



Infomappe
zur NwT ZPG-0
im Herbst 2016

Die Materialien unterstützen die ZPG Veranstaltungen im Fach NwT im Herbst 2016.

Sie sind auch als Arbeitsgrundlage und Hilfestellung für die Arbeit in den Fachkonferenzen bei der Vorbereitung der Umstellung des schulischen NwT-Curriculums auf den Bildungsplan2016 gedacht.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Lesehilfe zu den prozess- bezogenen Kompetenzen (pbK)	Darstellung der prozessbezogenen Kompetenzen (pbK) in einem Kompetenzraster - damit ist keine Einteilung in Klassenstufen gemeint, vielmehr sind die dargestellten Stufen als Schritte einer Entwicklung zu betrachten. Die Diskussion in der Fachschaft. kann mit der digitalen Fassung dieser Tabelle unterstützt werden Dateiname auf dem LfB-Server: 220_pbK_kompetenzraster.docx	4
2. Lesehilfe zu den inhaltsbezogenen Kompetenzen (ibK)	Kommentierte Fassung der inhaltsbezogenen Kompetenzen (ibK) zur Verdeutlichung der fachlichen Tiefe und des angedachten Umfangs bei den einzelnen Standards Dateiname auf dem LfB-Server: 230_ibK_lesehilfe.docx	18
3. Kursiv gesetzte Fachbegriffe	Verzeichnis der kursiv dargestellten Fachbegriffe in den inhaltsbezogenen Kompetenzbeschreibungen – diese sind verbindlich im Unterricht einzusetzen Dateiname auf dem LfB-Server: 240_kursiv-Begriffe	31
4. Glossar zum Bildungsplan	Erläuterung fachspezifischer Begriffe Dateiname auf dem LfB-Server: 250_glossar.docx	32
5. Operatoren zum Bildungsplan	Verzeichnis der in den ibKs verwendeten Operatoren (handlungsleitende Verben) Dateiname auf dem LfB-Server: 260_operatoren.docx	34

1. LESEHILFE ZU DEN PROZESSBEZOGENEN KOMPETENZEN ALS KOMPETENZRASTER

Die prozessbezogenen Kompetenzen in NwT geben – wie in jedem anderen Fach – Antwort auf die Frage „Was lernt man durchgängig, themenübergreifend und fortlaufend, wenn man NwT lernt“? Sie sollen auf dem Lernweg themenübergreifend mit zunehmender Komplexität und Durchdringungstiefe erworben werden. Man könnte die prozessbezogenen Kompetenzen auch als Antwort auf die Frage sehen: „Was bleibt einem auch 10 Jahre nach dem Abitur von NwT erhalten, selbst wenn man alle Inhalte vergessen hat?“

Im Fach NwT sind die prozessbezogenen Kompetenzen in die vier Bereiche „Erkenntnisgewinnung und Forschen“, „Entwicklung und Konstruktion“, „Kommunikation und Organisation“ sowie „Bedeutung und Bewertung“ gegliedert. Sofort ist deutlich, dass sich zum Beispiel das Erlernen von „Forschen können“ oder von „Organisieren können“ nicht in jeweils wenigen kurzen Kompetenzbeschreibungen zusammenfassen lässt. Die Kompetenzbeschreibungen sind daher als Indikatoren zu verstehen: Wer sie alle erfüllt, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit auch das Große und Ganze erlernt haben.

Diese Lesehilfe erläutert die einzelnen Unterbereiche und gibt in jeweils drei Stufen ein Beispiel dafür, wie Kompetenzen didaktisch sinnvoll aufgebaut werden können. Dieses ist aber lediglich als Teil der Erläuterung der Kompetenzen illustrierend zu verstehen. Es ist nicht erstrebenswert, in Klasse 8 nun für alle Kompetenzen die erste Stufe, in Klasse 9 die zweite und in Klasse 10 dann die dritte erreichen zu wollen. An vielen Stellen muss - in Kombination mit den inhaltsbezogenen Kompetenzbeschreibungen – abgewogen werden, welcher Inhalt sich für die Vertiefung welcher Kompetenzen eignet.

Diese Tabelle enthält freie Felder, in die eine Fachschaft bei der Entwicklung des NwT-Curriculums eigene Konkretisierungen eintragen kann.

2.1 ERKENNTNISGEWINNUNG UND FORSCHEN

Die Schülerinnen und Schüler sollen in NwT wie in anderen wissenschaftlichen Fächern auch typische Methoden des Erkenntnisgewinns erlernen. Dabei stehen nicht fachspezifische Methoden einzelner naturwissenschaftlicher Disziplinen im Vordergrund. Der Fokus liegt in NwT darauf, dass die Schülerinnen und Schüler altersgemäß Forschen erleben und erlernen sollen.

Eine der wesentlichen Grundlagen dafür ist, dass im NwT-Unterricht mit Erkenntnissen wertschätzend umgegangen wird: Persönliches Wissen hat ebenso wie Wissen der Menschheit einen sehr hohen philosophischen oder direkt nützlichen Wert. Forschung ist daher ein spannendes und lohnendes Unterfangen.

recherchieren

Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, eine fragengeleitete Recherche komplett durchzuführen. Sie sollen also einerseits gezielt auf Quellen zugreifen und Informationen (1) entnehmen können. Dabei sollen sie insbesondere mit den systematischen Darstellungsweisen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich (2) umgehen können. Andererseits sollen sie die gewonnenen Informationen bezüglich der Fragestellung geordnet zusammenfassen (3) können.

Für einen curricular aufbauenden Unterricht kann es sinnvoll sein, die Schülerinnen und Schüler ab Klasse 8 nach und nach in einen im NwT-Raum verfügbaren Handapparat an Büchern (z.B. regionaler Atlas, Tabellenbuch, Formelsammlung, Bedienungsanweisungen, Schulbücher der einzelnen Naturwissenschaften), Katalogen (aus denen zum Beispiel immer wieder Material bestellt wird) und festen Internetquellen (z.B. für Datenblätter elektronischer Bauteile) einzuführen. Auf diesen greifen die Schülerinnen und Schüler dann nach und nach immer selbständiger zu.

