

**Kerncurriculum für
die Sekundarstufe des Gymnasiums**

Astronomie/Astrophysik

**Als Ergänzung zu den niedersächsischen Kerncurricula für
das Gymnasium, Schuljahrgänge 5-10, Naturwissenschaften
und das Gymnasium, gymnasiale Oberstufe, Physik**

An der Entwicklung des Kerncurriculums Kerncurriculum für die Sekundarstufe des Gymnasiums Astronomie/Astrophysik waren die nachstehend genannten Personen beteiligt:

Brockmann-Behnsen, Dirk (Hrsg.)

Bartkowski	Niklas
Below	Malte
Böhlen	Viktoria
Brunke	Rebecca
Dahms	Stephanie
Djuren	Malte
Hantke	Kathrin
Harms	Nathalie
Heetlage	Lea
Holtbrügger	Sebastian
Jensen	John Gerret
Lang	Tobias
Lange	Florian
Lyubchenko	Vyacheslav
Maas	Hendrik
Machleid	Alexander
Möller	Solveig
Preschel	Christian
Raulin	Dennis
Riewald	Manon
Schröder	Leon
Siegmann	Sophia
Strack	Sten-Murugan
Teschner	Michelle
Weigand	Jan
Zahn	Jan Peter

Inhalt

Präambel	3
Plädoyer für astronomische Inhalte im Unterricht.....	4
Anknüpfungspunkte für astronomische Themen im Physikunterricht.....	5
Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Bildungsabschluss	5
Niedersächsische Curricula für Naturwissenschaften und Physik	5
Literatur.....	11

Präambel

In Niedersachsen ist Astronomie/Astrophysik kein reguläres Unterrichtsfach. Das vorliegende Curriculum soll Möglichkeiten aufzeigen, astronomische Inhalte so in das reguläre Physik-Curriculum von Sek I und Sek II zu integrieren, dass die Schüler*innen möglichst umfangreiche astronomische Kenntnisse erwerben ohne dabei prüfungsrelevante Defizite bzgl. der physikalischen Inhalte hinnehmen zu müssen.

Plädoyer für astronomische Inhalte im Unterricht

Seit jeher stellt sich der Mensch existenzielle Fragen zum Alter und Ausmaß des Universums. Dabei sind unsere Geschichte und die der Wissenschaft durch Umbrüche geprägt. Der Weg vom geozentrischen über das heliozentrische Weltbild bis zu den heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen hat unser Verständnis über unseren Platz im Universum und damit unser Selbstbild neu definiert.

Große Namen wie Galilei und Kepler widmeten sich der Astronomie und Astrophysik. Sie zeigten, wie die Physik das Weltbild der Menschen verändern kann und dass durch neue Erkenntnisse die bisherigen Ergebnisse in Frage gestellt werden dürfen und sollen.

Gleichzeitig ist die Astrophysik auch ein aktuelles Thema mit aktiver Forschung. Bei Weitem wurden noch nicht alle Phänomene verstanden oder können erklärt werden.

Die Einführung der Astrophysik in die Kerncurricula kann und soll die Faszination für Naturwissenschaften steigern, weil ein größeres Verständnis für die Gegebenheiten und Anwendungsmöglichkeiten der Technik im Weltraum vermittelt werden kann.

Erfahrungen zeigen, dass astrophysikalisches Alltagswissen in der Bevölkerung nicht besonders stark ausgeprägt ist, sodass es in dieser Hinsicht wünschenswert erscheint, jene Themenfelder stärker in den schulischen Fokus zu rücken. Auf diese Weise kann unter anderem auch gezielt gegen die Verbreitung von Falschinformationen und Fehlvorstellungen vorgegangen werden, gerade auch, wenn man die Frequenz von astrophysikalischen Berichten in den Medien verfolgt.

Diese Beobachtung erfährt besondere Relevanz unter der Tatsache, dass gerade die Astrophysik den Schülerinnen und Schülern viele Anlässe zum Erleben von Alltagserfahrungen, wie beispielsweise die Himmelsbeobachtung oder das Wettergeschehen, bietet.

