

# Didaktische Unterrichtsmaterialien : selbst gebaute Modelle als Vorstellungshilfen

Autor(en): **Laager, Erich**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **70 (2012)**

Heft 369

PDF erstellt am: **16.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-897565>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Didaktische Unterrichtsmaterialien

# Selbst gebaute Modelle als Vorstellungshilfen

■ Von Erich Laager

*Im Schulunterricht und während Demonstrationen auf Sternwarten können einfache Modelle gute Dienste leisten. Sie dienen dem Veranschaulichen astronomischer Zusammenhänge und bilden eine wertvolle Ergänzung zum Blick durchs Fernrohr und zu Bildern. Anlässlich des 20 Jahr-Jubiläums der Schulsternwarte Schwarzenburg wurde eine Vielzahl von Modellen aufgestellt.*

Wir beginnen bei den elementaren Dingen und nächsten Nachbarn im Weltall – aber schon da kommt oft das grosse Rätselraten! Wir wollen Modelle von Erde, Mond und Sonne mit Grössen und Distanzen im richtigen massstäblichen Verhältnis abbilden.

Da steht eine 8 cm grosse «Sagexkugel-Erde» aufgespiesst auf einer Stricknadel. In diesem Modell möchten wir den Mond beifügen. Fragen: *Ist der Mond grösser oder kleiner? Wie gross im Modell? Wie weit weg?*

Als Mond dient eine 2 cm grosse Kugel aus Fimo-Paste, in welcher eine Agraffe zur Hälfte eingebakken ist. An dieser ist eine 240 cm lange Schnur befestigt und diese am anderen Ende bei der Erdachse angebunden. Bei gespannter Schnur erhalten wir die richtige Distanz Erde-Mond – und der Mond ist immer mit derselben Seite der Erde zu gerichtet. Fragen: *Ist der Mond immer am gleichen Ort? Wie bewegt er sich? Drehrichtung? Kann man diese Bewegung selber beobachten? Wie lange dauert ein Umlauf? Dreht sich der Mond selber auch?*

Jemand fasst den Mond, spannt die Schnur und wandert um die Erde. Wenn wir jetzt noch eine Sonnenstellung postulieren, können wir auf die Stellung Vollmond und Neumond hinweisen.

Noch fehlt die Sonne im Modell! Es werden Vermutungen zu Grösse und Distanz im Modell geäussert. Das Abschätzen ist schwierig. – Die Sonnenkugel wäre fast so hoch wie

das Schulhaus (8,7 m) und sie wäre 1 Kilometer weit weg. Ich habe dazu die Foto eines bekannten Gebäudes (steht in 1 km Entfernung) mit einkopierter Modell-Sonne gezeigt.

## Schatten und Finsternisse

Diese Versuchsanordnung ist eigentlich «obligatorisch» und wohl allgemein bekannt. Sie ist sehr schematisch – man halte sich die Grössenverhältnisse aus dem Modell oben vor Augen!

Ein Erdglobus und eine 10 cm Sagexkugel als Mondmodell (zum Herumtragen auf eine Stricknadel gespiesst) werfen beide Schatten auf eine helle Wand. Als Lichtquelle dient idealerweise die Sonne im Freien oder ein Lampe (im abgedunkelten Raum). Eine Person bekommt den «Mond» in die Hand. Sie soll versuchen, mit diesem Finsternisse zu erzeugen. Das ist nicht allzu schwierig – aber welche Situation zeigt nun welche Finsternis?

■ Zur Sonnenfinsternis gibt es zwei Erklärungsmöglichkeiten: «Dort wo der Mondschaten die Erde trifft herrscht Sonnenfinsternis» und «für die Erdenbewohner im Mondschaten steht der Mond

vor der Sonne, sie sehen diese daher nicht mehr ganz».

■ Frage zur Mondfinsternis: Wie sieht der Mond aus kurz bevor er in den Erdschatten eintaucht?

