











Die **grundlegenden Ziele** des Wahlpflichtfaches Physik + X entsprechen den Zielen, die in den Richtlinien für das Fach Physik an Gymnasien in Nordrhein-Westfalen formuliert sind, orientieren sich aber auch an den Zielen der anderen MINT-Fächer. Die Fachkonferenz Physik hat dabei die folgenden **Schwerpunkte** festgelegt, die bei der Durchführung des Unterrichts besondere Berücksichtigung finden sollen:

- Die langfristige und **intensive Beschäftigung mit mindestens einem klar abgegrenzten Bereich der Physik** ohne direkt vom physikalischen Inhalt auszugehen. Dabei soll an den Alltagserfahrungen der Lernenden in den jeweiligen Bereichen angeknüpft werden.
- Das sorgfältige **Aufnehmen und Bearbeiten einer großen Anzahl an Messwerten** und deren Weiterverwendung. Dabei sollen reale, nicht bereits idealisierte Problemstellungen experimentell untersucht werden, was im normalen Physikunterricht aus Zeitgründen leider nur selten erfolgen kann.
- Entwicklung der **Medien- und Präsentationskompetenz** – Die Schülerinnen und Schüler lernen, entscheidende physikalische bzw. naturwissenschaftliche Inhalte aus einer größeren Menge an Informationen (Lehrbuchtexte, Internet, Lexika, ...) herauszufinden, in geeigneter Form festzuhalten und aufzubereiten. In einem zweiten Schritt werden die Grundlagen einer erfolgreichen Präsentation dieser Inhalte erarbeitet und eine solche Präsentation durchgeführt. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler, aus der Vielzahl an zur Verfügung stehenden Medien sachgerecht auszuwählen und diese angemessen einzusetzen.
- Die Erarbeitung der **Grundlagen einer visuellen und / oder textbasierten Programmiersprache** am Beispiel der **Steuerung von Robotern**. Die Schülerinnen und Schüler lernen die grundlegenden Befehle und Strukturen einer visuellen Sprache und / oder der textbasierten Sprache Not eXactly C kennen und wenden diese bei der Steuerung ihres Roboters oder einer mit dem gesamten Kurs erstellten Produktionsstraße an.
- Die Möglichkeit zur **handwerklichen Beschäftigung** beim Bau physikalischer Modelle oder Geräte. Dadurch soll ein Zugang zu Problemen der Mechanik und deren Lösung geschaffen werden, die erst bei einer konkreten Realisation geplanter Vorhaben auftreten.

Diese Schwerpunktsetzung macht deutlich, dass insbesondere an der Entwicklung der **prozessbezogenen Kompetenzen** gearbeitet werden soll. Diese werden durch das Arbeiten in Teams oder Gruppen, projektartige Arbeitsformen, ausgedehnte Schülerexperimentierphasen, Präsentationen, ... deutlich gestärkt.

Eine **schülerorientierte Unterrichtsgestaltung** sorgt dafür, dass die Lernenden in ihren Interessen und Neigungen ernst genommen werden, zum Beispiel indem sie an der konkreten Ausgestaltung von Unterrichtsreihen beteiligt werden.

Die Tabelle auf der folgenden Seite gibt einen **Überblick über die Abfolge der insgesamt fünf Unterrichtsreihen** in den vier Halbjahren. Die linke Spalte soll eine zeitliche Orientierung ermöglichen. Jeder Kurs kann allerdings – entsprechend der oben bereits angedeuteten Freiräume bei der Unterrichtsgestaltung – entscheiden, eine konkrete Reihe auszudehnen oder auch knapper zu behandeln. Die hinteren beiden Spalten sollen verdeutlichen, in welchen Kursabschnitten welcher Teilbereich der Medienkompetenz (stellvertretend symbolisiert durch Word, Excel und PowerPoint) besonders im Fokus steht und dass Wettbewerbsvorbereitung und die Teilnahme an Wettbewerben ebenfalls an vielen Stellen gezielt gefördert wird bzw. fest in einigen Unterrichtsreihen verankert ist (einige Beispiele werden weiter unten bei der Vorstellung der einzelnen Reihen beschrieben).