Abgesehen davon sind viele Verbindungen zur Popkultur in Form von Film und Literatur zu beobachten. Diese können genutzt werden, um die Schülerinnen und Schüler über neue Zugänge anzusprechen und deren Interesse für physikalische Themen zu wecken. Dabei kann die Physik als nützliches Werkzeug verstanden werden, um popkulturelle Werke anhand wissenschaftlicher Kriterien zu bewerten und so eine Idee davon zu gewinnen, wie die Zukunft aussehen könnte.

Neben den bereits genannten Themenvorschlägen bietet das Gebiet der Astrophysik durch seine thematische Breite gezielt Anlässe zu Projektarbeiten und individuelle Lerngelegenheiten. Außerdem gewinnen außerschulische Lernorte in der Lehre kontinuierlich an Bedeutung. Auf dem Gebiet der Astrophysik wird das Spektrum an außerschulischen Lernorten vergrößert. So können Sternwarten oder ähnliche Institutionen mit Schulklassen besucht werden, wodurch die Relevanz des Faches in der Gesellschaft verdeutlicht wird.

Als letztes können auch spannende Frage in Bezug auf die Zukunft behandelt werden. Was ist noch möglich? Ist eine Marskolonialisierung denkbar? Auf Grundlage des astrophysikalischen Unterrichts können diese vielfältigen Themen von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern behandelt werden.

Anknüpfungspunkte für astronomische Themen im Physikunterricht

Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Bildungsabschluss

Zitate aus den Bildungsstandards	Quelle	Unterrichtseinheiten mit zugehörigen astronomischen bzw. astrophysikalischen Anknüpfungspunkten
<ul style="list-style-type: none"> Naturwissenschaft und Technik 	[1], S. 6	Raumfahrt als technisches Beispiel
<ul style="list-style-type: none"> „Wenn Körper aufeinander einwirken, kann eine Verformung oder eine Änderung der Bewegungszustände der Körper auftreten.“ 	[1], S. 8	Kollidierte Kometenkerne (67P/Churyumov-Gerasimenko)
<ul style="list-style-type: none"> „Stabile Zustände sind Systeme im Gleichgewicht. Gestörte Gleichgewichte können Ströme und Schwingungen hervorrufen.“ 	[1], S. 9	Sterne auf der Hauptreihe im Druckgleichgewicht, Sterne in den Spätphasen im Schwingungsmodus (veränderliche Sterne)
<ul style="list-style-type: none"> „Strahlung kann mit Materie wechselwirken, dabei können sich Strahlung und Materie verändern.“ 	[1], S. 9	Energietransport in Sternen, Sublimation des Kometeneises im Sonnenlicht
<ul style="list-style-type: none"> „Körper können durch Felder aufeinander einwirken.“ 	[1], S. 9	Kräfte zwischen Magneten, Magnetfeldlinien der Erde, evtl. Kräfte zwischen Planeten vgl. zur Gravitation

Niedersächsische Curricula für Naturwissenschaften und Physik

Jg.	KC-Inhalt	Quelle	Astronomische/astrophysikalische Anknüpfungspunkte
5/6	<ul style="list-style-type: none"> „beschreiben den Aufbau und deuten die Wirkungsweise eines Kompasses“ „Beschreiben Dauermagneten durch Nord- und Südpol und deuten damit die Kraftwirkung“ "wenden diese Kenntnisse zur Darstellung der Erde als Magnet an" 	[2], S. 27	<ul style="list-style-type: none"> Magnetfeld der Erde, magnetische Feldlinien der Erde, Anwendung Kompass vgl. Magnetismus und Gravitation (Wechselwirkung zwischen Mond und Erde oder Sonne und Erde → Sonnensystem betrachten)
			Erde als Magnet -> Vergleich der Magnetfeldlinien verschiedener Magnete mit den Feldlinien der Erde (Kompassnadeln oder Eisenfeilspäne)

