

Den Blick in den Himmel mit der Kamera festhalten

Astrofotografie – ein außerunterrichtliches Projekt in der Oberstufe

Zielsetzung

Der Themenbereich der Astronomie und die dazugehörige Fotografie wecken das Interesse von Schülerinnen und Schülern, nicht nur der Physikurse [2]. Da dennoch für die Astrofotografie kaum Lerngelegenheiten existieren, wurde ein Schulprojekt mit geeigneter Aufnahmetechnik für reale Bedingungen (z.B. Lichtverschmutzung in Ballungsräumen) geplant und durchgeführt. Die Teilnehmenden sollen die Möglichkeit haben eigene Fotomotive auszuwählen und die aufgenommenen Bilddaten mit Hilfe von Stacking und Bildkalibrierung auszuwerten. Materialien und Abläufe wurden so konzipiert, dass eine Durchführung des Projekts auch an anderen Schulen möglich ist. Hinsichtlich des benötigten Equipments ist eine digitale Kamera mit Stativ notwendig, nicht jedoch zwangsläufig ein Teleskop.

Ausstattung der Schule:

- Teleskop mit motorgesteuerter azimutaler Montierung inkl. passendem Adapter für eine digitale Vollformatkamera
- Digitale Vollformatkamera (58 Megapixel), Objektiv mit 50 mm Brennweite (max. Blendenöffnung von 1,8), Teleobjektiv mit 70 – 200 mm Brennweite (max. Blendenöffnung von 2,8)
- PC mit Bildbearbeitungsprogrammen (Lightroom, Photoshop und Deep Sky Stacker (kostenfrei))

Teilnehmende Schülerinnen und Schüler:

Die Schülergewinnung für die Durchführung des Projekts erfolgte durch eine Abfrage nach interessierten Schülerinnen und Schülern aus der Oberstufe. Dadurch hat sich eine Gruppe von sieben Schülerinnen und Schülern zusammengefunden, die in ihre Leistungskurse und Interessen verschiedene Schwerpunkte haben. Lediglich eine Person hat Physik als Leistungskurs belegt, einige hatten Physik als Fach bereits abgewählt. Zwei der Teilnehmenden hatten Kunst als Leistungskurs belegt.

Beobachtungsstandort:

Der Pausenhof der Schule wurde als Beobachtungsstandort verwendet. Dieser befindet sich in einer Großstadt (Hanau) mit vergleichsweise hoher Lichtverschmutzung ([1]) lightpollutionmap.info). Zu beachten sind hierbei mögliche Sichteinschränkungen durch hohe Gebäude. Alternativ bieten sich Standorte im ländlicheren Umfeld an, die weniger lichtverschmutzt sind.



Durchführung

Modul 1: Einführung in die Astronomie

- Themen:**
- Die Geschichte der Astronomie
 - Astronomie im Alltag
 - Was beeinflusst die Sicht in den Himmel?
- Material:**
- Präsentation inkl. Video
 - Arbeitsblätter
 - PC/Smartphone
 - Deep Sky Reiseführer (Buch)

- Lernziele:**
- Die Schülerinnen und Schüler sollen...
- alltägliche Zusammenhänge zur Astronomie benennen bzw. sich gegenseitig schildern können.
 - beeinflussende Faktoren für die Sicht in den Himmel benennen bzw. sich gegenseitig schildern können.
 - einen Überblick über die historische Beschäftigung mit astronomischen Themen wiedergeben können.
 - für die Planung von Beobachtungsabenden nützliche Werkzeuge kennen und anwenden können.
 - Überlegungen zu eigenen fotografischen Zielen anstellen.

