herstellung eines Produkts in einem chemisch-technischen Verfahren, physiologischer Regelkreis)	<p>Informationsströme in Systemen dienen oft dazu, Energie- oder Stoffströme zu steuern oder zu regeln. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese drei Ströme in natürlichen oder technischen Systemen untersuchen und die Systeme so verstehen können.</p> <p>Über die genannten Beispiele hinaus könnten sich Blutdruck, Blutzucker, Klimaanlage, ABS, Beeinflussung von Reaktionen durch Temperaturveränderung, Katalysatoren oder Zentralheizung eignen.</p> <p>Der Unterschied zwischen einer Steuerung und einer Regelung sollte thematisiert werden.</p>
3	das Prinzip der <i>Steuerung</i> darstellen und erklären (zum Beispiel Robotik)	Die Schülerinnen und Schüler sollen Steuerungsvorgänge und Regelungsvorgänge (4) unterscheiden und erklären können. Bei einer Steuerung beeinflusst eine informationsverarbeitende Instanz einen Zustand einer anderen Instanz, ohne deren Zustand fortlaufend rückgemeldet zu bekommen. Unterrichtsg geeignete Beispiele sind unter anderem Ampelschaltungen oder auch die Steuerung von autonomen Fahrzeugen.
4	das Prinzip der <i>Regelung</i> auch unter Verwendung der Begriffe <i>Sollwert</i> , <i>Istwert</i> , <i>Regelgröße</i> und <i>Störgröße</i> darstellen und an Beispielen aus der Natur und der Technik erklären (zum Beispiel Körpertemperatur des Menschen, chemisches Gleichgewicht, Klimawandel: Mittlere Oberflächentemperatur der Erde, Oberflächentemperatur von Himmelskörpern)	<p>Bei einer Regelung beeinflusst eine informationsverarbeitende Instanz einen Zustand einer anderen Instanz und nutzt dazu fortlaufend die Rückgabe der Informationen über deren aktuellen Zustand (den sogenannten Istwert). Hier genügt, bis einschließlich Klasse 10, eine vereinfachte Behandlung von Regelungen: als Ziel wird angenommen, dass die Regelgröße einen festen Sollwert erreichen soll. Allerdings steht die Regelgröße nicht nur unter dem Einfluss der Regelung, sondern auch unter dem Einfluss einer Störgröße. Deshalb muss ihr Istwert laufend erfasst und die Abweichung vom Sollwert beim Regeln benutzt werden.</p> <p>Ein einfaches technisches Beispiel einer Regelung ist der Tempomat. Der Tempomat soll die Geschwindigkeit eines Autos unabhängig von Störgrößen (z.B. Gegenwind oder Steigung) auf einem Sollwert halten. Dazu wird kontinuierlich der Ist-Wert gemessen und aus der Abweichung zum Sollwert (Regelabweichung) eine geeignete sogenannte Steuergröße (die Stellung des Gaszugs oder des Gaspedals) berechnet.</p>
5	Elemente einer Programmiersprache beschreiben (zum Beispiel Bedingung, Verzweigung, Schleife, Zähler, Zeitglied, Unterprogramm, Programmbausteine)	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen in NwT das Lösen von Problemstellungen durch das Erstellen von Programmen in einer strukturierten Programmiersprache erlernen.</p> <p>Dazu gehört, die grundlegenden Elemente einer solchen Programmiersprache zu kennen und mit ihnen gestaltend umgehen zu lernen.</p> <p>In einer eingeführten imperativen Programmiersprache wie Java, C oder Python wären dies Anweisungen, globale und lokale Variablen, Rechenoperationen, Bedingungen, Verzweigungen, Schleifen und Unterprogramme. Als unterrichtlich sehr geeigneter Zugang haben sich hier Mikrocontroller erwiesen. An objektorientierte Programmierung ist über die reine Nutzung von Objekten hinaus nicht gedacht.</p>

