Didaktik der Physik
Frühjahrstagung Regensburg 2007

Skyscanner: Schülerinnen und Schüler bauen Internet - Steuerung für Sternwarte
Einsatz im Unterricht und in Schülerprojekten

Hans-Otto Carmesin*

* Gymnasium Athenaeum Stade, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade
Fachbereich 1, Institut für Physik, Universität Bremen, 28334 Bremen

Kurzfassung
Die Schulsternwarte das Gymnasiums Athenaeum wurde für die zeitweise über 60 Schülerinnen und Schüler der Astronomie-AG viel zu klein. Daher entwickelten und bauten Teams der Jugend forscht AG und ein Informatikkurs eine Steuerung der Sternwarte, die Mitglieder der Astronomie-AG von ihrem Heim-PC aus nutzen können. Ich berichte über das Projekt sowie Anwendungen im Physikunterricht.

1. Einleitung

Unsere Schulsternwarte war bei Schülerinnen und Schülern sehr beliebt und dadurch oft zu klein. So entstand im Jahr 2004 die Idee, die Sternwarte über das Internet steuerbar zu machen. Bereits vorhanden war eine manuell drehbare GFK – Leichtbaukuppel mit 2 m Durchmesser, ein Reflektor vom Typ Celestron C8, die Montierung Gemini 40, die Astrokamera ST – 7E von SBIG, ein PC und ein DSL-Anschluss der Schule.

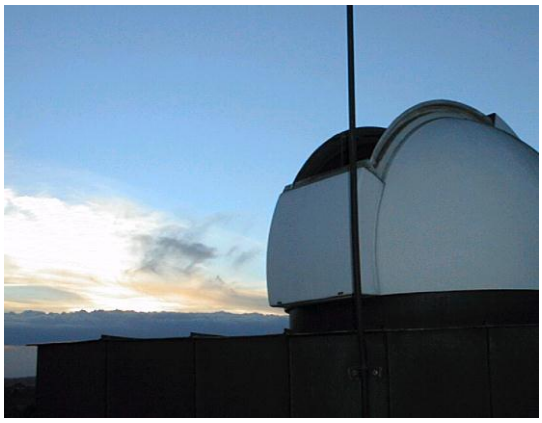

Abb.1: Kuppel der Schulsternwarte des Athenaeums in Stade im Jahr 1999.

Erkundigungen zeigten sofort, dass ein Ausbau durch eine Firma viel zu teuer wäre. So entschieden wir uns für den viel interessanteren Weg, die Sternwarte gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern entsprechend weiter zu entwickeln. Für dieses Projekt und die resultierende Anlage wählten wir den Namen SKYSCANNER, der auch unseren Internet – Auftritt www.skyscanner.de kennzeichnet.

2. Konzept

Als nächstes wurde ein technisches und didaktisches Konzept aufgestellt. Mit diesem erhielten wir die nötige finanzielle Unterstützung durch Sponsoren und konnten somit loslegen. Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung von: Deutsche Physikalische Gesellschaft, Airbus Deutschland, DOW Deutschland, ALLES GUTE STIFTUNG Stade, und EON.

Zunächst musste die Kuppel motorisiert werden. Hierfür gewannen wir die Landmaschinenfirma Peter Wahlen aus der Region. Sie baute uns einen Hydraulikantrieb zum Öffnen und Schließen sowie zum Drehen der Kuppel. Ferner fertigte sie eine elektrisch angetriebene Tauklappe für das Teleskop (s. Abb. 2). Diese Komponenten werden über Magnetventile und Relais mit maximal 24 V angesteuert. Daher konnten alle übrigen Komponenten gefahrlos von Schülerinnen und Schülern entwickelt, gebaut und getestet werden.

Soll eine Beobachtungssitzung gestartet werden, so prüft zunächst ein für Hackerangriffe unerreichbarer Mikrocomputer, ob das gefahrlos möglich ist. Dazu stellt er mit Hilfe eines Regen- und eines Windsensors die Wetterlage fest und entscheidet anhand der Uhrzeit und des Datums, ob die Sonne bereits untergegangen ist. Bei günstigen Bedingungen meldet er dem PC grünes Licht und öffnet Kuppel und Tauklappe. Während der Sitzung kontrolliert er permanent die Aktivität des Beobachters sowie die Wetterlage und schließt nötigenfalls die Anlage.