Modul 3: Beobachtungsabend

- Themen:**
- Orientierung am Nachthimmel
 - Aufbau des Equipments
 - Aufnahme der Bildserien
 - Beobachtungen durchs Okular
- Material:**
- Werkzeuge zur Bestimmung der Sicht (Wetterbericht/ Mondphasenkalender etc.)
 - Kamera, Teleskop, Stativ
 - Sternkarte (analog/digital)

- Lernziele:**
- Die Schülerinnen und Schüler sollen...
- sich mit Hilfe der kennengelernten Werkzeuge am Himmel orientieren können.
 - das Teleskop (im Dunkeln) aufbauen und bedienen können.
 - eigenständig Fotografien von Himmelsobjekten anfertigen können.

Modul 5: Präsentation der Ergebnisse

- Themen:**
- Einblick in professionelle Astrofotografie mit Reflexion des eigenen Vorgehens
 - Auswertung von Messdaten/Fotos vom Hubble-Teleskop
 - Präsentation eigener Bilderergebnisse
 - Rückmeldungen zum Projekt
- Material:**
- Präsentation inkl. Video
 - PC mit Internetzugang
 - Fotoabzüge von eigenen Aufnahmen oder digitale Präsentationsmöglichkeit

- Lernziele:**
- Die Schülerinnen und Schüler sollen...
- Vergleiche über die eigene Vorgehensweise bei der Aufnahme von Astrofotografien mit dem in einer Dokumentation gezeigten Vorgehen von Astrophysikern anstellen können.
 - die Einfärbung von Schwarzweiß-Fotos von Weltraumteleskopen und die dabei geltenden Vorschriften wiedergeben können.
 - eine Betrachtung und Bewertung des eigenen Vorgehens unter Bezugnahme der (selbst gesetzten) Ziele bei der Projektdurchführung anstellen.
 - unter Bezugnahme auf die gemachten Beobachtungen eine konstruktive Rückmeldung zum Projekt abgeben können.

Einführung in die Astronomie

Aufnahmetechnik & Planung eines Beobachtungsabends

Beobachtungsabend

Auswertung der Bilddaten

Präsentation der Ergebnisse

Modul 2: Aufnahmetechnik & Planung eines Beobachtungsabends

- Themen:**
- Einstellung der Kamera
 - Auf- und Abbau des Teleskops
 - Testaufnahmen (bei Tag)
- Material:**
- Arbeitsblatt zur Aufnahmetechnik
 - Kamera
 - Teleskop

- Lernziele:**
- Die Schülerinnen und Schüler sollen...
- Kameraeinstellungen vornehmen können.
 - Regeln zur Bestimmung von Kameraeinstellungen (Abhängigkeit der max. Belichtungszeit von der Brennweite, etc.) kennen und anwenden können.
 - begründen können, welchen Nutzen die Aufnahme von Serienfotos in Form von „Lightframes“, „Darkframes“, etc. hat.
 - das Teleskop (im Hellen) aufbauen und bedienen können sowie die Kamera an das Teleskop montieren können.

Modul 4: Auswertung der Bilddaten

- Themen:**
- Einführung in die Bildbearbeitung
 - Möglichkeiten der Verrechnung von Fotos (z.B. Stacking)
 - Bildkalibrierung mit Deep Sky Stacker
 - Weitere Bildbearbeitung (z.B. in Photoshop)
- Material:**
- Arbeitsblatt zur Auswertung der Bilddaten
 - PC mit Software
 - Optional: Drucker mit Fotopapier

- Lernziele:**
- Die Schülerinnen und Schüler sollen...
- die Vor- und Nachteile verschiedener möglicher Kombinationsmethoden nennen können.
 - unter Verwendung einer zur Verfügung gestellten Anleitung (Arbeitsblatt) eine Bildkalibrierung in der Software „Deep Sky Stacker“ (oder vergleichbare) vornehmen können.
 - Eine Bilddatei in der Software „Photoshop“ (oder vergleichbare) bearbeiten, zuschneiden und exportieren können.

