NwT – Klasse 10 (144 Std.)

Fachdidaktik im Fach NwT

Die aufeinander folgenden Unterrichtsphasen im NwT-Unterricht **Ausblick**, **Qualifikation**, **Auftrag**, **Projekt** und **Reflexion** spiegeln sich in **AQuAPRe**, einem wichtigen didaktischen Modell des NwT-Unterrichts wider, welches den besonderen Rahmenbedingungen und Zielsetzungen des Faches Rechnung trägt.

Der **Ausblick** stellt den Einstieg in die Unterrichtseinheit dar. Hier können bereits zu Beginn Zielsetzungen angesprochen und die gesellschaftliche Relevanz des Themas erörtert werden. Advance Organizer bieten sich an, um den weiteren Verlauf transparent zu machen und Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, an ihr Vorwissen anzuknüpfen.

In der **Qualifizierungsphase** werden die Schülerinnen und Schüler – im Unterschied zur klassischen Einzel- oder Doppelstundendidaktik oft deutlich länger – für die dann handlungsorientierte Projektphase vorbereitet. Die hierfür nötigen Maßnahmen, welche für die selbständige Arbeit der Schülerinnen und Schüler in der Projektphase notwendig sind, lassen sich aus der Formulierung des Projektauftrags ableiten. Diese Phase kann unter Zuhilfenahme unterschiedlichster methodischer Formen, wie zum Beispiel Frontalunterricht, direkter Instruktion, Freiarbeit oder auch kooperativen Arbeitsformen gestaltet werden.

Der **Projekt-Auftrag** stellt für die Schülerinnen und Schüler den Start in die deutlich eigenverantwortlichere Projektphase dar.

In der **Projektphase** arbeiten die Schülerinnen und Schüler an problemorientierten Aufgabenstellungen oder Forschungsfragen. Ziel der Phase ist es, zum Beispiel ein Produkt zu entwickeln und zu realisieren oder eine Forschungsaufgabe zu bearbeiten. Hierbei arbeiten die Schülerinnen und Schüler zunehmend selbständig und arbeitsteilig an ihren Aufgaben. Die Lehrkraft begleitet diese Phase, unterstützt bei Bedarf und liefert gegebenenfalls Informationen.

Die **Reflexion** bezieht sich auf das abgeschlossene Projekt. Rückblickend entstehen hier wertvolle Lernsituationen für Lernende und Lehrende. Es lassen sich vier Ebenen der Reflexion unterteilen: das eigene Vorgehen als Projektteam, der eigene Lernzuwachs, die Qualität des Projektergebnisses und die Exemplarität. Positive wie negative Ergebnisse und Erfahrungen – auch im Blick auf den Arbeitsprozess – können für das nächste Projekt hilfreich sein. Die Reflexionsphase kann genutzt werden, um das Thema der Unterrichtseinheit in aktuelle oder globale Zusammenhänge einzuordnen und das Ergebnis in einen für die Allgemeinbildung relevanten Gesamtzusammenhang zu stellen.

Windradpumpe

(64 Std.)

Die Unterrichtseinheit nimmt die lokalen und regionalen Probleme der Trinkwasserversorgung bei länger anhaltendem Stromausfall in den Blick. Die Schülerinnen und Schüler gehen der Frage nach, ob Windradpumpen die Trinkwasserversorgung im Krisenfall stromunabhängiger machen könnten. Im Rahmen der Unterrichtseinheit realisieren sie in mehreren Phasen ein Funktionsmodell.

In der Qualifizierungsphase lernen die Schülerinnen und Schüler im Bereich Windnutzung verschiedene Windradtypen und im Bereich Wasserförderung verschiedene Pumpentypen und deren Funktionsprinzip kennen. Sie setzen sich quantitativ mit den physikalischen Größen Kraft und Drehmoment auseinander sowie mit den Größen Energie, Leistung und Wirkungsgrad, die auf elektrische und mechanische Energieträger angewendet werden. Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung von Kennlinien für Optimierungen und erlernen, wie sie diese experimentell erstellen können. Sie lernen die Wirkung von Belastungsarten an Bauteilen kennen, sowie verschiedene Möglichkeiten, diese durch geeignete Konstruktionen zu minimieren. Sie lernen zu berechnen, wie Bauteile zur Erlangung von Kippstabilität ausgelegt werden müssen.

In der Projektphase fertigen die Schülerinnen und Schüler zunächst einen Rotor und ermitteln dessen Kennlinie. In der zweiten Phase erfolgt die Fertigung einer funktionstüchtigen Pumpe, die in der dritten Phase an einem kippsicheren Turm über ein zu optimierendes Getriebe mit dem Rotor verbunden wird. Durch die Verbindung mehrerer Teilsysteme ist eine arbeitsteilige Vorgehensweise im Projekt möglich. Dadurch nimmt die Komplexität im Bereich „Kommunikation und Organisation“ zu.