Will ein Schüler beobachten, so meldet er sich via Internet beim Sternwarten – PC über das Programm „Remotedesktopverbindung“ an und gibt sein Passwort ein. Nach dem Öffnen schaltet er die Kamera ein und sieht das „Athekreuz“ auf einem Giebel unseres Schulgebäudes, den Ausgangspunkt der Beobachtung. Nun gibt er die anzufahrenden äquatorialen Koordinaten ein. Der PC prüft, ob diese aktuell überhaupt erreichbar sind, berechnet gegebenenfalls eine geeignete Route und fährt das Teleskop in die Zielrichtung. Das anvisierte Himmelsobjekt bleibt aufgrund der laufenden Nachführung permanent im Bild, so dass der Nutzer in Ruhe Fotos ma-

chen oder Langzeitbelichtungen erstellen kann. Auch kann er jederzeit fokussieren, die Kamera kühlen oder weitere Ziele ansteuern.
Im Hintergrund erfasst dabei der PC laufend die Signale der Schrittmotoren des Teleskops, errechnet die aktuelle Teleskopposition nach dem Prinzip der Koppelnavigation, berücksichtigt mögliche sich akkumulierende Ungenauigkeiten, beachtet die aktuelle Sternzeit sowie die Refraktion der Atmosphäre, vermeidet denkbare Kollisionen mit der Säule, dreht die Kuppel mit und bestimmt auch die Kuppelposition durch Mitkoppeln aller Bewegungen.

Das didaktische Konzept umfasst sieben Schwerpunkte:

- Entwickeln grundlegender Algorithmen in einem Informatikkurs der Klassenstufe 12
- Entwickeln von Sensoren und Elektronik durch Jugend forscht – Gruppen
- Fertigstellen und Testen der Anlage durch ein Kernteam
- Nutzen der Anlage durch die Astronomie – Arbeitsgemeinschaft
- Einsetzen der Anlage im Physik – und Mathematikunterricht [1-5]
- Verwenden und Weiterentwickeln der Anlage in Schülerprojekten (derzeit entwickeln Schüler eine autonome Bildverbeitung)
- Anregung ähnlicher Projekte in anderen Schulsternwarten und Internetkontakte mit anderen Schülern

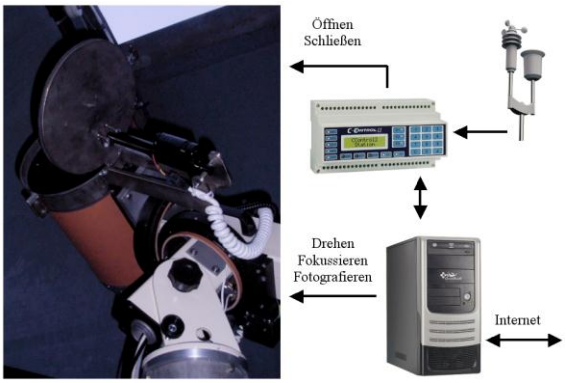

Abb.2: Links: Teleskop mit geöffneter Tauklappe und Kuppel sowie Nachführung Gemini 40. Oben: Mikrocomputer mit Wettersensoren. Unten: Sternwarten – PC mit Internetverbindung.

3. Durchführung

Zur Positionsbestimmung der Kuppel bauten die Achtklässler Dennis Jeschke, Andre Kilimann und Pascal Stauss ein auf Strichmarkierung und Reflexlichtschranken basierendes Abtastsystem, das trotz der etwas unregelmäßig laufenden Kuppel zuverlässig funktioniert. Die drei gewannen so den Landeswettbewerb Schüler experimentieren 2005. Raphael Errani baute als Siebtklässler einen Winkelencoder und erhielt beim Regionalwettbewerb Schüler experimentieren 2003 den ersten Preis. Zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit bauten die Neunt- und Zehntklässler Raphael Errani und Tom Heiden ein Venturirohr, das ohne bewegliche Teile auch bei Frost die Windgeschwindigkeit feststellt. Die beiden gewannen hiermit den zweiten Preis im Regionalwettbewerb Jugend forscht 2005. Gleichzeitig entwickelte mein Informatikkurs 12 Programme zur Steuerung von Modelleisenbahnen, Kuppeln und Teleskopen. Hauptsächlich aus diesem Kurs kristallisierte sich eine Gruppe von sieben Schülerinnen und Schülern heraus, die einen Teil ihrer Herbstferien 2005 der Weiterentwicklung des Skyscanners widmeten (s. Abb. 3).