					
8.1	Messen 1: Messwerte erfassen und grafisch darstellen				
8.2	Wie funktioniert das? Recherche, Reduktion und Präsentation				
9.1	Roboter bauen und programmieren				
	Schwerpunkt: Fragen wie die Physiker				
9.2	Messen 2: Komplexe Vorgänge experimentell untersuchen und rechnerisch auswerten				

Im Folgenden werden die **inhaltlichen und methodischen Schwerpunkte der Unterrichtsreihen** beschrieben.

Messen 1 und 2

Im Laufe des Kurses wird die PASCO-Messwerterfassung dazu verwendet, große Mengen an Daten aufzunehmen. Dies kann durch Langzeitmessungen (Messung des CO₂-Gehaltes, der Temperatur und des Lautstärkepegels in einem Klassenraum im Abstand von jeweils einer Minute im Laufe eines Schultages) oder bei der Untersuchung sehr schnell ablaufender Vorgänge (Entwicklung der Geschwindigkeit bei Fallbewegungen) erfolgen. Die gewonnenen Messdaten werden im Unterricht mit Hilfe einer Tabellenkalkulation tabellarisch und grafisch aufgearbeitet.



Ein weiterer wichtiger Aspekt dieser Reihe ist der Umgang mit Ungenauigkeiten und Messfehlern. Diese werden zum Beispiel dadurch thematisiert, dass die Auswertung zu Aussagen führt, die auf der Gesamtheit der Messungen beruhen, wobei einzelne Messwerte abweichen können. In der Auswertung werden zu Beginn zunächst ausschließlich Diagramme beschrieben und mit Blick auf die zugrundeliegende Theorie analysiert, im späteren Verlauf des Kurses lernen die Schülerinnen und Schüler, die erhobenen Daten zunehmend mit mathematischen Methoden (zum Beispiel mit Hilfe von Formeln für Trendlinien) zu analysieren.

Wie funktioniert das?

Vor dem Hintergrund dieser Frage wählen die Schülerinnen und Schüler einen Alltagsgegenstand aus, um dessen Funktionsweise einzeln oder in Gruppen zu erarbeiten. Bei der Auswahl wird darauf geachtet, dass der Gegenstand physikalische Geheimnisse verbergen sollte, die im Alltag niemand hinterfragt (Kaffeemaschine, elektrische Zahnbürste, Rauchmelder, ...).

Zunächst werden Informationen über die ausgewählten Gegenstände gesucht und kritisch bewertet, etwa durch Literaturrecherche, mit Hilfe von Suchmaschinen im Internet, durch Gespräche mit Experten, ... Ziel ist die Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung, in der die Funktionsweise des Gerätes umfassend erklärt wird. Abschließend werden die Ergebnisse dem gesamten Kurs im Rahmen eines mediengestützten Vortrags (mit Hilfe von Plakaten, PowerPoint, Erklärvideos, ...) präsentiert. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt dabei auf einer für ein Referat sinnvollen Reduktion des physikalischen Inhalts.

In der ersten Phase wird zunächst das Vorgehen bei der Recherche thematisiert, anschließend werden die Kriterien für eine inhaltliche Reduktion gemeinsam an mindestens einem Beispiel erarbeitet. Am gleichen Beispiel werden Kriterien für einen guten Vortrag erarbeitet, dabei soll deutlich werden, dass bei jeder (mediengestützten) Präsentation der Inhalt vor dem Effekt der Darstellung stehen muss. Es werden Richtlinien für die Erstellung einer Präsentation abgeleitet, die eine Grundlage der späteren Bewertung bilden.



Besonders gelungene Präsentationen können dabei für den Wettbewerb "Jugend präsentiert" ausgewählt und eingereicht werden.

Roboter bauen und programmieren

Die Unterrichtseinheit zur Robotik wird mit Hilfe der LEGO mindstorms® Roboterbausätze durchgeführt. Diese Bausätze beinhalten einen programmierbaren Baustein (NXT) und die bekannten LEGO-Technik-Bauelemente wie gelochte Steine, Achsen, Zahnräder, unterschiedlichste Steckverbindungen und vieles mehr.