Teilkompetenz		Entwicklung		
(1)	Informationsquellen gezielt nutzen und deren Aussagekraft und Zuverlässigkeit bewerten	Informationsquellen kennen und nutzen	selbständig auf bewährte Informationsquellen zurückgreifen	Informationsquellen nach Aussagekraft und Zuverlässigkeit auswählen
		Textfeld zur Bearbeitung durch die Fachschaft	Textfeld zur Bearbeitung durch die Fachschaft	Textfeld zur Bearbeitung durch die Fachschaft
(2)	Bestimmungshilfen, Datenblätter, thematische Karten und Tabellen nutzen	systematische Darstellungen kennen und verstehen	mit systematischen Darstellungen selbständig umgehen	selbständig auf systematische Darstellungen zurückgreifen um benötigte Informationen zu erhalten

(3)	Informationen systematisieren, zusammenfassen und darstellen	Informationen vollständig darstellen	Informationen angemessen reduziert darstellen und dafür systematische Darstellungsarten (siehe (2) nutzen	Informationen ordnen bzw. gliedern und kompakt darstellen
<p>experimentieren</p> <p>Im interdisziplinären Fach NwT stehen nicht die Experimentiertechniken der einzelnen Fachdisziplinen im Vordergrund. Vielmehr sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, wie man ein Experiment prinzipiell erfolgreich einsetzt und durchführt, um zu brauchbaren Erkenntnissen zu gelangen. Die Kompetenzbeschreibungen greifen dazu das Entwickeln und Planen eines Experiments (4), die Auswahl von Messverfahren oder Messinstrument (7) sowie den Umgang mit Messdaten und deren Interpretation (5 und 6) heraus.</p> <p>Experimente können im Unterricht so eingebettet werden, dass sie helfen, eine größere Forschungsfrage zu beantworten oder eine technische Entwicklung besser zu planen. So können die Schülerinnen und Schüler direkt erfahren, dass Experimente dazu dienen, Wissen zu mehren.</p>				
(4)	Experimente entwickeln, planen, durchführen, auswerten und bewerten	Experimente durchführen und auswerten	Experimente zu Fragestellungen entwickeln und planen	Experimente bewerten und mit alternativen Experimenten vergleichen
(5)	Messdaten mathematisch auswerten, beschreiben und interpretieren	z.B. Mittelwerte bilden	Mittelwerte und Standardabweichung zur Bewertung von Messdaten berechnen und heranziehen	geeignete Näherungsfunktion ermitteln und nutzen
(6)	große Datenmengen auch computergestützt erfassen, verarbeiten und visualisieren	Tabellenkalkulation z.B. für die effiziente Berechnung von Mittelwerten und zur Darstellung nutzen	Daten visualisieren und dazu aus verschiedenen Darstellungsarten begründet auswählen	Tabellenkalkulation für Datenumrechnungen und Näherungsfunktionen benutzen
(7)	Messverfahren oder -instrumente begründet auswählen und anpassen	Messverfahren oder -instrumente kennen und anwenden, z.B. Multimeter	Messverfahren oder -instrumente vergleichen und begründet auswählen	Messverfahren optimieren oder eigene Messverfahren entwickeln

[6] Lesehilfe zu den prozessbezogenen Kompetenzen (pbK)

Modelle nutzen

Der Begriff „Modell“ ist in Naturwissenschaft und Technik vielfach besetzt. Modelle können zum Beispiel verkleinerte oder vereinfachte Nachbauten oder Abbildungen (z.B. Funktionsmodell eines Krähenfußes), Analogien nutzende Modellvorstellungen (z.B. elektrischer Strom) oder mathematische Beschreibungen sein (z.B. Energieerhaltung). Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, mit erfolgreichen Modellen verschiedener naturwissenschaftlicher oder technischer Disziplinen umzugehen (8), für eigene Erklärungen geeignete Modelle zu entwickeln (9), sich aber auch der Modellhaftigkeit bewusst zu sein und Gültigkeitsgrenzen zu kennen (10).

(8)	Modelle zur Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten nutzen	Modelle zur Beschreibung nutzen	Modell und Realität unterscheiden	mathematische Bezüge als eine Form von Modellen nutzen
(9)	zu naturwissenschaftlichen und technischen Vorgängen Modelle entwickeln	Präkonzepte nennen und diese mit Modellen beschreiben	Modelle vergleichen	selbst anschauliche Modelle entwickeln
(10)	Grenzen von Modellen erkennen	sich der Grenzen von Modellen bewusst sein	Grenzen von Modellen erkennen und begründen	Modelle hinsichtlich ihrer Aussagen vergleichen

vernetzt forschen

Als Profulfach im naturwissenschaftlichen Bereich soll NwT den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geben, Forschen zu erlernen und zu erleben. Das Adjektiv „vernetzt“ soll unterstreichen, dass es dabei nicht darum geht, biologische, chemische oder physikalische Experimente durchzuführen. Gerade aus interdisziplinären Betrachtungen, lokalen Besonderheiten oder spezifischen Randbedingungen ergeben sich viele Forschungsfragen, die nicht durch das Schulbuch oder eine Internetsuche beantwortet werden.

Die Forschung kann altersgemäß von einer allgemeinen Fragestellung (z.B. „Können Fische zählen?“) oder einer Hypothese (z.B. „Nach einer Pause ist man geistig fitter.“) ausgehen, die dann als Forschungsfrage (z.B. „Sind Fische auf einen Unterschied zwischen x und y Mal Klopfen konditionierbar?“ bzw. „Ist die Reaktionszeit nach einer Pause wirklich kürzer/ein Konzentrationstest bzw. Merkttest erfolgreicher?“) konkretisiert wird.

Im Curriculum kann früh mit dem Arbeiten an Forschungsfragen begonnen werden. Die Reduktion z.B. der Hypothese „Nach einer Pause ist man geistig fitter“ auf Forschungsfragen (11 und 12) kann dann im gemeinsamen Gespräch mit der Klasse erfolgen. Die konkrete Umsetzung einzelner Experimente mit den dabei entstehenden Problemen (13) kann aber zum Beispiel Kleingruppen überlassen werden, die bei der Auswertung z.B. dann wieder von der Lehrkraft angeleitet werden (14 und 15).

(11)	aus Problemstellungen Recherche- und Forschungsfragen ableiten	direkt beforschbare Fragestellungen von übergeordneten unterscheiden	zu übergeordneten Fragestellungen Forschungsfragen finden	die Eignung der Forschungsfragen zur Beantwortung der übergeordneten Fragestellung bewerten
(12)	Hypothesen entwickeln und in Untersuchungen überprüfen	Hypothesen entwickeln	Untersuchungen zur Überprüfung von Hypothesen planen	Hypothesen in Untersuchungen überprüfen
(13)	Lösungsansätze für naturwissenschaftliche beziehungsweise technische Problemstellungen entwickeln	bekanntere Lösungsansätze beschreiben, begründen und vergleichen	zu einfachen Problemen Lösungsansätze entwickeln	die Einfachheit, Tauglichkeit und Eleganz von Lösungsansätzen bewerten
(14)	naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge mathematisch beschreiben und nutzen	proportionale Zusammenhänge auch intuitiv verstehen	einfache (z.B. lineare) Zusammenhänge beschreiben und zu Berechnungen nutzen	komplexere Zusammenhänge mathematisch beschreiben und zu Berechnungen nutzen (z.B. ganzrationale Funktion, Exponentialfunktion)

(15)	computergestützte Simulationen zur Erkenntnisgewinnung nutzen	Simulationen mit voreingestellten, konstanten Werten verstehen	Parameter in Simulationen gezielt variieren	Simulationen zur Erklärung z.B. von Versuchsergebnissen oder Sachverhalten verwenden