Und bereits hier der wichtige Hinweis: Der Erdschatten spielt nur bei der Mondfinsternis mit, aber nicht bei den Mondphasen!

## Die Mondphasen – ohne Schatten!

«Der Mond sieht nicht immer gleich aus wegen des Erdschattens.» Diese Äusserung von Besuchern hören wohl viele Demonstratoren auf Sternwarten immer wieder. – Gelingt es wohl irgendeinmal, diesen alten «Volks-Aberglauben» auszurotten? Im Grunde genommen wäre es ja so einfach...

*Finsternisse und Schatten – ja! Mondphasen und Schatten – nein, nie! – Was denn? Wie denn?*

Die Besucher / Schülerinnen stehen alle möglichst nahe beisammen beim Erdglobus. Wir benützen ein Sagex-Mondmodell bei welchem die eine Hälfte schwarz bemalt ist. Wir erhalten so einen Mond mit einer Tag- und Nachtseite. (Man beachte: Im Modell hat immer die gleiche Kugelhälfte Nacht. In Wirklichkeit wandern Tag und Nacht einmal im Monat um den Mond. – Aufmerksame Besucher bemerken dies und fragen nach!)

Der Demonstrator stellt sich mit dem Mond in der Hand so auf, dass die Beobachter auf der Erde einen «zunehmenden Halbmond» sehen. Die weisse Tagseite des Mondes ist der Sonne zu gewendet (oder in einem Raum dem Fenster zu). Nun

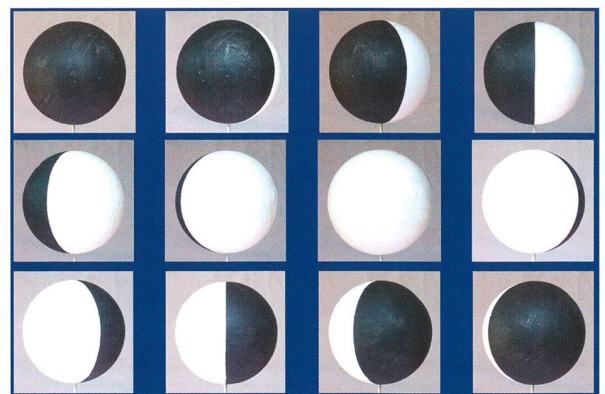


Abbildung 1: Eine zur Hälfte schwarz bemalte Sagexkugel veranschaulicht Tag- und Nachtseite des Mondes. Für diese Bilderreihe wurde die Kugel jeweils um 30° weitergedreht. Die Bilder zeigen den Anblick des Mondes von der Erde aus, jeweils nach einem Zwölftel seines Umlaufs. Sie entsprechen den Mondphasen von Neumond zu Neumond. (Bild: Erich Laager)



läuft der Mond-Träger in einigen Metern Abstand um die Erde herum. Dabei achtet er darauf, dass die weisse Mondhälfte immer zur Sonne gerichtet ist. Die Erdenbewohner erleben nun auf leicht verständliche Weise den zunehmenden Mond, Vollmond, abnehmenden Mond und Neumond (hier blendet wohl die Sonne). – Und das alles ohne Hilfe des Erdschattens! (vgl. dazu Abb. 1)

## Wann sehe ich «mein Sternbild»?

Diese Frage taucht bei Sternwartenbesuchen oft auf. Abb. 2 zeigt das Modell dazu. Rund um die Sonne sind auf einem Kreis 12 Pflöckchen gleichmässig verteilt. An diesen befestigt sind die Tierkreis-Plakätchen (Figur und Name, fortlaufend nummeriert im Gegenuhrzeigersinn) in der richtigen Reihenfolge. Variante im Zimmer: 12 Personen tragen die Tierkreis-Tafeln vor sich und blicken Richtung Sonne. Irgendwo dazwischen hängt die Erde (Globus-Bleistiftspitzer) an einer Schnur. Sie kann so rund um die Sonne bewegt werden. Ein Pflöckchen zwischen Sonne und Sternbild Zwillinge markiert die Stellung der Erde für den 1. Januar.

