

Botschaften im Sternlicht

Sternhelligkeiten und ihre Bestimmung

ein Projekt für die Oberstufe / obere Mittelstufe
Lehrgangsnummer: 824587

Sternhelligkeiten und ihre Bestimmung

- **Einordnung ins Curriculum:**
 - Sinnesorgane, Logarithmus, Helligkeit (Licht)
 - objektiv/subjektiv
 - Messung und Mittelung
 - Arbeit mit Diagrammen
- **Fächerverknüpfungen** wichtig:
 - Bio, Ma, Ph, Info, ...
- **Projektcharakter / hoher Grad an Eigenaktivität:**
 - Helligkeitsbestimmung von Sternen nur mit dem Auge
- **Fortführung möglich:**
 - Einstieg in Photometrie, selbsttätige Weiterführung von Beobachtungen



Mittwoch, 1. Oktober 2008:

Anreise bis 08.45 Uhr

09.15 Uhr	Begrüßung
09.30 Uhr	Programmvorstellung
09.45 Uhr	Gruppenpuzzle: Mit den Sinnesorganen messen
11.30 Uhr	Teilnehmerbeiträge: Vorstellung der Ergebnisse im Plenum
12.00 Uhr	Vortrag: Die astronomische Helligkeitsskala
14.00 Uhr	Vortrag mit Übung: Die Argelandersche Stufenschätzmethode
16.00 Uhr	Workshop: Argelandersche Stufenschätzung
20.00 Uhr	Himmelsbeobachtungen mit dem Fernglas: Veränderliche Objekte am Sternenhimmel

Donnerstag, 2. Oktober 2008:

08.45 Uhr	Vortrag: Veränderliche Sterne/Auswertung der Lichtkurven
09.30 Uhr	Workshop: Fertigstellung/Auswertung der Lichtkurven
11.30 Uhr	Teilnehmerbeiträge: Vorstellung der Workshopergebnisse
14.00 Uhr	Vortrag: Das Unterrichtsprojekt „Der Pulsationsveränderliche R Cas“
14.30 Uhr	Workshop: Projektplanung
16.00 Uhr	Teilnehmerbeiträge: Vorstellung der Workshopergebnisse
16.45 Uhr	Abschlussdiskussion

Essenszeiten

Frühstück:	07.30 – 09.00 Uhr
Mittagessen:	12.30 Uhr
Kaffee und Kuchen:	15.00 – 16.00 Uhr im Restaurant
Abendessen:	18:30 Uhr

MITTWOCH

Gruppenpuzzle/Workshop: Mit den Sinnesorganen messen

(9.45 -12.00 Uhr)

Mit den Sinnesorganen messen (*Gruppenpuzzle*)

Einfache Versuche zur Sinneswahrnehmung (Sehen, Hören, Tasten, Wärme empfinden) ermöglichen interdisziplinäres Arbeiten und interessante Selbsterfahrungen der Schüler.

Außerdem kann der Logarithmus „entdeckt“ werden.

In vier Gruppen werden Versuche zur Sinnesempfindung (Tasten, Schmecken, Hören, Sehen) gemacht. Die Beziehung zwischen Reiz und Wahrnehmung gilt es jeweils herzustellen.

Gruppenpuzzle/Workshop: Mit den Sinnesorganen messen



"Die fünf Sinne"
(Hans Makart; 1840 - 1884)
(Das Gefühl * Das Gehör *
Das Gesicht * Der Geruch *
Der Geschmack)

Bildquelle: zentrales Medienarchiv
[Wikimedia Commons](#)

Gruppenpuzzle/Workshop: Mit den Sinnesorganen messen

(9.45 -12.00 Uhr)

Bildung von Stammgruppen mit je 4 Mitgliedern,
jedes Gruppenmitglied wird Experte zu einem der folgenden Themen:

- I Tastsinn
- II Geschmackssinn
- III Hörsinn
- IV Sehsinn



Erarbeitung von Wissen zu den 4 verschiedenen Themen in 4 Expertengruppen
→ 60 min

Weitergabe des erworbenen Wissens in den Stammgruppen
→ 30 min

Vorbereitung einer Kurzpräsentation (5 min) in den Expertengruppen
→ 15 min

Kurzpräsentationen der Expertengruppen
→ 30 min

ARBEITSBLÄTTER



Gruppenpuzzle „Mit den Sinnesorganen messen“ - Aufgaben

Gruppe 1: Kraftlinien/Tactusa

Der Physiologe Ernst Heinrich Weber (1795-1878) stellte 1834 bei Untersuchungen des Tactusa fest, dass der gerade nach vertikaler Gewichtsverteilung ΔG vom Ausgangspunkt G abhängt und dass die Relation $\Delta G/G$ nahezu konstant bleibt.

Diese Feststellung ist nachvollziehbar. Der Versuch könnte z. B. so gerichtet werden, dass die Hand der Arm eines Probanden konstant mit Testmassen belastet wird, welche der Proband über nicht sehen oder etwas darf. Sie könnte z. B. den Arm in einer großen Karussell, dessen offene Seite dem Versuchsbereich zugänglich ist. Die nach oben wachsende flache Hand des Probanden wird mit mehr und mehr Bögen Papier (auch mit Heften, Büchern, ...) belastet. Es wird schrittweise so viel Masse zugegeben, bis der Proband die Empfindung hat, dass sich das Gewicht um Vergleich zum gerade veränderten Gewicht verdoppelt hat. Im Bereich größerer Gewichte, könnte der Proband (unter der Kartonscheibe) einen Eisener haben, dessen Gewicht bekannt vergrößert wird. Führen sie einen Versuch zu Sinne der Untersuchungen des Physiologen Ernst Heinrich Weber durch. Beschreiben sie kurz die Vorgänge. Die Ergebnisse sind in einer Tabelle festzuhalten und in einem Diagramm zu veranschaulichen. Notieren sie, was ihnen beim Versuch noch auffällt.

Zur Verfügung stehen: Waage(n), Eisen-, Versuchsrahmen

Zusatzfrage:

Für die logarithmische („apazische“) Arbeitweise der Sinnesorgane lassen sich verschiedene Alltagsanalogien finden (Analogie nach H. Minkhoff). Suchen sie nach logarithmischen Abhängungen, die im Alltag vorkommen und beschreiben sie diese. Machen sie dabei deutlich, wann der Verort dieser Teilgattung besteht.

Gruppenpuzzle „Mit den Sinnesorganen messen“ - Aufgaben

Gruppe 2: Geschmackssinn

Die Sinnesorgane funktionieren teilweise so, dass eine automatische Anpassung ihrer Empfindlichkeit an den jeweiligen Messbereich stattfindet. Dies soll im Folgenden für den Geschmackssinn untersucht werden.

Der Versuch könnte z. B. für die Geschmackssinnung selbst durchgeführt werden. Der Versuchsbereich könnte so gestaltet werden, dass ein Proband Salzwasser zum Schmecken bekommt („Ausgangsgeschmack“) und dann sofort eine weitere Probe mit einem etwas anderen Salzgehalt. Der Proband soll einschätzen, wann er einen doppelt so umrittenen Salzgeschmack empfindet. Bis zum Erreichen dieses Verdopplung ist jeweils wieder der Ausgangsgeschmack „zurückzusetzen“, sodass der Mund nur reinen Leitungswasser ausprobiert wurde. Es empfiehlt sich, den Versuch aufgrund zu großem Salzkonsums nicht durchzuführen.

Führen sie den Versuch durch und beschreiben sie kurz die Vorgänge. Die zur Verfügung stehenden 15 Trichterbecher sind zunächst mit Salzwasser mit (unser) zunehmender Konzentration zu füllen. Es sollte bei einer sehr geringen Konzentration begonnen werden. Die Versuchsergebnisse sind tabellarisch und graphisch festzuhalten.

Zur Verfügung stehen: Feinsiebe, 15 Trichterbecher, Salz, 1 Wassereimer, 21 Leitungswasser

Zusatzfrage:

Für die logarithmische („apazische“) Arbeitweise der Sinnesorgane lassen sich verschiedene Alltagsanalogien finden (Analogie nach H. Minkhoff). Suchen sie nach logarithmischen Abhängungen, die im Alltag vorkommen und beschreiben sie diese. Machen sie dabei deutlich, wann der Verort dieser Teilgattung besteht.

Gruppenpuzzle „Mit den Sinnesorganen messen“ - Aufgaben

Gruppe 3: Hörsinn

Die Sinnesorgane funktionieren teilweise so, dass eine automatische Anpassung ihrer Empfindlichkeit an den jeweiligen Messbereich stattfindet. Dies soll im Folgenden für den Hörsinn untersucht werden.

Zur Verfügung stehen Hörbeispiele in den 2 Audiokanälen „Stimme“ und „Stimme“ mit einem Sinussignal und in den 2 Audiokanälen „RosaRauschen“ und „RosaRauschen“ mit einem Rauschsignal (Rosa Rauschen). Bei den Hörbeispielen wird das gegebene Signal jeweils in mehreren Stufen leiser. Die stufenweise Lautstärkeabnahme der Signale bis hin zu Null hin (die Lautstärke entspricht der physikalischen mittleren Stärke des Schalls, z. B. als Schallstärke) erfolgt jeweils in zwei verschiedenen Modi. Die Anzahl der Stufen ist für beide Modi jedoch gleich. Es ist zu untersuchen, wie die Lautstärkeabnahme empfunden wird (die Veränderung der Lautheit). Wie viele Stufen lassen sich wahrnehmen? Bei Verwendung des Programms „Windows Media Player“ kann eine Visualisierung des Signals helfen (→ Akustik-Wiedergabe → Stereo- und Stereo → Stereo oder Graph). Was versteht man unter Rosa Rauschen?



