

STAATSINSTITUT
FÜR SCHULPÄDAGOGIK
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN



Handreichungen für den Physikunterricht im Gymnasium

Band 3



Einführung in die Astronomie am Beispiel der Sonne

Jahrgangsstufe 10 (MNG)

Inhaltsübersicht

	Seite
Vorwort	5
Einführung in die Astronomie am Beispiel der Sonne	7
Allgemeine Hinweise	7
Erläuterungen zu den einzelnen Abschnitten des Fachlehrplans	9
1 Größe der Sonne; Beobachtung von Vorgängen auf der Sonnenoberfläche	9
2 Strahlungsleistung und Bestrahlungsstärke - Solarkonstante	21
3 Möglichkeiten der technischen Nutzung der solaren Energieeinstrahlung	29
4 Entstehung der Sonnenenergie	39
5 Unsere Sonne, ein Stern der Milchstraße - Überblick über die Entwicklung von Sternen	53
Übungs- und Prüfungsaufgaben	73
Anhang	
Weitergehende Vorschläge zur fächerübergreifenden Zusammenarbeit	81
Modellrechnungen zum Strahlungsgleichgewicht der Erde	81
Lebensbedingungen auf der Erde und auf anderen Planeten	84
Kontakt zu anderen Zivilisationen?	86
Abschätzung der Sonnenleuchtkraft	88
Astronomie als Hobby - Anregungen für eine Grundausstattung	90
Anregungen für einen lehrplanorientierten Rundgang durch die Astronomieabteilung des Deutschen Museums	92
Literatur- und Medienhinweise	99
Lehrplan für das bayerische Gymnasium Fachlehrplan für Physik, Jahrgangsstufe 10	101

An der Erstellung dieser Handreichungen haben mitgearbeitet:

StD Dr. Peter BAMMES	Willi-Graf-Gymnasium, München
StD Rudolf HERBST	Max-Born-Gymnasium, Germering
StD Roland REGER	Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, München

Der Kürze halber ist im Text von "Lehrern" und "Schülern" die Rede (gelegentlich auch im Singular "Lehrer" bzw. "Schüler"). Daß das Kollegium eines Gymnasiums aus Frauen und Männern, die Schülerschaft aus Mädchen und Buben besteht, wurde überall mit bedacht.

Vorwort

Cum omnium bonarum artium sit abstrahere a viciis et hominis mentem ad meliora dirigere, astronomia abundantius id praestare potest.¹
Nikolaus Kopernikus

Mehr zu wissen über den Kosmos und insbesondere über den "Stern, von dem wir leben," gehört seit jeher zum Grundstreben des menschlichen Geistes. Nicht zuletzt aufgrund der Energie- und Umweltproblematik ist dieses Wissen heute für die Menschheit von existentiellem Interesse.

Im Additum *Einführung in die Astronomie am Beispiel der Sonne* in der Jahrgangsstufe 10 des Mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasiums werden diese Grundgedanken aufgegriffen und aus physikalischer Sicht behandelt. Die Schüler lernen zum einen die Sonne als Energiequelle gewaltigen Ausmaßes kennen, deren abgestrahlte Energie technisch genutzt werden kann. Andererseits sollen sie die Einsicht gewinnen, die Sonne ist nur ein Stern unter vielen.

In diesem Band der Handreichungen für den Physikunterricht soll ein möglicher Weg zur Behandlung dieses Additums aufgezeigt werden, der bereits in verschiedenen Klassen erprobt wurde. Neben didaktischen und methodischen Anregungen zum Unterrichtsablauf enthält dieser Band auch theoretische Ansätze zu einzelnen Lerninhalten. Dabei werden einzelne Abschnitte bewußt ausführlicher behandelt, als dies im Unterricht möglich sein wird, um dem Lehrer auch Hintergrundinformation zu vermitteln. Ergänzend enthalten die Handreichungen auch Beispiele für Übungs- und Prüfungsaufgaben sowie Hinweise zu einem lehrplanorientierten Besuch der Abteilung Astronomie des Deutschen Museums.

Der Lehrplanabschnitt *Einführung in die Astronomie am Beispiel der Sonne* bietet verschiedene Anknüpfungsmöglichkeiten zu anderen Themenbereichen des Physikunterrichts in Jahrgangsstufe 10 sowie zahlreiche Querverbindungen zu anderen Fächern und zu fächerübergreifenden Bildungs- und Erziehungsaufgaben. Die verschiedenen Möglichkeiten einer fächerübergreifenden Zusammenarbeit und deren Intensitätsstufen sind ausführlich in Band 1 der Handreichungen für den Physikunterricht beschrieben; auch in diesem Band werden Texte und Materialien zur Auswahl bereitgestellt.