Folgende Anleitung kann nun den Besuchern gegeben werden:

- Trage die kleine Erde an der Schnur, bringe sie an die Stelle «1. Januar».
- Bewege die Erde auf einer Bahn rund um die Sonne (von oben gesehen im Gegenuhrzeigersinn).
- Wie lange braucht die Erde für einen ganzen Umlauf?
- Wo steht die Erde am 1. Juni?
- Wo steht die Erde am 1. März, wo am 1. September?
- Welche Sternbilder kann man von der Erde aus an diesen Daten jeweils sehen?

Dabei ist folgendes zu bedenken: Die Sternbilder «hinter der Sonne» (von der Erde aus betrachtet) stehen am Tag am Himmel; diese sind also nicht zu sehen! Blickt man von der Sonne weg, schaut man in den Nachthimmel!

Um «sein Sternbild» zu sehen, bewegt man die Erde an einen Ort, wo das Sternbild der Sonne gegenüber steht. In welchem Monat ist die Erde ungefähr an diesem Platz? Die Besucher sehen, dass das Sternbild in der Nacht am Himmel steht!

Hier kann auch gezeigt werden, dass im Laufe der Monate von



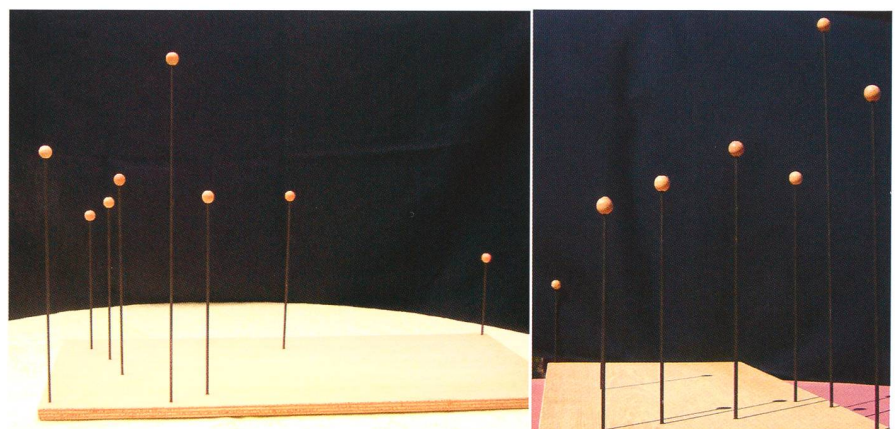
Abbildung 2: Rund um die Sonne (roter Ball) sind die Tierkreis-Sternbilder verteilt. Mit der beweglichen Erde kann die Situation für die verschiedenen Jahreszeiten gezeigt werden. Das Modell erklärt auch, weshalb im Winter nicht dieselben Sterne zu sehen sind wie im Sommer. (Bild: Thomas Laager)

«links her» (von Osten her) immer neue Sternbilder auftauchen und andere im Westen verschwinden. Der Winterhimmel sieht ganz anders aus als der Sommerhimmel!

## Was sind eigentlich Sternbilder?

Es sind zunächst Bilder, die sich der Mensch beim Betrachten auffälliger Sternkonstellationen ausgedacht hat. Es scheint, als ob «benachbarte Sterne auf der Himmelskugel» diese Figuren bilden würden.

Wenn man sich nun vergegenwärtigt, dass die Sterne auch «nach hinten und vorne» (also in die Tiefe) verteilt sind wird es problematisch mit dem «benachbart sein».



Abbildungen 3 und 4: In einem Sperrholzbrett stecken Stäbe, die oben eine Kugel tragen. Diese zeigen die räumliche Verteilung der hellen Sterne eines zunächst unbekanntes Sternbildes. Dem Betrachter hat man verraten, wo im Modell unsere Sonne wäre. Schaut man von diesem Ort her (Bild rechts), erscheint das vertraute Bild des Himmelswagens. Das «Reiterchen» Alcor steht weit hinter Mizar, oberhalb diesem knapp sichtbar. (Bilder: Erich Laager)

Die beiden nachfolgend vorgestellten Modelle dienen beide demselben Zweck: Mit ihnen wird gezeigt, dass das vertraute Sternbild dem Betrachter nur dann erscheint, wenn er am richtigen Ort im Weltall beobachtet.