2.2 ENTWICKLUNG UND KONSTRUKTION

„Technisches Arbeiten“ hat sehr viele Formen. Im NwT-Unterricht des Gymnasiums sollen die Schülerinnen und Schüler insbesondere kognitiv gefordert werden. Der Schwerpunkt des Unterrichts liegt daher nicht auf dem handwerklichen Fertigen technischer Produkte, sondern auf dem kreativen und kundigen Entwickeln und Planen von Problemlösungen und dem Verstehen technischer Systeme.

planen

Erfahrungsgemäß tendieren Schülerinnen und Schüler dazu, technische Probleme durch Ausprobieren zu lösen. Eine hohe Kompetenz im technischen Problemlösen bedeutet hingegen, auch ohne Ausprobieren begründet eine gute Lösung zu angeben zu können. Ein Ziel des NwT-Unterrichts ist es daher, den Schülerinnen und Schülern Fähigkeit und Wert vorherigen möglichst detaillierten Durchdenkens und exakten Planens zu vermitteln. Damit sie verstehen, dass sich Planung lohnt, muss sie sich lohnen.

Bauen Sie ein NwT-Curriculum also möglichst so auf, dass es viele Anlässe für das Planen gibt, die für die Schülerinnen und Schüler zu Erfolgserlebnissen werden. Zum Erfolgsempfinden gehört, dass sich die eigene Planung in der Praxis überwiegend wie erwartet verhält – bei nicht zu einfacher Aufgabenstellung.

Empfehlenswert ist es, die Schülerinnen und Schüler vor ihrer Planung mit geeigneten Formen für zeichnerische oder symbolische Darstellung und etablierten Lösungsansätzen vertraut zu machen. Ohne eine solche gemeinsame Sprache fällt ihnen – vor allem bei der Arbeit in Gruppen – die Kommunikation über ihre Planung schwer.

(1)	typische Problemlösungen und Lösungsmethoden aus verschiedenen Technikbereichen beschreiben	Problemlösungen und Lösungsmethoden für mechanische Verbindungen, Lagerung sowie zur Schaltung elektrischer Energieversorgung kennen	Problemlösungen und Lösungsmethoden z.B. aus den Bereichen Statik und Dynamik dimensionieren sowie elektronische Schaltungen anpassen	Problemlösungen und Lösungsmethoden z.B. für Steuerungen oder Verarbeitungsschritte in Prozessen beschreiben
(2)	ein Problem analysieren und auf lösbare Teilprobleme zurückführen	in Problemlösungen bekannte Teillösungen erkennen	ein Problem auf lösbare Teilprobleme zurückführen	verschiedene Kombinationen von Teillösungen vergleichen

(3)	die Lösung eines technischen Problems durch Auswählen, Anpassen, Dimensionieren und Kombinieren von Teillösungen entwickeln, darstellen und bewerten	einfache Elemente zu einer eigenen Lösung kombinieren (z.B. mechanische Elemente, elektrische Bauteile, Anweisungen in einer Programmiersprache)	Formeln und Zusammenhänge z.B. für mechanische dynamische und elektrische Dimensionierungen verwenden	mechanische, elektrische, informationstechnische und ggf. naturwissenschaftliche Problemlösungen zum Erreichen eines Ziels in der Planung kombinieren

realisieren

Das handwerkliche Arbeiten ist eine bereichernde Erfahrung für viele Schülerinnen und Schüler, auch wenn in NwT aufgrund der begrenzten Zeit keine handwerkliche Perfektion angestrebt werden kann. Wesentlicher ist, dass die Schülerinnen und Schüler ein Gefühl für Materialien, deren Bearbeitbarkeit und deren Einsatzgrenzen gewinnen und ihre eigenen Planungen durch Realisierung überprüfen und daran Planungserfolge, Planungsfehler und Optimierungsbedarf feststellen können. Diese helfen, die nächste Planung noch besser auszuführen. Ein in NwT durchgeführte Realisierung wird also zumeist einen Prototyp anstreben.

Für das Curriculum einer Schule sollte man sich überlegen, welche Arbeiten mit welchen Werkzeugen und welchen Materialien parallel zu welchen anderen Kompetenzen wann eingeführt werden. Je früher man beginnt, desto schneller stehen die daraus resultierenden Freiheitsgrade im Unterricht zur Verfügung.

Stehen an der Schule moderne Fertigungstechniken wie CNC-Fräsen oder 3D-Druck zur Verfügung, scheint eine Einführung zum Beispiel ab Klasse 9 sinnvoll, wenn in Klasse 8 bereits Materialgefühl entwickelt werden konnte.

(4)	Schwierigkeiten bei der Planung und Herstellung eines Produkts überwinden (Durchhaltevermögen und Beharrlichkeit)	kleinere Probleme bei der Planung und Rückschläge bei der Fertigung von Komponenten bewältigen	Fehlersuche bei Komponenten durchstehen	ein komplexes Produkt konsequent bzw. konstant über mehrere Wochen entwickeln
(5)	Werkstoffe fachgerecht bearbeiten	Holz fachgerecht bearbeiten	einen weiteren Werkstoff (z.B. Kunststoff, Metall) fachgerecht bearbeiten	einen weiteren Werkstoff (z.B. Kunststoff, Metall) fachgerecht bearbeiten
(6)	Werkzeuge und Maschinen fachgerecht auswählen und verwenden	Stark von der Ausstattung der Schule abhängig		

optimieren

Die Schülerinnen und Schüler sollen die Funktionsweise technischer Systeme verstehen. Optimieren erfordert, die Funktionsweise zu analysieren (7), daraus kreativ Optimierungsansätze zu entwickeln (8), aus diesen begründet auszuwählen und diese umzusetzen (9). Deshalb ist es hier als „Leitbegriff“ ausgewählt worden.

(7)	die Funktionsweise technischer Systeme analysieren	mechanisch-dynamische Teilsysteme wie Aktoren, Steuerung und Sensoren sowie Energiebereitstellung erkennen	statische Elemente erkennen	Optimierung im technischen System begreifen
(8)	technische Optimierungsansätze entwickeln	Optimierungsansätze durch Ausprobieren finden	Optimierungsansätze entwickeln	aus Optimierungsansätzen begründet auswählen
(9)	ein selbst konstruiertes Produkt optimieren	das Produkt durch Ausprobieren optimieren	das Produkt nach vorheriger Planung optimieren	das Produkt bereits im Planungsprozess optimieren

2.3 KOMMUNIKATION UND ORGANISATION

Fachsprache nutzen

Im NwT-Unterricht werden Fachsprachen der unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Fächer, viele Sprachen für technische Beschreibungen (z.B. technische Zeichnungen, Schaltpläne) und die Alltagssprache benutzt.