In der Reflexionsphase steht neben der Rückschau auf die Projektphase auch die Energieversorgung von Haushalten, Ländern und der Erde im Fokus, wodurch die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt werden, gesellschaftliche Diskussionen zu verstehen und sich an ihnen zu beteiligen.

Die Konstruktions- und Fertigungskompetenzen aus den Unterrichtseinheiten „Disco in der Box“ und „Getriebefahrzeug“ aus Klasse 8 werden ebenso wie Getriebeberechnungen und Leistungsanpassungen weitergeführt. Kennlinien zur Charakterisierung von technischen Systemen werden aus der Unterrichtseinheit „Photometer“ aus Klasse 9 aufgegriffen.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
2.4 (8) Risiken beim praktischen Arbeiten erkennen und durch Sicherheitsvorkehrungen Gefährdungen vermeiden		**Grundlagen NWT <1h>** Einweisung in die Sicherheitsregeln für Fachräume Organisation und Notenbildung	Halbjährliche Unterweisung zum sicheren Verhalten und Arbeiten im Fachraum L PG Sicherheit und Unfallschutz
Die Schülerinnen und Schüler können		**Ausblick <1h>**	
2.1 (1) Informationsquellen gezielt nutzen und deren Aussagekraft und Zuverlässigkeit bewerten	3.2.2.2 (2) verschiedene Möglichkeiten der Nutzbarmachung von Energie beschreiben (Photovoltaik, Solarthermie,	Be- und Entwässerungspumpen als Beispiele für Windkraftnutzung	T-Time „Wirkungsgrad am Beispiel der Windenergienutzung“ https://www.nwt-schule.de/t-time/ttlehrer/, 07.04.2021

2.2 (1) typische Problemlösungen und Lösungsmethoden aus verschiedenen Technikbereichen beschreiben 2.4 (3) den Zusammenhang zwischen Bedürfnissen des Menschen und naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklungen erläutern	Windenergie, thermische Kraftwerke; höchster theoretischer *Wirkungsgrad*, zum Beispiel Carnotwirkungsgrad oder Betz'sche Leistungsentnahme)		F BNT F Geo
Die Schülerinnen und Schüler können		**Qualifizierungsphase**	
2.1 (8) Modelle zur Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten nutzen 2.3 (1) Fachbegriffe der Naturwissenschaften und der Technik verstehen und nutzen sowie Alltagsbegriffe in Fachsprache übertragen 2.3 (3) Sachverhalte auf das Wesentliche reduziert darstellen 2.3 (4) zeichnerische, symbolische und normorientierte Darstellungen analysieren, nutzen und erstellen	3.2.2.3 (4) *Hebelwirkung, Drehmomente* und *Drehzahlen* bestimmen (zum Beispiel Zusammenwirken von Muskulatur-Knochen-Gelenk, Motor-Welle-Lager) 3.2.3.2 (2) *Zug*- und *Druckkräfte* zweidimensional geometrisch oder rechnerisch bestimmen (zum Beispiel Brücke, Kran, Körperbau)	**Kräfte und ihre Wirkung <6h>** Kräfte messen, Kraftpfeile Kräftegleichgewicht und Wechselwirkung Hebelgesetze: Experimentelle Herleitung, rechnerische Anwendung	LernBaustein Mechanik 1 LernBaustein Mechanik 2 F Ph
2.1 (2) Bestimmungshilfen, Datenblätter, thematische Karten und Tabellen nutzen 2.1 (8) Modelle zur Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten nutzen 2.1 (14) naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge mathematisch beschreiben und nutzen 2.3 (3) Sachverhalte auf das Wesentliche reduziert darstellen 2.4 (8) Risiken beim praktischen Arbeiten erkennen und durch Sicherheitsvorkehrungen Gefährdungen vermeiden	3.2.2.3 (4) *Hebelwirkung, Drehmomente* und *Drehzahlen* bestimmen (zum Beispiel Zusammenwirken von Muskulatur-Knochen-Gelenk, Motor-Welle-Lager) 3.2.3.1 (1) Eigenschaften von *Stoffen* bestimmen (zum Beispiel Löslichkeit, Leitfähigkeit, Brennbarkeit, Zugfestigkeit, Härte, Wasserspeicherfähigkeit) 3.2.3.1 (2) die Eignung von *Stoffen* für einen bestimmten Zweck erläutern 3.2.3.2 (1) den statischen Aufbau von natürlichen und technischen *Systemen* analysieren (geometrische Konstruktion, Stabilität des Dreiecks, Profile)	**Bauteile und Belastungsarten <10h>** Definitionen Biegestabilität: Experimentelle Untersuchung; Abhängigkeit von Spannweite, Höhe, Breite und Profil Kippstabilität: Bedeutung von Schwerpunkt und Stützfläche, rechnerische Betrachtung	LernBaustein Statik 1 LernBaustein Statik 2 LernBaustein Statik 3 F Ph

