Ein Jahr astronomischen Unterrichts im Freien.

Von **Aurel Kiebel.**

Seit dem hohen Altertume hat der Anblick des gestirnten Himmels auf jedermann einen überwältigenden Eindruck gemacht und bereits den ältesten Naturvölkern waren seine allgemeinen Erscheinungen bekannt. Wie erweiterte sich aber die Kenntnis und das Verständnis des Sternenhimmels und damit auch die Naturerkenntnis, seitdem Galilei 1609 das kurz vorher in Holland erfundene Fernrohr gegen Himmel gerichtet hat.

Es ist daher nur natürlich, daß heute ein gedeihlicher Unterricht in der Astronomie ohne ein gutes Fernrohr unmöglich ist. Als ich im Jahre 1895 als prov. Lehrer ans Staatsgymnasium in Brüx kam, fand ich dort ein größeres Fernrohr vor, das von der optischen Anstalt Reinfelder & Hertel in München bezogen worden war. In fünf Jahren hatte ich hinreichend Gelegenheit, seine Brauchbarkeit zu prüfen, trotzdem dort die vielen rauchenden Tagbrüche und brennenden Löschehalden bei den zahllosen Braunkohlenwerken der Umgebung die Durchsichtigkeit der Luft stark beeinträchtigen, ja durchschnittlich an 250 Tagen des Jahres, besonders in den Morgen- und Abendstunden, den Anblick des Himmels durch Bildung von Nebel und Wolken gänzlich unmöglich machen. Als ich im Herbste 1900 nach Mies ernannt wurde und hier wochenlang infolge der Durchsichtigkeit der Luft einen derart prächtigen Anblick der Milchstraße genoß, wie ich ihn in der warmen Jahreszeit der letzten zwanzig Jahre nur im August 1897 bei einer Reise nach dem südlichen Ungarn gehabt hatte, beschloß ich, für das hiesige Gymnasium ein gleichartiges Fernrohr anzuschaffen.*) Dasselbe**) ist ein Tubus mit vertikaler und horizontaler Bewegung, 68 mm Objektivöffnung, 68 cm Brennweite und

*) Bis dahin besaß die Anstalt das Schmidt'sche Tellurium und eine durchsichtige drehbare Sternkarte als einzige Lehrmittel für den astronomischen Unterricht. Im Herbste 1900 schenkte der von hier nach Prag übersetzte Herr Bergrat Pokorny ein Uranoskop.

**) Nro. 29 des Preisverzeichnisses von 1900.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gestattet durch 3 Okulare eine 36, 72 oder 144 fache (astronomische) Vergrößerung zu erzielen. Das Objektiv besteht aus einer Crownglas- und einer Flintglaslinse, wodurch Achromasie für den Spektralteil zwischen C und F, d. i. für die Farben Orange, Gelb, Grün und Blaugrün, also für den hellsten Teil des Spektrums erreicht ist. Beigegeben sind zwei Sonnengläser. Es läßt sich auch für die Beobachtung irdischer Gegenstände einrichten, wobei es eine 45fache Vergrößerung besitzt. Um die Beobachtung von Sternen in der Nähe des Zeniths zu erleichtern, wurde es auf meinen Wunsch*) zum Höherstellen eingerichtet und ihm ein Okularprisma von 80° beigegeben. Für Vollmondbeobachtungen dient noch ein Dämpfglas. Auch ist noch die Vorrichtung getroffen, die Randstrahlen, falls sie störend wirken, abzuhalten. Der Preis des Fernrohrs stieg dadurch von 330 M. auf 388 M., welche in drei Jahresraten aus den vorschriftmäßigen Geldern für die Vermehrung der physikalischen Lehrmittel bestritten werden.**)

Die Beobachtungen begannen am 3. Mai 1901 und wurden an einer Reihe von Tagen der Monate Mai, Juni und Juli (bis zum Schluß des Schuljahres) fortgesetzt. Die Beobachtungszeit lag zwischen 7 und 9^h abends. Aufzeichnungen machte ich erst am 7., 10. und 12. Juli. Im laufenden Schuljahre wurden die Aufzeichnungen regelmäßig gemacht. Bisher fanden Beobachtungen statt:

16., 26., 27. und 30.	September	von 6^h 30^m	bis 7^h 30^m;
1. und 15.	Oktober	von 6^h	bis 6^h 30^m;
26. und 27.	„		
15., 23. und 25.	November,		
5. und 6.	Dezember 1901,		
5., 9. und 18.	Jänner 1902	von 5^h	bis 6^h;
14.	„ „ „	5^h 30^m	bis 5^h 45^m (vorher und nachher bewölkt);
24. und 29.	Jänner	von 5^h 30^m	bis 6^h 45^m;
13. und 14.	März	von 6^h 15^m	bis 7^h 15^m;
22.	April	von 6^h 30^m	bis 9^h.