Wie kaum ein anderes Teilgebiet der Physik vermag die Astronomie die heranwachsenden Mädchen und Jungen gleichermaßen zu faszinieren und anhaltend zu motivieren; dies mag mit daran liegen, daß dieses Wissensgebiet dem von C. P. Snow beklagten Auseinanderdriften der beiden Kulturen, der Geisteswissenschaften und der Naturwissenschaften, augenfällig entgegenwirkt.

An manchen Stellen (z. B. *Entwicklung von Sternen*) wird man im Unterricht (nur) "über Physik reden", an anderen (z. B. *Abschätzung der Solarkonstante*) wird man mit den Schülern "Physik machen". Vielleicht kann dieser Wechsel auch dazu beitragen, mehr Schülerinnen und Schüler für das Fach Physik im Wahlpflichtbereich der Kollegstufe zu begeistern.

Die vorliegenden Handreichungen wollen insbesondere diejenigen Kolleginnen und Kollegen ermuntern, dieses interessante Additum aufzugreifen, die bisher noch nicht im Grundkurs Physik (Astronomie) unterrichtet haben.

Den Mitgliedern des Arbeitskreises "Handreichungen für den Physikunterricht in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum" die an der Entwicklung dieses Bandes mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle recht herzlich gedankt. Besonderer Dank gebührt auch allen Kolleginnen und Kollegen, die im Rahmen von Gesprächen und auf Tagungen Anregungen beigetragen haben.

München, Juni 1993

Roland Reger,
Referent für Physik

¹ Zwar können alle schönen Künste vom fehlerhaften Verhalten abbringen und das Denken des Menschen auf Besseres richten, die Astronomie aber vermag dies in besonderer Weise.

Einführung in die Astronomie

am Beispiel der Sonne

Allgemeine Hinweise

Im Rahmen dieses Additums in der Jahrgangsstufe 10 begegnen die Schüler erstmalig in konzentrierter Form dem Wissensgebiet Astronomie. Im Mittelpunkt soll die physikalische Betrachtung der kosmischen Objekte stehen; für die Fülle der Teilgebiete stehen exemplarisch:

- Größe der Sonne; Beobachtung von Vorgängen auf der Sonnenoberfläche
- Strahlungsleistung und Bestrahlungsstärke; Solarkonstante
- Möglichkeiten der technischen Nutzung der solaren Energieeinstrahlung
- Entstehung der Sonnenenergie
- Unsere Sonne, ein Stern der Milchstraße; Überblick über die Entwicklung von Sternen

Für die einzelnen Abschnitte des Fachlehrplans werden im Hauptteil dieser Handreichungen Stundenentwürfe und Erläuterungen angeboten. Es wurde Wert darauf gelegt, daß die Schüler die typischen Arbeitsmethoden der Astronomie auch in diesem knappen Kurs kennenlernen. Hierzu gehört vor allem, daß nicht nur Fakten mitgeteilt werden, sondern in weiten Bereichen auch die Verfahren vorgestellt werden, auf deren Anwendung das Wissen in der Astronomie basiert.

Die angegebenen Stundenzahlen sind Vorschläge; die vorgeschlagene Einteilung hat sich bei verschiedenen Erprobungen dieses Additums bewährt.

Vorschläge für Aufgaben zu den einzelnen Abschnitten sind im Kapitel *Übungs- und Prüfungsaufgaben* zusammengefaßt.

Bei der Erarbeitung astronomischer Sachverhalte im Physikunterricht wird man auch auf Kenntnisse aus den Fächern Mathematik, Physik und Geschichte zurückgreifen. Eine Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Mathematik- und Geschichtslehrer ist daher wünschenswert; Hinweise auf Querbezüge zu anderen Fächern und auf fächerübergreifende Bildungs- und Erziehungsaufgaben sind in den Text eingearbeitet. Ein Abschnitt *Weitergehende Vorschläge zur fächerübergreifenden Zusammenarbeit* enthält über die Querverweise im Fachlehrplan hinausgehende Vorschläge.

Bei Wahl dieses Additums sollte der zeitliche Ablauf bereits zu Schuljahresbeginn geplant werden. Bei Versuchen zu den Abschnitten *Größe der Sonne - Beobachtung von Vorgängen auf der Sonnenoberfläche* und *Strahlungsleistung und Bestrahlungsstärke - Solarkonstante* benötigt man Sonnenschein und klares Wetter, sie müssen deshalb entsprechend zeitlich geplant werden. Insbesondere sollte ein Beobachtungsabend wegen der Sichtbarkeit der Objekte bereits im Oktober/November stattfinden.