	3.2.3.2 (2) *Zug*- und *Druckkräfte* zweidimensional geometrisch oder rechnerisch bestimmen (zum Beispiel Brücke, Kran, Körperbau) 3.2.3.3 (2) Analogien zwischen technischen Produkten und natürlichen *Systemen* erläutern (zum Beispiel Lotuseffekt, Wärmedämmung, Stabilität von Konstruktionen)		
2.1 (3) Informationen systematisieren, zusammenfassen und darstellen 2.1 (5) Messdaten mathematisch auswerten, beschreiben und interpretieren 2.1 (14) naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge mathematisch beschreiben und nutzen 2.1 (15) computergestützte Simulationen zur Erkenntnisgewinnung nutzen 2.3 (1) Fachbegriffe der Naturwissenschaften und der Technik verstehen und nutzen sowie Alltagsbegriffe in Fachsprache übertragen 2.3 (2) gleich lautende Fachbegriffe verschiedener naturwissenschaftlicher oder technischer Disziplinen gegeneinander abgrenzen 2.3 (4) zeichnerische, symbolische und normorientierte Darstellungen analysieren, nutzen und erstellen	3.2.1 (2) *Energie-, Stoff*- und *Informationsströme* zwischen *Teilsystemen* erklären (zum Beispiel Treibhauseffekt, Stoffwechsel, GPS) 3.2.2.1 (1) die Bedeutung der Sonne für das Leben auf der Erde erläutern (zum Beispiel Fotosynthese, Windsysteme, Schiefe der Ekliptik) 3.2.2.1 (2) die Begriffe *Energiespeicher* und *Energieübertragung* erläutern (zum Beispiel Körpertemperatur von Tieren, elektrochemischer Energiespeicher, Gebäudeheizung, Atmosphäre) 3.2.2.1 (3) Energieübertragungsketten in *Systemen* grafisch darstellen und erklären (zum Beispiel Lebewesen, Maschinen) 3.2.2.1 (4) *Energiedichten* oder *Speicherkapazitäten* vergleichen (zum Beispiel Brennwert, Latente Wärme) 3.2.2.1 (5) Energieumsätze abschätzen, berechnen und vergleichen 3.2.2.1 (6) aus individuellen oder regionalen Energieumsätzen eigenes und ge-	**Energie, Leistung und Wirkungsgrad <6h>** Definitionen und Formeln Wirkungsgrad und Energieübertragungsketten Rechnerische Anwendung Mechanische und elektrische Kennlinien zur Ermittlung des MPP („Maximum Power Point“)	LernBaustein Energie 1 LernBaustein Energie 2 F BNT F Ph F Ch F Geo T-Time „Wirkungsgrad am Beispiel der Windenergienutzung“ https://www.nwt-schule.de/t-time/ttlehrer/, 07.04.2021

	sellschaftliches Handeln ableiten 3.2.2.1 (7) *Wirkungsgrade* und *Leistungen* berechnen und vergleichen (*Wirkungsgrad* in Energieübertragungsketten) 3.2.2.2 (1) Grundbegriffe der Energieversorgung beschreiben (zum Beispiel fossile und regenerative Energieträger, Grund- und Spitzenlast) 3.2.2.2 (2) verschiedene Möglichkeiten der Nutzbarmachung von Energie beschreiben (Photovoltaik, Solarthermie, Windenergie, thermische Kraftwerke; höchster theoretischer *Wirkungsgrad*, zum Beispiel Carnotwirkungsgrad oder Betz'sche Leistungsentnahme) 3.2.2.2 (3) Möglichkeiten der Energieversorgung hinsichtlich ökologischer und wirtschaftlicher Kriterien vergleichen und bewerten 3.2.2.2 (5) Eignungsfaktoren eines Standorts für ein Energieversorgungssystem analysieren (zum Beispiel naturräumliche, technische, gesellschaftliche, ökologische, wirtschaftliche Faktoren) 3.2.4.2 (5) raumbezogene *Daten* darstellen und nutzen (zum Beispiel thematische Karten zur Sonneneinstrahlung oder Windstärke, Wetterkarten, Geoinformationssysteme)		
2.1 (3) Informationen systematisieren, zusammenfassen und darstellen	3.2.2.3 (3) Rückstoß, Auftrieb oder Reibung als Ursache für die Fortbewegung in Natur und Technik beschreiben (zum Beispiel Rakete, Heißluftballon)	**Technische Eigenschaften von Rotoren <2h>** Rotortypen	T-Time „Wirkungsgrad am Beispiel der Windenergienutzung“ https://www.nwt-schule.de/t-time/ttlehrer/, 07.04.2021