Erwartungen der Schülerinnen und Schüler [1]:

„coole Fotos“
„Jeder hatte die Chance bekommen, ein Foto zu machen, welches in guter Qualität als Ausdruck mitgenommen werden kann“

Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler [1]:

„Insgesamt sehr gut gelungenes Projekt“
„Jeder hatte die Chance bekommen, Dinge selbst auszuprobieren“
„Tolles Projekt“
„Die Theorie war interessanter als erwartet, komplizierte Inhalte wurden so komprimiert und teilweise bildlich erklärt, sodass auch diese versanden werden konnten.“
„Es war mega! Hat Spaß gemacht“
„Ich war sehr positiv überrascht über die Nachbearbeitung der Bilder. Es hat Spaß gemacht und war schön durchs Stacking ein Klares Bild zu errechnen“
„Hat sehr viel Spaß gemacht“

Einblick in die Praxis: die Aufnahmen für die Bildkalibrierung [1]

- Um möglichst viele Bildinformationen auch von lichtschwachen Objekten erhalten zu können, werden lange Belichtungszeiten bei der Aufnahme benötigt.
- **Problem:** Belichtungszeit ist begrenzt durch Erdrotation, Brennweite des Objektivs, Größe und Auflösung des Kamerasensors
 - Zusätzliches Problem: temperaturabhängiges Bildrauschen des Kamerasensors
- **Lösung:** Aufnahme von Serien verschiedener Bildtypen, die miteinander am PC verrechnet werden (Lightframes, Darkframes, Biasframes, Flatframes)
 - Thermisches Rauschen wird isoliert aufgenommen und von Bilddaten „abgezogen“
 - Unerwünschte Objekte (Flugzeuge) können herausgerechnet werden
 - Evtl. Vignettierung (Randabschattung) des Objektivs/Teleskops können reduziert werden
- **Abschließend:**
 - Herausarbeiten der gewünschten Bildinformationen aus der Gesamtmenge der aufgenommenen und verrechneten Bilddaten



Aufnahme von Bilddaten (Modul 3)



Präsentation der Bilderergebnisse (Modul 5)

Ergebnisse



Orionnebel



Sternbild Orion



Mond

Fazit

Das für die Durchführung des Projekts in Schule entwickelte Material wurde von den Schülerinnen und Schülern positiv bewertet, wengleich der Umfang als teilweise zu groß empfunden wurde. Inhaltlich konnte jedoch das für die Planung von Himmelsbeobachtungen, deren Durchführung und Aufnahme mit der Kamera sowie die anschließende Auswertung benötigte Wissen vermittelt werden.

Bei der Durchführung von Himmelsbeobachtungen und der Fotografie von Himmelsmotiven konnte auf ein

schuleigenes Teleskop und eine Kamera zurückgegriffen werden. Das Teleskop war jedoch nicht zwingend erforderlich, um selbst Fotografien von weit entfernten und dunklen Objekten anfertigen zu können. Hierfür genügt ein Teleobjektiv, welches günstiger ist als ein Teleskop. Die für die Auswertung benötigte Software ist kostenlos, bzw. sind auch kostenlose Alternativen vorhanden.

→ **Ein Teleskop wird nicht zwingen benötigt**

Es hat sich gezeigt, dass Himmelsbeobachtungen und Astrofotografien selbst in lichtverschmutzten Städten durchgeführt bzw. erstellt werden können. Somit kann

der Pausenhof einer Schule bereits ein guter Standort für erste Beobachtungen sein.

→ **Auch in Städten mit Lichtverschmutzung kann Astrofotografie betrieben werden**

Als besonders lohnenswertes Element des Projekts haben sich die fertigen Bilderergebnisse der Schülerinnen und Schüler erwiesen, die diese sogar als Fotoausdruck auf Fotopapier mit nach Hause nehmen konnten. Sie konnten dadurch ihr zuvor erlangtes Wissen in der Vorbereitung und Planung der Astrofotografie nutzen um selbst zu einem Ergebnis zu gelangen, das sie als fertiges Produkt in den Händen halten konnten. Hierbei hatten sie die

Möglichkeit eigene ästhetische Vorstellungen bei der Bildbearbeitung umzusetzen. Das erlangte Wissen hatte dadurch eine praktische Bedeutung für eine konkrete Anwendung erhalten.