Zur Verfügung stehen: Hörbeispiele 4 Audiokanäle („RosaRauschen“, „RosaRauschen“, „Stimme“, „Stimme“), Computer mit Akkustik, Windows Media Player

Zusatzfrage:

Für die logarithmische („apazische“) Arbeitweise der Sinnesorgane lassen sich verschiedene Alltagsanalogien finden (Analogie nach H. Minkhoff). Suchen sie nach logarithmischen Abhängungen, die im Alltag vorkommen und beschreiben sie diese. Machen sie dabei deutlich, wann der Verort dieser Teilgattung besteht.

Gruppenpuzzle „Mit den Sinnesorganen messen“ - Aufgaben

Gruppe 4: Sehsinn

Die Sinnesorgane funktionieren teilweise so, dass eine automatische Anpassung ihrer Empfindlichkeit an den jeweiligen Messbereich stattfindet. Dies soll im Folgenden für den Sehsinn untersucht werden. Dazu sollen zwei Versuche durchgeführt werden.

Beim ersten Versuch geht es um die Beurteilung der Raumhelligkeit, die durch einen durch verschiedene Blenden abgedeckten Overheadprojektor erzeugt. Ein Overheadprojektor eignet sich deshalb sehr gut, weil er eine relativ gleichmäßig ausgeleuchtete „Leuchtfäche“ besitzt. Die Größe dieser leuchtenden Fläche und damit die in dem Raum vorhandene Strahlungsintensität lässt sich durch verstellbare Blenden gut regulieren (siehe Abb. 1). Der Versuch sollte in einem völlig abgedunkelten Raum stattfinden. Der Beobachter sollte beim Versuch nur den Rücken zum Projektionsfächer zeigen, um nur die Helligkeit im Raum z. B. beim Blick an der Zimmerdecke wahrzunehmen. Führen sie den Versuch durch und beschreiben sie kurz die Vorgänge. Die Aufgabe besteht darin, den empfundenen Helligkeitsunterschied im Verhältnis zu verschiedenen Strahlungsintensitätsänderungen ΔI und des zugehörigen Strahlungsstroms zu beschreiben (siehe Beispiele in Abb. 1 gegeben).



Der zweite Versuch, die Lochblende (siehe Abb. 2), ermöglicht quantitative Aussagen zur Raumhelligkeit im Auge und damit liefert zur Festlegung zur astronomischen Helligkeitskala. Die Lochblende stellt im Prinzip eine Blende mit vielen kleinen gleichförmigen Öffnungen dar, die in Gruppen geordnet als „Lochreihen“ erscheinen. Jede Lochreihe stellt ein Modellsegment für einen Stern. Zwei Reihen zu je vier Lochreihen repräsentieren zwei verschiedene Zwerche im Strahlungsstrom. Beim zentralen Zwerch (mittleren Reihe) findet sich die Lochreihe, begrenzt bei einem Loch jeweils um 21, so dass die vordere Lochreihe um 64 Löchern besteht. Beim gegenüberlichen Zwerch (äußerer Reihe) findet sich die Lochreihe jeweils um den Faktor von, wieder begrenzt bei einem Loch und endet mit 64 Löchern. Der Betrachter der Lochblende wird vor die Aufgabe gestellt, zu beurteilen, welche der dargestellten Helligkeitsabstufungen als gleichmäßig abgeordnet werden. Welche Schlussfolgerung kann auf den Zusammenhang zwischen Helligkeitsänderung (Empfindung) und Änderung des Strahlungsstroms (Real) gezogen werden?

Zur Verfügung stehen: Overheadprojektor, Papptafeln, Lochplatte

Zusatzfrage:

Für die logarithmische („apazische“) Arbeitweise der Sinnesorgane lassen sich verschiedene Alltagsanalogien finden (Analogie nach H. Minkhoff). Suchen sie nach logarithmischen Abhängungen, die im Alltag vorkommen und beschreiben sie diese. Machen sie dabei deutlich, wann der Verort dieser Teilgattung besteht.

Die astronomische Helligkeitsskala

(12.00 -12.30 Uhr)

Die astronomische Helligkeitsskala

Die Größenklassenskala der Astronomie beruht auf der speziellen Art und Weise der Verarbeitung von physikalischen Reizen in den Sinnesorganen. Diese funktionieren so, dass eine automatische Anpassung ihrer Empfindlichkeit an den jeweiligen Messbereich stattfindet.

Nach einigen allgemeinen und umrahmenden Bemerkungen zur astronomischen Helligkeitsskala wird im Vortrag aufgezeigt, wie die Augeneindrücke an die Messungen angeschlossen werden, d. h. wie der bekannte Zusammenhang zustande kommt.

$$m_1 - m_2 = -2,5 \cdot (\log S_1 - \log S_2)$$

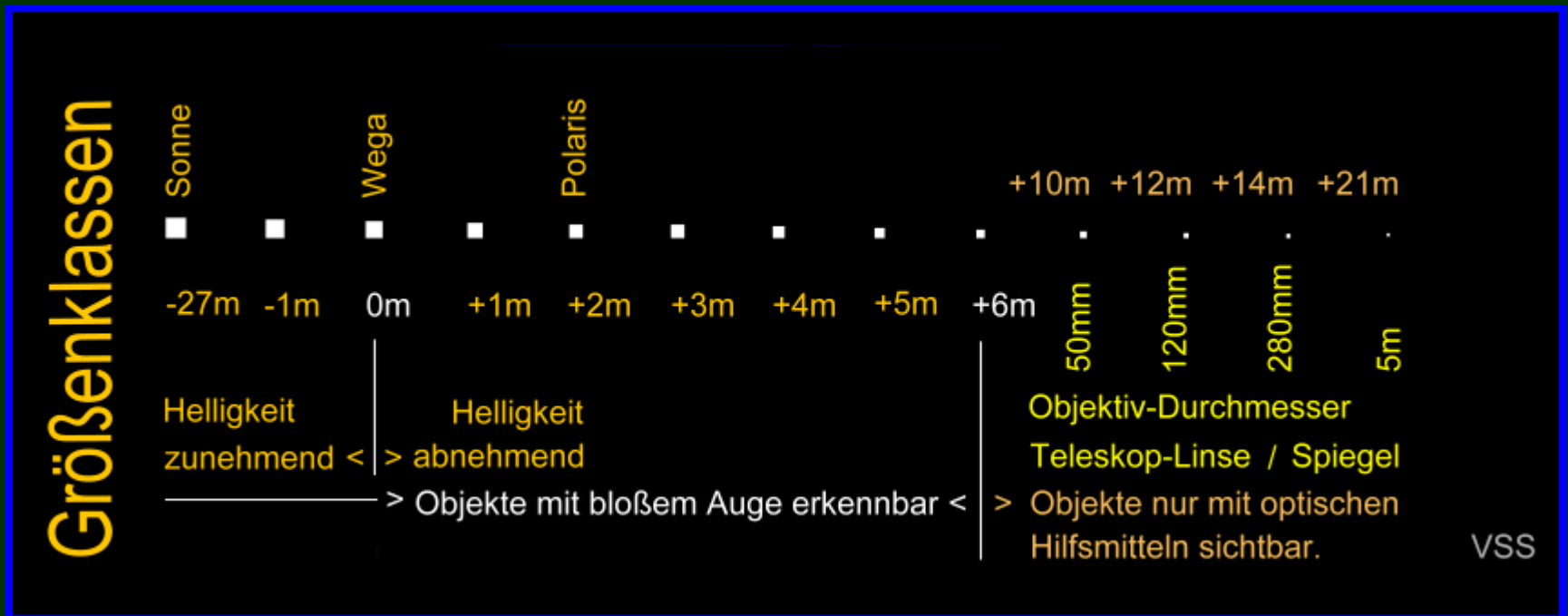


Die astronomische Helligkeitsskala

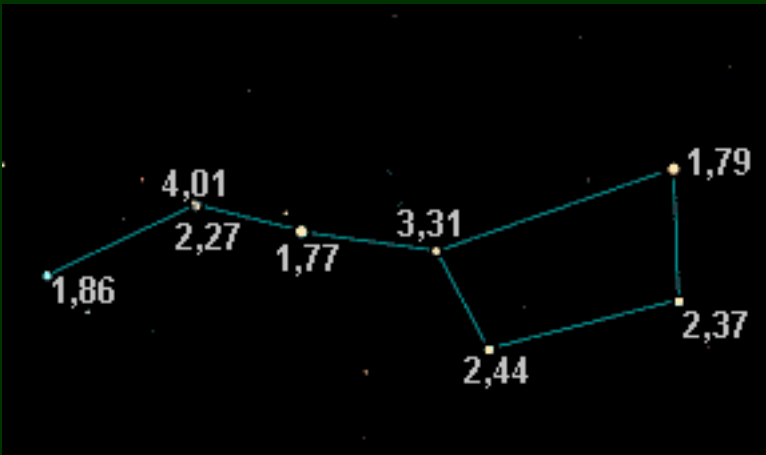
Bildquelle: Wally Pacholka (Astropics.com)