■ a) Kugelmodell auf Brett zum «Himmelswagen». Holzkugeln auf Stäben zeigen die räumlich richtige Verteilung der Sterne.

Dem Betrachter ist es kaum möglich, zu erraten, um welches Sternbild es sich handelt (Abbildung 3).

Man müsste zumindest wissen, wo sich die Sonne befindet. Erst wenn wir diese zusätzlich aufstellen und genau von dort her schauen, erblicken wir das vertraute Sternbild (Abbildungen 4). Wer erkennt es? Als Hilfe gebe ich die Karten von 4 verschiedene Sternbilder zur Auswahl oder – für gute Beobachter – den Himmelswagen in 4 ähnlichen Varianten, von denen eine die richtige ist.

Das Modell gibt auch eine «Vorstellung» davon, wie weit voneinander entfernt Sterne etwa sind. 1 Lichtjahr misst im Modell nur 1 cm; die Entfernung Erde-Sonne winzige 0.00016 mm.

■ b) Modell im Freien zum Sternbild Pegasus. Holzstäbe tragen gelbe Papierscheiben, welche die richtigen Orte der Pegasus-Sterne markieren (Abbildung 5). Platzbedarf 180 x 660 cm, höchste Stange 240 cm, 1 Lichtjahr misst 2 cm.

Die Durchmesser der «Sterne» (gelbe Kreisscheiben) sind im Modell proportional





Abbildungen 5, 6 und 7: Auf dem Rasen stecken Stangen, die gelbe Scheiben tragen. Diese zeigen die räumliche Verteilung der hellen Sterne des Sternbildes Pegasus. Im Vordergrund drei Stäbe mit Draht-Ösen zum Durchschauen. (Abb. 5). Besucher beim Test des räumlichen Sternbild-Modells. Welches ist der Ort, von dem aus die Pegasus-Sterne das richtige Bild ergeben? (Abb. 6). Beim Blick durch die richtige Drahtschleife erkennt man leicht den Pegasus, das «Quadrat» mit dem Dreieck oben rechts. Obschon die «Sterne» ungleich weit weg sind, erscheinen alle gleich gross. (Abb. 7). (Bilder: Erich Laager & Max Stöckli)

zur Distanz gewählt. So sieht der Betrachter eine einheitliche Sterngrösse, was den «Sternbildeffekt» verstärkt. Es stehen drei Draht-Ösen an 3 Stäben zum Durchblicken zur Auswahl (Abbildung 6). Von welcher aus sieht man den Pegasus so wie auf der Sternkarte? An dieser Stelle wäre unsere Sonne. Von anderen Orten im Universum aus ergeben dieselben Sterne ein anderes Sternbild! Abbildung 7 zeigt das Sternbild vom richtigen Standort aus gesehen.

Meine (versteckte) Absicht: Zeigen, dass Sternbilder optische Erscheinungen sind, die vom Beobachtungsort abhängen und die keinen stärkeren materiellen Zusammenhang haben als irgendwelche andere Sterne in der Umgebung. Und vielleicht dämmert dann auch die Einsicht dass eigentlich der Steinbock nicht nur besonders leidenschaftliche Männer um sich scharen kann...