Das Projekt „Astrofotografie“ hat auch Schülerinnen und Schüler mit geringem physikalischem Interesse zur Teilnahme und Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen bzw. physikalischen Themen motiviert.

→ **Teilnehmende mit geringem physikalischem Interesse haben sich für das Projekt interessiert**

Auszug aus dem Bericht eines teilnehmenden Schülers:

In dem Projekt zur Astrofotografie hatten interessierte Schüler*innen die Möglichkeit sich mit der Fotografie des Himmels zu beschäftigen. Das Ziel der Gruppe stand von Anfang an fest: Am Ende wollten alle Teilnehmer*innen ihr eigenes Foto von einem selbst gewählten Objekt am Himmel anfertigen. Bevor wir mit dem Fotografieren beginnen konnten, war es zunächst wichtig, dass wir entscheidendes Hintergrundwissen erlernen, dessen große Bedeutung uns später noch deutlich werden sollte. [...] Danach ging es gezielt um den theoretischen Hintergrund der Fotografie des Himmels, da es einiges zu beachten gab, bevor es nach draußen gehen konnte. Dabei handelte es sich z.B. um die Frage, welcher Tag geeignet ist um bestimmte Objekte überhaupt sehen zu können und welchen Einfluss Himmelskörper auf andere haben. Dort haben wir gelernt, dass viele Objekte bei Vollmond gar nicht sichtbar sind, da dieser sehr hell scheint. Auch über Dämmerungsphasen oder Lichtbrechung der Atmosphäre mussten wir uns im Voraus informieren. [...]

angeeignet, sodass wir später in der Lage waren diese auch selbst zu bedienen. In diesem Teil des Projekts haben wir zudem gelernt, dass es nicht damit getan ist ein einzelnes Foto aufzunehmen, welches direkt zu einem guten Ergebnis führt. Auch hier haben wir verschiedene Methoden der Aufnahme und Nachbearbeitung kennengelernt, ohne die wir später nicht zu gelungenen Fotografien gekommen wären. Auch wenn wir in der theoretischen Vorarbeit viel Neues und komplexe Inhalte gelernt haben, war das immer ein weiterer Schritt hin zu unserem Ziel, weshalb wir auch daran immer Spaß hatten. [...] Zum Abschluss des Projekts haben wir uns dann nochmal alle zusammengesprochen und uns gegenseitig unsere Ergebnisse vorgestellt. Wir alle hatten gute Ergebnisse erzielt und waren sehr zufrieden mit unseren eigenen Fotografien, aber auch der Vielfalt in denen der Anderen. Insgesamt haben wir alle etwas mitgenommen und im Austausch hat es allen viel Spaß gemacht an so einem ausgefallenen Projekt teilzunehmen, welches es so zum ersten Mal an unserer Schule gab.



Der Bericht ist in voller Länge hier abrufbar: <https://karl-rehbein-gymnasium.de/2023/04/20/astrofotografie/>

KONTAKT

Curtis Elpelt [mailto:curtis-elpelt.de]
Prof. Dr. Friederike Korneck [korneck@em.uni-frankfurt.de]

Goethe-Universität Frankfurt
Institut für Didaktik der Physik
Max-von-Laue-Str. 1
60438 Frankfurt am Main

REFERENZEN

- [1] Elpelt, C. (2023). Den Blick in den Himmel mit der Kamera festhalten – Astrofotografie als außerunterrichtliches Projekt. Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien im Fach Physik. Frankfurt am Main: Goethe-Universität.
[2] Pössel, M. (2015). Studien zum Interesse von Schüler/innen an Astronomie. <https://scilogs.spektrum.de/relativ-einfach/studien-zum-interesse-von-schuelerinnen-an-astronomie/>.