Die astronomische Helligkeitsskala

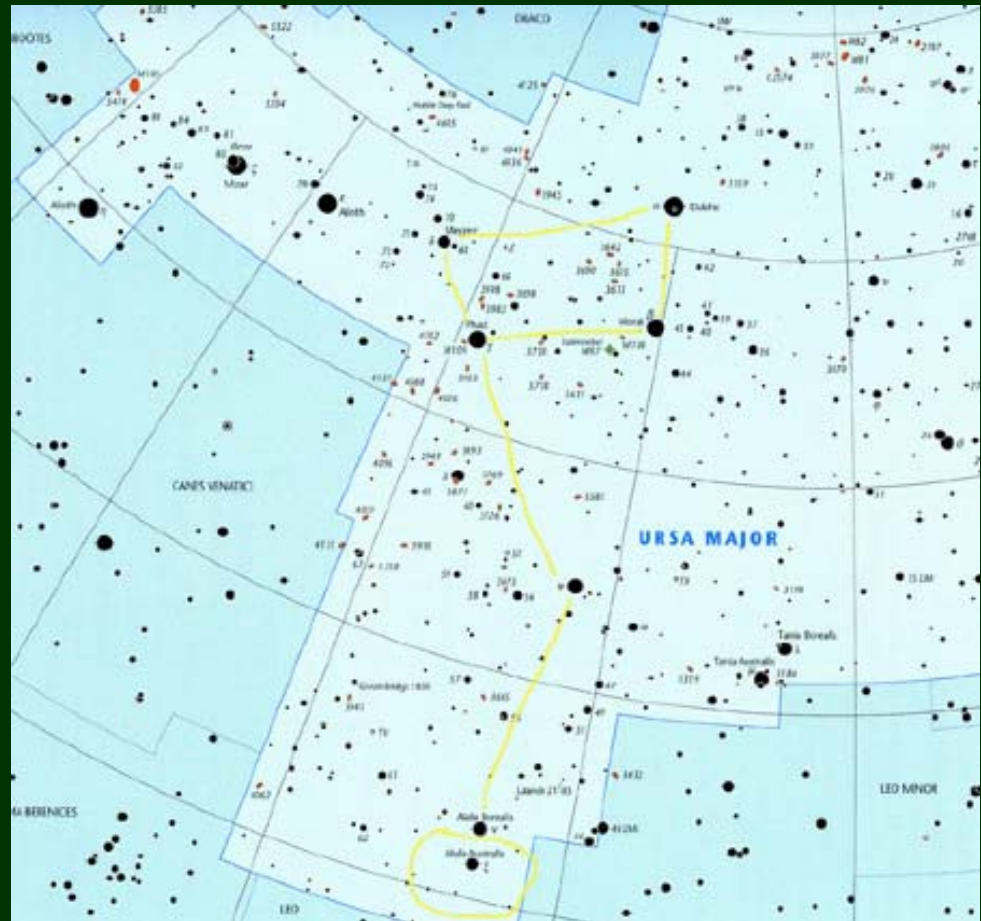
- Scheinbare Helligkeit **m** (Empfindungsgröße)
- Hipparch (2. Jh. v. Chr.): alle mit bloßem Auge sichtbaren Sterne (**Δm** auffallend), Skala von 1^m bis 6^m (15 Sterne mit 1^m, 150 Sterne mit 3^m)



Die astronomische Helligkeitsskala



- Scheinbare Helligkeiten in Sternkarten



Die astronomische Helligkeitsskala

- Woher?



$$m_1 - m_2 = -2,5 \cdot (\log S_1 - \log S_2)$$

Absoluter
Empfindungs-
unterschied

Relativer
Reiz-
unterschied

$$dm \propto \frac{dS}{S} \quad \rightarrow \quad dm = c \cdot \frac{dS}{S}$$

$$m + m_0 = c \cdot \ln S + c_0 = c \cdot \ln S + c \cdot \ln S_0$$

$$m_1 - m_2 = c \cdot (\ln S_1 - \ln S_2) = c \cdot \ln \left(\frac{S_1}{S_2} \right) = c' \cdot \log \left(\frac{S_1}{S_2} \right)$$

$$c' = \frac{m_1 - m_2}{\log \left(\frac{S_1}{S_2} \right)} = \frac{-1}{\log 10^{0,4}} = -2,5$$

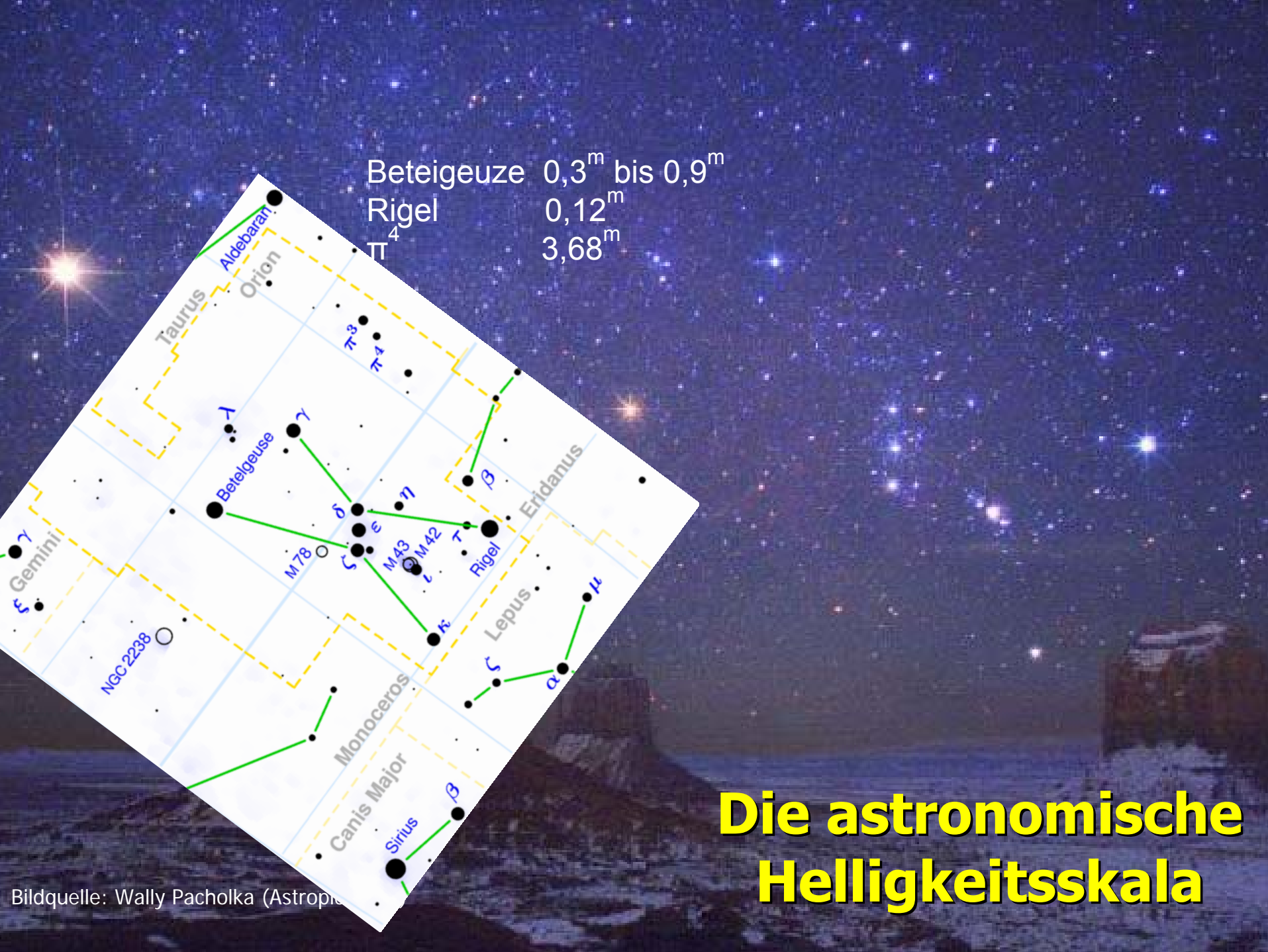
$$m_1 - m_2 = -2,5 \cdot \log \left(\frac{S_1}{S_2} \right)$$

Die astronomische Helligkeitsskala

Einige Zahlen

$$\Delta m \rightarrow S_1/S_2$$

1	$10^{0,4}$
2	$10^{0,8}$
5	10^2
10	10^4
15	10^6



Beteigeuze	0,3 ^m bis 0,9 ^m
Rigel	0,12 ^m
π^4	3,68 ^m

Die astronomische Helligkeitsskala

Die Argelandersche Stufenschätzmethode

(14.00 -16.00 Uhr, Kaffeepause: 15.30-16.00 Uhr)

Die Argelandersche Stufenschätzmethode *(Vortrag mit Übungsteil)*

Die Argelandersche Stufenschätzmethode ermöglicht die schnelle Ermittlung der Helligkeit eines Sterns allein mit Hilfe der Augen. Sie beruht auf dem visuellen Helligkeitsvergleich eines Sterns unbekannter Helligkeit (z. B. ein veränderlicher Stern) mit mindestens zwei Sternen bekannter und konstanter Helligkeit.