## Der Rucksack-Planetenweg

Als Alternative zu den vielen fest aufgebauten Planetenwegen (gemäss Google deren 18 in der Schweiz) hat CHRISTOPH SCHWENGLER vor Jahren den transportablen Planetenweg erfunden und ihn als Dozent für Fachdidaktik der Naturwissenschaften den angehenden Sekundarlehrkräften zugänglich gemacht. (Abbildung 8). SCHWENGLER war als Gast bei uns, als am Freitagnachmittag eine kleine Gruppe die Wanderung bis zum Saturn unter die Füsse nahm. Mit Schritten wurden die Distanzen abgemessen und am richtigen Ort



Abbildung 8: Die Sonne des Planetenwegs, Durchmesser 140 cm. So aufgehängt kann sie auch «von Mars aus» noch gesehen und beurteilt werden. Links CHRISTOPH SCHWENGLER, der Erfinder des Rucksack-Planetenwegs, rechts zwei Wanderer mit dem Kleinen und Grossen Hund. (Bild: Erich Laager)

jeweils der Modell-Planet und eine Foto dazu dem Rucksack entnommen und kurz kommentiert (Abbildung 9). Bis etwa zu den Kleinplaneten bekamen wir die aufgehängte

Sonne (gelbes Tuch auf schwarzem Grund) noch zu sehen. In Erd-distanz (150 m) erschien sie so gross wie die Sonne am Himmel, was wir durch Finsternisbrillen überprüften. Von hier aus konnten wir mit einem 3 mm - Kartonstreifen (Dicke des Modellmondes) eine «Sonnenfinsternis» erzeugen. Bei richtigem Abstand vom Auge (etwa 40 cm) deckt der Kartonstreifen die 150 m entfernte Sonne genau ab.

Dies funktioniert daher so gut, weil eben beim Planetenweg der Massstab 1 : 1 Milliarde sowohl für die Durchmesser der Himmelskörper als auch für deren gegenseitigen Abstände gilt.



Abbildung 9: Diese Planetenmodelle werden im Rucksack mitgenommen. Jupiter ist zwar etwas sehr phantasievoll – aber es war eben der einzige Ball mit 14 cm Durchmesser, den ich damals gefunden habe. (Bild: Erich Laager)

Bei Saturn brachte CHRISTOPH SCHWENGLER einen eindrücklichen Vergleich: Wenn man den Saturnring als 20 cm grosse Papierscheibe ausschneidet, dann ist er im Verhältnis 100 mal zu dick. (Abbildung 10). Auf der Wanderung waren noch zwei Hunde dabei (Canis Maior und Canis Minor). Allerdings müsste man bis zum Hundstern Sirius im Modell noch 80'000 km weiter wandern.



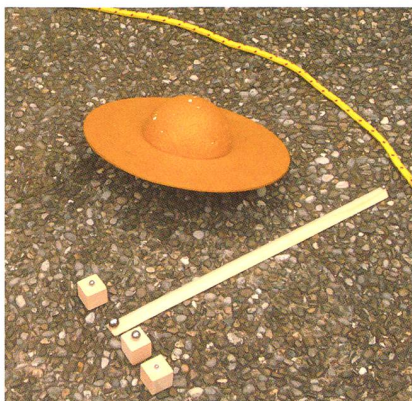


Abbildung 10: Der Rucksack enthält ein gelbes Seil, das zu einem Kreis ausgelegt werden kann. Dies ist die einfachere Variante zur Sonnen-Darstellung. Im Kreis aufgestellt sind die festen Planeten und der Mond in richtiger Distanz zur Erde (auf der Holz-Leiste). Der Saturnring würde diese Strecke zu einem grossen Teil belegen, die Mondbahn um die Erde hätte in der Sonne bequem Platz! (Bild: Erich Laager)

### Wie funktioniert ein Fernrohr?

Ich habe die Objektive ausrangierter Projektoren mit einer Holzfasung versehen und so eine behelfsmässige «optische Bank» gebastelt:

- Folienprojektor-Linse mit 20 cm Brennweite (als Fernrohr-Objektiv)
- Diaprojektor-Objektiv mit 85 mm Brennweite (als Fernrohr-Okular)

1. Schritt: Mit der grossen Linse bilde ich den Ausblick durch ein Fenster oder eine Lampe auf einen weissen Karton ab. Das Bild steht auf dem Kopf (Abbildung 11).