Abgesehen davon sprechen mehrere Gründe dafür, dieses Additum im letzten Schuljahresdrittel einzuplanen:

- a) Ein höherer Sonnenstand ist zweckmäßig für die experimentelle Abschätzung der Solar-konstante und für die Experimente zur technischen Nutzung der solaren Energieein-strahlung.
- b) Zeitlich vor dem Additum Astronomie sollte ein anderes Additum behandelt werden (siehe unten).
- c) Vom Fach Mathematik sollten Vorleistungen bereits erbracht worden sein (u. a. Zehner-potenzen).
- d) Im Rahmen der Elektrizitätslehre sollten die Abschnitte Magnetfelder von Strömen und Dauermagneten und Lorentzkraft behandelt sein.

Ist die Entscheidung zugunsten des Additums *Einführung in die Astronomie am Beispiel der Sonne* gefallen, so bietet es sich an, je nach eigener Schwerpunktbildung sowie nach Neigungen und Interessen der Schüler, diesen Lehrplanabschnitt entweder mit dem Additum *Physikalische Grundlagen der Kernenergietechnik* oder mit dem Additum *Einführung in die Halbleiterphysik* zu kombinieren. Im ersten Fall kann man bei der Behandlung des Abschnitts *Möglichkeiten der technischen Nutzung der solaren Energieeinstrahlung* auf entsprechende Vorkenntnisse zurückgreifen; im zweiten Fall kann man Vorwissen bei der Behandlung des Abschnitts *Entstehung der Sonnenenergie* vertiefen.

Teile des Additums *Einführung in die Astronomie am Beispiel der Sonne* lassen sich auch gut im Rahmen eines Unterrichtsprojekts (z. B. "Planung, Bau und Erprobung einfacher Modelle zur Nutzung der Sonnenenergie"; vgl. Handreichungen für den Physikunterricht, Band 2, in Vorbereitung) integrieren und können dann entsprechend vertieft werden.

Ergänzend zur üblichen Geräteausstattung sollten zur Durchführung dieses Lehrplanteiles folgende Materialien in ausreichender Anzahl bereitgestellt werden:

- Linsenmaterial zur Sonnenprojektion
- Thermometer mit 0,2 Grad-Einteilung
- Solarzellen bzw. Sonnenkollektor

Solarzellen bzw. Solarmodule sind im Elektronikhandel preiswert erhältlich; sie unterliegen jedoch großen Qualitätsschwankungen. Die Beschaffung mehrerer Sonnenkollektoren ist erheblich teurer; als Alternative bietet sich ein einfacher Selbstbau z. B. im Rahmen eines Unterrichtsprojekts an (vgl. Handreichungen für den Physikunterricht, Band 2, in Vorbereitung).

Erläuterungen zu den einzelnen Abschnitten des Fachlehrplans

1 Größe der Sonne - Beobachtung von Vorgängen auf der Sonnenoberfläche

(ca. 3 Std.)

Die Sonne am Himmel, die Sterne und den gesetzmäßigen Wandel der Jahreszeiten betrachtet manch einer frei von banger Furcht.
Horaz

Methodische Anmerkungen

Den Schülern soll von Anfang an deutlich werden, daß Physik in fast allen Gebieten der Astronomie angewendet wird; bei der Behandlung dieses Abschnittes muß man Grundlagen der Optik aus der Jahrgangsstufe 9 wiederholen und sollte auf das Prinzip des Linsenfernrohrs eingehen.

Auch wenn sich die Sonne mit einem gekauften "Sonnenprojektionsgerät" perfekter projizieren läßt, sollte man den einfachen experimentellen Aufbau einem professionellen Teleskop vorziehen; dieses ist für die Schüler eine black box und sollte, falls vorhanden, erst später eingesetzt werden. Die von den Medien gewohnte Perfektion kann gerade hier durch experimentelle Improvisation ersetzt werden; dadurch können die Schüler zu einfachen Heimversuchen (→ FZ) angeregt und ihr Interesse und Verständnis für die historische Entwicklung der Astronomie (→ G) geweckt und gefördert werden.

Bei der Unterrichtsplanung muß man berücksichtigen, daß in der zweiten Stunde gutes Wetter erforderlich ist. Bei schlechtem Wetter sollte man einen Stundentausch vorbereiten oder Inhalte aus diesem Additum vorziehen.

