

**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.....	10

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 [1]

	Zitate aus den Bildungsstandards	Quelle	Astronomische bzw. astrophysikalische Anknüpfungspunkte
	• Naturwissenschaft und Technik	[1], S. 6	Raumfahrt als technisches Beispiel
	• „Wenn Körper aufeinander einwirken, kann eine Verformung oder eine Änderung der Bewegungszustände der Körper auftreten.“	[1], S. 8	Kollidierte Kometenkerne (67P/Churyumov-Gerasimenko)
	• „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)
	• „Strahlung kann mit Materie wechselwirken, dabei können sich Strahlung und Materie verändern.“	[1], S. 9	Energietransport in Sternen, Sublimation des Kometeneises im Sonnenlicht
	• „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 [2] (Sek I) und Physik [3] (Sek II)

Jg.	KC-Inhalt	Quelle	Astronomische/astrophysikalische Anknüpfungspunkte
5/6	Dauermagnete		
	Die Schülerinnen und Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> • „beschreiben Dauermagneten durch Nord- und Südpol und deuten damit die Kraftwirkung.“ • „wenden diese Kenntnisse zur Darstellung der magnetischen Wirkung der Erde an.“ • „beschreiben den Aufbau und deuten die Wirkungsweise eines Kompasses.“ 	[2], S. 30	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetfeld der Erde, magnetische Feldlinien der Erde, Anwendung Kompass • Magnetfelder der Erde, anderer Planeten, der Sonne, in interstellaren Gaswolken • Zeitliche Veränderlichkeit des irdischen Magnetfeldes
5/6	Phänomenorientierte Optik		
	Die Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> • „wenden die Sender-Empfänger Vorstellung des Sehens in einfachen Situationen an.“ 	[2], S. 32	<ul style="list-style-type: none"> • Lichtweg von Sternen (Sender) über Planeten, Monde etc. (Lichtumlenker) zum Auge oder Teleskop (Lichtempfänger)

	<ul style="list-style-type: none"> • „beschreiben und erläutern [...] Schattenphänomene, Finsternisse und Mondphasen.“ • „beschreiben weißes Licht als Gemisch von farbigem Licht.“ • „führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch.“ • „beschreiben das Phänomen der Spektralzerlegung.“ 		<ul style="list-style-type: none"> • Mondphasen, Finsternisse auch bei anderen Planeten • Beobachtung des Sonnenlichts durch ein Taschenspektroskop <ul style="list-style-type: none"> - Das Sonnenlicht besteht aus vielen Farben. - Ggf. Beobachtung der Fraunhofer'schen Linien
7/8	Einführung des Energiebegriffs		
	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „beschreiben verschiedene geeignete Vorgänge mithilfe von Energieübertragungsketten.“ • „stellen diese in Energieflussdiagrammen dar.“ 	[2], S. 33	<ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Energiewandlung im Inneren der Sonne: Kernbindungsenergie (Sonnenkern), Strahlungsenergie (Strahlungszone), thermische Energie (Konvektionszone), Strahlungsenergie (Photosphäre) • Energiewandlung in der Solarzelle: Strahlungsenergie von der Sonne, elektrische Energie
7/8	Bewegung, Masse und Kraft		
	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „erläutern die Trägheit von Körpern und beschreiben deren Masse als gemeinsames Maß für ihre Trägheit und Schwere.“ • „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 die Gravitationskraft als Ursache für die Bahnen von natürlichen und künstlichen Himmelskörpern (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.) • Verformung von Himmelskörpern infolge von Kollisionen
	<ul style="list-style-type: none"> • „recherchieren zum Ortsfaktor g in geeigneten Quellen.“ 	[2], S. 37	<ul style="list-style-type: none"> • Ortsfaktoren auf der Raumstation im Vergleich zur Erdoberfläche, Ortsfaktoren auf