2.1 (3) Informationen systematisieren, zusammenfassen und darstellen 2.2 (1) typische Problemlösungen und Lösungsmethoden aus verschiedenen Technikbereichen beschreiben 2.3 (3) Sachverhalte auf das Wesentliche reduziert darstellen 2.3. (7) einen Projektverlauf dokumentieren, Projektzwischenstände beschreiben und auf Planabweichungen nachsteuernd reagieren 2.3. (7) einen Projektverlauf dokumentieren, Projektzwischenstände beschreiben und auf Planabweichungen nachsteuernd reagieren 2.3 (9) beim Arbeiten im Team Verantwortung übernehmen 2.3 (10) typische Phasen der Arbeit in Gruppen erkennen und für den Arbeitsprozess nutzen	3.2.1 (1) *Systeme* analysieren und durch *Systemgrenzen* und *Teilsysteme* beschreiben (zum Beispiel Lebewesen, Maschinen, Sonnensystem)	Rotoreigenschaften **Funktionsweise einer Kolbenpumpe <2h>** Bauteile und Funktionsprinzip Pumpentypen **Dokumentation einer Projektarbeit <1h>** **Teamarbeit <1h>** Grundsätze der gelingenden Projektarbeit und der Projektplanung	T-Time „Wirkungsgrad am Beispiel der Windenergienutzung“ https://www.nwt-schule.de/t-time/ttlehrer/, 07.04.2021 ScrumBoards
Die Schülerinnen und Schüler können		**Projektphase**	
2.1 (4) Experimente entwickeln, planen, durchführen, auswerten und bewerten 2.1 (5) Messdaten mathematisch auswerten, beschreiben und interpretieren 2.1 (14) naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge mathematisch beschreiben und nutzen 2.1 (15) computergestützte Simulationen zur Erkenntnisgewinnung nutzen 2.2 (2) ein Problem analysieren und auf lösbare Teilprobleme zurückführen	3.2.2.1 (7) *Wirkungsgrade* und *Leistungen* berechnen und vergleichen (*Wirkungsgrad* in Energieübertragungsketten) 3.2.2.2 (4) ein Funktionsmodell eines energietechnischen *Systems* entwickeln, konstruieren, fertigen und die Energieumsetzung quantitativ auswerten (zum Beispiel Windkraftanlage, Photovoltaik, Anlage mit Brennstoffzelle, elektrochemischer Energiespeicher) 3.2.2.3 (2) Antriebsmöglichkeiten für Be-	**Projekt „Windradpumpe“** **Arbeitsauftrag Teil 1 <8h>** „Plant, konstruiert, fertigt und optimiert ein Windrad, welches bei den unten vorgegebenen Bedingungen eine möglichst hohe Leistung erbringt.“ Als Windquelle dient ein gegebener Ventilator, der auf höchster Stufe (III) betrieben wird. Der Abstand zwischen Rotor und Ventilator beträgt 30 cm. Der Durchmesser des Rotors ist an die Windbedin-	T-Time „Wirkungsgrad am Beispiel der Windenergienutzung“ https://www.nwt-schule.de/t-time/ttlehrer/, 07.04.2021 F BNT F Ph F Geo