Die Verwendung der LEGO-Bauelemente erleichtert den Lernenden die Konstruktion von Hebeln, Übersetzungen und Getrieben, welche zum Beispiel benötigt werden, wenn Motoren an Grenzen von Drehmomenten, Laufgeschwindigkeiten oder Laufzeiten stoßen.

```
task main ()
{
  SetSensorLight(IN_2);
  while (true)
  {
    if (Sensor(IN_2)>50)
    {
      OnFwd(OUT_B, 70);
      Wait(50);
    }
    else
    {
      OnFwd(OUT_C, 70);
    }
  }
}
```

Der NXT besitzt vier Eingänge für Sensoren (diese ermöglichen die Konstruktion von Robotern, die auf ihre Umgebung reagieren und mit dieser interagieren können) und drei Ausgänge, an die Motoren oder Lämpchen angeschlossen werden können.

Die Programmierung erfolgt mit Hilfe einer visuellen Programmierumgebung und / oder mit der textbasierten Programmiersprache Not eXactly C (denkbar ist auch ein Einstieg über die visuelle Sprache, um dann in einem zweiten Schritt auf textbasierte Programmierung umzusteigen).

Es werden zunächst die grundlegenden Befehle und Strukturen der jeweils verwendeten Sprache systematisch erarbeitet sowie wesentliche Kriterien für "gute" Programmierung thematisiert.

Die Verwendung einer textbasierten Sprache bietet den Schülerinnen und Schülern dabei einen Einblick in "echte" Programmierung und bereitet diese auf die Arbeit mit der Programmiersprache Java im Informatikunterricht der Sekundarstufe II vor. Die Verwendung der Programmierumgebung BricxCC ermöglicht eine übersichtliche Darstellung des Programmablaufs, dessen Richtigkeit am Verhalten des Roboters direkt überprüft werden kann.

Im Laufe der Reihe kann gezielt auf die Teilnahme am zdi-Roboterwettbewerb oder an der First LEGO League hingearbeitet werden. Für diese Wettbewerbe müssen die Schülerinnen und Schüler Roboter konstruieren, die auf einem vorgegebenen Spielfeld bestimmte Aufgaben erledigen sollen. Die Aufgaben sind dabei immer in größere und durchaus realistische Kontexte wie "Nature's Fury" (Einsatz von Robotern bei Naturkatastrophen) oder "Senior Solutions" (Roboter als Alltagshelfer für Senioren) eingebunden und verlangen den Teams ein hohes Maß an Kreativität bei der problemgerechten Konstruktion und ein enormes Maß an Präzision bei der Programmierung der Steuerung ihrer Roboter ab.



In einer Erweiterung der Unterrichtsreihe könnte der Aufbau einer eigenen vollautomatisierten Fertigungsstraße erfolgen, bei der die Teilschritte des Herstellungs- bzw. Verarbeitungsprozesses durch die Roboter einzelner Gruppen erledigt würden. In einem solchen Projekt gewinnt die interne und die gruppenübergreifende Zusammenarbeit enorm an Bedeutung, da die gesamte Fertigungsstraße nur funktionieren kann, wenn jeder Teilschritt korrekt durchgeführt wird, aber auch die Übergabe an den Schnittstellen zwischen den einzelnen Fertigungsschritten präzise abgesprochen wurde.

Schwerpunkt

Hierbei handelt es sich nicht notwendigerweise um eine einzige Unterrichtseinheit. Es können im Verlauf des zweijährigen Wahlpflichtbereiches auch mehrere Schwerpunkte an verschiedenen Stellen mit unterschiedlicher Länge gesetzt werden. Innerhalb eines Schwerpunktes erfolgt die Beschäftigung mit einem klar umgrenzten physikalischen Sachgebiet, welches nicht oder nur in kleinen Teilen Bestandteil der Lehrpläne des regulären Physikunterrichts ist. Welche Schwerpunkte, wann und wie gesetzt werden, wird unter Berücksichtigung der Interessen und Neigungen der Kursteilnehmer durch die Lehrperson festgelegt.