Unterrichtsablauf

1. Stunde: Vorbereitung einer Beobachtung der Sonnenoberfläche

Bei der Diskussion der Beobachtungsmöglichkeiten sollte auf jeden Fall ein Hinweis auf die Gefährdung bei ungeschützter Sonnenbeobachtung erfolgen und durch einen Hefteintrag festgehalten werden (→ FZ, GE).

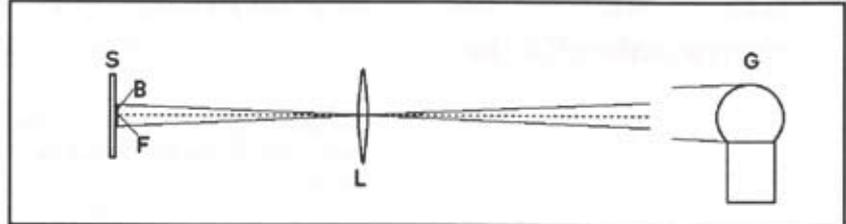
Die Beobachtung der Sonne durch ein Fernglas oder durch ein Teleskop ohne Schutzfilter führt sehr schnell zu schweren Augenschäden. Es dürfen nur Sonnenfilter benutzt werden, die mit den jeweiligen Ferngläsern oder Teleskopen gefahrlos verwendet werden können.

Eine vergrößerte Projektion der Sonne vermeidet eine Blendung und ermöglicht außerdem einer größeren Gruppe die gefahrlose Sonnenbeobachtung. Es wird deshalb mit den Schülern eine entsprechende Anordnung für eine Projektion in einem leicht abgedunkelten Raum erarbeitet; die Versuche eignen sich gut als Schülerexperiment im Klassenrahmen (Arbeitsblatt A 1.1).

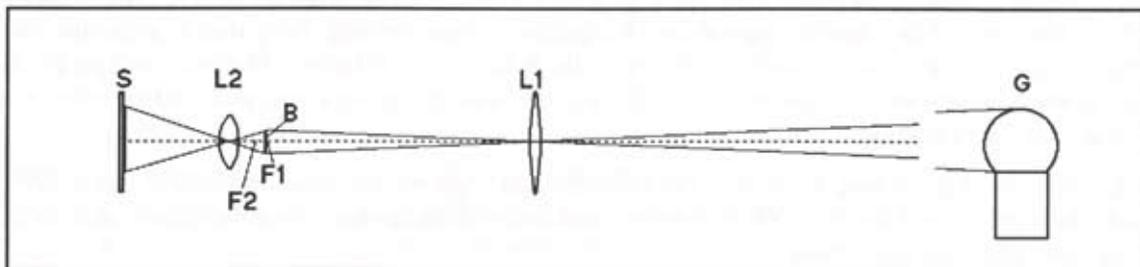
Anhand der Folienvorlage (A 1.2 Entdeckung der Sonnenflecken) können mit den Schülern die kulturellen Widerstände (→ G) gegen die historische astronomische Forschung diskutiert werden; andererseits wird den Schülern die Praxisnähe des eigenen forschenden Vorgehens verdeutlicht.

Material: Verschiedene Sammellinsen mit Brennweiten zwischen 5 cm und 50 cm, Projektionschirm, helle Glühlampe mit Fassung, optische Schienen und jeweils 3 Reiter

1. Schritt: Die Sammellinse L erzeugt in der Nähe ihres Brennpunkts F das Bild B einer mehrere Meter entfernten Glühlampe G. Das Bild B läßt sich mit dem Schirm S sichtbar machen. Benutzt man eine Linse mit größerer Brennweite, so beobachtet man ein entsprechend größeres Bild. Dabei muß man natürlich den Abstand von Schirm und Linse verlängern.