2.2 (3) die Lösung eines technischen Problems durch Auswählen, Anpassen, Dimensionieren und Kombinieren von Teillösungen entwickeln, darstellen und bewerten 2.2 (4) Schwierigkeiten bei der Planung und Herstellung eines Produkts überwinden (Durchhaltevermögen und Beharrlichkeit) 2.2 (5) Werkstoffe fachgerecht bearbeiten 2.2 (6) Werkzeuge und Maschinen fachgerecht auswählen und verwenden 2.3 (6) ein Vorhaben strukturieren, planen und durchführen 2.3 (7) einen Projektverlauf dokumentieren, Projektzwischenstände beschreiben und auf Planabweichungen nachsteuernd reagieren 2.3 (9) beim Arbeiten im Team Verantwortung übernehmen 2.3 (10) typische Phasen der Arbeit in Gruppen erkennen und für den Arbeitsprozess nutzen 2.4 (1) Lösungsansätze für fachübergreifende Problemstellungen entwickeln 2.4 (3) den Zusammenhang zwischen Bedürfnissen des Menschen und naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklungen erläutern 2.4 (6) Material und Energie verantwortungsbewusst verwenden 2.4 (8) Risiken beim praktischen Arbeiten	wegungsabläufe beschreiben (zum Beispiel Muskel, Elektromotor) 3.2.2.3 (3) Rückstoß, Auftrieb oder Reibung als Ursache für die Fortbewegung in Natur und Technik beschreiben (zum Beispiel Rakete, Heißluftballon) 3.2.2.3 (4) *Hebelwirkung, Drehmomente* und *Drehzahlen* bestimmen (zum Beispiel Zusammenwirken von Muskulatur-Knochen-Gelenk, Motor-Welle-Lager) 3.2.2.3 (5) *Systeme* zur Wandlung von Dreh- und Längsbewegungen erläutern 3.2.2.3 (6) Übersetzungen dimensionieren und Getriebe konstruieren (*Drehrichtung, Drehzahl, Drehmoment*) 3.2.2.3 (7) ein Objekt mit Antrieb entwickeln, konstruieren, fertigen und optimieren 3.2.3.3 (1) ein Produkt mit definierter Funktion und bestimmter Eigenschaft entwickeln, konstruieren und normorientiert darstellen (zum Beispiel Windkraftanlage, Messgerät, Maschine) 3.2.3.3 (2) Analogien zwischen technischen Produkten und natürlichen *Systemen* erläutern (zum Beispiel Lotuseffekt, Wärmedämmung, Stabilität von Konstruktionen) 3.2.3.3 (3) Roh- und Werkstoffe ressourcenschonend auswählen und nutzen (Verschnitt, Ökobilanz) 3.2.3.3 (4) mit Werkzeugen und Maschinen ein Produkt fertigen (Verfahren zum	gungen (Ventilator) anzupassen. Der Rotor soll im optimalen Arbeitspunkt betrieben werden. Dazu müssen Blatt- Anzahl, Blatt-Geometrie und Anstellwinkel der Rotorblätter sowie das Lastdrehmoment optimiert werden. Nach der Optimierung muss das Lastdrehmoment bei maximaler Leistung ermittelt werden. **Arbeitsauftrag Teil 2 <8h>** „Plant, konstruiert, fertigt und optimiert eine Pumpe, welche bei den vorgegebenen Bedingungen eine möglichst hohe Pumpleistung erbringt.“ Das Wasser soll aus einem unteren Becken 15cm höher in ein oberes Behältnis gepumpt werden, indem die Pumpe über eine Drehbewegung durch eine Achse, die durch einen Exzenter mit der Pumpe verbunden ist, von Hand angetrieben wird. Die Pumpe muss aus den vorhandenen Materialien gefertigt werden. Die Pumpleistung (Durchfluss/Zeit) kann anschließend zum Beispiel durch Minimierung der Reibung, Anpassung von Kolbenhub und Abdichtung der Ventile ermittelt und optimiert werden. **Arbeitsauftrag Teil 3 <8h>** „Plant, konstruiert, fertigt und optimiert eine Windradpumpe, welche bei den vorgegebenen Bedingungen eine möglichst hohe Pumpleistung erbringt.“	

erkennen und durch Sicherheitsvorkehrungen Gefährdungen vermeiden	Trennen, Fügen, Umformen, zum Beispiel computergestützte Fertigung) 3.2.3.3 (5) Funktion und Eigenschaften eines Produkts bewerten und Optimierungsansätze entwickeln	Das Wasser soll aus einem unteren Becken 15cm höher in ein oberes Behältnis gepumpt werden, indem die Pumpe über eine Drehbewegung durch eine Achse, die durch einen Exzenter mit der Pumpe verbunden ist, mit dem windbetriebenen (Ventilator) Rotor angetrieben wird. Um ein geeignetes Getriebe zu dimensionieren, kann das optimale Antriebsdrehmoment der Pumpe ermittelt werden. Führung eines Labortagebuch Erstellen einer Dokumentation Präsentation und Produktvorstellung	
Die Schülerinnen und Schüler können		**Reflexion**	
2.2 (7) die Funktionsweise technischer Systeme analysieren 2.2 (8) technische Optimierungsansätze entwickeln 2.2 (9) ein selbst konstruiertes Produkt optimieren 2.3 (8) das abgeschlossene Projekt reflektieren und Optimierungsansätze entwickeln	3.2.2.3 (5) *Systeme* zur Wandlung von Dreh- und Längsbewegungen erläutern 3.2.2.3 (6) Übersetzungen dimensionieren und Getriebe konstruieren (*Drehrichtung, Drehzahl, Drehmoment*) 3.2.2.3 (7) ein Objekt mit Antrieb entwickeln, konstruieren, fertigen und optimieren 3.2.3.3 (5) Funktion und Eigenschaften eines Produkts bewerten und Optimierungsansätze entwickeln	**Diskussion von Optimierungsansätzen <2h>**	L VB Qualität von Produkten
2.1 (1) Informationsquellen gezielt nutzen und deren Aussagekraft und Zuverlässigkeit bewerten 2.1 (2) Bestimmungshilfen, Datenblätter, thematische Karten und Tabellen nutzen 2.1 (3) Informationen systematisieren, zusammenfassen und darstellen	3.2.1 (2) *Energie-, Stoff-* und *Informationsströme* zwischen *Teilsystemen* erklären (zum Beispiel Treibhauseffekt, Stoffwechsel, GPS) 3.2.2.1 (1) die Bedeutung der Sonne für das Leben auf der Erde erläutern (zum Beispiel Fotosynthese, Windsysteme,	**Energieversorgung <8h>** Energie im Haushalt Fossile und regenerative Energieträger Kraftwerkstypen Das öffentliche Stromnetz	LernBaustein Energieversorgung Weltkarten des Fraunhofer Instituts zu Energiethemen: https://maps4use.de/, 02.06.2021 Energiedaten des Bundesministeriums