Die Schülerinnen und Schüler müssen einerseits lernen, mit einander überschneidenden Begriffen, uneinheitlichen Darstellungen, Mehrdeutigkeiten und Unschärfen umzugehen, um zum Beispiel erfolgreich eigene Recherchen im Internet durchführen zu können (1-3). Andererseits sollen sie nach und nach lernen, Fachsprache einzusetzen, wo sie zu höherer Eindeutigkeit, knapperer Darstellung oder klarerem Verständnis beiträgt (4-5).

Dabei soll der Einführung der Fachsprache in den einzelnen Naturwissenschaften nicht vorgegriffen werden.

Eine besondere Rolle spielen in NwT die technischen Ausdrucksweisen wie technisches Zeichnen, Schaltplan, Blockdiagramm oder Struktogramm. Sie sollen zwar als definierte Sprachen verstanden werden, aber nur so weit in Ähnlichkeit zu den Normen formalisiert werden, wie es dem gedanklichen Ausdruck der Schülerinnen und Schüler wirklich hilfreich ist. So ist es beispielsweise sinnvoll, selten benötigte Symbole in elektrischen Schaltungen durch Kästen mit einer Beschriftung zu ersetzen. Bei eigenem Anfertigen von Schaltungen geraten die Schülerinnen und Schüler dann nicht ins Stocken, nur weil ihnen ein Symbol fehlt.

(1)	Fachbegriffe der Naturwissenschaften und der Technik verstehen und nutzen sowie Alltagsbegriffe in Fachsprache übertragen	Fachbegriffe verstehen und von Alltagsbegriffen unterscheiden	Fachbegriffe nutzen	Alltagsbegriffe in Fachsprache übertragen
(2)	gleich lautende Fachbegriffe verschiedener naturwissenschaftlicher oder technischer Disziplinen gegeneinander abgrenzen	Konflikte von Fachbegriffen an Beispielen beschreiben	die passende Bedeutung eines Alltags- oder Fachbegriffs aus dem Kontext heraus verstehen	Fachbegriffe durch Erklärungen gegeneinander abgrenzen

(3)	Sachverhalte auf das Wesentliche reduziert darstellen	Sachverhalte vollständig darstellen	Sachverhalte mit Symbolik verkürzt darstellen	Sachverhalte auf das Wesentliche reduziert darstellen (vgl. 2.1.(3))
(4)	zeichnerische, symbolische und normorientierte Darstellungen analysieren, nutzen und erstellen	technisch-geometrische Ansichten und Schaltbilder verstehen und in einfachen Fällen selbst skizzieren	eigene Ideen für z.B. Geometrien, Schaltungen oder Prozesse normorientiert ausdrücken	eigene Normen zum Erreichen kompakter Darstellungen festlegen und definieren
(5)	verschiedene Darstellungsweisen zur Erstellung von Dokumentationen geeignet kombinieren	z.B. zur Verdeutlichung wesentliche Ansichten (Fotos, Grafiken) auswählen in den Zusammenhang einbinden	wesentliche Details vertieft dokumentieren und dies bei der Wahl von Grafiken, Diagrammen oder Fotos in Dokumentationen berücksichtigen	schlüssige, klar verständliche Dokumentationen mit sinnvoll ausgewählten Darstellungen (z.B. Fotos, Graphiken) erstellen
<p>projektartig arbeiten</p> <p>Das zunehmend selbständigere Bearbeiten von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben bzw. -projekten benötigt in NwT ganz generell ein zunehmend selbständigeres Arbeiten. Schülerinnen und Schüler sollen in NwT lernen, Projekte zu überblicken und zu strukturieren. Wenn möglich, sollten sie lernen, ein Projekt zu planen, zu steuern oder zumindest den Projektstand realistisch einzuschätzen. Es bietet sich an, Schülerinnen und Schülern dieses als ein wesentliches Lernziel transparent zu machen und dieses von Anfang an zum Beispiel durch konsequente Reflexion der Projekte zu verfolgen.</p>				
(6)	ein Vorhaben strukturieren, planen und durchführen	ein Vorhaben planen (z.B. Materialplan) und durchführen	ein Vorhaben strukturieren (z.B. Zeitplan, Meilensteine)	Projektstruktur und Ablaufplan darstellen

(7)	einen Projektverlauf dokumentieren, Projektzwischenstände beschreiben und auf Planabweichungen nachsteuernd reagieren	einen Projektverlauf dokumentieren	Projektzwischenstände bilanzieren	ein Projekt im Verlauf nachsteuernd regulieren
(8)	das abgeschlossene Projekt reflektieren und Optimierungsansätze entwickeln	Projektarbeit reflektieren		
kooperieren Wie auch der Projektgedanke sollte die Zusammenarbeit in Gruppen, die den NWT-Unterricht oft über lange Perioden prägt, von Anfang in ihrer Qualität entwickelt werden. Das Ziel muss sein, dass die Schülerinnen und Schüler sich in der Teamarbeit nicht nur für die Arbeit, sondern auch für den Lernfortschritt aller mitverantwortlich fühlen.				
(9)	beim Arbeiten im Team Verantwortung übernehmen	Aufgaben verteilen und zuverlässig bearbeiten	Probleme kommunizieren und sich gegenseitig beim Arbeiten und Lernen unterstützen	für andere und das gesamte Team mitdenken
(10)	typische Phasen der Arbeit in Gruppen erkennen und für den Arbeitsprozess nutzen			typische Phasen der Arbeit in Gruppen erkennen und berücksichtigen (z.B. Teamphasen Forming, Storming, Norming, Performing)

2.4 BEDEUTUNG UND BEWERTUNG

interdisziplinär denken

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse, technische Errungenschaften und gesellschaftliche sowie ökologische Veränderungen sind historisch und aktuell vielfach miteinander verwoben. NwT soll als Fach an allgemeinbildenden Schulen diese Zusammenhänge aufzeigen und die Schülerinnen und Schüler dazu anleiten, in Ganzheitlichkeit zu denken.

Dies bietet sich in Unterrichtseinheiten vielfach zu Beginn an, weil so die Relevanz des Unterrichtsthemas herausgestellt wird. In vielen Fällen bietet aber auch eine Reflexion am Ende der Unterrichtseinheit Gelegenheit dazu. Eine geeignete Methode ist die Technikfolgenabschätzung mit Hilfe mathematischer Abschätzungen: Was würde sich ändern, wenn unser Produkt hunderttausendmal verkauft würde? Welchen Gewinn könnte die Gesellschaft aus unserem Forschungsergebnis ziehen?