Die Beobachtungen fanden auf dem großen freien Platze vor der Anstalt statt.

---

*) Mit Rücksicht auf die in Brüx gemachten Erfahrungen.

**) Da der dritte Teil sämtlicher Lehrmittel für Physik einer gründlichen Ausbesserung bedarf, so ist auf Jahre hinaus eine Vermehrung der astronomischen Lehrmittel ausgeschlossen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1. Der Mond.

Am 3. Mai 1901 befand sich der Mond bei seinem Aufgange im Halbschatten der Erde.*) Infolge des heitern Himmels konnte diese Erscheinung, welche ich selbst zum erstenmale gesehen hatte, auch mit dem unbewaffneten Auge deutlich wahrgenommen werden.

Ich beschloß nun, künftighin bei Mondesfinsternissen meine Aufmerksamkeit dem Anfange und dem Ende derselben zuzuwenden, wenn der Mond im Halbschatten der Erde wäre. Die günstige Gelegenheit bot sich bereits am 27. Oktober 1901, an welchem Tage der Mond teilweise verfinstert wurde. Nach dem astronomischen Kalender für 1901 (S. 70) sollte die Finsternis „im größten östlichen Teile Europas sichtbar," (S. 75) „in Wien nicht sichtbar" sein. Dem widersprachen aber die Angaben auf S. 62 und 70: Mondesaufgang $4^h\ 43^m$, Sonnenuntergang $4^h\ 50^m$,**) Ende der Finsternis $5^h\ 11^m$.

Wegen der im Osten von Mies befindlichen Erhebung (Evangelist 469 m, Mies 395 m Seehöhe) wurde der Mond erst nach Sonnenuntergang ($4^h\ 55^m$ etwa) sichtbar, aber es war deutlich zu sehen, daß der rechte untere Rand (im astronomischen Fernrohre!) des Mondes sich noch im dunkelsten Teile des Schattengebietes der Erde (im sog. Kernschatten) befinde; links davon war deutlich ein durch eine raschere Helligkeitszunahme gekennzeichnetes Schattengebiet (der sog. Halbschatten) zu unterscheiden. Ebenso war ohne Mühe zu erkennen, wie der Mond zuerst aus dem sog. Kernschatten, dann nach und nach aus dem Halbschatten austrat.

Im Mai und Juni, ferner am 25. und 27. September, 15. und 27. Oktober, 25. November 1901, 14. und 18. Jänner, 13. und 14. März, sowie am 22. April 1902 wurde das Fernrohr auf den Mond eingestellt. Die Schüler wurden auf die auffallend stärkere Helligkeit auf seiner der

*) An diesem Tage fand keine Mondesfinsternis statt!

**) Daß auch der vollständig verfinsterte Mond gleichzeitig mit der Sonne über dem scheinbaren Horizonte stehen kann, ist nach dem Astronom. Kalender für 1902 (S. 123 bis 126) bei jeder Mondesfinsternis zu beobachten . . . in unsern Breiten nur für jene Gegenden, in denen der Auf- oder Untergang eines der beiden Gestirne in die Totalität oder wenigstens nahe dem Anfang oder Ende derselben fällt," was z. B. auch am 22. April 1902 für alle Orte Böhmens westlich der Linie Taus-Saaz-Brüx stattfindet. Diese Erscheinung wird durch die Strahlenbrechung in der Erdatmosphäre veranlaßt, welche auch die Länge des Erdschattens von 1,380.100 km auf 261.600 km verkürzt, so daß, da die mittlere Entfernung des Mondes 384.400 km beträgt, „der Mond überhaupt niemals in den Kernschatten eintreten kann, ... sondern in einem wenig intensiven rötlichen Lichte erscheint." Die geringe Helligkeit ist eine „Folge der Absorption des Lichtes in der Erdatmosphäre sowie der ungleichmäßigen Helligkeit der Sonnenscheibe. . . . . Die Wahrnehmung eines Kernschattens ist eine physiologische Erscheinung." Wir erhalten den Eindruck eines Kernschattens, wenn der Mond in jenem Teil des Halbschattens sich befindet, in dem die Helligkeitsänderung eine zu geringe ist, um wahrgenommen zu werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Sonne zugekehrten Seite aufmerksam gemacht, sowie auf den scharfen Gegensatz von Licht und Schatten, der davon herrühre, daß der Mond keine Atmosphäre besitze.