2.4 (2) das Zusammenwirken naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und technischer Innovationen erläutern 2.4 (3) den Zusammenhang zwischen Bedürfnissen des Menschen und naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklungen erläutern 2.4 (4) naturwissenschaftlich - technische Problemstellungen vor dem Hintergrund gesellschaftlicher und ökologischer Wechselwirkungen analysieren 2.4 (5) die Folgen der Wechselwirkungen eines technischen Systems mit Gesellschaft und Umwelt an einfachen Beispielen abschätzen und bewerten 2.4 (7) Qualität von Untersuchungsergebnissen und Produkten begründet einschätzen 2.4 (10) ausgewählte aktuelle Forschungsziele und Entwicklungen beschreiben und deren Bedeutung für die Gesellschaft erläutern	Schiefe der Ekliptik) 3.2.2.1 (2) die Begriffe *Energiespeicher* und *Energieübertragung* erläutern (zum Beispiel Körpertemperatur von Tieren, elektrochemischer Energiespeicher, Gebäudeheizung, Atmosphäre) 3.2.2.1 (3) Energieübertragungsketten in *Systemen* grafisch darstellen und erklären (zum Beispiel Lebewesen, Maschinen) 3.2.2.1 (4) *Energiedichten* oder *Speicherkapazitäten* vergleichen (zum Beispiel Brennwert, Latente Wärme) 3.2.2.1 (5) Energieumsätze abschätzen, berechnen und vergleichen 3.2.2.1 (6) aus individuellen oder regionalen Energieumsätzen eigenes und gesellschaftliches Handeln ableiten 3.2.2.1 (7) *Wirkungsgrade* und *Leistungen* berechnen und vergleichen (*Wirkungsgrad* in Energieübertragungsketten) 3.2.2.2 (1) Grundbegriffe der Energieversorgung beschreiben (zum Beispiel fossile und regenerative Energieträger, Grund- und Spitzenlast) 3.2.2.2 (2) verschiedene Möglichkeiten der Nutzbarmachung von Energie beschreiben (Photovoltaik, Solarthermie, Windenergie, thermische Kraftwerke; höchster theoretischer *Wirkungsgrad*, zum Beispiel Carnotwirkungsgrad oder Betz'sche Leistungsentnahme)		für Wirtschaft und Energie: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html, 02.06.2021 Vertiefung z.B. Solarenergie und Solarzellen

	3.2.2.2 (3) Möglichkeiten der Energieversorgung hinsichtlich ökologischer und wirtschaftlicher Kriterien vergleichen und bewerten 3.2.2.2 (5) Eignungsfaktoren eines Standorts für ein Energieversorgungssystem analysieren (zum Beispiel naturräumliche, technische, gesellschaftliche, ökologische, wirtschaftliche Faktoren)		

Steuerungs- und Regelprozesse mit dem Mikrocontroller

(44 Std.)

Das Ziel der Unterrichtseinheit ist die Umsetzung eines einfachen mikrocontrollergesteuerten Steuerungs- und Regelprozesses. Dies kann anhand verschiedener Projekte realisiert werden, z.B. durch ein medizintechnisches Projekt (Ermittlung von Vitalparametern), durch Bau eines Reaktionstests oder eines „Lügendetektors“, durch Optimierung von Beleuchtungs-, Beschattungs-, Kühl- und Heizelementen eines smarten Modellhauses oder durch das Projekt „selbstlenkendes Modellauto“.

In der Qualifizierungsphase lernen die Schülerinnen und Schüler verschiedene technische Sensoren sowie deren Funktionsweise kennen. Anhand verschiedener Beispiele aus Technik und Natur verstehen sie das Funktionsprinzip eines Regelkreises. Die Schülerinnen und Schüler lernen, mit Hilfe eines Mikrocontrollers Messwerte zu gewinnen und Prozesse mit Sensoren zu steuern.