	<ul style="list-style-type: none"> „unterscheiden zwischen Kräftepaaren bei der Wechselwirkung zwischen <u>zwei</u> Körpern und Kräftepaaren beim Kräftegleichgewicht an <u>einem</u> Körper.“ 		<p>anderen Himmelskörpern (Waagen für andere Planeten)</p> <ul style="list-style-type: none"> Wechselwirkung zwischen Himmelskörpern (Erde/Mond, Doppelsternsysteme etc.), Rückstoßprinzip bei Raketen als Wechselwirkung zwischen expandierendem Gas und Triebwerksdüse Kräftegleichgewicht beim Stehen auf einer Planetenoberfläche
9/10	Atom- und Kernphysik		
	<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.“ „erläutern Strahlenschutzmaßnahmen mithilfe dieser Kenntnisse.“ „nutzen dieses Wissen, um eine mögliche Gefährdung durch Kernstrahlung zu begründen.“ „beschreiben den radioaktiven Zerfall eines Stoffes unter Verwendung des Begriffes Halbwertszeit.“ 	[2], S. 41	<ul style="list-style-type: none"> Nebelkammer: Ereignisse, ohne dass ein radioaktives Präparat in der Nähe ist: Terrestrische und kosmische Strahlung Vergleich der Strahlenbelastung von Raumfahrern, Piloten und normalen Bürgern Strahlenschutzmaßnahmen in Raumschiffen in Bezug auf kosmische Strahlung Altersbestimmung mittels radioaktivem Zerfall: Uran-Blei-Methode (Erdalter)
11	Optische Abbildungen		
	<p>„Im Mittelpunkt dieses Moduls stehen optische Abbildungen durch Linsen [...].“</p> <p>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 	[3], S. 28	<ul style="list-style-type: none"> Geschichtliche Einordnung und Beitrag optischer Geräte zur Entwicklung der Astronomie und unseres Weltbildes Aufbau verschiedener Teleskoptypen: <ul style="list-style-type: none"> - Galilei-Teleskop - Kepler-Teleskop - Newton-Teleskop

	<p>ausgewählter Geräte (z. B. [...] Fernrohr).“</p> <ul style="list-style-type: none"> • „beschreiben den Unterschied zwischen abbildenden und Sehwinkel vergrößernden Geräten.“ 		<ul style="list-style-type: none"> - Schmidt-Cassegrain-Teleskop • Erzeugung eines reellen Bildes durch einen Wölbspiegel • Vergleich der Sehwinkel mit bloßem Auge und unter Einsatz eines Teleskops • Moderne irdische Groß- und Weltraumteleskope für verschiedene Wellenlängenbereiche <ul style="list-style-type: none"> - Radio-Teleskope - Infrarot-Teleskope - Optische Teleskope - UV-Teleskope - Röntgen-Teleskope • Abbildungsmaßstab am Kontext der Astrofotografie
11	Strahlungsphysik		
	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <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 Strahlungsleistung der Sonne • Bestimmung der Oberflächentemperatur der Sonne (und anderer Sterne) unter der Annahme, dass es sich um einen schwarzen Körper handelt • Bestimmung der Radien von Sternen aus deren Oberflächentemperatur mittels Stefan-Boltzmann-Gesetzes • Ggf. Zusammenhang zwischen Masse und Strahlungsleistung für Hauptreihensterne • Strahlungsgleichgewicht am Beispiel der Erde
12/13	Schwingungen und Wellen		
	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „beschreiben und deuten Interferenzphänomene für folgende „Zwei-Wege-Situationen“: [...] Michelson-Interferometer.“ 	[3], S. 36	<ul style="list-style-type: none"> • Beweis dafür, dass elektromagnetische Wellen kein Medium für die Ausdehnung brauchen und sich damit auch im Weltraum über weiteste Entfernungen ausbreiten können • Analysegerät zur Detektion von Gravitationswellen