Die Argelandersche Stufenschätzmethode wird eingeführt und dann gleich anhand weiterer projizierter Sternfeldbilder in Zweiergruppen geübt. Das Ziel besteht in der beispielhaften Erstellung der Lichtkurve des Veränderlichen R Cas aus 23 Stufenschätzungen (Zeitraum: ca. 15 Monate). Es soll noch keine Interpretation des Ergebnisses vorgenommen werden. Die verwendeten Daten werden im folgenden Workshop durch viele neue Daten ergänzt.

Die Argelandersche Stufenschätzmethode

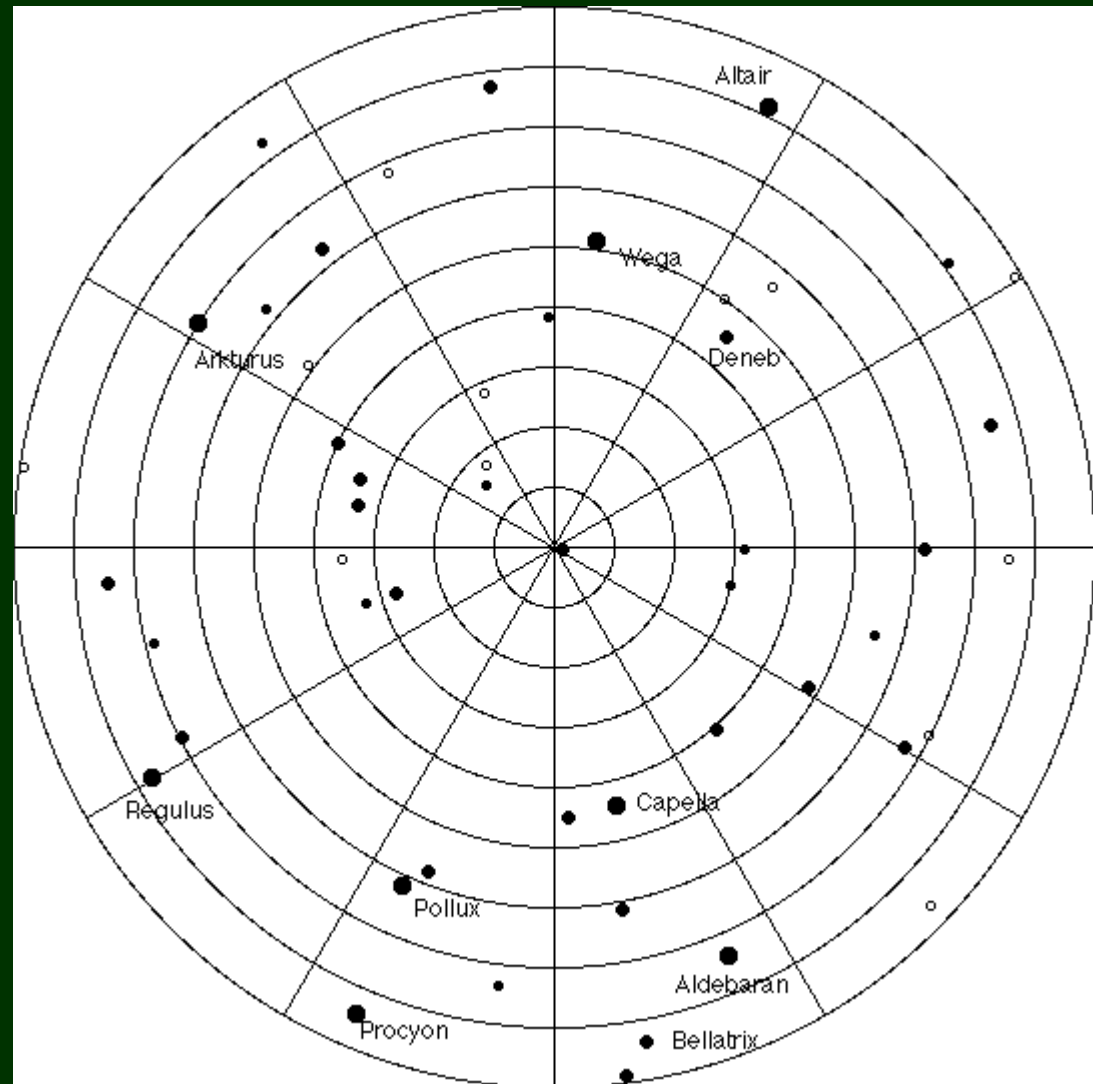
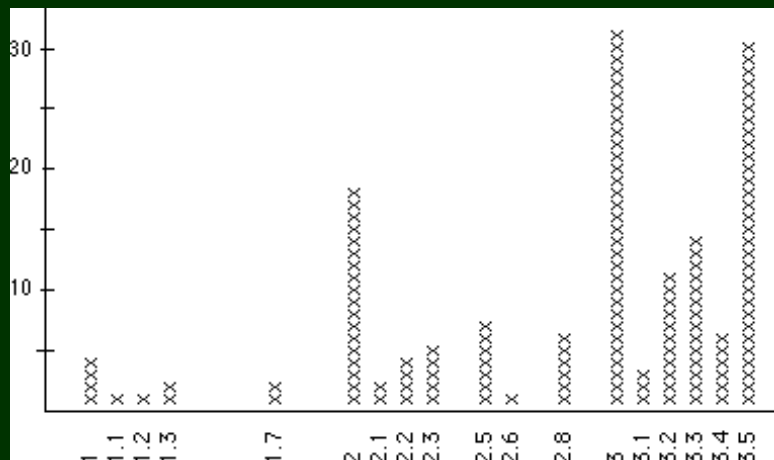
- Friedrich Wilhelm August Argelander (1799-1875)
- Bonner Durchmusterung
- außerdem noch:
Pickering'sche Bruchmethode



Die Argelandersche Stufenschätzmethode

Karte des nördlichen
Sternenhimmels nach den Daten
aus der Bonner Durchmusterung
($m < 3,5$)

- ≤ 1.5
- 1.6-2.0
- 2.1-2.5
- 2.6-3.0
- 3.1-3.5



Die Argelandersche Stufenschätzmethode

Jeder bekommt 3 Schriftstücke:

Argelandermethode



Argelander-Beispiel



Tabelle-Übung



Die Argelander'sche Stufen-schätzmethode

1. Einführungszugang

Die Argelander'sche Stufen-schätzmethode beruht auf dem visuellen Helligkeitsvergleich eines Sonnen selbststrahlenden Helligkeit (z. B. ein veränderlicher Stern) mit mindestens zwei Sternen bekannter und konstanter Helligkeit.

Die Vergleichssterne sind im Voraus festzulegen und in einer Umgebungsgröße einzuräumen, um das wiederholte Auffinden der Sonne zu erleichtern. Die veränderliche Stern wird mit dem Vergleichssterne der hellsten Helligkeit, welcher heller als V im Maximum seiner Helligkeit sein muss, wird durch den Beobachter A bezeichnet. Die schwächeren werden nach absteigender Helligkeit alphabetisch geordnet. Man ordnet jedem Helligkeitsunterschied eine Stufenzahl (z. B. zwischen B und A, siehe Tab. 1) durch den entsprechenden Helligkeitsunterschied (z. B. A = Stufen von A zu V), welche das vorgeschlagene Schema nicht miss:

A = V.

A < V. Nach mehrmaligem Vergleich erscheinen beide Sterne gleich hell, wenn man nicht ausschließt A, sondern A + V hellere.

A < V + V. Erscheinung ist mit dem ersten hell gleich hell, nach wiederholtem Vergleich von A zu A + V und mehrmaliger erscheint A, gerade eben etwas heller als A + V.

A < V + V. A erscheint nicht und unmerklich etwas heller als V.

A < V + V. A erscheint nicht und etwas heller als V.

A < V. A erscheint auffallend heller als V.

Tab. 1: Definition des Stufenwertes (z. B. bei Brause, R. Müller, B. Schöberle, J. Hämmerle/Beobachtungen im Sonnensystem, Johann Ambrosius Koenig, Leipzig, 1983, S. 229 - 236).

Für eine vollständige Schätzung lautet die Schema

A = V = B =

Dies bedeutet, dass A mit A und V und B mit A und V mit A und B mit A und B. An der Stelle der Sonne ist schon einmal erwähnt, dass es sich bei den Stufen um subjektive Werte handelt, die sich nicht mit zwei Beobachtern zu Beobachtern unterscheiden, sondern sich nicht mit zwei Beobachtern unterscheiden.