In der Projektphase realisieren die Schülerinnen und Schüler ein selbst gewähltes Projekt. Sie verwenden geeignete Sensoren, Messgeräte und Messverfahren. Dabei dient als Steuerzentrale ein Mikrocontroller, den die Schülerinnen und Schüler ihrem Projekt entsprechend programmieren.

Grundkenntnisse im Umgang mit einem Mikrocontroller werden aus der Unterrichtseinheit „Disco in der Box“ aus Klasse 8 und „Photometer“ aus Klasse 9 aufgegriffen und vertieft, ebenso die Grundkenntnisse zur Entwicklung, Bearbeitung und Auswertung von Forschungsfragen aus der Unterrichtseinheit „Sonnencreme” Klasse 9 und der vorangegangenen Unterrichtseinheit „Windradpumpe“ Klasse 10.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können		**Ausblick**	
2.4 (5) die Folgen der Wechselwirkungen eines technischen Systems mit Gesellschaft und Umwelt an einfachen Beispielen abschätzen und bewerten 2.4.(10) ausgewählte aktuelle Forschungsziele und Entwicklungen beschreiben und deren Bedeutung für die Gesellschaft erläutern		**Ausblick <1h>** Gewünschte und unerwünschte Automatisierung	**Ausblick**: Film: 10 Robots Make A Life Lot Easier https://www.youtube.com/watch?v=6_TpuJ3bnL8&t=80s (Zuletzt geprüft am 11.07.2021) Think – Pair – Share: Kriterien, um gewünschte von ungewünschter Automatisierung zu unterscheiden
Die Schülerinnen und Schüler können		**Qualifizierung**	
2.1 (8) Modelle zur Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten nutzen 2.3 (1) Fachbegriffe der Naturwissen-	3.2.4.1 (1) die Verwendungsmöglichkeiten von *Sensoren* beschreiben (zum Beispiel Blutdruckmessgerät, Hygrometer,	**Sensoren <3h>** Verwendungsmöglichkeiten verschiedener Sensoren	LernBaustein Sinne & Sensoren

schaften und der Technik verstehen und nutzen sowie Alltagsbegriffe in Fachsprache übertragen	Anemometer) 3.2.4.1 (2) Bau und Funktionsweise eines Sinnesorgans mit einem entsprechenden technischen *Sensor* vergleichen (zum Beispiel Auge mit Digitalkamera, Ohr mit Mikrofon) 3.2.4.1 (4) die Gesetzmäßigkeit zwischen subjektivem Erleben und Intensität des physikalischen Reizes erläutern (zum Beispiel Lichtintensität, Lautstärke, Schwereempfinden) 3.2.4.1 (5) die Erweiterung menschlicher Sinnesleistungen durch *Sensoren* erläutern (zum Beispiel IR-Sensor, Hörgerät, Wärmebildkamera, Barometer)	Reizerlebnis menschliche Sinne und Sensoren	
2.1 (8) Modelle zur Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten nutzen 2.3 (1) Fachbegriffe der Naturwissenschaften und der Technik verstehen und nutzen sowie Alltagsbegriffe in Fachsprache übertragen 2.3 (4) zeichnerische, symbolische und normorientierte Darstellungen analysieren, nutzen und erstellen	3.2.4.3 (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) 3.2.4.3 (3) das Prinzip der *Steuerung* darstellen und erklären (zum Beispiel Robotik) 3.2.4.3 (4) das Prinzip der *Regelung* auch unter Verwendung der Begriffe *Sollwert*, *Istwert, Regelgröße* und *Störgröße* darstellen und an Beispielen aus der Natur und der Technik erklären (zum Beispiel Körpertemperatur des Menschen, chemisches Gleichgewicht, Klimawandel:	**Regelkreise <4h>** Funktionsweise und Prinzip Schematische Darstellung	z.B. Wärmehaushalt des Menschen, Hormonhaushalt, Heizungsthermostat, Bewegungsmelder