2. Schritt: Wenn der Karton entfernt wird, steht das (reelle) Bild immer noch da, allerdings zunächst unsichtbar im Raum. Wir können nun dieses Bild «mit einer Lupe betrachten». Dazu dient das Okular, welches wir so weit verschieben müssen, bis wir die Landschaft deutlich, vergössert und verkehrt sehen (Abbildung 12).

3. Schritt: Wir verwenden ein anderes Okular (50 mm-Objektiv aus einer alten Fotokamera). Das Bild erscheint grösser.

Wir erfahren: Je kürzer die Okular-Brennweite, desto stärker vergrössert das Fernrohr.

4. Schritt: Mit Hilfe eines konkaven Rasierspiegels (Brennweite etwa 70 cm) können wir ebenfalls ein reelles Bild auf dem Karton erzeugen.

Der weitere Ausbau des Modells zu einem Newton-Teleskop ist dann allerdings zu kompliziert. Da muss eine Zeichnung weiter helfen.

Der Verfasser erteilt gerne zusätzlich Auskünfte zu den Sternbildmodellen und zum Rucksack-Planetenweg.

### ■ Erich Laager

Schlüchtern 9  
CH-3150 Schwarzenburg

Abbildung 11 und 12: Eine Sammellinse (das Fernrohr-Objektiv) erzeugt auf einem weissen Karton das umgekehrte Bild eines Fensters. Nach Entfernen des Kartons bleibt dieses reelle Zwischenbild im Raum erhalten. Mit dem Okular betrachtet man das Zwischenbild von hinten her wie mit einer Lupe. Wir sehen ein virtuelles Bild. (Bilder: Erich Laager)



## 20 Jahre Schulsternwarte Schwarzenburg

Am 29. Oktober 2011 wollten wir mit einem vielfältigen Angebot nicht nur feiern und Rückschau halten, sondern auch astronomische Einsichten vermitteln. Bei etwa 130 Besuchern – darunter viele Kinder – durften wir feststellen, dass sich der grosse Vorbereitungsaufwand gelohnt hat. Dr. HEINZ STRÜBIN hatte seinerzeit als Präsident der SAG der Einweihung beigewohnt. Er richtete einige Dankesworte an uns Betreuer der Sternwarte: «*Es braucht engagierte Leute, nur so ist es möglich die Amateur-Astronomie am Leben zu erhalten*».

Dank des recht guten Wetters konnte am Nachmittag die Sonne beobachtet werden. Die vorüberziehenden Wolken am Abend gaben zeitweise den Blick frei auf Jupiter und weitere Objekte.

Eine Bereicherung war die Beobachtung mit dem 14 Zoll-Mead LX200, welches RUEDI LÖFFEL aus Sissach speziell für uns hergebracht und aufgestellt hatte.

Die Besucher konnten zudem zwei virtuelle Ausflüge buchen: Eine Reise ins Planetensystem (mit Simulationsprogramm «Stellarium») und eine Reise ins Weltall von der Sonne bis «an den Rand

des Universums» (Kommentierte Bilder mit Powerpoint).

Grosses Interesse fanden die Modelle und die selber erstellten Poster im Schulpavillon und im Freien. Vier astronomische Fachleute von auswärts unterstützten uns beim Erklären der vielfältigen Exponate. Wir öffnen die Sternwarte auf Wunsch für Schulklassen, Gruppen, Familien, Einzelpersonen. Unser bescheidenes Demonstratoren-Team (5 Frauen und Männer) arbeitet ehrenamtlich.