(1)	Lösungsansätze für fachübergreifende Problemstellungen entwickeln	ein Beispiel für eine Problemlösung auf Basis fächerübergreifenden Wissens erläutern	fächerübergreifendes Vorwissen für Lösungsansätze heranziehen	interdisziplinär denken
(2)	das Zusammenwirken naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und technischer Innovationen erläutern	Beispiele für die Nutzung naturwissenschaftlicher Gesetze in der Technik beschreiben	die wechselseitige Förderung von Naturwissenschaften und Technik an historischen Beispielen erklären	die Bedeutung heutiger Forschungen und Entwicklungen für zukünftige Technik bzw. Forschung an Beispielen erläutern
(3)	den Zusammenhang zwischen Bedürfnissen des Menschen und naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklungen erläutern	Beispiele für die Erfüllung dieser Bedürfnisse beschreiben	an Beispielen erläutern, wie Bedürfnisse durch naturwissenschaftliche und technische Entwicklungen geweckt oder verstärkt wurden	die Bedeutung heutiger Forschungen und Entwicklungen für die zukünftige Erfüllung von Bedürfnissen an Beispielen erläutern

(4)	naturwissenschaftlich-technische Problemstellungen vor dem Hintergrund gesellschaftlicher und ökologischer Wechselwirkungen analysieren	Nutzen von Erkenntnissen für Gesellschaft und Umwelt benennen	gesellschaftliche Auswirkungen eines Produkts oder einer Entdeckung beschreiben	Möglichkeiten für die zukünftige Entwicklung der Gesellschaft durch neue Entdeckungen und Technologien an Beispielen erläutern
(5)	die Folgen der Wechselwirkungen eines technischen Systems mit Gesellschaft und Umwelt an einfachen Beispielen abschätzen <u>und bewerten</u>	die Umweltverträglichkeit von technischen Lösungen diskutieren	Folgen auch mathematisch grob abschätzen (Fermi-Aufgaben) und die Annahmen begründen	mathematische Abschätzungen und deren Annahmen vergleichen und bewerten
<p>Nutzen und Risiken abschätzen und bewerten</p> <p>Damit offener, projektorientierter Unterricht möglich ist, müssen die Schülerinnen und Schüler viele Entscheidungen unter Aufsicht selbst treffen können. Es empfiehlt sich, sie früh dazu zu befähigen, um im Unterricht lange davon zu profitieren.</p>				
(6)	Material und Energie verantwortungsbewusst verwenden	materialschonend Arbeiten	bei Konstruktionen Aufwand und Nutzen bedenken	weitergehende, z.B. ökologische, Aspekte beachten
(7)	Qualität von Untersuchungsergebnissen und Produkten begründet einschätzen	Qualität anhand von Kriterien überprüfen und begründen	sinnvolle Kriterien zur Qualitätsüberprüfung festlegen	die Qualität vergleichen
(8)	Risiken beim praktischen Arbeiten erkennen und durch Sicherheitsvorkehrungen Gefährdungen vermeiden	Risiken kennen und Sicherheitsregeln einhalten	Risiken erkennen und durch bekannte Sicherheitsregeln Gefährdungen vermeiden	Risiken auch bei neuen Verfahren bzw. Materialien erkennen und angepasste Sicherheitsregeln einhalten

Arbeits- und Berufsfelder beschreiben

Jedes Fach hat die Aufgabe, auch die dazugehörigen Berufs- und Arbeitsfelder vorzustellen.

(9)	Arbeitsfelder regionaler Firmen in Forschung, Entwicklung und Produktion erkunden und Berufe und Ausbildungsgänge zu Arbeitsgebieten der angewandten Naturwissenschaften und der Technik beschreiben	Arbeitsfelder erkunden	Möglichkeiten schulischer Weiterentwicklung an beruflichen Gymnasien beschreiben	Berufe und Ausbildungsgänge zu Arbeitsgebieten der angewandten Naturwissenschaften und der Technik beschreiben
(10)	ausgewählte aktuelle Forschungsziele und Entwicklungen beschreiben und deren Bedeutung für die Gesellschaft erläutern	einzelne aktuelle Forschungsziele und Entwicklungen beschreiben	die Bedeutung aktueller Forschungsziele und Entwicklungen in einem unterrichtlich behandelten Kontext diskutieren	an Beispielen Möglichkeiten für die zukünftige Entwicklung der Gesellschaft durch neue Entdeckungen und Technologien erläutern

2. 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.

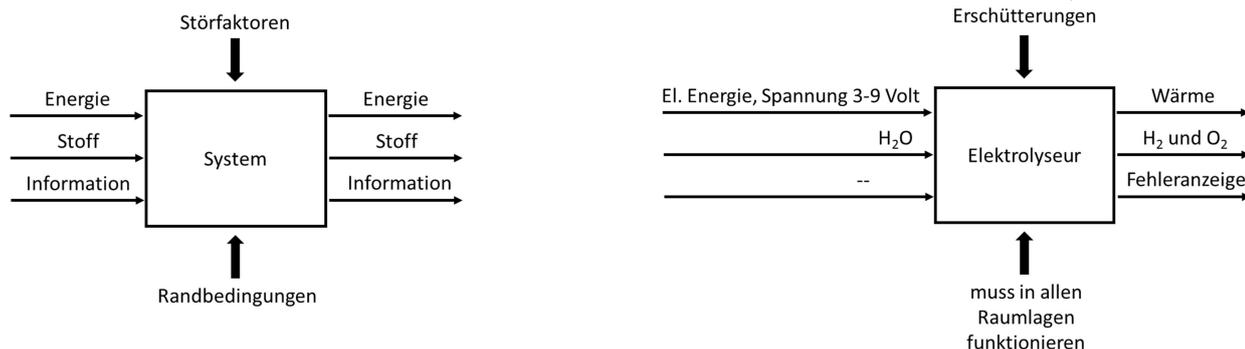
3.2.1 DENK- UND ARBEITSWEISEN IN NATURWISSENSCHAFT UND TECHNIK: SYSTEME UND PROZESSE

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	Systeme analysieren und durch Systemgrenzen und Teilsysteme beschreiben (zum Beispiel Lebewesen, Maschinen, Sonnensystem)	<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	Energie-, Stoff- und Informationsströme zwischen Teilsystemen erklären (zum Beispiel Treibhauseffekt, Stoffwechsel, GPS)	<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 Lautsprecherkabel Information und Energie gekoppelt.</p>

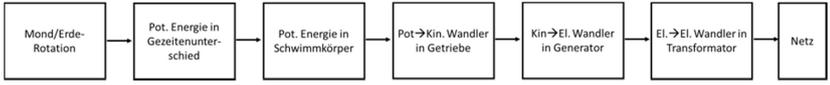
3	Wechselwirkungen (positive und negative Rückkopplung) zwischen Teilsystemen beschreiben (zum Beispiel Atemfrequenzanpassung, chemisches Gleichgewicht, Drehzahlregelung, Klimawandel)	<p>Kenngößen verschiedener Teilsysteme stehen in vielen Fällen in „selbst verstärkenden“ (positive Rückkopplung bzw. 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.</p>
4	Veränderungen in Systemen als Prozesse beschreiben (Prozessschritt, Teilprozess, Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip)	<p>Prozessdenken ermöglicht den Schülerinnen und Schülern, komplexe Vorgänge in (ggf. zueinander parallele) Teilprozesse und diese in einzelne Prozessschritte zu unterteilen und so zu verstehen.</p> <p>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.</p>
5	Teilsysteme durch ihre äußeren Funktionen beschreiben (Black-Box-Denken; zum Beispiel Sinneszelle, Batterie)	<p>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.</p> <p>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.</p>