Beim zweiten Überblick und für die folgende Auswertung werden die ermittelten Werte vieler Beobachtungen in eine Tabelle eingetragen (siehe Tab. 2). In eine vollständige Tabelle müssen der Name des beobachteten Veränderlichen, der Zeitpunkt der Schätzung in Monaten und Bürgerlichem Datum (das islamische Datum ist eine fortlaufende Vorgehensweise und somit besser für die Auswertung der Daten geeignet), die Beobachtungszeitpunkte und weitere Spalten für die Auswertung der Schätzwerte vorgesehen werden. Die Anzahl der Spalten für die Bewertung der Beobachtungen mit einem Stufenwert ist durch die Anzahl ab, wobei bei einer größeren Amplitude noch Vergleichen benötigt werden, um eine mögliche genaue Schätzung zu gewährleisten.

Stunde	Islamisches Datum	Bürgerliches Datum	Schätzung (A < V < B) (B < V < C) (C < V < D) (D < V < E)	g = 1	g = 2	g = 3	g = 4	Konstanter Stern	Bürgerliches Datum

Tab. 2: Skizze der Tabelle zur Aufzeichnung der Ergebnisse einer Stufen-schätzung mit 1 Vergleichssterne (A = ...).

[illegible][illegible]

Die Schätzung erfolgt in gleicher Front anhand von projizierten Himmelsaufnahmen.

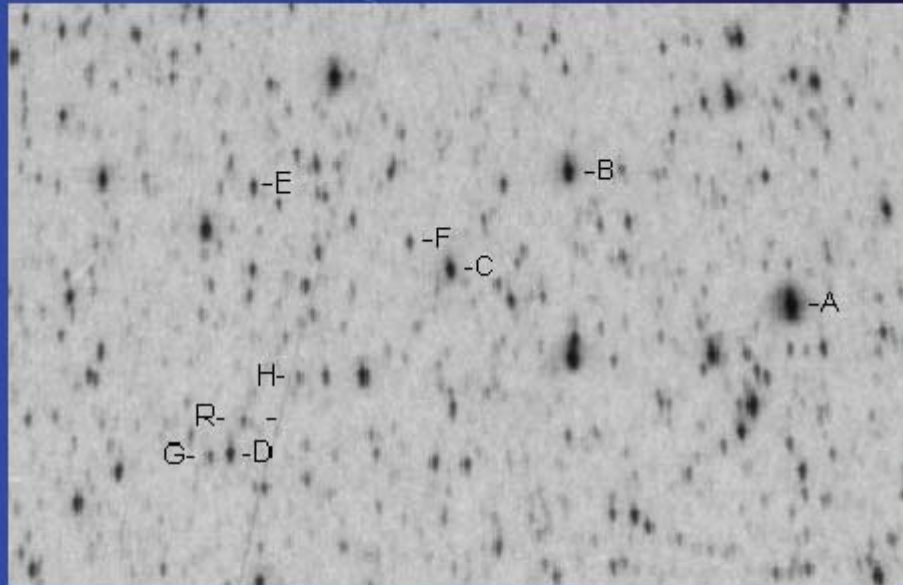
Veränderliche Sterne in der Schule

Lichtkurven selbst gemacht

oder

**Die Argelandersche
Stufenschätzmethode**

Über Stufen zum Himmel



R Cas

20.1.1966

JD=2439146,331

Gruppenfoto

Workshop (2 h 30 min)
Argelandersche Stufenschätzung von R Cas
(insgesamt ca. 5 h Zeit)
(16.00 -18.30 Uhr)

Argelandersche Stufenschätzung (*Arbeit in Zweiergruppen*)

Die zuvor erlernte Methode soll nun gleich zur Anwendung kommen. Dazu wird Datenbasis des bereits kennen gelernten Veränderlichen Sterns R Cas auf einen Beobachtungszeitraum von mehr als 5 Jahre erweitert (nun insgesamt 83 Schätzungen). Ziel ist die Durchführung aller möglichen Schätzungen und die Korrektur der Daten. Die Fertigstellung der Auswertung und die Erstellung der Lichtkurve von R Cas kann im folgenden Workshop erfolgen.

Argelandersche Stufenschätzung von R Cas (Workshop 2,5 h, Arbeit in Zweiergruppen)

Jede Gruppe bekommt 3 Schriftstücke und einen Datensatz von 83 Himmelsaufnahmen (Dateien oder Ausdrucke)

Plattenabelle

Tabelle

Vergleichssterne

Himmelsaufnahmen

Verwendete Fotografplatten des Sternefelds (Mitte: $\alpha^0/\delta^0=60^\circ$) mit dem Veränderlichen R Cas

Platte Nr.	Dati-Nr. in Sternwarte Sonberg	Julianisches Datum (JD) 245.....	Bürgerliches Datum (BD)	Platte Nr.	Dati-Nr. in Sternwarte Sonberg	Julianisches Datum (JD) 245.....	Bürgerliches Datum (BD)
1	300096	7654	08.11.1961	41	300221	8022531	05.10.1964
2	300096	7642	08.12.1961	42	300222	8075512	04.10.1964
3	300100	7609,288	04.01.1962	43	300224	8080477	11.10.1964
4	300100	7602	27.01.1962	44	300225	8097440	28.10.1964
5	300102	7606	31.01.1962	45	300227	8709415	09.11.1964
6	300105	7670	24.02.1962	46	300228	8730367	08.12.1964
7	300107	7683	06.08.1962	47	300229	8753270	23.12.1964
8	300109	7685	08.08.1962	48	300231	8816291	24.02.1965
9	300112	7692	25.08.1962	49	300234	8809312	29.03.1965
10	300117	7610	02.09.1962	50	300238	8883574	02.05.1965
11	300122	7634	26.09.1962	51	300239	8902217	21.05.1965
12	300127	7639	01.10.1962	52	300240	8910551	29.05.1965
13	300128	7648,589	02.10.1962	53	300241	8977554	04.08.1965
14	300131	7647,589	09.10.1962	54	300243	8988570	25.08.1965
15	300137	7664	26.10.1962	55	300245	9025489	19.09.1965
16	300139	7692	23.11.1962	56	300249	9026475	22.09.1965
17	300140	8001	02.12.1962	57	300255	9075568	03.10.1965
18	300142	8045	15.01.1963	58	300261	9055467	21.10.1965
19	300149	8086,288	25.02.1963	59	300267	9099438	25.10.1965
20	300151	8174	24.05.1963	60	300270	9087514	22.11.1965
21	300154	8226	15.07.1963	61	300276	9116311	20.01.1966
22	300158	8255	13.08.1963	62	300278	9206296	15.02.1966
23	300162	8286	13.09.1963	63	300283	9242576	26.04.1966
24	300169	8311,249	08.10.1963	64	300284	9265341	17.05.1966
25	300173	8325,424	22.10.1963	65	300285	9270539	26.05.1966
26	300176	8313,405	09.11.1963	66	300286	9286490	09.06.1966
27	300180	8372,362	09.12.1963	67	300287	9296512	23.06.1966
28	300183	8398,288	03.01.1964	68	300288	9317449	10.07.1966
29	300186	8423,313	18.01.1964	69	300291	9338311	24.07.1966
30	300190	8439,310	13.02.1964	70	300292	9350550	12.08.1966
31	300193	8458,281	03.03.1964	71	300296	9359449	21.08.1966
32	300196	8471,300	16.03.1964	72	300298	9379477	10.09.1966
33	300200	8522,529	16.04.1964	73	300300	9385471	16.09.1966
34	300203	8584,206	07.07.1964	74	300307	9406344	07.10.1966
35	300205	8611,234	05.08.1964	75	300308	9413236	14.10.1966
36	300207	8616,559	08.08.1964	76	300311	9436336	06.11.1966
37	300219	8636	28.08.1964	77	300313	9442490	12.11.1966
38	300213	8643	04.09.1964	78	300315	9503344	09.01.1967
39	300216	8653	14.09.1964	79	300316	9508447	17.01.1967
40	300219	8670,492	01.10.1964	80	300317	9522207	30.01.1967
				81	300319	9531209	09.02.1967
				82	300320	9533234	11.02.1967
				83	300324	9591501	13.04.1967

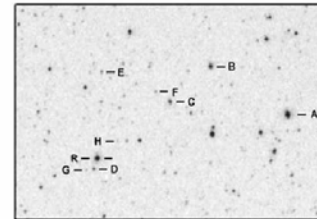
© dem Archiv der Sternwarte Sonberg, Sonberg Sky Patrol: www.spa.hi.thuenen.de/obs/obs/sonberg/obs.htm
Entwurf der Melodie: graue Feld (61-83), Gruppe 1: 1-20-jährig, Gruppe 2: 21-40-jährig, Gruppe 3: 41-60-jährig

R Cas - Ergebnisse der Stufenschätzung nach Argelander

Platte Nr.	JD	BD	Schleimung JA V V BD oder JA V V C oder C V V D oder D V V B oder B V V D oder F V V G oder D V V B oder	g ¹	b ¹	c ¹	d ¹	e ¹	f ¹	g ¹	Eingetragene Inhaltswerte	Digitale Inhaltswerte
1			JA V V BD									
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

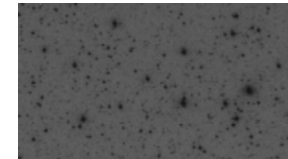
Vergleichsterne zur Helligkeitsbestimmung von R Cas