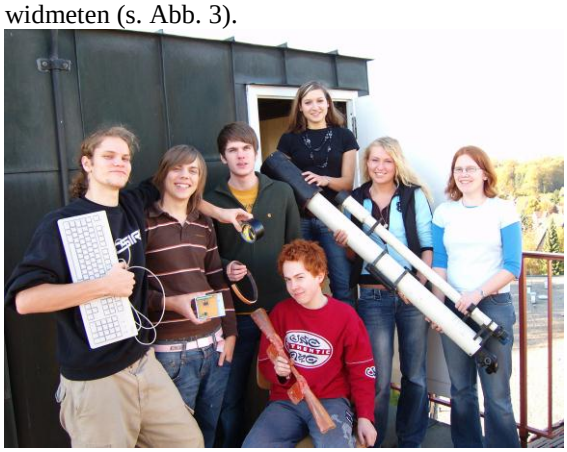

Abb. 3: In den Herbstferien 2005 arbeiten (stehend von links) Jan - Georg Rosenboom, Benjamin Lührs, Christian Martens, Svea Gemkow, Monika Kobilinsky, Annika Mertens und (sitzend) Raphael Errani am Skyscanner.

Anschließend wurde der Probebetrieb des Skyscanners an einem öffentlichen Astroabend am 25.11.2005 aufgenommen. Danach beseitigte das sogenannte Kernteam bestehend aus Benjamin Lührs, Jan-Georg Rosenboom und Christian Martens noch viele Schwachstellen und erstellte dabei die meisten heute verwendeten Softwaremodule sowie einige optimierte Sensoren. In den Jahren 2006 und 2007 wurde ein Autofokussystem entwickelt. Dieses stellt den Grundstein für die autonome Sternwarte dar, welche unsere Schülerinnen und Schüler gerade entwickeln. Mit dieser kann man dann auch in der Nacht vor einer Klausur Himmelsobjekte fotografieren und trotzdem morgens ausgeschlafen eine Topnote erzielen.

4. Ergebnisse

Seit November 2005 nutzen Schülerinnen und Schüler ab Klassenstufe 5 den Skyscanner, liefern dabei viele Anregungen für Verbesserungen und tragen so zu einem robusten bedienerfreundlichen System bei. Am 14.7.2006 führte unsere Schule einen 24 – stündigen Lernmarathon zugunsten einer Schule in Farakala, Mali, durch. In diesem Rahmen konnten viele Gäste mit dem Skyscanner vom PC – Raum aus eigenständig beobachten. Inzwischen wurden mit dem Skyscanner erfolgreich Monde, Planeten sowie Nebel fotografiert (s. z.B. Abb. 4) und photometrische sowie spektroskopische Messungen durchge-

führt. Auch wurde der Skyscanner bei einer einwöchigen Herbstakademie im Oktober 2007 von Schülerinnen und Schülern genutzt.

Abb. 4: Diese Aufnahme des Hantelnebels M27 machten Benjamin Lührs und Jan – Georg Rosenboom für ihre besondere Lernleistung, die im Abitur angerechnet wird, mit dem Skyscanner.

5. Preise

Nachdem während der Entwicklung des Skyscanners Schüler bereits zwei Preise gewannen (s. o.), wurde ein erster Preis beim Regionalwettbewerb Jugend forscht 2007, ein Sonderpreis für Elektronik, Energie und Informationstechnologie beim Landeswettbewerb Jugend forscht 2007 sowie der Sonderpreis Physik des bundesweiten FOCUS – Wettbewerbs 2006 (s. Abb. 5) gewonnen. Auch wurde der Skyscanner zum 10 – jährigen Jubiläum der Aktion „Schulen ans Netz“ nach Berlin eingeladen. Ferner fahren wir als Teil der deutschen Delegation zum Wissenschaftsfestival „Science on Stage 2007“ nach Grenoble.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Motiviert durch viele Mitglieder der Astronomie Arbeitsgemeinschaft, die nicht mehr in der Sternwarte Platz hatten, machten wir unser Hauptteleskop den Schülerinnen und Schülern per Internet verfügbar. Hierzu wurden die Komponenten von Schülerinnen und Schülern selbst entwickelt: Sensorik, Teile der Motorik, Elektronik, Teile der Elektrik, Software, Sicherheitssysteme, astrophysikalische Navigationssysteme, Autofokussystem, autonome Bildauswertung. Dadurch verbindet das Projekt die Fächer Physik, Mathematik, Informatik, Technik und Astronomie. Auch konnten Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 7 bis 13 gemeinsam ein System erstellen, das in Zukunft allen Schülerinnen und Schülern der Schule zur Verfügung steht.