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 Energiespeicher und Energieübertragung erläutern (zum Beispiel Körpertemperatur von Tieren, elektrochemischer Energiespeicher, Gebäudeheizung, Atmosphäre)	<p>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.</p> <p>Ein technisches System wie z.B. ein Reisewecker erhält ab und an eine neue Batterie (als Beispiel für einen elektrochemischen Energiespeicher) und gibt Energie mit Hilfe von Licht, Wärme oder Schall ab.</p>
3	Energieübertragungsketten in Systemen grafisch darstellen und erklären (zum Beispiel Lebewesen, Maschinen)	Die Energieübertragung kann mit Hilfe von (aus dem Physikunterricht bekannten) Energieübertragungsketten (hier am Beispiel eines Gezeitenkraftwerks mit Schwimmkörper) dargestellt werden.

		 <p>Unterrichtlich geeignete Beispiele zur Einführung wären z.B. ein Gewächshaus, ein Motorschiff oder das Energieversorgungssystem einer Region.</p>
4	Energiedichten oder Speicherkapazitäten 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	
6	aus individuellen oder regionalen Energieumsätzen eigenes und gesellschaftliches Handeln ableiten	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.
7	Wirkungsgrade und Leistungen berechnen und vergleichen (Wirkungsgrad in Energieübertragungsketten)	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. 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 Wirkungsgrad 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

3	Möglichkeiten der Energieversorgung hinsichtlich ökologischer und wirtschaftlicher Kriterien vergleichen und bewerten	<p>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.</p> <p>Hier ist nicht an eine fachsystematische Herleitung der Gleichungen, sondern an deren anwendungsbezogene mathematisch korrekte Nutzung gedacht.</p> <p>Anknüpfungspunkte können die Energieversorgung Deutschlands, der ökologische Fußabdruck, oder die Energiewende sein.</p>
4	ein Funktionsmodell eines energietechnischen Systems entwickeln, konstruieren, fertigen und die Energieumsetzung quantitativ auswerten (zum Beispiel Windkraftanlage, Photovoltaik, Anlage mit Brennstoffzelle, elektrochemischer Energiespeicher)	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen sich an mindestens einem Beispiel technisch quantitativ mit den Schwierigkeiten der Energiewandlung auseinandergesetzt haben.</p> <p>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.</p>
5	Eignungsfaktoren eines Standorts für ein Energieversorgungssystem analysieren (zum Beispiel naturräumliche, technische, gesellschaftliche, ökologische, wirtschaftliche Faktoren)	<p>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.</p> <p>Hier bieten sich eine geographische Standortanalyse, ein Standortvergleich, die Analyse eines Windatlas oder ggf. eine Exkursion an.</p>

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)	<p>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.</p> <p>Ziel ist nicht, dass diese Bewegungen mathematisch beschrieben werden. Vorkenntnisse aus dem Physikunterricht können zur Beschreibung von Bewegungen aber aufgegriffen werden.</p>
2	Antriebsmöglichkeiten für Bewegungsabläufe beschreiben (zum Beispiel Muskel, Elektromotor)	<p>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.</p>
3	Rückstoß, Auftrieb oder Reibung als Ursache für die Fortbewegung in Natur und	<p>Die innere Funktionsweise der Antriebe und deren biologische, chemische bzw. physikalische Entstehung stehen dabei nicht im Vordergrund. Vorhandene</p>

	Technik beschreiben (zum Beispiel Rakete, Heißluftballon)	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	Hebelwirkung, Drehmomente und Drehzahlen 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	Systeme 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="884 501 1406 801"> <thead> <tr> <th>Umwandlung...</th> <th>in Translation</th> <th>in Rotation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>von Translation</td> <td>z.B. Seilzug, Flaschenzug, Hebel</td> <td>z.B. Exzenter mit Pleuel, Kurbel, Seilrolle</td> </tr> <tr> <td>von Rotation</td> <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 (Drehrichtung, Drehzahl, Drehmoment)	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 Stoffen 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 Stoffen 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	Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre Kenntnisse aus der Chemie nutzen, um die Eigenschaften von Stoffen mit ihrem Aufbau zu erläutern.

	Teilchen- oder mikroskopischer Ebene 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	Zug- und Druckkräfte 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.

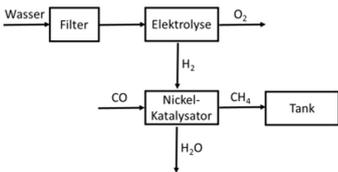
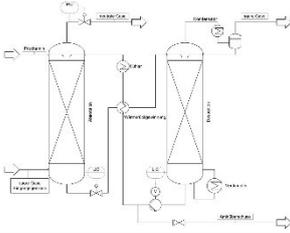
1	ein Produkt mit definierter Funktion und bestimmter Eigenschaft entwickeln, konstruieren und normorientiert darstellen (zum Beispiel Windkraftanlage, Messgerät, Maschine)	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ein technisches System mit gegebenen äußeren Funktionen (diese Informationen bezeichnet man 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	Analogien zwischen technischen Produkten und natürlichen Systemen erläutern (zum Beispiel Lotuseffekt, Wärmedämmung, Stabilität von Konstruktionen)	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. Der Unterschied zwischen Top-down und Bottom-up – Vorgehen kann hier thematisiert werden.
3	Roh- und Werkstoffe ressourcenschonend auswählen und nutzen (Verschnitt, Ökobilanz)	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.
4	mit Werkzeugen und Maschinen ein Produkt fertigen (Verfahren zum Trennen, Fügen, Umformen, zum Beispiel computergestützte Fertigung)	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. 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 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.

3.2.3.4 Stoffströme und Verfahren

Die Schülerinnen und Schüler lernen, Systeme bezüglich ihrer äußeren und inneren Stoffströme zu analysieren und Veränderungen als Prozesse darzustellen.