R Cas

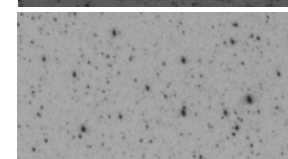


A 6.93
B 8.17
C 9.83
D 9.79
E 10.52
F 11.11
G 11.61
H 12.10

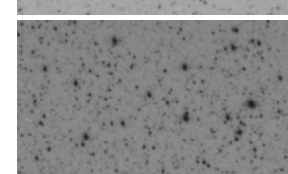
Helligkeiten der
Vergleichssterne
im photographischen
Spektralbereich
Mpg in mag



Platte 1
(300096)
JD=2437614



Platte 2
(300100)
JD=2437642

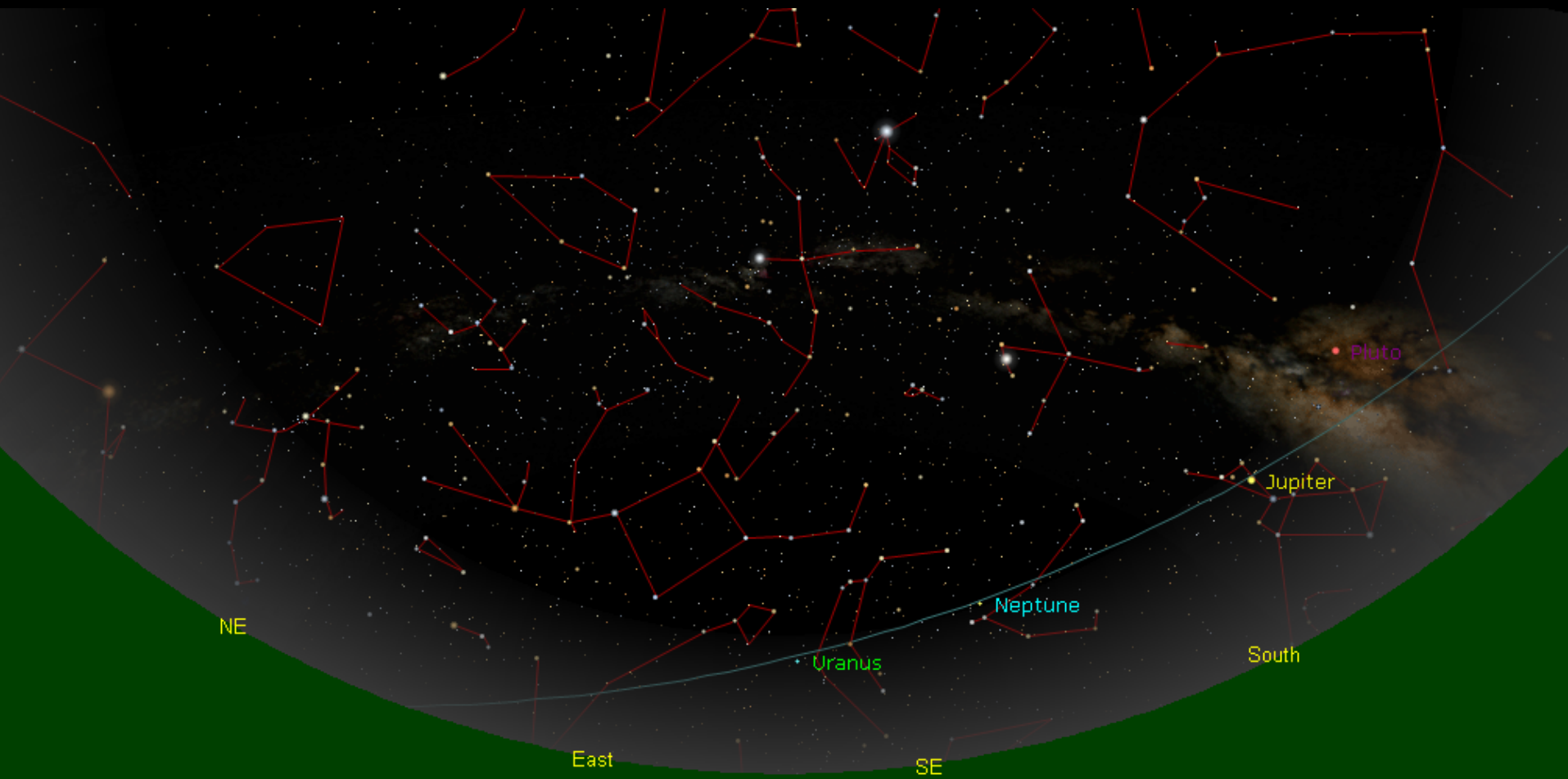


Platte 3
(300100)
JD=2437669,29

Die Schätzung (Arbeit in Gruppen) anhand von Himmelsaufnahmen, die entweder auf dem Bildschirm oder ausgedruckt vorliegen.

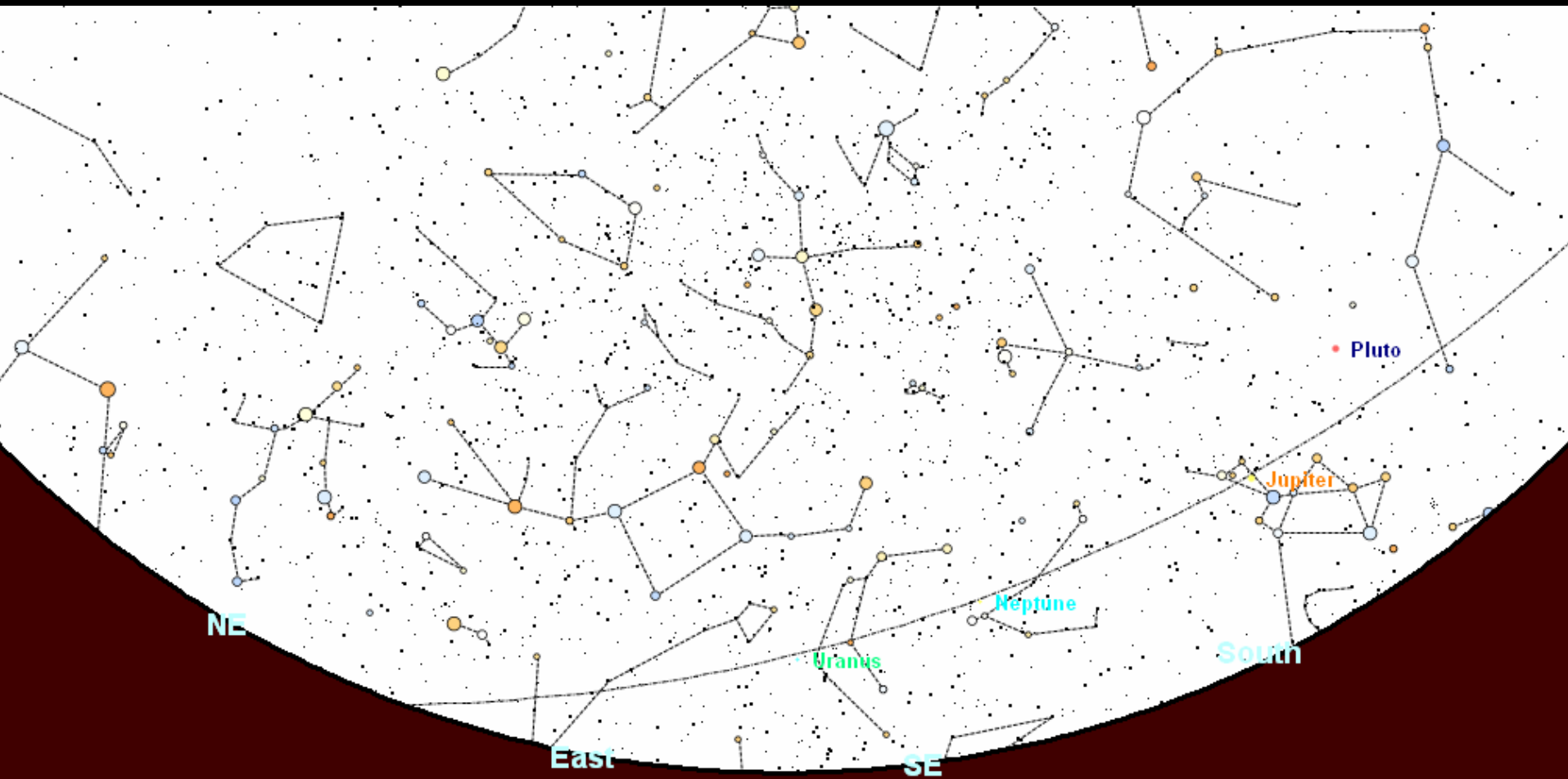
Beobachtungsabend: Himmelsbeobachtungen mit dem Fernglas

1. Oktober 2008, Bad Wildbad, 20 Uhr



Beobachtungsabend: Himmelsbeobachtungen mit dem Fernglas

1. Oktober 2008, Bad Wildbad, 20 Uhr



Sternbilder beschriften, Veränderliche aufsuchen und einzeichnen (β Per, β Lyr, δ Cep), Planeten aufsuchen