			<p>Klärung der magnetischen Poleigenschaften der Erde</p> <p>Prinzipielle Funktionsweise einer Kompassnadel behandeln und Bedeutung zur Darstellung der Feldlinien klären</p>
			<p>Magnetismus</p> <p>Die Erde als Magnet</p> <p>Magnetische Feldlinien</p> <p>Kompass</p>
	<p>„Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben weißes Licht als Gemisch von farbigem Licht.“ • führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch.“ • beschreiben das Phänomen der Spektralzerlegung.“ 	[2], S. 32	<ul style="list-style-type: none"> • Beobachtung des Sonnenlichts durch ein Taschenspektroskop <ul style="list-style-type: none"> - Das Sonnenlicht besteht aus vielen Farben. - Ggf. Beobachtung der Fraunhofer'schen Linien
	<p>Phänomenorientierte Optik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mondphasen „beschreiben und erläutern [...] Schattenphänomene, Finsternisse und Mondphasen.“ • Bauen einer Lochkamera Kontext Betrachtung einer Sonnenfinsternis „beschreiben die Eigenschaften der Bilder an [...] Lochblenden [...].“ „wenden diese Kenntnisse im Kontext Fotoapparat oder Auge an.“ • Lichtquellen (direkt und indirekt, Unterschied zwischen Sternen und Planeten) „wenden die Sender-Empfänger Vorstellung des Sehens in einfachen Situationen an.“ 	[2], S. 32	<ul style="list-style-type: none"> • Heliozentrisches Weltbild, geozentrisches Weltbild • Geschichtliche Einordnung • Planetenbahnen • Exkurs: 240 v. Chr. Erathosthenes ermittelt den Erdumfang (mittels Gradmessungsmethode, fächerübergreifend Mathematik, Geschichte)
7/8	<ul style="list-style-type: none"> • „beschreiben verschiedene geeignete Vorgänge mithilfe von Energieübertragungsketten.“ 	[2], S. 33	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Solarzellen als Stromquelle für Satelliten und das Wärmestrahlung der Sonne die Erde erwärmt.

			<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben das Energiesystem eines Satelliten (Umwandlung, Übertragung, Speicherung).
<ul style="list-style-type: none"> • „erläutern die Trägheit von Körpern und beschreiben deren Masse als gemeinsames Maß für ihre Trägheit und Schwere.“ • „verwenden als Maßeinheit der Masse 1 kg und schätzen typische Größenordnungen ab.“ • „identifizieren Kräfte als Ursache von Bewegungsänderungen/ Verformungen oder von Energieänderungen. Beschreiben diesbezügliche Phänomene und führen sie auf Kräfte zurück.“ 	[2], S. 36	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Bewegung von Raumschiffen. Identifizieren Gravitationskraft als Ursache für die Kometenbahnen (erkennen die Gravitation als Zusammenhang zur Schwere auf der Erde). • Ermittlung der Masse der Erde. (Erläuterung was die Fluchtgeschwindigkeit eines Objektes von der Erde bedeutet.) 	
<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Gewichtskraft und Masse (Ortsfaktor g).“ • unterscheiden zwischen Kräftepaaren bei der Wechselwirkung zwischen zwei Körpern und Kräftepaaren beim Kräftegleichgewicht an einem Körper.“ 	[2], S. 28	<ul style="list-style-type: none"> • Wechselwirkung zwischen Himmelskörpern - Kräftepaare bei zwei Körpern • Gravitationskraft - Ortsfaktor - Anziehung Mensch & Erde; Anziehung Mond & Erde; ausweiten auf andere Himmelskörper • Zentripetalkraft als Gegenkraft - Kräftegleichgewicht an einem Körper • Waagen für andere Planeten 	
<ul style="list-style-type: none"> • „unterscheiden zwischen Gewichtskraft und Masse.“ • „stellen Kräfte als gerichtete Größen mithilfe von Pfeilen dar.“ 	[2], S. 37	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Gewichtskraft und Masse durch Verständnis der Gravitation. Ziehen Vergleiche zur Gewichtskraft auf anderen Planeten heran. • Gravitationskraft als Pfeile zwischen Masse und Erdmittelpunkt (Symmetrie). 	
<ul style="list-style-type: none"> • 		<ul style="list-style-type: none"> • Historischer Exkurs Newton, Verbindung irdischer Phänomene mit kosmischen 	