An einzelnen Abenden konnten die Schüler deutlich einige Gipfel der Mondberge an der Lichtgrenze beleuchtet, ihren Fuß dagegen noch im Schatten liegend sehen. Die verschiedene Beleuchtung der Seiten des Walls eines Ringgebirges gestattete einmal sogar den Schluß, daß der Wall nach innen steiler als nach außen abfalle.

Heuer will ich, wie ich es bereits in Brüx getan habe, gleich nach Neumond beginnend auf dieselbe Mondgegend an mehreren aufeinanderfolgenden Abenden einstellen und das Fortschreiten der Lichtgrenze auf ihr beobachten.*)

Am 15. Oktober 1901, 14. und 18. Jänner, 13. und 14. März 1902 erschien die Nachtseite des Mondes in aschgrauem Lichte. Die Schüler wurden aufmerksam gemacht, daß sie diese Erscheinung immer kurz nach dem Neumonde abends (und kurz vor ihm vor Sonnenaufgang) bemerken können und daß dies Licht von dem Erdscheine, d. i. von dem auf der Tagseite der Erdoberfläche zurückgestrahlten Sonnenlichte herrühre, welche Erklärung bereits Leonardo da Vinci († 1519) gegeben habe. Einem auf dem Monde befindlichen Beobachter würde die Erde fast als vollbeleuchtete Scheibe erscheinen. Die Schüler bemerkten auch, daß die Helligkeit des aschgrauen Lichtes sich mit der Mondesphase änderte.**)

Dio totale Mondesfinsternis, die am Abend des 22. April 1902 stattfand, wurde mit der größten Spannung erwartet, insbesondere deshalb, weil der fast ganz verfinsterte Mond um $6^h\ 56^m$, also noch vor Untergang der Sonne ($6^h\ 57^m$) aufgehen sollte. Der Himmel war am 21. und 22. ganz bewölkt, erst nach 5 Uhr begann er sich aufzuheitern, doch blieb eine dichte Dunstgeschichte in der Nähe des Horizontes übrig, die uns den Anblick der Sonne bereits um $6^h\ 35^m$ entzog. Da es aber recht hell blieb, der Mond aber um diese Zeit schon sehr lichtschwach war, konnte sein Aufgang trotz der bekannten Deklination nicht beobachtet werden. Erst um $7^h\ 35^m$ wurde auf der rechten Seite des ziemlich hoch stehenden Mondes mit freiem Auge ein schwarzer Licht-

*) Die am 15. März eingetretene Bewölkung hielt mehrere Tage an und unterbrach den am 13. und 14. März begonnenen Versuch.

**) Wir beurteilen nämlich die Helligkeit nach dem Verhältnis der Flächen der uns sichtbaren Tag- und Nachtseite des Mondes. Die Helligkeit hängt aber auch, wie Kimball in U. S. Monthly Weather Review, Mai 1901 (Naturwiss. Rundschau 1901, S. 555) ausgeführt hat, davon ab, ob das Sonnenlicht vom Festlande, vom Meere oder von den Wolken zurückgestrahlt wird. Überdies hat er noch nachgewiesen, daß 52% der Helligkeitsänderung des Erdscheins von der Exzentrizität der Mondbahn bedingt ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

schein erblickt. Als nach und nach das Zwielicht schwächer wurde, konnte die rötliche Färbung des Mondes immer mehr erkannt und von $8^h\ 15^m$ auch durchs Fernrohr beobachtet werden. Etwa um $8^h\ 30^m$ war zu erkennen, dass der untere Rand des Mondes aus dem dunkelsten Teile des Schattens trat. Um diese Zeit zeigten sich infolge Interferenz der verschiedenen Lichtstrahlen, die den Mond trafen, prächtige Farbenerscheinungen. Um $8^h\ 50^m$ warfen die Gegenstände bereits einen deutlichen Schatten. Als es 9 Uhr schlug, begaben sich die Schüler mit Rücksicht auf die vorgeschriebene Sperrstunde nach Hause. Ich selbst habe vom Fenster meiner Wohnung bemerkt, daß um $9^h\ 40^m$ der rechte obere Rand noch im Erdschatten stand und daß um $9^h\ 55^m$ die Finsternis vorüber war.