Beobachtungsabend: Himmelsbeobachtungen mit dem Fernglas

1. Oktober 2008, Bad Wildbad, 20 Uhr

ISS - Visible Passes

1 Oct	-2.1	20:24:47	10	WNW	20:27:42	59	NNE	20:28:39	36	ENE
1 Oct	1.4	22:00:14	10	W	22:00:14	10	W	22:00:14	10	W



<http://www.heavens-above.com/>

DONNERSTAG

Veränderliche Sterne und ihre Lichtkurven

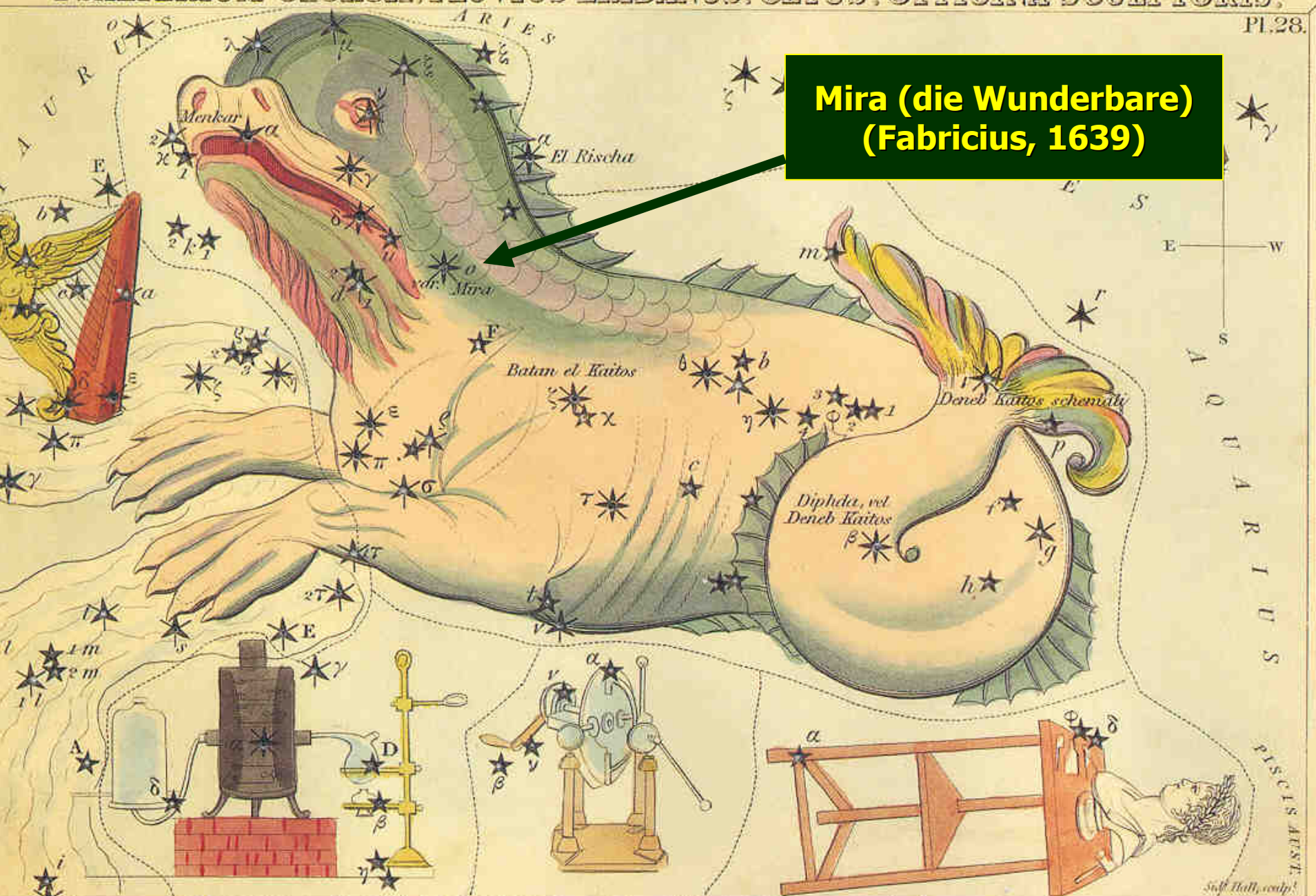
(8.45 -9.30 Uhr)

Veränderliche Sterne/Auswertung der Lichtkurven

Es wird in kurzer Überblick über die Erforschung veränderlicher Sterne gegeben. Im Kern des Vortrags steht die Vorstellung der wesentlichen Typen von Veränderlichen (Ursache der Veränderlichkeit, charakteristische Lichtkurve).

Veränderliche Sterne

(nach Vorlagen von Dr. Peter Kroll und Thomas Weber,
Sternwarte Sonneberg)



**Mira (die Wunderbare)
(Fabricius, 1639)**

Fortsetzung Workshop
Argelandersche Stufenschätzung
(2 h Gruppenarbeit + 1 h Ergebnisvorstellung)
(9.30 -12.30 Uhr)

Fertigstellung/Auswertung der Lichtkurven

Nachdem die Auswertung der Schätzdaten von R Cas abgeschlossen ist, kann die Lichtkurve gezeichnet werden. Anschließend erfolgt Interpretation der Lichtkurve (Kurvenverlauf, Periode, Amplitude, Amplitudenfolge), wobei auch Bezüge zum Veränderlichtentyp hergestellt werden sollen. Zum Abschluss empfiehlt sich ein Lichtkurvenvergleich zwischen der selbst generierten Kurve und den Daten, die von Amateurbeobachtern gewonnen wurden (siehe: AAVSO Light Curve Generator: <http://www.aavso.org/data/lcg/>, R Cas 10 .11. 1961 – 13. 04. 1967)

Was zu tun ist:

- Fertigstellung der Auswertung
- Zeichnen der Lichtkurve (EXCEL)
- Interpretation der Lichtkurve
(Periode, Amplitude, Auffälligkeiten, Veränderlichentyp)
- Vergleich mit Ergebnissen Anderer
(siehe: AAVSO Light Curve Generator:
<http://www.aavso.org/data/lcg/>,
R Cas 10 .11. 1961 – 13. 04. 1967)
- Vorbereitung Präsentation
- Präsentation

Ein Unterrichtsprojekt „R Cas“

(14.00 -14.30 Uhr)

Das Unterrichtsprojekt „Der Pulsationsveränderliche R Cas“

Das eigene Tun und Erfolgserlebnisse tragen zur Motivation der Schüler für die Naturwissenschaften und die Mathematik bei. Es wird ein 12stündiges Schulprojekt als Einstieg in die Veränderlichenforschung vorgestellt, welches viel eigenes Tun ermöglicht und Aussicht auf Erfolg verspricht. Das Projekt kann über das Internet abgerufen werden.

Ein Unterrichtsprojekt „R Cas“

Projekt „Veränderliche Sterne - Lichtkurven selbst gemacht“

Projektziel

Das wesentliche Ziel des Projektes besteht darin, die Schüler ein *typisches Beispiel wissenschaftlicher Arbeitsweise*, die seit Jahrzehnten im Zentrum der Forschungsarbeit vieler Sternwarten stand, erleben zu lassen. (Auch wenn heute die Computer einen großen Teil der Datenauswertung übernehmen, die Programme basieren auf den gleichen Prinzipien.)

Das eigene Tun und das Erfolgserlebnis tragen zur Motivation der Schüler für die Naturwissenschaften und die Mathematik bei.



An der Sternwarte Sonneberg wird seit vielen Jahrzehnten Veränderlichenforschung betrieben. Nach mehr als 80 Jahren fotografischer Überwachung des Himmels lagern im Sonneberger Archiv heute mehr als 275.000 Fotoplatten (die zweitgrößte Sammlung auf der Erde), auf denen die Geschichte des Lichtwechsels aller bei ca. 50° nördlicher Breite sichtbaren Himmelsobjekte bis zu einer gewissen Mindesthelligkeit aufgezeichnet ist. Mit dieser „Chronik des Sternenhimmels“ ist ein einmaliger Datenschatz gegeben, der noch viele ungelöste Geheimnisse in sich birgt.