Es gibt eine Vielzahl erprobter Unterrichtseinheiten [1-5], bei denen die Schülerinnen und Schüler vom Heim-PC aus selber Fotos machen und anschließend im Unterricht anhand der eigenen Fotos zentrale physikalische oder mathematische Gesetzmäßigkeiten entdecken können. Darüber hinaus wird der Skyscanner in der Astronomie AG, bei Facharbeiten, der Herbstakademie (Forschungsprojektwoche in den Herbstferien für über 50 Schülerinnen und Schüler) und bei Jugend forscht Projekten eingesetzt.

Weiter kann der Skyscanner zur Quantenkryptographie verwendet werden: Die Nachricht wird durch die Polarisation von Photonen verschlüsselt, welche beispielsweise über einen Spiegel an einem Satelliten zum Skyscanner gesendet werden. Dieser sendet zur Kontrolle einige Signale über einen öffentlichen Kanal an den Absender zurück. Da beim unerlaubten Abhören die Wechselwirkung die Polarisation beeinflusst, weiß man, ob abgehört wurde oder nicht.

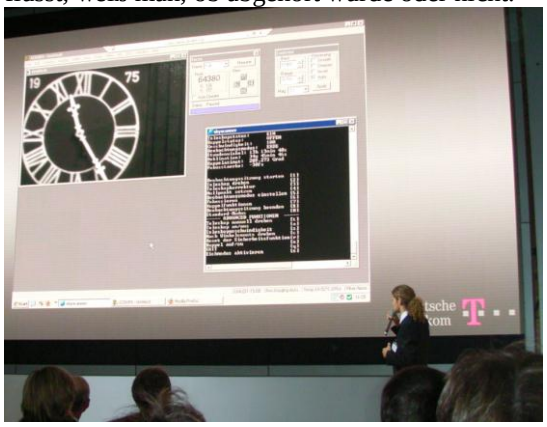

Abb. 5: Am 27.9.06 um 11:24 Uhr konnten in Berlin zahlreiche Vertreter aus Politik und Wirtschaft sowie die Gäste der Preisverleihung des bundesweiten FOCUS – Wettbewerbs „Schule macht Zukunft“ an einer Großleinwand live miterleben, wie Benjamin Lührs via Internet das Teleskop der Sternwarte des Athenaeums auf die Kirchturmuhr St. Cosmae schwenkte. Unterdessen erläuterte Jan – Georg Rosenboom den „Skyscanner“.

7. Literatur

[1] Carmesin, Hans-Otto: Urknallmechanik im Unterricht. In: Tagungs-CD Fachdidaktik Physik, 2002, Deutsche Physikalische Gesellschaft. ISBN 3-936427-11-9.

[2] Carmesin, Hans-Otto: Himmelsmechanik im Unterricht. In: Tagungs-CD Fachdidaktik Physik, 2002, Deutsche Physikalische Gesellschaft. ISBN 3-936427-11-9.

[3] Carmesin, Hans-Otto: Erlebte Relativitätstheorie. In: Tagungs-CD Fachdidaktik Physik, 2003, Deutsche Physikalische Gesellschaft. ISBN 3-936427-71-2.

[4] Carmesin, Hans-Otto: Sternmodelle, In: Tagungs-CD Fachdidaktik Physik, 2004, Deutsche Physikalische Gesellschaft. ISBN 3-86541-066-9.

[5] Carmesin, Hans-Otto: Entdeckungen im Physikunterricht durch Beobachtungen des Himmels, In: Tagungs-CD Fachdidaktik Physik, 2006, Deutsche Physikalische Gesellschaft. ISBN – 978-386541-190-7.

Carmesin, Hans-Otto: Skyscanner: Schülerinnen und Schüler bauen Internet-Steuerung für

eine Schulsternwarte – Einsatz im Unterricht und in Schülerprojekten, In: Nordmeier, Volker; Oberländer, Arne; Grötzebauch, H. (Hrsg.): Tagungs-CD Fachdidaktik Physik, 2007. ISBN 978-3-86541-255-3.