		Der Bildungsplan lässt auch steuerungsspezifische Programmiersprachen zu und nennt als Grundfunktionen daher auch Zähler, Zeitglieder oder Programmbausteine, die zum Beispiel beim Programmieren einer Kleinsteuerung (SPS) benutzt werden.
6	<i>Algorithmen</i> für zeit- und sensorgesteuerte Prozesse in einer Programmiersprache darstellen und damit Steuerungsabläufe realisieren (zum Beispiel Ampelsteuerung, Robotik)	Die Schülerinnen und Schüler lernen Algorithmen zu entwickeln, zu beschreiben und darzustellen (Ablaufplan). Hierzu empfiehlt sich eine Darstellung als Struktogramm, ggf. mit Pseudocode. Inhaltlich beziehen sich die Algorithmen in der Mittelstufe auf Zeitsteuerungen (z.B. eine Ampel mit festen Zeiten, Schrittmotorsteuerung) sowie Steuerungen unter Berücksichtigung von Sensoren (Endschalter, Helligkeitssensor...). Angesteuert werden in solchen Prozessen Aktoren wie Elektromotor, Schrittmotor oder Servo.
7	<i>Algorithmen</i> für zeit- und sensorgesteuerte Prozesse entwickeln, beschreiben und darstellen	An die Behandlung von Algorithmen z.B. zum Sortieren von Daten, wie sie im Fach Informatik häufig am Anfang der Algorithmik stehen, ist nicht gedacht.
8	Chancen und Risiken der Informationstechnik für Individuum und Gesellschaft erläutern (zum Beispiel Simulation, Datenschutz, Internet of Things, Geoinformationssysteme, autonomes Fahren)	Die Informationstechnik dient im Bildungsplan als besonders aktuelles Beispiel für den Einfluss technischer Entwicklungen auf die Gesellschaft bis hin zum Verhalten des Einzelnen. In den kommenden Jahren (aus Sicht von 2016) werden hier vermutlich der Einzug der Robotik in den Alltag, das autonome Fahren, die Vernetzung von Alltagsgeräten (Internet of Things) geeignete, in der Tagespresse breit diskutierte, Unterrichtsbeispiele abgeben.

3.2.4.4 Elektronische Schaltungen

1	die Funktion von Bauteilen elektrischer oder elektronischer Schaltungen beschreiben (<i>Schalter, Widerstand, Leuchtdiode, Transistor</i>)	Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, einfache elektrische bzw. elektronische Schaltungen zu verstehen, zu entwickeln und herzustellen. Dazu müssen sie die äußere Funktion grundlegender Bauelemente kennen. Die Behandlung der inneren Funktionsweise, insbesondere als Halbleiterphysik, ist nicht verlangt.
2	Schaltungen entwickeln, Bauteile dimensionieren und auswählen (Schaltplan, Datenblatt, Vorwiderstand, <i>Spannungsteiler</i>)	Die Entwicklung von elektronischen Schaltungen soll von einfachen Beispielen mit bekannten Bauelementen ausgehen. Unterrichtlich bewährt haben sich Transistorschaltungen mit Spannungsteiler oder die externe Beschaltung von Mikrocontrollern. Die Dimensionierung erstreckt sich hierbei auf die Berechnung der Widerstandswerte in Spannungsteilern und Wert sowie ggf. Leistung von Vorwiderständen. Benötigte Werte wie zum Beispiel die Vorwärtsspannung von Leuchtdioden können aus Datenblättern entnommen werden.
3	elektrische oder elektronische Schaltpläne analysieren und in einfachen Fällen entwickeln	Die Dimensionierung von Schaltungen mit Kondensatoren, wie zum Beispiel Multivibratoren, ist nicht gefordert. Die Schülerinnen und Schüler sollen auch komplexere Schaltungen, z.B. für den Anschluss eines Motors über Motortreiber oder zum Betrieb eines Displays an einem Mikrocontroller als Schaltpläne nachvollziehen und damit realisieren können.
4	elektrische oder elektronische Schaltungen realisieren und ihre Funktionsfähigkeit	Die Untersuchung der Funktionsfähigkeit von Schaltungen schließt die Nutzung eines Multimeters zur Überprüfung der Leitfähigkeit von Verbindungen bzw. des Potentials an verschiedenen Punkten ein. An die Nutzung von Logikanalysatoren

untersuchen	oder Oszilloskopen ist im Regelfall jedoch nicht gedacht.
-------------	---