			<ul style="list-style-type: none"> • Antrieb und Steuerung von Raketen, Rückstoß; Wechselwirkungen zwischen Himmelskörpern, einfache Planetenbahnen • Beispiele anderer Planeten, unterschiedliche Ortsfaktoren, Vergleich der Auswirkungen auf Massen
9/10	<p>„Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die ionisierende Wirkung von Kernstrahlung und deren stochastischen Charakter. • geben ihre Kenntnisse über natürliche und künstliche Strahlungsquellen wieder. • unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung anhand ihres Durchdringungsvermögens und beschreiben ihre Entstehung modellhaft.“ • erläutern Strahlenschutzmaßnahmen mithilfe dieser Kenntnisse. • nutzen dieses Wissen, um eine mögliche Gefährdung durch Kernstrahlung zu begründen.“ 	[2], S. 41	<ul style="list-style-type: none"> • Strahlenschutzmaßnahmen in Bezug auf Kosmische Strahlung • Vergleich der Strahlenbelastung von Raumfahrern, Piloten und normalen Bürgern
		[2], S. 28	Rückschluss auf bestimmte Isotope durch Betrachtung der Zerfallsenergien und Schlussfolgerung auf Sternzusammensetzungen
	<ul style="list-style-type: none"> • Kernkraft • Ionisation • Strahlungsquellen • Strahlenschutzmaßnahmen • Kernspaltung (Kettenreaktionen) & Kernfusion • Radioaktiver Abfall (bewerten) • Strahlungstypen • Erklärung der Teilchen 	[2], S. 41	<ul style="list-style-type: none"> • Gravitation (Kräfte gegenüberstellen) • Polarlicht • Bsp. Aus Weltall • ISS • Kernfusion d. Sonne • Antriebe von Raumschiffen • Sternenaufbau/-entstehung • Supernova (Kettenreaktion) • In den Weltraum? Warum (nicht)? • Kosmische Hintergrundstrahlung • Urknall
11	Optische Abbildungen	[3], S. 28	<ul style="list-style-type: none"> • Geschichtliche Einordnung und Beitrag optischer Geräte zur Entwicklung der Astronomie

	<p>„Im Mittelpunkt dieses Moduls stehen optische Abbildungen durch Linsen [...]. Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Entstehung eines Bildes an Linsen. • beschreiben den Einfluss verschiedener Brennweiten auf die Größe und Lage des Bildes. • erläutern die grundlegende Funktionsweise ausgewählter Geräte (z. B. Beamer, Fotoapparat, Mikroskop, Fernrohr).“ • beschreiben den Unterschied zwischen abbildenden und Sehwinkel vergrößernden Geräten.“ 		<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau verschiedener Teleskoptypen: <ul style="list-style-type: none"> - Galilei-Teleskop - Kepler-Teleskop - Newton-Teleskop - Schmidt-Cassegrain-Teleskop • Moderne irdische Großteleskope und Weltraumteleskope für verschiedene Wellenlängenbereiche <ul style="list-style-type: none"> - Radio-Teleskope - Infrarot-Teleskope - Optische Teleskope - UV- und Röntgen-Teleskope • Abbildungsmaßstab am Kontext der Astrofotografie
	<ul style="list-style-type: none"> • „nennen das Boltzmann'sche Strahlungsgesetz“ und „wenden dieses Gesetz auf ausgewählte Fragestellungen an“ • „nennen das Wien'sche Verschiebungsgesetz“ und „wenden dieses Gesetz auf Beobachtungen an verschiedenen Lichtquellen“ • „beschreiben die Einstellung eines Strahlungsgleichgewichts“ 	[3], S. 29	<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der Oberflächentemperatur der Sonne (und anderer Sterne) unter der Annahme, dass es sich um einen schwarzen Körper handle • Vergleich der Ergebnisse von Boltzmann'schem und Wien'schem Gesetz • Strahlungsgleichgewicht am Beispiel der Erde
12/13	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessbezogene Kompetenzen: Mit Modellen arbeiten 	[3], S. 19	Sonnensystem eigentlich Vielkörperproblem → muss durch Modellieren und Idealisieren zugänglich gemacht werden
	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: Michelson-Interferometer 	[3], S. 36	Beweis dafür, dass elektromagnetische Wellen kein Medium für die Ausdehnung brauchen und sich damit auch im Weltraum über weiteste Entfernungen ausbreiten können → Vakuum und Informationen im Weltall
	„Die Schülerinnen und Schüler... erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata.“	[3], S. 40	Strahlung astronomischer Objekte analysieren (Evtl. hier Spektrallinien analysieren, vergleichen mit Bekanntem)