Ein Unterrichtsprojekt „R Cas“

Stoffverteilung – Stundenübersicht

1. Stunde

Thema: In der Astronomie beginnt (fast alles) mit der Beobachtung

Inhalte: Geschichtliches, Begriff der Veränderlichkeit, Aufsuchen von einigen hellen Sternen, die als veränderlich bekannt sind, auf Sternkarte (und am Himmel)

2. Stunde

Thema: Der Lichtwechsel von Veränderlichen

Inhalte: Lichtkurve (scheinbare Helligkeit, Julianische Tageszählung), Lichtkurven und physikalische Hintergründe für wesentliche Typen Veränderlicher Sterne

3. Stunde

Thema: Der fotografierte Himmel

Inhalte: Sternfeldaufnahmen (Sternbild, Sternhelligkeiten, Abbildungsfehler, Beschreibung der Sternbildchen), Auffinden von Veränderlichen, Orientierung auf Fotoplatte (Mustererkennung) und Ausschneiden des „Schätzgebiets“



4.-5. Stunde

Thema: Die Argelandersche Stufenschätzmethode

Inhalte: Schätzung und Auswertung (Einstieg und Übung), die erste selbst erstellte Lichtkurve

6.-9. Stunde

Thema: Der Veränderliche R Cas

Inhalte: Stufenschätzung am Beispiel des Veränderlichen R Cas (nun mit deutlich mehr Daten als beim Einstieg), Auswertung der Ergebnisse bis hin zur Lichtkurve, Interpretation der Lichtkurve

10.-11. Stunde

Thema: Was uns die Lichtkurve verrät

Inhalte: Interpretation der Lichtkurve: Amplitude und evt. Amplitudenvariationen, Periode und evt. Periodenvariationen, Veränderlichentyp von R Cas, Maximumszeit, Vergleich Lichtkurve, die von anderen gewonnen wurde, Fakten und Zusammenhänge zu Mira-Sternen

12. Stunde

Thema: Rückkehr zur Beobachtung

Inhalte: Beobachtung und Vorhersage von besonderen Zeitpunkten in den Lichtkurven verschiedener Veränderlicher, weitere Veränderliche im gegebenen Sternfeld, Ausblick: Verlängerung der Messreihe für R Cas, Planung der Beobachtung eines Algol-Minimums



- Anknüpfung an verschiedene Wissens- und Könnensbereiche (Periode, Amplitude, Lichtabsorption, Lichtquelle, Diagramm, ...)
 - Umgang mit wissenschaftlichen Originaldaten
 - grundlegende Methode der Astronomie: Photometrie
 - Subjektivität der Messung und Messfehlerproblematik
- Arbeit mit Bildern von Sternfeldern: die Fähigkeit der Mustererkennung
 - Vielfältiger Computereinsatz (Bildanzeige, Auswertung, Recherche, Beobachtungsplanung, Simulation, ...)
 - Vertiefung von Teilthemen / Möglichkeiten für Referate (Frauen in der Astronomie, Himmelsüberwachung gestern und heute, Sternentwicklung/HRD, Veränderlichtentypen, Algol mit Pappschablonen, Himmelsfotografie, Transitplaneten, ...)

Ein Unterrichtsprojekt „R Cas“

12stündiges Schulprojekt im Internet unter:



<http://www.naturwissenschaften-entdecken.de/lichtkurven.php?sid=70547236262014123622182968296680>



<http://www.wissenschaft-schulen.de/artikel/866824>

Workshop (75 min Gruppenarbeit + 30 min Ergebnisvorstellung)

Projektplanung

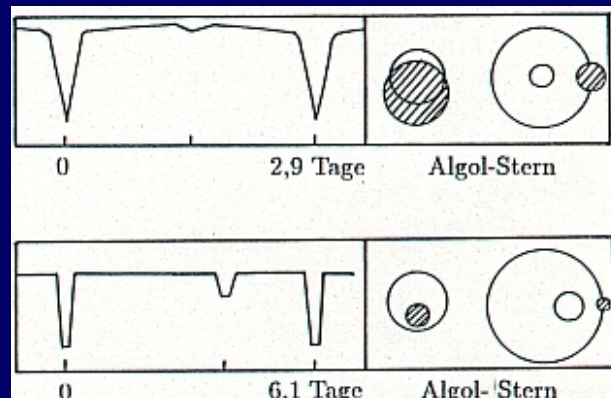
(14.30 -16.00 Uhr/16.00 – 16.45 Uhr, Kaffeepause: 15.30-16.00 Uhr)

Projektplanung

Sternhelligkeiten können zum Teil auch direkt am Himmel geschätzt werden. Dazu ist es nötig, diese Sterne identifizieren, d. h. auffinden zu können (Umgebungskarte) und evt. auch zur richtigen Zeit zu beobachten. So lohnt die Beobachtung des Bedeckungsveränderlichen

Algol nur im Zeitraum seines Hauptminimums, während dem er innerhalb einiger Stunden einen mit dem bloßen Auge sichtbaren Helligkeitsabfall zeigt. Damit man das Minimum beobachten kann, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein: Minimumszeit für Algol

(Quelle: <http://home.pages.at/vollmann/var/algol2007.htm>),
möglichst kein Mondlicht, möglichst günstige Abendzeit, möglichst große Höhe. Es muss geplant werden.





Projekt „Algol“

Projektplanung

Workshop (75 min Gruppenarbeit + 30 min Ergebnisvorstellung)

Helligkeitsschätzung am Himmel: Algol

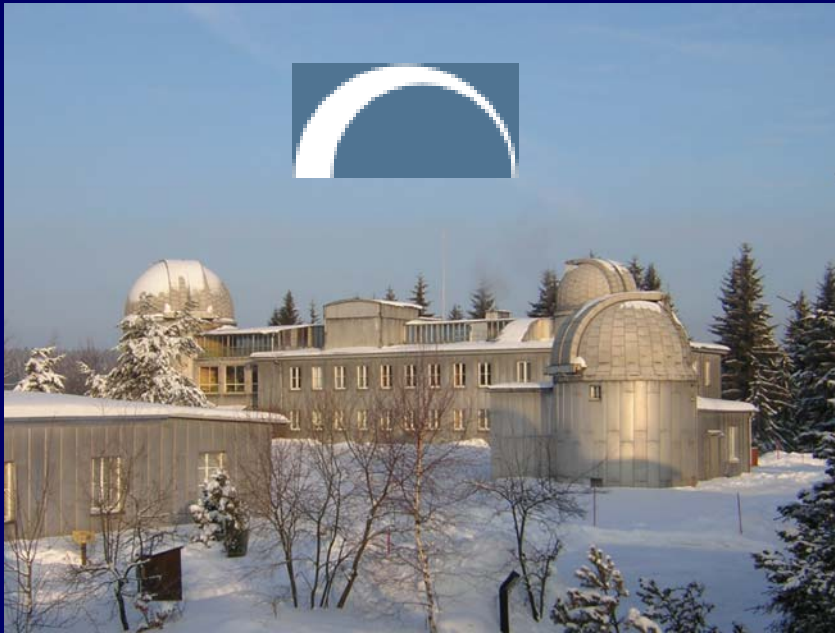
- möglichst im Hauptminimum:
<http://home.pages.at/vollmann/var/algol2008.htm>
- möglichst kein Mondlicht:
<http://www.astroviewer.de/interaktive-sternenkarte.php>
oder drehbare Sternkarte, Sternkalender, Stellarium,
- möglichst günstige Abendzeit:
<http://www.astroviewer.de/interaktive-sternenkarte.php>
oder drehbare Sternkarte, Sternkalender, Stellarium,
- möglichst große Höhe:
<http://www.astroviewer.de/interaktive-sternenkarte.php>
oder drehbare Sternkarte, Sternkalender, Stellarium,
- Karte mit Vergleichssterne:
<http://www.aavso.org/images/Betaper-aa.gif>
- Helligkeiten der Vergleichssterne:
[http://de.wikipedia.org/wiki/Perseus_\(Sternbild\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Perseus_(Sternbild))
- und noch mehr

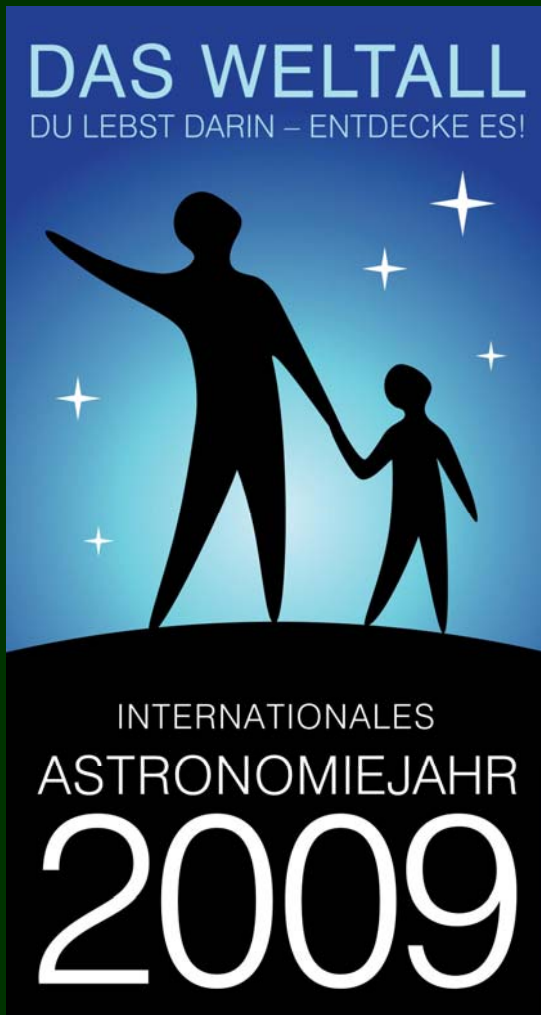
Es muss geplant werden!

Weitere Projektplanung

Weitere Helligkeitsschätzungen auf Himmelsaufnahmen:

Sonneberger Plattensammlung kann bald abgerufen werden unter dem Link
http://www.stw.tu-ilmenau.de/observatory/observatory_4.html





Abschlussdiskussion

- Feed back / Reisekosten
- Adressliste für Verschickung von Material-CD
- Fortbildungsinhalte auch im Internet
- Jahr der Astronomie

<http://www.astronomy2009.de/aktivitaeten/was-ist-los-in/baden-wuerttemberg>