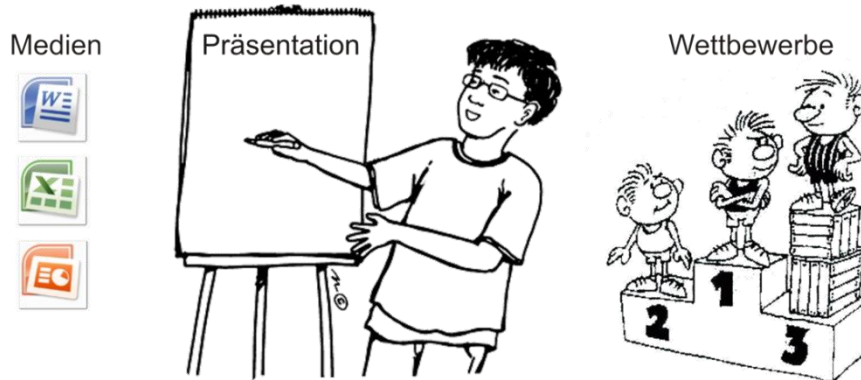
Beispiele für bereits durchgeführte Schwerpunktthemen:

- Physik der Musikinstrumente
- Physik des Fliegens
- Wettbewerb "freestyle-physics"
- Schwimmen und Tauchen
- Technisches Zeichnen
- Astronomie und Gravitation
- Brückenbau
- Aussagenlogik und logische Schaltungen mit LoCad
- Energie im Wandel
- ...



Die Abbildung unten stellt alle oben genannten **Facetten des Faches Physik + X** noch einmal zusammenfassend dar. Genannt wurden bereits die Entwicklung konkreter inhaltlicher und methodischer (naturwissenschaftlicher) Kompetenzen sowie der Schwerpunkt im Bereich Medien- und Präsentationskompetenz und die besondere Berücksichtigung von Wettbewerben.

M athematik Mathematisierung bei der rechnerischen Auswertung von Messreihen	I nformatik Robotik (Not eXactly C) Logik (LoCad)	N aturwissenschaft Experimentelles Vorgehen, physikalische Auswertung von Messreihen, Erklärung der Funktionsweise alltäglicher technischer Geräte	T echnik Robotik (Bau) Technisches Zeichnen
Einführungsphase (fundierte Entscheidung) GK/LK			



Die oben dargestellte grundsätzliche Ausrichtung des Faches Physik + X sowie die Vorgaben und Ziele der einzelnen Unterrichtsreihen machen zusätzlich deutlich, dass Physik + X einen enormen Beitrag zur **Stärkung der MINT-Fächer** allgemein leisten kann. Dieses Anliegen bzw. Bestreben erwächst aus unserem Selbstverständnis als MINT-EC-Schule und ist ein fundamentales Prinzip unserer konzeptionellen Arbeit, aber erst recht bei der Arbeit mit unseren Schülerinnen und Schülern im Unterricht.

Abschließend lässt sich ergänzen, dass die Belegung von Physik + X auch eine Orientierungs- und **Entscheidungshilfe für die Wahlen in der Einführungs- und Qualifikationsphase** sein kann. Die Schülerinnen und Schüler erhalten durch die Arbeit im Fach Physik + X einen Eindruck davon, ob die Belegung eines naturwissenschaftlichen Schwerpunktes bzw. die Wahl eines Leistungskurses im Fach Physik für sie in Frage kommen könnte. Wobei an dieser Stelle deutlich betont werden soll, dass die in Physik + X vermittelten Kenntnisse und Fähigkeiten keine Voraussetzung für das erfolgreiche Arbeiten in einem Physik-Leistungskurs sind. Des Weiteren erhalten die Schülerinnen und Schüler in der Unterrichtsreihe zur Robotik einen realistischen Einblick in das Fach Informatik, das in der Sekundarstufe II ab der Einführungsphase als Grundkurs belegt werden kann und können so auch in diesem Bereich eine fundierte Entscheidung über die weitere Ausrichtung ihrer schulischen Laufbahn treffen.