12/13	Atomhülle		
	<p>„Die Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „erläutern quantenhafte Emission anhand von Experimenten zu Linienspektren bei Licht [...].“ • „erläutern einen Versuch zur Resonanzabsorption.“ • „erklären den Zusammenhang zwischen Spektrallinien und Energieniveauschemata.“ 	[3], S. 40	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionslinien in Sonnenprotuberanzen • Vergleich Wasserstoffspektrum und Sonnenspektrum • Anregung der Wasserstofflinien/Bestimmung von Sternstypen • Dopplerverschiebung von Spektrallinien/Bestimmung von Fluchtgeschwindigkeiten und Entfernungen von Galaxien • Hubble-Lemaître-Gesetz
12/13	Atomkern		
	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „stellen Zerfallsvorgänge grafisch dar und werten sie unter Verwendung der Eigenschaften einer Exponentialfunktion zur Basis e aus.“ • „übertragen dieses Vorgehen auf andere Abklingvorgänge.“ • „schätzen die Größenordnung der Energie bei Kernprozessen mithilfe des Potenzialtopfmodells ab.“ 	[3], S. 41 [3], S. 42	<ul style="list-style-type: none"> • Altersbestimmung mittels radioaktivem Zerfall: Uran-Blei-Methode (Erdalter) → siehe Jg. 9/10 (S. 7) • Erweiterung auf Kernfusion und deren Bedingungen • Energiebilanz von pp-Kette, Bethe-Weizsäcker-Zyklus und 3α-Prozess mittels $E = mc^2$ • Masseverlust der Sonne
Prozessorientierte Kompetenzen (Auswahl)			
5/6 7/8	<p>Physikalisch argumentieren Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „argumentieren in Je-desto-Form.“ • „formulieren und stützen Vermutungen auf der Basis experimenteller Befunde oder theoretischer Überlegungen.“ • „argumentieren mithilfe von Diagrammen, insbesondere zu proportionalen Zusammenhängen.“ 	[2], S. 18	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellen eines Hertzsprung-Russel-Diagramms aus experimentellen Daten moderner Teleskope • Erkennen von Zusammenhängen: Je heißer die Oberfläche des (Hauptreihen-)Sterns, desto größer seine Leuchtkraft (Strahlungsleistung)

	<ul style="list-style-type: none"> • unterstützen ihre Argumentation durch selbst angefertigte Diagramme. 		<ul style="list-style-type: none"> • Begründungen für die Annahme großer Radien Riesensternen
7/8	<p>Mathematisieren Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „wechseln zwischen sprachlicher, grafischer und algebraischer Darstellung eines Zusammenhanges.“ 	[2], S. 21	<ul style="list-style-type: none"> • Grafische Darstellung eines stellaren Spektrums, Bestimmung der Wellenlänge maximaler spektraler Intensität, Bestimmung der Oberflächentemperatur mittels Wien'schem Verschiebungsgesetz
5/6 9/10 und 12/13	<p>Mit Modellen arbeiten Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „ziehen das Modell der Elementarmagnete zur Deutung von Beobachtungen heran.“ • „ziehen Modellvorstellungen als Hilfsmittel zur Problemlösung und Formulierung von Hypothesen heran.“ 	[2], S. 22	<ul style="list-style-type: none"> • Übertragen des Elementarmagneten-Modells auf das irdische Magnetfeld • Modell vom Sonnensystem mit festem Zentrum und Kreisbahnen • Modell des Schwarzen Körpers zur Modellierung von Sternen
5/6	<p>Kommunizieren Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • „präsentieren Arbeitsergebnisse in altersgemäßer Form, auch mithilfe vorgegebener Medien.“ 	[2], S. 23	<ul style="list-style-type: none"> • Präsentation diverser astronomischer Inhalte (z. B. Planetenposter)
9/10	<p>Bewerten Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>„nutzen ihre physikalischen Kenntnisse zur Bewertung ausgewählter Aspekte der Energieversorgung.“</p>	[2], S. 25	<ul style="list-style-type: none"> • Strahlungsleistung der Sonne zur Versorgung von Solarzellen • Strahlungsgleichgewicht am Beispiel der Erde → siehe Jg. 11 (S. 8)

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