2. Die Planeten.

Jupiter wurde zum erstenmale am 21. Juni 1901 auf dem Rückwege vom Ausfluge auf den Pfraumberg erblickt. Daß er einen tiefen Eindruck machte, ist begreiflich, da er damals einen Durchmesser von fast 47 " hatte. Seit Anfang Juli wurde er durchs Fernrohr beobachtet. Am 7. und 10. Juli waren die vier Monde*) rechts, am 12. je zwei links und rechts vom Planeten zu sehen. Am 16. September und 15. Oktober standen einer links, zwei rechts, am 26. und 30. September einer links, drei rechts, am 27. September zwei links, einer rechts, am 27. Oktober alle vier rechts. Am 16. und 27. September wurde den Schülern mitgeteilt, daß der unsichtbare Mond vor der Jupiterscheibe stehe, am 15. Oktober hingegen, daß er durch den Schatten des Planeten verfinstert sei (Jupitermondesfinsternis!) Am 15. November waren die Monde nicht zu erkennen und ich glaubte bereits, daß sie wegen der Annäherung des Planeten an die Sonne nicht mehr zu sehen sein würden. Jedoch am 23. November konnten links ein Mond, rechts drei u. zw. zwei nahe bei einander, desgl. am 25. November drei Monde links, einer rechts sicher festgestellt werden, also an zwei Tagen, für welche der Astronomische Kalender die Stellung der Jupitermonde nicht mehr angibt, da sie wegen der Nähe der Sonne nicht zu beobachten seien.

Zweimal (im Juli) war die Stellung der Jupitermonde derart, als ob sie an den vier Eckpunkten eines Parallelogramms stünden, sonst schienen alle stets (nahezu) in einer Geraden zu stehen.

Da sich die Stellung der Jupitermonde von einer Beobachtung zur nächsten stark verändert hatte, gewannen die Schüler bald die Über-

*) Sie wurden am 7. und 10. Jänner 1610 durch Galilei entdeckt; der fünfte, dem Planeten nächste, wurde erst vor wenigen Jahren auf der Lick-Sternwarte entdeckt und ist nur in großen Fernrohren sichtbar.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zeugung, kleine Planeten und nicht Fixsterne durchs Fernrohr zu erblicken. Auch die Abnahme der scheinbaren Größe des Jupiters vom Juli bis November wurde von allen Schülern wahrgenommen.*)

Saturn wurde gleichfalls am 21. Juni zum erstenmale u. zw. (4°) östlich vom Jupiter erblickt. An allen Tagen, an denen die Jupitermonde beobachtet wurden, wurde auch auf den Saturn eingestellt, doch konnte niemals unzweifelhaft auch nur einer seiner 8 Monde**) als solcher erkannt werden, obwohl doch zwei derselben den Jupitermonden an Helligkeit gleichkommen sollen. Dagegen hob sich sein Ring***) deutlich von ihm ab.

Im Oktober und November bemerkten die Schüler eine stete Annäherung der Planeten Jupiter und Saturn, am 5. und 6. Dezember sahen sie den Saturn bereits westlich vom Jupiter stehen. Schüler der VIII. Klasse teilten mir mit, daß sie am 27. November die im Unterrichte berechnete Konjunktion beider Sterne beobachtet hatten. Wiederholt wurden alle Schüler darauf aufmerksam gemacht, daß alle Planeten von West nach Ost um die Sonne laufen. Da nun Jupiter rascher als Saturn seinen Umlauf vollende, so überhole jener diesen. Die Konjunktion vom 27. November sei aber noch durch die rasche West-Ost-Bewegung der Erde um die Sonne bedingt.

Venus war zwar im Juni Abendstern geworden, hatte jedoch erst einen scheinbaren Durchmesser von 10″ [ihre Entfernung von der Erde betrug noch 250,000.000 km] und ihre Gerade Aufsteigung war nur um 1ʰ größer als die der Sonne. Daher fiel sie bei der langen hellen Dämmerung nicht auf. Da ihre Entfernung bis Mitte September um 65,000.000 km abgenommen hatte und die Dämmerung kürzer und nicht mehr so hell war, hoffte ich, sie am 16. September leicht aufzufinden, da sie an diesem Tage in Konjunktion mit dem Monde war. Dies war nun allerdings der Fall, doch sahen die Schüler bloß, daß sie nicht das Aussehen einer vollen Scheibe habe; ein deutlicheres Erkennen der Lichtgestalt war noch nicht möglich.