1	natürliche und technische Stoffströme und Stoffkreisläufe erläutern (zum Beispiel Kalk-, Wasserkreislauf, atmosphärische Zyklen, Entstehung chemischer Elemente)	Die Schülerinnen und Schüler sollen die Begriffe Stoffstrom und Stoffkreislauf an Beispielen erklären können. 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. 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.
---	--	---

2	<p>einen verfahrenstechnischen Herstellungsprozess und die darin enthaltenen Grundoperationen erläutern (chemische, thermische oder biochemische Verfahren)</p>	<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	<p>in einem chemisch-technischen Verfahren ein Produkt realisieren und den Herstellungsprozess oder das Produkt optimieren (zum Beispiel Sonnencreme, Bioethanol, Zuckerherstellung, Produkt aus Gummi)</p>	<p>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.</p>
---	---	--

3.2.4 INFORMATIONSAUFNAHME UND -VERARBEITUNG

3.2.4.1 Informationsaufnahme durch Sinne und Sensoren

1	<p>die Verwendungsmöglichkeiten von Sensoren beschreiben (zum Beispiel Blutdruckmessgerät, Hygrometer, Anemometer)</p>	<p>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.</p>
2	<p>Bau und Funktionsweise eines Sinnesorgans mit einem entsprechenden technischen Sensor vergleichen (zum Beispiel Auge mit Digitalkamera oder Ohr mit Mikrofon)</p>	<p>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.</p> <p>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.</p>
3	<p>die Gefährdung von Auge oder Ohr durch Überlastung beschreiben und persönliches Handeln von gesundheitlichen Grenzwerten ableiten</p>	<p>Zur Betrachtung gehören gesundheitliche Aspekte (z.B. Gefährdung durch UV-Licht, Laser, Schall und Lärm) sowie die entsprechenden Schutzmaßnahmen.</p>

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 Sensoren 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 (systematische und zufällige Messfehler, Standardabweichung, Randbedingungen oder Einflussgrößen, Kontrollmessungen oder Reproduzierbarkeit)	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 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 (Standardabweichung, 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 Daten 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, maschinenlesbare Code-Systeme, DNA)	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-Code) erkannt werden.
2	die Funktionsweise gesteuerter oder geregelter Systeme 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)	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. Über die genannten Beispiele hinaus könnten sich Blutdruck, Blutzucker, Klimaanlage, ABS, Beeinflussung von Reaktionen durch Temperaturveränderung, Katalysatoren oder Zentralheizung eignen. Der Unterschied zwischen einer Steuerung und einer Regelung sollte thematisiert werden.
3	das Prinzip der Steuerung 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. Unterrichtsgerechte Beispiele sind unter anderem Ampelschaltungen oder auch die Steuerung von autonomen Fahrzeugen.
4	das Prinzip der Regelung auch unter Verwendung der Begriffe Sollwert, Istwert,	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).

	<p>Regelgröße und Störgröße 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>	<p>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	<p>Elemente einer Programmiersprache beschreiben (zum Beispiel Bedingung, Verzweigung, Schleife, Zähler, Zeitglied, Unterprogramm, Programmbausteine)</p>	<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> <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.</p>
6	<p>Algorithmen für zeit- und sensorgesteuerte Prozesse in einer Programmiersprache darstellen und damit Steuerungsabläufe realisieren (zum Beispiel Ampelsteuerung, Robotik)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler lernen Algorithmen zu entwickeln, zu beschreiben und darzustellen (Ablaufplan). Hierzu empfiehlt sich eine Darstellung als Struktogramm, ggf. mit Pseudocode.</p> <p>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...).</p> <p>Angesteuert werden in solchen Prozessen Aktoren wie Elektromotor, Schrittmotor oder Servo.</p>
7	<p>Algorithmen für zeit- und sensorgesteuerte Prozesse entwickeln, beschreiben und darstellen</p>	<p>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.</p>
8	<p>Chancen und Risiken der Informationstechnik für Individuum und Gesellschaft erläutern (zum Beispiel Simulation, Datenschutz, Internet of Things, Geoinformationssysteme, autonomes Fahren)</p>	<p>Die Informationstechnik dient im Bildungsplan als besonders aktuelles Beispiel für den Einfluss technischer Entwicklungen auf die Gesellschaft bis hin zum Verhalten des Einzelnen.</p> <p>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.</p>

3.2.4.4 Elektronische Schaltungen

1	die Funktion von Bauteilen elektrischer oder elektronischer Schaltungen beschreiben (Schalter, Widerstand, Leuchtdiode, Transistor)	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, Spannungsteiler)	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 untersuchen	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 oder Oszilloskopen ist im Regelfall jedoch nicht gedacht.

3. KURSIV GESETZTE BEGRIFFE

Die *kursiv* dargestellten Fachbegriffe in den inhaltsbezogenen Kompetenzbeschreibungen sind verbindlich im Unterricht einzusetzen. Schülerinnen und Schüler müssen die Kompetenz erwerben, diese Fachsprache in unterschiedlichen Kontexten ohne zusätzliche Erläuterung zu verstehen und anwenden zu können.

Algorithmus
Black-Box-Denken
Drehmoment
Drehrichtung
Drehzahl
Druckkraft
Energiedichte
Energiespeicher
Energiestrom
EVA-Prinzip
Grundoperation (verfahrenstechnisch)
Hebelwirkung
Informationsstrom
Istwert
Leistung
Leuchtdiode
Messfehler, systematisch
Messfehler, zufällig
Prozess
Prozessschritt
Regelgröße

Regelung
Rückkopplung
Schalter
Sensor
Sollwert
Spannungsteiler
Speicherkapazität
Standardabweichung
Steuerung
Stoffkreislauf
Stoffstrom
Störgröße
System
Systemgrenze
Teilprozess
Teilsystem
Transistor
Widerstand
Wirkungsgrad
Zugkraft

4. GLOSSAR

Die nachfolgende Erläuterung fachspezifischer Begriffe bezieht sich auf eine mögliche Umsetzung der Bildungsstandards und kann wissenschaftliche Definitionen nicht ersetzen.