2.1 (8) Modelle zur Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten nutzen 2.3 (1) Fachbegriffe der Naturwissenschaften und der Technik verstehen und nutzen sowie Alltagsbegriffe in Fachsprache übertragen 2.3 (3) Sachverhalte auf das Wesentliche reduziert darstellen	Mittlere Oberflächentemperatur der Erde, Oberflächentemperatur von Himmelskörpern) 3.2.4.3 (5) Elemente einer Programmiersprache beschreiben (zum Beispiel Bedingung, Verzweigung, Schleife, Zähler, Zeitglied, Unterprogramm, Programmbausteine) 3.2.4.3 (6) *Algorithmen* für zeit- und sensorgesteuerte *Prozesse* in einer Programmiersprache darstellen und damit Steuerungsabläufe realisieren (zum Beispiel Ampelsteuerung, Robotik) 3.2.4.3.(7) A*lgorithmen* für zeit- und sensorgesteuerte *Prozesse* entwickeln, beschreiben und darstellen	**Programmierung eines Steuerungsprozesses mit einem Mikrocontroller <12h>** Ansteuerung von Bauteilen Messen mit dem Mikrocontroller Steuern mit dem Mikrocontroller Programmieren, auch mit Listen und Interrupts Erstellung und Umsetzung von Programmablaufplänen	LernBaustein Arduino 1 LernBaustein Arduino 2 LernBaustein Steuern & Regeln
Die Schülerinnen und Schüler können		**Projektphase**	
2.2 (3) die Lösung eines technischen Problems durch Auswählen, Anpassen, Dimensionieren und Kombinieren von Teillösungen entwickeln, darstellen und bewerten 2.2 (4) Schwierigkeiten bei der Planung und Herstellung eines Produkts überwinden (Durchhaltevermögen und Beharrlichkeit) 2.2 (9) ein selbst konstruiertes Produkt optimieren 2.3 (6) ein Vorhaben strukturieren, planen und durchführen 2.3 (7) einen Projektverlauf dokumentieren, Projektzwischenstände beschreiben und auf Planabweichungen nachsteuernd reagieren 2.3 (9) beim Arbeiten im Team Verant-	3.2.4.3 (6) *Algorithmen* für zeit- und sensorgesteuerte *Prozesse* in einer Programmiersprache darstellen und damit Steuerungsabläufe realisieren (zum Beispiel Ampelsteuerung, Robotik) 3.2.4.3.(7) A*lgorithmen* für zeit- und sensorgesteuerte *Prozesse* entwickeln, beschreiben und darstellen	**Projekt „Mikrocontrollergestütztes Steuern und Regeln“ <20h>** „Baut ein mikrocontrollergesteuertes Objekt mit definierter Funktion, welches die zur Steuerung erforderlichen Messwerte autonom aufnimmt und zielgerichtet verarbeitet.“ Schriftliche Definition des Objekts (Lasten- und Pflichtenheft) Führung eines Labortagebuch Erstellen einer Dokumentation mit kommentiertem Programmcode Präsentation und Produktvorstellung	LernBaustein Projektorganisation LernBaustein Produktentwicklung Führung eines Pflichten- und Lastenheftes ScrumBoards

wortung übernehmen 2.3 (10) typische Phasen der Arbeit in Gruppen erkennen und für den Arbeitsprozess nutzen 2.4 (1) Lösungsansätze für fachübergreifende Problemstellungen entwickeln 2.4 (3) den Zusammenhang zwischen Bedürfnissen des Menschen und naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklungen erläutern			
Die Schülerinnen und Schüler können		**Reflexion**	
2.3 (8) das abgeschlossene Projekt reflektieren und Optimierungsansätze entwickeln 2.4 (3) den Zusammenhang zwischen Bedürfnissen des Menschen und naturwissenschaftlichen und technischen Entwicklungen erläutern 2.4 (4) naturwissenschaftlich - technische Problemstellungen vor dem Hintergrund gesellschaftlicher und ökologischer Wechselwirkungen analysieren 2.4 (5) die Folgen der Wechselwirkungen eines technischen Systems mit Gesellschaft und Umwelt an einfachen Beispielen abschätzen und bewerten 2.4 (10) ausgewählte aktuelle Forschungsziele und Entwicklungen beschreiben und deren Bedeutung für die Gesellschaft erläutern	3.2.4.2 (6) Verfahren zur räumlichen Orientierung beschreiben (zum Beispiel astronomische Orientierung, satellitengestützte Navigation) 3.2.4.3 (8) Chancen und Risiken der Informationstechnik für Individuum und Gesellschaft erläutern (zum Beispiel Simulation, Datenschutz, Internet of Things, Geoinformationssysteme, autonomes Fahren)	**Risiken des IoT <4h>** Datensammlung Datenschutz technikethisches Entscheidungsprinzip	LernBaustein Technikethik z.B. elektronische Gesundheitskarte, autonomes Fahren, 5G-Ausbau, SmartWatches

Hinweise zum Schulcurriculum Klasse10

(36 Std.)

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Diagnose, Förderung und Festigung sowie Vertiefung der bisher erworbenen inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen in den jeweils geeigneten Unterrichtssituationen		Mathematische Beschreibung von naturwissenschaftlichen und technischen Zusammenhängen <6h>	
		Erfolgreiches Arbeiten im Team und Projektorganisation <2h>	Reflexion der bisherigen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler zu gelingender Arbeit im Team: Teamfindung, Arbeitsprozess, Teamorganisation, und Nutzung von Scrum-Boards. Steuerung der Teamarbeit durch die gewonnenen Erkenntnisse.
		Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Klassenarbeiten <18h>	
Großprojekt		Vertiefung einer Unterrichtseinheit als Großprojekt <10h>	