Wir besitzen einen 30 cm-Newton Reflektor und einen 10 cm Vixen-Refraktor. Zudem stehen uns vielfältige Powerpoint-Präsentationen und verschiedene Modelle zur Verfügung. (ela)

### Internet

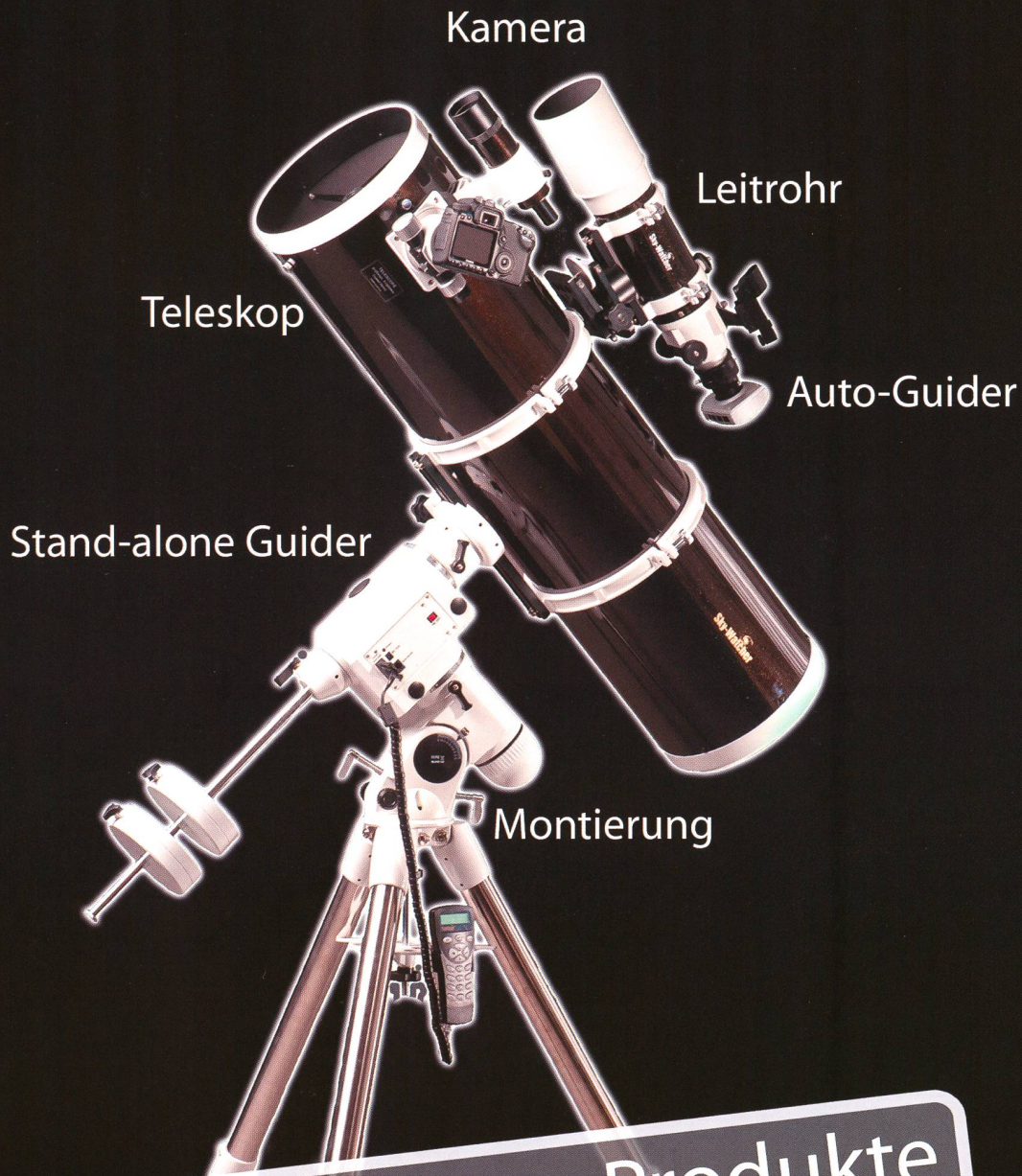
■ [www.schwarzenburg/bildung/sternwarte](http://www.schwarzenburg/bildung/sternwarte)





# Astro-Fotografie

Wir haben was Sie dazu brauchen!



Jetzt Celestron Produkte  
mit Währungsausgleich!