	<p>„Die Schülerinnen und Schüler... nennen das Wien'sche Verschiebungsgesetz.“</p> <p>wenden dieses Gesetz auf Beobachtungen an verschiedenen Lichtquellen an.“</p>	[3], S. 29	Temperaturanalyse der Sonnen anhand des Gesetzes
	<p>„Die Schülerinnen und Schüler schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.“</p>	[3], S. 42	<ul style="list-style-type: none"> • Kernfusion und die Bedingungen • Kernfusion auf Sonne beziehen und Bedingungen mit den auf der Erde vergleichen
	<p>„Die Schülerinnen und Schüler... stellen Zerfallsreihen anhand einer Nuklidkarte auf.“</p> <p>beschreiben die in Energiespektren verwendete Darstellungsform (Energie Häufigkeits-Diagramm).“</p> <p>wenden in diesem Zusammenhang die Nuklidkarte an.“</p>	[3], S. 41 [3], S. 42	Kosmogene Nuklide untersuchen Vorkommende Nuklide auf anderen Planeten untersuchen(?)
	<p>Schwingungen und Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Michelson Interferometer <p>„beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“:</p> <p>[...] Michelson-Interferometer [...].“</p> <p>„erläutern die technische Verwendung des Michelson Interferometers zum Nachweis kleiner Längenänderungen.“</p>	[3], S. 36	<p>Unter Kontext des Michelson-Morley Experiments (Wiederlegung der Äthertheorie)</p> <p>Erster Nachweis von Gravitationswellen am LIGO</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht <ul style="list-style-type: none"> ○ (beschreiben Wellenlängen-Intensitätsspektren von Licht). • erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata 	[3], S. 40	<p>astrophysikalische Anwendungen, z.B. Strahlungsgleichgewicht oder Emission EM-Strahlung bei der stellaren Nukleosynthese</p> <p>Bestimmung der Sternzusammensetzung durch Betrachtung von</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ○ benutzen vorgelegte Energieniveauschemata zur Berechnung der Wellenlänge von Spektrallinien und ordnen gemessenen Wellenlängen Energieübergänge zu. 		<p>Absorptionslinien in stellaren Emissionsspektren</p> <p>Nutzung des Dopplereffekts zur Bestimmung der Sternbewegung in Relation zum Beobachter</p>
--	---	--	---

Literatur

- [1] **Kultusministerkonferenz** (Hrsg.) (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Bildungsabschluss*. München, Neuwied: Wolters Kluwer
- [2] **Niedersächsisches Kultusministerium** (Hrsg.) (2015). *Kerncurriculum für das Gymnasium. Schuljahrgänge 5 – 10. Naturwissenschaften*. Hannover
- [3] **Niedersächsisches Kultusministerium** (Hrsg.) (2017). *Kerncurriculum für das Gymnasium - gymnasiale Oberstufe. Physik*. Hannover