Begriff	Erläuterung
Algorithmus	beschreibt die schrittweise Lösung eines Problems und bildet damit häufig die Grundlage eines Computerprogramms; ein Algorithmus kann z. B. in menschlicher Sprache, als Flussdiagramm oder in einer Programmiersprache dargestellt werden.
Spektrum	besondere Darstellungsform eines z. B. optischen oder akustischen Signals, die zeigt, mit welchen Amplituden oder Intensitäten die einzelnen Lichtfarben bzw. Tönehöhen enthalten sind.
analog	stufenlose Darstellung von Messwerten
Daten	die Begriffe „Daten“ und „Information“ lassen sich über verschiedene Fachdisziplinen hinweg nicht scharf trennen. Daten werden häufig in Zusammenhang mit kausalen Überlegungen verwendet. Information entsteht aus Daten, wenn diese in einen Kontext gestellt werden (siehe Information).
digital	gestufte Darstellung von Messwerten
Energiedichte	gespeicherte Energie bezogen auf Masse oder Volumen
Energieübertragungskette	System, in dem Energie mehrfach den Träger oder die Form wechselt
EVA-Prinzip	das Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip beschreibt die Abfolge der Datenverarbeitung sowohl in Lebewesen als auch in Maschinen.
Fügen	Fertigungsverfahren (siehe auch Trennen, Umformen), bei dem Werkstücke lösbar oder unlösbar verbunden werden (z. B. kleben, löten, verzapfen, nageln, schrauben, ...)
Funktionsmodell	Modellhafte Realisierung eines technischen Produkts, bei welcher der Fokus auf der funktionellen und nicht unbedingt auf der äußeren Ähnlichkeit zu dem echten Produkt liegt
Grundoperation	in der Verfahrenstechnik häufig vorkommender, elementarer physikalischer, chemischer oder biologischer Teilschritt eines Gesamtprozesses
Information	die Begriffe „Information“ und „Daten“ lassen sich über verschiedene Fachdisziplinen hinweg nicht scharf trennen. Der Begriff Information wird häufig in Zusammenhang mit finalen Überlegungen verwendet. Information entsteht aus Daten, wenn diese in einen Kontext gestellt werden (siehe Daten).
Internet of Things	Konzept der Internetanbindung alltäglicher Geräte und Gegenstände (z.B. Kaffeemaschine, die selbst Kaffeepulver nachbestellt)
Messaufnehmer	Bauelement, das physikalische oder chemische Größen erfassen kann und dadurch seine elektrischen Eigenschaften ändert (siehe auch Sensor)
Messverfahren, direkt	Messverfahren, bei dem der gesuchte Messwert einer Messgröße unmittelbar am Messgerät gelesen wird (z. B. Fahrradacho)
Messverfahren, indirekt	Messverfahren, bei dem der gesuchten Messwert einer Messgröße durch Messung anderer Messgrößen und anschließender Berechnung bestimmt wird; z. B. Messung der Geschwindigkeit durch Auswertung von Zeitabständen und Entfernungen
Regelung	eine durch den ständigen Vergleich von Soll- und Istwert erweiterte Steuerung mit dem Ziel den Sollwert zu erreichen bzw. zu halten (z. B. Temperaturregelung)
Schaltplan, elektrischer	meist grafische Darstellung des prinzipiellen Aufbaus einer Anordnung elektrischer Bauelemente - ohne Halbleiterbauelemente (siehe auch Schaltung)

Schaltplan, elektronischer	meist grafische Darstellung des prinzipiellen Aufbaus einer Anordnung elektronischer Bauelemente - auch mit Halbleiterbauelementen (siehe auch Schaltung)
Schaltung	reale Anordnung und Verkabelung von elektrischen und/oder elektronischen Bauelementen (siehe auch Schaltplan)
Sensor	technisches Gerät, das mit Hilfe eines Messaufnehmers physikalische oder chemische Größen registriert und elektrische Signale abgibt (siehe Messaufnehmer)
Spannungsteiler	Reihenschaltung von meist zwei, gegebenenfalls veränderlichen elektrischen Widerständen zur Erzeugung eines bestimmten Potentials am Verbindungspunkt der beiden Widerstände
Speicherkapazität	maximale Energiemenge, die ein Energieträger aufnehmen kann (siehe auch Energiedichte)
Steuerung	gezielte Beeinflussung eines Systems durch Verarbeitung von Eingangssignalen entsprechend dem zugrundeliegenden Steuerungsalgorithmus, z. B. Tauchsieder (siehe auch Regelung).
Stoff	Überbegriff für Reinstoffe oder Stoffgemische (zum Beispiel auch Werkstoffe, Boden, Nahrungsmittel)
Trennen	Fertigungsverfahren (siehe auch Fügen, Umformen), bei dem der Zusammenhang eines Werkstoffes im Bereich der Bearbeitung aufgehoben wird, so dass sich die Form dieses Werkstückes verändert (z.B. schneiden, sägen, bohren, fräsen, ...)
Umformen	Fertigungsverfahren (siehe auch Fügen, Trennen), bei der eine bereits vorhandene Form eines Werkstückes bewusst durch plastisches Verformen geändert wird (z.B. biegen, schmelzen, ...)
Verschnitt	das beim Zuschneiden von Werkstücken übrig bleibende nicht nutzbare Material
Zeichnung, normorientierte	Überbegriff für technische Zeichnung, Skizze, Schaltplan oder Flussdiagramm; die Symbolik von Normen wird nur teilweise und ggf. vereinfacht genutzt, muss aber nicht vollständig erfüllt werden

5. OPERATOREN

In den Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen werden Operatoren verwendet. Standards legen fest, welchen Anforderungen die Schülerinnen und Schüler gerecht werden müssen. Daher werden Operatoren in der Regel nach drei Anforderungsbereichen (AFB) gegliedert:

Reproduktion (AFB I)

Reorganisation (AFB II)

Transfer/Bewertung (AFB III)

Im Folgenden wird den Operatoren der überwiegend in Betracht kommende Anforderungsbereich zugeordnet.

Operatoren	Beschreibung	AFB
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen	II
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben	II
analysieren	wichtige Bestandteile, Merkmale, Eigenschaften oder Beziehungen systematisch herausarbeiten	II,III
auswählen	aus verschiedenen Möglichkeiten kriterienorientiert eine Auswahl treffen	II,III
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Aspekte in einen Zusammenhang stellen, um daraus Schlussfolgerungen zu ziehen	III
berechnen, rechnen	rechnerische Generierung eines Ergebnisses unter Verwendung von Größengleichungen und Angabe der Einheiten in einer sinnvollen Genauigkeit	II
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte, Prozesse und Eigenschaften von Objekten in der Regel unter Verwendung der Fachsprache wiedergeben	II
bestimmen	ein Ergebnis rechnerisch, grafisch oder experimentell ermitteln	II
bewerten	einen Sachverhalt nach fachwissenschaftlichen oder fachmethodischen Kriterien, persönlichem oder gesellschaftlichem Wertebezug begründet einschätzen	III
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Ergebnisse strukturiert wiedergeben	I
dimensionieren	Größen im Hinblick auf vorgegebene Kriterien festlegen	III
entwerfen, entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen, um funktionsfähige Lösungen zu erhalten	III
erfassen (Messwerte)	Messgeräte einsetzen, Messwerte ablesen und notieren	I
erklären	Strukturen, Prozesse und Zusammenhänge eines Sachverhalts erfassen sowie auf allgemeine Aussagen oder Gesetze unter Verwendung der Fachsprache zurückführen	II
erläutern	Strukturen, Prozesse und Zusammenhänge eines Sachverhalts erfassen sowie auf allgemeine Aussagen und Gesetze zurückführen und durch zusätzliche Informationen oder Beispiele verständlich machen	II
fertigen, realisieren	eine technische Handlung unter Berücksichtigung der Vorgaben und von fachgerechtem Einsatz von Hilfsmitteln praktisch ausführen	II
konstruieren	Form und Bau eines technischen Objektes durch Ausarbeitung des Entwurfs, durch technische Berechnungen und Überlegungen gestalten	III
nutzen	fachgerecht einsetzen oder anwenden	I
optimieren	eine bestehende Lösung in Hinblick auf vorgegebene Kriterien verbessern	III
planen	zu einem vorgegebenen Problem Lösungswege erarbeiten	II
untersuchen	Sachverhalte oder Objekte zielorientiert erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten	II