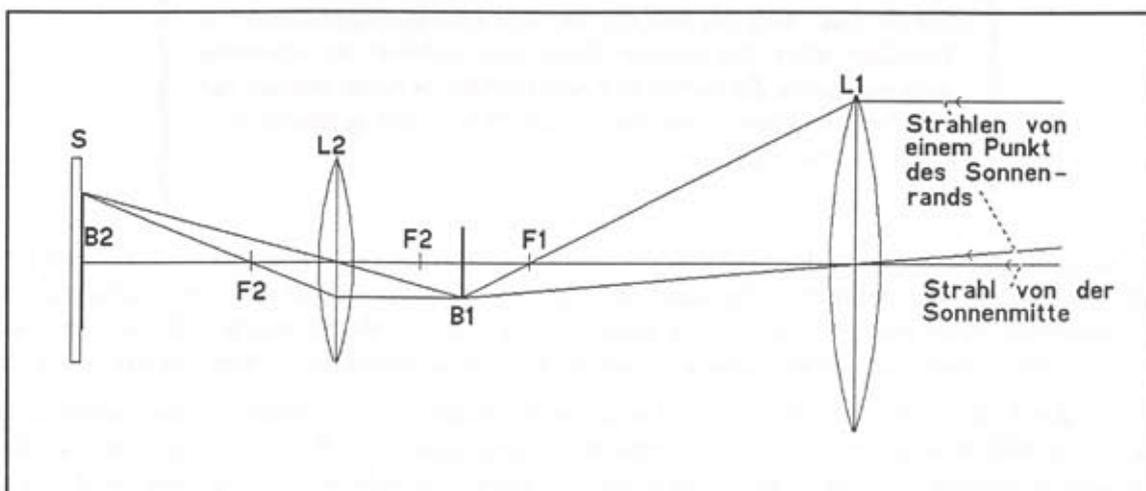


2. Schritt: Das Bild B, welches die Linse L1 von der Glühlampe erzeugt, kann durch eine Linse L2 mit kurzer Brennweite wesentlich vergrößert werden. Dazu muß die Linse L2 so plziert werden, daß ihr Abstand zum Bild B zwischen der einfachen und doppelten Brennweite von L2 liegt. Auf dem Schirm S läßt sich dann das neue Bild in einem Abstand von mehr als der doppelten Brennweite beobachten.



Die Schüler sehen, daß die Vergrößerung umso stärker ist, je näher der Brennpunkt von L2 beim Bild B liegt.

Diese beiden Schritte wurden durch "Probieren" erarbeitet. Anhand des Arbeitsblattes A 1.1 sollen die aus der Optik der Jahrgangsstufe 9 bekannten Abbildungsregeln wiederholt und festgehalten werden; der zweite Teil des Arbeitsblattes ist dann die Hausaufgabe. Mit Hilfe der Konstruktion eines möglichen Strahlengangs sollen sich die Schüler das schon bekannte experimentelle Ergebnis theoretisch erarbeiten. Für das Gelingen der Konstruktion ist genaues Zeichnen erforderlich. Die folgende Abbildung zeigt die erwartete Lösung der Hausaufgabe.

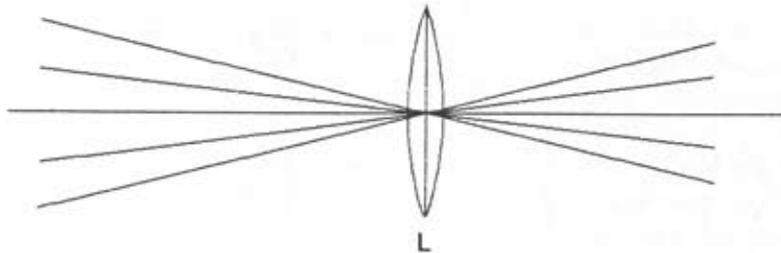


A 1.1

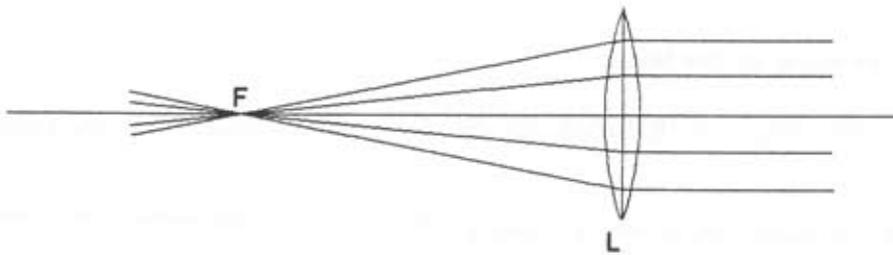
Arbeitsblatt: Beobachtung der Sonne

Strahlengang bei der Projektion der Sonne

A. Wiederholung: Zwei Eigenschaften von Sammellinsen



1. Regel:



2. Regel:

B. Konstruieren Sie zuerst das Bild B1, das die Linse L1 von der Sonne entwirft, mit Hilfe der zwei obigen Regeln. Bilden Sie dann das Bild B1 mit der Linse L2 auf den Schirm S ab. Beginnen Sie dazu bei B1 mit neuen Lichtstrahlen, um die zwei Regeln benutzen zu können.