Nun war ihre Bewegung nach Osten auffallend, ihr Abstand von Jupiter und Saturn wurde immer geringer. Am 26. und 27. Oktober erkannten die Schüler bereits, daß nur 0·7 ihrer Scheibe beleuchtet war. Noch kleiner war der beleuchtete Teil am 15., 23. und 25. November. Während dieser Tage stand sie nahe bei den großen Planeten Jupiter und Saturn. Ihre größte östliche Ausweichung erreichte die Venus am 5. Dezember. An diesem und dem folgenden Tage schien die beleuchtete Fläche bereits kleiner als ein Halbkreis zu sein. (Ihr scheinbarer Durch-

*) Er hatte Ende November nur mehr einen Durchmesser von 34″.

**) Das Vorhandensein eines neunten Mondes ist wieder zweifelhaft geworden.

***) Er wurde im November 1610 durch Galilei entdeckt, aber erst im Dezember 1657 durch Huygens richtig erklärt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

messer betrug bereits 25 ".) Die rückläufige Bewegung der Venus gegen Westen, welche die Schüler im Dezember 1901 gelegentlich zeitweiliger Aufhellung des meistens bewölkten Himmels bemerkten, wurde ihnen als Projektionserscheinung, bedingt durch die gegenseitige Bewegung von Venus und Erde, erklärt. Im Anschluß daran wurde ihnen mitgeteilt, daß bereits im vierten Jahrhundert vor Christi Geburt bemerkt worden war, daß Venus und Merkur niemals in Opposition zur Sonne zu sehen sind. Das habe schon frühzeitig Zweifel am geozentrischen System erweckt und schließlich zur Annahme geführt,*) daß wenigstens diese beiden Planeten sich um die Sonne bewegen müssen.

Im Jänner 1902 erschien Venus als Sichel, u. zw. war am 5. $^1/_3$, am 9. $^1/_4$, am 14. und 18. etwa $^1/_5$ der Scheibe beleuchtet, am 24. noch weniger ($^2/_{15}$). Am 10. Jänner, dem Tage ihres größten Glanzes, (scheinbarer Durchmesser 41, ") war der Himmel bewölkt, desgl. in den letzten Jänner- und ersten Februartagen, weshalb die letzte Beobachtung am 29. Jänner stattfand. Da die Venus auch an diesem Tage (wegen ihres scheinbaren Durchmessers von 55 ") dem unbewaffneten Auge sehr hell erschien, verwunderten sich alle, die durchs Fernrohr blickten, als sie eine schmale Sichel sahen, die höchstens $^1/_8$ der Scheibe ausfüllte.

Der Fixsternhimmel.

Die eingehendere Betrachtung des Fixsternhimmels bleibt der Zukunft vorbehalten. Bisher wurden nur einzelne Sternbilder angesehen:

a) Cassiopeja, b) Stier (darin der Aldebaran sowie die Sternhaufen der Hyaden und Plejaden), c) Orion (Beteigeuze, Rigel, Jakobsstab, Orionnebel), d) der Große Bär (Doppelstern Mizar-Alkor), e) der Kleine Bär (Polarstern), f) mehrere Sternhaufen in der Milchstraße.

Am 13. und 14. März wurden die Schüler auch auf das Zodiakallicht aufmerksam gemacht.

Am 13. März wurde um $6^h\ 50^m$ ein Sternschnuppenfall beobachtet.

Heuer wurde der Unterricht in der Astronomie in der VIII. Klasse an den Anfang des ersten Halbjahres verlegt**), da die Schüler ihr am Ende des zweiten Halbjahres wegen der bevorstehenden Maturitätsprüfung niemals die wünschenswerte Teilnahme entgegenbrachten. Infolge dessen war es möglich, unter Zugrundelegung des von Prof. Dr. Schülke in Osterode (Westpreußen) in der Zeitschrift für math. u. naturwiss. Unterricht XXXI.

*) Herakleides Pontikos (350 v. Chr.) nach Schiaparelli; Martianus Capella (6. Jahrh. n. Chr.) nach Kopernikus, 10. Kapitel der Kreisbewegungen.

**) Die Instruktionen empfehlen diesen Vorgang. (S. 251, Z. 28.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

(1900) S. 4—13 empfohlenen Annäherungsverfahrens das Eintreffen mehrerer Himmelserscheinungen (Opposition, Quadratur und Konjunktion des Jupiters und des Saturns, beide Konjunktionen sowie die größte östliche Ausweichung der Venus, die scheinbare Größe der Planeten) vorauszuberechnen, von denen einige durch Beobachtung bewahrheitet wurden.

Dabei zeigte sich, daß mit Hilfe der Angaben des Astronomischen Kalenders unter Verwendung der Logarithmen sich eine größere Genauigkeit erzielen ließ, als ich nach dem angeführten Aufsatze erwarten zu dürfen glaubte.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf