

Studienseminar 2002/2

Staatliche Realschule Puchheim (Seminarschule)

Staatliche Realschule Wassertrüdingen (Einsatzschule)

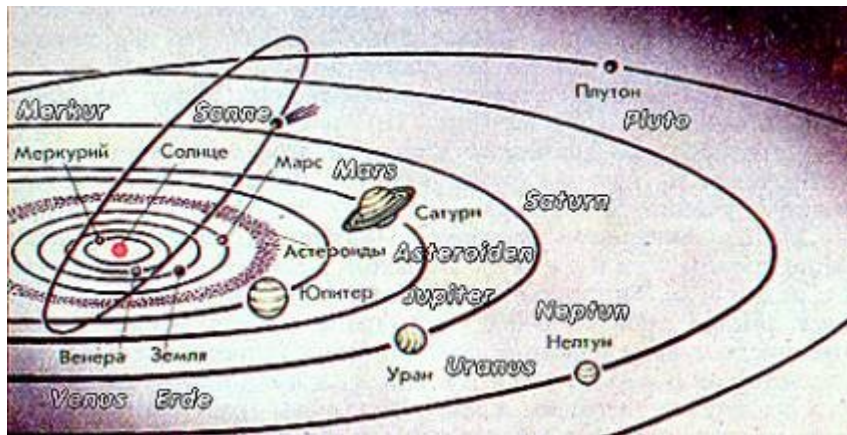
Fächerverbindung: Mathematik/Physik/Informatik

Schriftliche Hausarbeit gem. §18 LPO II

im Fach **Mathematik und Physik**

zur

Zweiten Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen in Bayern



Thema:

Planung, Durchführung und Analyse

ausgewählter Unterrichtseinheiten zur Astronomie

im Mathematik- und Physikunterricht

an Realschulen in Bayern

Seminarleiter: Herr Rudolf Zinner RSR

Seminarlehrer/Themensteller: Herr Wolfgang Lutzenberger SemR

und

Herr Ulrich Bommhardt SemR

Studienreferendar: Peter Fink

Abgabetermin: 09.03.2002

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Einleitung | 4 |
| 1.0.0.0 Planung der Unterrichtseinheiten | 5 |
| 1.1.0.0 Vorüberlegungen | 5 |
| 1.2.0.0 Begründung des Themas | 11 |
| 1.3.0.0 Fachliches Hintergrundwissen für die Übungsstunde: Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen. | 12 |
| 1.3.0.1 Fachliches Hintergrundwissen für die Übungsstunde: Winkel an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs. | 12 |
| 1.3.0.2 Fachliches Hintergrundwissen für die Unterrichtseinheit: Linienspektren. | 12 |
| 1.4.0.0 Didaktische Analyse zur Übungsstunde: Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen | 13 |
| 1.4.0.1 Eingangsverfahren der Klasse 7 M | 13 |
| 1.4.0.2 Lernplanbezug und Einbettung des Themas in den Lehrplan | 13 |
| 1.4.0.3 Lernziele | 13 |
| 1.4.0.4 Möglichkeiten der Lernzielkontrollen | 13 |
| 1.4.1.0 Didaktische Analyse zur Übungsstunde Berechnung von Winkeln an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs. | 14 |
| 1.4.1.1 Eingangsverfahren der Klasse 7 M | 14 |
| 1.4.0.2 Lernplanbezug und Einbettung des Themas in den Lehrplan | 14 |
| 1.4.0.3 Lernziele | 14 |
| 1.4.0.4 Möglichkeiten der Lernzielkontrollen | 14 |
| 1.4.2.0 Didaktische Analyse zum Thema: Linienspektren | 15 |
| 1.4.2.1 Eingangsverfahren der Klasse 9c Ph II | 15 |
| 1.4.0.2 Lernplanbezug und Einbettung des Themas in den Lehrplan | 15 |
| 1.4.0.3 Lernziele | 15 |
| 1.4.0.4 Möglichkeiten der Lernzielkontrollen | 15 |
| 1.5.0.0 Methodische Analyse zur Übungsstunde: Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen | 16 |
| 1.5.0.1 Abwägung der fach- und unterrichtsmethodischen Wege | 16 |
| 1.5.0.2 Reflexion möglicher Schwierigkeiten | 16 |
| 1.5.0.3 Medieneinsatz | 17 |
| 1.5.1.0 Methodische Analyse zur Übungsstunde: Berechnung von Winkeln an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs. | 18 |
| 1.5.1.1 Abwägung der fach- und unterrichtsmethodischen Wege | 18 |
| 1.5.1.2 Reflexion möglicher Schwierigkeiten | 20 |
| 1.5.1.3 Medieneinsatz | 20 |

| | |
|---|----|
| 1.5.2.0 Methodische Analyse zum Thema: Linienspektren | 21 |
| 1.5.2.1 Abwägung der fach- und unterrichtsmethodischen Wege | 21 |
| 1.5.2.2 Reflexion möglicher Schwierigkeiten | 22 |
| 1.5.2.3 Medieneinsatz | 22 |
| 2.0.0 Durchführung der Unterrichtseinheiten: Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen | 23 |
| 2.1.0 Durchführung der Übungsstunde zur Berechnung von Winkeln an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs. | 24 |
| 2.1.1 Berechnung des Erdumfangs | 24 |
| 2.1.2 Leistungsnachweis zur Übungsstunde: Berechnung des Erdumfangs | 25 |
| 2.2.0 Durchführung der Unterrichtseinheiten zum Thema: Linienspektren | 26 |
| 2.2.1 Linienspektren | 26 |
| 2.2.2 Ausflug in die Sternwarte | 28 |
| 3.0.0 Analyse. Auswertung der Unterrichtseinheiten: Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen. | 31 |
| 3.0.1 Positive Erfahrungen | 31 |
| 3.0.2 Kritische Reflexion | 31 |
| 3.0.3 Verbesserungsvorschläge | 31 |
| 3.1.0 Analyse. Auswertung der Übungsstunde zur Berechnung von Winkeln an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs. | 31 |
| 3.1.1 Positive Erfahrungen | 31 |
| 3.1.2 Kritische Reflexion | 31 |
| 3.1.3 Verbesserungsvorschläge | 31 |
| 3.2.0 Analyse. Auswertung der Unterrichtseinheiten zum Thema: Linienspektren. | 31 |
| 3.2.1 Positive Erfahrungen | 31 |
| 3.2.2 Kritische Reflexion | 31 |
| 3.2.3 Verbesserungsvorschläge | 32 |
| Zusammenfassung | 32 |
| Literaturnachweis | 34 |
| Anhang | 35 |
| Erklärung | 36 |

Einleitung

Der Mensch ist ein Teil des ganzen Kosmos. Somit ist der ganze Kosmos der Mensch selbst und der übrige Teil des Kosmos. Im Vergleich ist der Mensch viel kleiner als dieser übrige Teil. Somit ist der Mensch der kleine Teil des ganzen Kosmos, Mikrokosmos genannt und der größte Teil des ganzen Kosmos ist der Makrokosmos.

Der Mensch ist durch sein räumliches Getrenntsein mit dem ganzen Kosmos als eine Einheit weiterhin im ganz innersten Sinne mit ihm verbunden, nämlich durch die allgemeine Gesetzmäßigkeiten dieser Einheit.

Wird etwas getrennt, was vorher eine Einheit bildete und durch bestimmte Gesetzmäßigkeiten verbunden war, wird dies auch weiterhin nach der räumlichen Trennung durch dieselben Gesetzmäßigkeiten verbunden bleiben. Das heißt also, dass die Gesetzmäßigkeiten, die im Makrokosmos walten, auch im Mikrokosmos, im Menschen zu finden sind.

Deswegen ist es wichtig, wenn man diese Gesetzmäßigkeiten wirklich erkennen will, dass man nicht nur in sich selber schaut bzw. den Blick nach außen richtet und zwar nicht nur im Rahmen unserer Erde oder vielleicht ein wenig weiter, sondern alle seine Sinne nach allen Seiten voll öffnet, so weit es nur möglich ist.

Nur dieser Mensch, der alle seine Sinne dem ganzen Kosmos zu öffnen vermag, hat erst die Möglichkeit den Kosmos mit allen seinen Gesetzmäßigkeiten im vollsten Sinne zu begreifen. Deswegen ist es sehr wichtig, dass sich dieses Öffnen dem Kosmos gegenüber schon früh im Menschen geschult wird. Es ist sowohl in der Familie als auch beispielsweise in der Schule notwendig.

Die Sinne auszuweiten wäre dadurch möglich, wenn der Mensch mindestens ab und zu seinen Blick auf den Himmel richten würde. Konkret wäre es möglich, wenn man in die Unterrichtsinhalte einige Inhalte der Astronomie einfließen lassen würde.

Was ist Astronomie? Das deutsche Wort dafür ist Stern- bzw. Himmelskunde. Was ist am Himmel, was der Mensch durch seine Wahrnehmungen und sein weiteres folgerichtiges Denken erkennen könnte? Ohne Zweifel sind es die Sterne, die in Gestirne eingeteilt werden können und andere Himmelsobjekte wie die Planeten.

Durch wissenschaftliche Untersuchungen des Stoffes der Himmelsobjekte, ihrer räumlichen Offenbarung, also, durch die Beobachtung sämtlicher Bewegungen dieser Himmelsobjekte ist es möglich, Kunde über die Himmelsobjekte und deren Gesetzmäßigkeiten, die im Makrokosmos walten, zu erkennen. Erkennt man die Gesetzmäßigkeiten im Makrokosmos, so können diese auch im Menschen als Mikrokosmos gefunden werden.

„Seit Urzeit haben sich die Menschen mit den himmlischen Gestirnen beschäftigt. Bereits vor vielen tausend Jahren wurden besonders auffälligen Gruppen von Sternen Namen gegeben, die wir heute noch in den Tierkreiszeichen wiederfinden. Vor der Entdeckung optischer Sehhilfen (Teleskope) war die Sehkraft der Augen die natürliche Grenze am Himmel und damit nur einige tausend Sterne sichtbar.“¹

„Je tiefer die Menschheit in das Weltall blickte, desto mehr Sterne, Galaxien, Nebel, Sternhaufen und Sternsysteme wurden sichtbar und gaben neue Rätsel über die Entstehung des Weltalls und unserer Erde auf.“¹

Die Astronomie ist eine „unendliche Geschichte“ und das macht sie auch für jeden Menschen zugänglich. ²

[1]

1.0.0.0 Planung der Unterrichtseinheiten

1.1.0.0 Vorüberlegungen

Nach langem Suchen und Nachdenken habe ich mich für das Thema Planung, Durchführung und Analyse ausgewählter Unterrichtseinheiten zur Astronomie im Mathematik- und Physikunterricht an Realschulen in Bayern entschieden.³

Eines Tages erfuhr ich von einem meiner Schüler, dass es in Oettingen – ein Ort, der ca. 10 km von Wassertrüdingen entfernt ist, - im Gebäude des Gymnasiums eine technisch gut ausgebaute Sternwarte gibt.

So entstand die Idee, mit der Klasse 9c in Physik die Linienspektren als Unterrichtseinheit zur Astronomie durchzunehmen.⁴

Im ersten Telefongespräch mit dem Herrn Krist, dem Physiklehrer des Oettinger Gymnasiums, der diese Sternwarte besitzt, durfte ich mit großer Freude erfahren, dass ich mit meinen Schülern in der Sternwarte willkommen sei, außerdem gäbe es die schöne Gelegenheit die Linienspektren nicht nur zu beobachten, sondern auch fotografieren zu können, um danach noch einmal in aller Ruhe die Linienspektren der Sterne qualitativ vergleichen zu können. Ein quantitativer Vergleich der Linienspektren wäre *nicht* möglich, denn dafür müssten die technischen Gegebenheiten einer Sternwarte noch besser als in Oettingen sein.

Herr Krist sagte, dass er auf einer CD farbige Bilder von einigen Sternen die Linienspektren habe, die er aus einer größeren Sternwarte in der Schweiz bekommen hat. Darauf antwortete ich, dass ein qualitativer Vergleich von Linienspektren einiger Sterne für die Wahlpflichtfächergruppe I der Jahrgangsstufe 9 der Realschule genüge.

Meine Enttäuschung war groß, als mir einfiel, dass ich nur die Wahlpflichtfächergruppe II der Jahrgangsstufe 9 unterrichte.⁴ Ich gab die Hoffnung nicht auf, diese Unterrichtseinheit auch in der Wahlpflichtfächergruppe II durchführen zu können. ²⁰Sofort verband ich mich telefonisch mit meinem Physik-Seminarlehrer Herrn Ulrich Bommhardt und schilderte ihm die Situation. Er meinte, dass es in dem Fall ausnahmsweise möglich wäre diese Inhalte auch in der Wahlpflichtfächergruppe II der Jahrgangsstufe 9 zu behandeln. Ich empfand in dem Moment eine riesige Freude und Dankbarkeit dies durchführen zu dürfen. So hatte ich eine ausgewählte Unterrichtseinheit zur Astronomie im Fach Physik.

Da ich auch das Fach Mathematik liebe, empfand ich ein tiefes Bedürfnis etwas zur Astronomie auch in diesem Fach zu tun. Dazu bot sich die Gelegenheit es in der Jahrgangsstufe 7 durchzuführen.⁵

Die Aufgabe zur Ermittlung des Erdumfangs durch Eratosthenes würde sich eignen für eine Übungsstunde zur Berechnung von Winkeln an Parallelen. Das eine war mir auch sofort klar, wenn ich diese Unterrichtseinheit zur Astronomie machen will, dass ich in dieser Aufgabe einen ganz klaren Bezug zur Astronomie herstellen muss. An der Realschule bietet es sich an, einen realistischen, praktischen Bezug herzustellen.

Ich dachte auch an eine Möglichkeit, in Wassertrüdingen den Erdumfang zu bestimmen zu versuchen, so wie ihn Eratosthenes um 230 v.Chr. berechnet hat.

Sein Ergebnis war damals bemerkenswert genau: „Der Fehler betrug weniger als 1%. Als Leiter der Bibliothek von Alexandria hatte Eratosthenes Zugang zu kalendarischen Aufzeichnungen. Er entdeckte darin, dass am Mittag eines bestimmten Tages im Jahr die Sonne über der Stadt Syene am Nil, dem heutigen

Assuan, immer genau senkrecht stand. Als Folge davon warf dort ein senkrecht stehender Stab in Alexandria einen Schatten. Als dieses Ereignis wieder eintrat, ermittelte Eratosthenes das Maß des Winkels, den die Sonnenstrahlen mit einem derartigen Stab einschlossen.“⁶

„Die Messung ergab $7^{\circ}12'$ oder $\square \cdot 360^{\circ}$. Damit und mit der damals angenommenen Entfernung von 5000 Stadien (≈ 794 km) zwischen Alexandria und Syene berechnete Eratosthenes den Erdumfang. Zusätzlich setzte er dabei noch voraus, dass die Sonnenstrahlen parallel zueinander verlaufen. Als Ergebnis erhielt er 250000 Stadien oder wie wir heute sagen würden, 39700 km.“⁶

Um diese Aufgabe praktisch durchführen zu können, ist Wassertrüdingen als Ort zu wenig. Wassertrüdingen wäre in unserem Fall wie damals bei Eratosthenes Alexandria. Natürlich ist der Schattenwinkel in Wassertrüdingen wesentlich größer als in Alexandria zur selben Zeit, weil Wassertrüdingen viel weiter nördlicher entgegen der Sonnenrichtung liegt als Alexandria. Aber das ist nicht das Problem. Das Problem ist der andere Ort, wo kein Schatten zur selben Zeit vorhanden sein darf.

Wenn diese Aufgabe zu jeder Zeit gelöst werden könnte, dann ist es ja auch klar, dass dieser schattenlose Ort zu jeder Zeit ein anderer sein kann. Ob es nur ein oder mehrere Orte sein können, ist mir auch bewusst; aber das trägt nicht zur Lösung des Problems bei. Wenn man sich z.B. von Wassertrüdingen aus in Sonnenrichtung bewegen und beobachten würde wie sich der Schattenwinkel mit der wachsenden Entfernung ändern wird, so müsste ich aus einfachen Überlegungen feststellen müssen, dass der Schattenwinkel in der Sonnenrichtung immer mehr abnimmt. Das heißt also, dass ich, wenn ich mich weiter in Sonnenrichtung bewegen würde, in einem Ort ankommen müsste, wo kein Schatten mehr vorhanden wäre. Alle Orte, die auf der senkrechten Geraden zur Sonnenrichtung durch diesen Ort verlaufen, werden auch schattenlos sein. Aber diese Tatsache trägt auch nicht zur Lösung des eigentlichen Problems bei.

Hier wäre nicht einmal der Name eines bestimmten Ortes wichtig, sondern die Entfernung zu jenem Ort.

Wie könnte man diese Entfernung praktisch ermitteln? Dazu hilft die Erkenntnis, dass der Schattenwinkel in Sonnenrichtung gleichmäßig abnimmt. Das heißt, dass in jedem x km in Sonnenrichtung der Schattenwinkel um 1° abnehmen wird und so weiter bis zu dem Ort, wo kein Schatten mehr ist.

Mit einer Klasse wäre das praktisch nicht durchführbar.

Durch weitere Überlegungen kam ich auf die Idee, den Schattenwinkel in einem weiteren Ort außer in Wassertrüdingen zu messen, der mindestens so weit von Wassertrüdingen entfernt und dass der Schattenwinkel dort mindestens quantitativ erkennbar ein andere ist, und den natürlich auch praktisch messen zu können.

Ich wohne in Prien am Chiemsee, das 155 km in Sonnenrichtung südlicher als Wassertrüdingen liegt. Durch einfache Überlegungen wurde mir klar, dass Prien mein Vorhaben ganz gut wäre. So könnte mir jemand helfen, den Schattenwinkel zur gleichen Zeit wie in Wassertrüdingen zu messen. Ich bat die Lehrerin, Frau Freiberg, in Prien mit ihrer 6b Klasse diese Aufgabe zu übernehmen. Ich bastelte zwei Geräte, mit denen man möglichst genau den Schattenwinkel messen konnte.

Bevor die Messungen mit beiden Klassen durchgeführt werden konnten, führte ich den Versuch zuerst durch. Am 10. November 2001 um 12 Uhr ergab die Messung des Schattenwinkels in Wassertrüdingen 66° und in Prien 64° . Das Ergebnis für die Berechnung des Erdumfangs war unbefriedigend. Vermutlich standen die Messgeräte

[\[3\]](#)

nicht senkrecht auf der Erdoberfläche und es fehlten auch die Orientierungsmarkierungen um die Schattenwinkel messen zu können. Als beide Geräte verbessert waren, führte ich den Versuch noch einmal durch.

Damit der Erdumfang genau ermittelt werden kann, muss die Messgenauigkeit, so die Erfahrung, jeweils um ein Zehntel eines Grades gemessen werden können. Der Schattenwinkel in Prien am Chiemsee betrug 66° und der in Wassertrüdingen $64,6^{\circ}$. Das Rechenergebnis war diesmal ein sehr erfreuliches und der Versuch konnte nun auch mit beiden Klassen stattfinden.

Ein weiteres Anliegen war, mit den Potenzen in der Mathematik für die 7. Klasse zur Astronomie etwas zu tun.⁷ Die Zehnerpotenzen finden sowohl in Physik als auch in der Astronomie eine große Verwendung. „In der Astronomie findet die Potenzschreibweise eine Verwendung zum Beispiel zur Angabe riesiger Entfernungen. Eine dort gebräuchliche Längeneinheit ist 1 Lichtjahr = $946 \cdot 10^{10}$ km.“⁸

Eine Möglichkeit war die Entfernungen der Planeten zur Sonne und die Größe der Planeten mit den Siebtklässlern in einer Form der Potenzschreibweise umzuwandeln und abschließend einen Unterrichtsgang zum „Planetenweg“ nach München zu machen.

Die Planeten und die Sonne, die man aus Moosgummi machen könnte, könnte man im Klassenzimmer an einer Wand anbringen. Schön wäre natürlich, wenn da auch mindestens die wichtigsten Informationen über die Planeten bzw. Sonne unter jedem Planet bzw. Sonne angebracht werden. Mit der Sonne sind es 10 Modellen aus Moosgummi anzufertigen. Schön wäre es die Klasse in 10 Gruppen einzuteilen – geht ja ganz gut mit 31 Schülern in der Klasse – und, dass jede Gruppe ein Modell anfertigt und als Hausaufgabe eine ganz kurze Information über den jeweiligen Planeten bzw. Sonne zur dieser Stunde mitbringt.

[4]

1.2.0.0 Begründung des Themas

³Es waren mehrere Kriterien, die mich zu dieser Entscheidung gebracht haben. Da ich vier Jahre in Russland Astronomie studierte und danach in diesem Fach fünf Jahre unterrichtete und sonst für diese Inhalte eine große Begeisterung empfinde, überkam mich ein Herzenswunsch, meine jetzige Unterrichtstätigkeit mit den Inhalten der Astronomie auf irgendeine Weise verbinden zu wollen. Außerdem wäre es vielleicht sogar möglich meine *Hausarbeit* damit zu verbinden. Ich schaute sofort in den Lehrplan, um zu erfahren, ob sich etwas in der Richtung lehrnplangemäß bieten würde.⁹

²Durch diese Hausarbeit will ich einige Inhalte der Astronomie mit den Inhalten der Mathematik und Physik verbinden. In der Klasse 7 in Mathematik werde ich durch diese Unterrichtseinheiten zur Astronomie zunächst versuchen den Blick der Schüler in die weite Ferne des Himmels zu richten. Dadurch wird auch der Versuch gemacht, die Sinne für diese Weiten zu öffnen und natürlich auch zu lehren mit diesen weiten Entfernungen im mathematischen Sinne praktischer umgehen zu können, z.B. wie diese Entfernungen in einer Zehnerpotenzschreibweise dargestellt werden könnten, weiterhin wie diese Entfernungen durch eine mögliche Modellanfertigung des Sonnensystems im Vergleich aussehen könnten.¹⁰

Durch die Berechnung des Erdumfangs mit derselben Klasse, wurde auch bezweckt, die Schüler die tatsächlichen Zusammenhänge erkennen zu lassen.¹¹

Noch wird dadurch der Weg gezeigt, teilweise auch geschult, wie man aus der eigenen Sinneswahrnehmung und weiterhin durch das folgerichtige Denken zu einer echten Erkenntnis kommen kann, ohne irgendwelche Denkmodelle in Kauf nehmen zu müssen.

Die von mir gebastelten Geräte zur Schattenwinkelmessung waren nur als Hilfsmittel gedacht, um zwei Wahrnehmungen vergleichen und diese in bestimmte Einheiten möglichst präzise ausdrücken zu können.

Mit der 9. Klasse habe ich durch diese von mir ausgewählten Unterrichtseinheiten zur Astronomie versuchen wollen zunächst mal auch die Sinne zu erweitern dadurch, dass die Schüler auf die Sterne ihre Sinne richten müssen, um etwas über diese zu erfahren. Diese Erfahrung zum Beispiel, dass die Stoffe aus denen die Sterne bestehen, gleich so auch auf der Erde zu finden sind, bringt einem Menschen auch wenn unbewusst auf den Gedanken – wenn der Gedanke nicht bewusst wahrgenommen wird, dann offenbart sich dieser nur als ein ganz bestimmtes Erlebnis, obwohl dieses auch dem Menschen wiederum nicht bewußt widerfahren könnte –, dass Erde und Sterne etwas gemeinsames haben, dass da eine Verbindung vorhanden ist.¹²

[5]

¹³1.3.0.0 Fachliches Hintergrundwissen für die Übungsstunde:

Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen.

Bevor die Stunde über Zehnerpotenzen gehalten werden kann, sind die Potenzen selbst zunächst erst

einzuführen; es genügen aber dafür die Potenzen mit Basis und Exponente als natürliche Zahlen. Um die Potenzen einzuführen müssen logischerweise die natürlichen Zahlen auch schon bekannt sein. Nur diese Zahlen zu kennen, ist aber zu wenig. Wichtig ist hier schon zu wissen, wie man mit den natürlichen Zahlen rechnet und zwar ganz entscheidend ist die Multiplikation in den natürlichen Zahlen. Um die Entfernungen von den Planeten bis zur Sonne und die Größe der Planeten bzw. Sonne im Modell darstellen zu können, wäre ganz praktisch, wenn die Schüler mindestens die Potenzen in den Bereich der natürlichen Zahlen miteinander dividieren könnten. Also muss den Schülern mindestens dieses eine Potenzgesetz bekannt sein, um dieses auch anwenden zu können. Wenn es hier um eine Division geht, so ist es auch notwendig bis dahin die Division in den natürlichen Zahlen kennen lernen. Das nötige Wissen in jeweils zugehörigen Unterrichtssequenzen durchgenommen worden.

1.3.0.1 Fachliches Hintergrundwissen für die Übungsstunde:

Winkel an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs.

- Was ist ein Winkel und wie misst man ihn?
- Die Winkel an Parallelen (Z-Winkel)
- Kreis und Winkelsumme im Kreis
- Einen Teil einer geraden bzw. ungeraden Strecke berechnen können
- Die Beziehung zwischen einem Winkel bzw. eines Teilwinkels eines Kreises und

Umfang bzw. Teilumfangs herleiten können: =

- Mit den geographischen Koordinaten auf der Erde umgehen können
- Mit einem Kompaß umgehen können
- Den Abstand zwischen zwei parallelen Geraden ermitteln können

1.3.0.2 Fachliches Hintergrundwissen für die Unterrichtseinheit: Linienspektren

Um diese Unterrichtseinheit „Linienspektren“ mit den Schülern durchführen zu können, ist ein bestimmtes Vorwissen nötig. Dieses Thema ist ein Teil des Themenbereiches Optik. Hier müssen die Schüler vor allem wissen, was Licht ist und wie sich das Licht ausbreitet. Die Begriffe Lichtbündel und Lichtstrahl gehören hier auch dazu. Ohne zu wissen, wie sich das Licht beim Auftreten auf eine Grenzfläche verhält und das Brechungsgesetz der Umkehrbarkeit des Lichtweges, ist es auch nicht möglich, die Linienspektren den Schülern vermitteln zu können. Die Brechung des weißen Lichtes und das kontinuierliches Spektrum ist hier auch von ganz großer Bedeutung.

1.4.0.0 Didaktische Analyse zur Übungsstunde:

Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen.

¹⁴1.4.0.1 Eingangsverfahren der Klasse 7a M

Die Klasse 7a KM kenne ich seit Mitte September 2001. Es sind in der Klasse 16 Mädchen und 15 Jungen. Seit dieser Zeit unterrichte ich sie vier Mal in der Woche im Fach Mathematik. Die Klasse machte auf mich gleich am Anfang des Schuljahres einen positiven Eindruck, sowohl von der menschlichen als von der fachlichen Seite her. Die Klasse ist sehr begeisterungsfähig für Mathematik. Es war sehr angenehm mit dieser Klasse sowohl im fachlichen als auch im pädagogisch-psychologischen Sinne zu arbeiten. Während des Unterrichts arbeiten fast alle Schüler sehr rege mit. Die Hausarbeit mit dieser Klasse zu machen, war mir eine große Freude.

⁵1.4.0.2 Lehrplanbezug und Einbettung des Themas in den Lehrplan

Mein Stundenthema „Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen“ ist eingebettet in den Themenbereich „M 7.1 Menge der rationalen Zahlen: Potenzen und Potenzgesetze“ in der 7. Jahrgangsstufe nach dem Lehrplan der vierstufigen Realschule.

Die Schüler kennen die natürlichen Zahlen und beherrschen die Rechenoperationen Multiplikation und

Division. Die Schüler kennen die Potenzen mit der Basis und dem Exponent als natürlichen Zahlen und die Division dieser Potenzen, so dass die Ziele dieser Stunde zu erreichen sind.¹³

1.4.0.3 Lernziele

Hauptziel:

Die Schüler sollen die Zehnerpotenzen kennen lernen und mit diesen rechnen können

Teilziele:

Die Schüler sollen ...

TZ1: die Vernünftigkeit der Einführung einer kürzeren Schreibweise für großen Zahlen erkennen

TZ2: die kürzere Schreibweise kennen lernen

TZ3: die Definition der Zehnerpotenzen kennen

TZ4: die Verwendung der Zehnerpotenzschreibweise in Astronomie zur Angabe von riesigen Entfernungen kennen

TZ5: die Entfernungen von den Planeten bis zur Sonne und den mittleren Radius von Planeten bzw. Sonne in Potenzschreibweise umwandeln können.

TZ6: die Potenzschreibweise der Entfernungen bzw. den mittleren Radius von der Längeneinheit m in cm umrechnen können, um die Verkleinerung der Entfernungen bzw. des mittleren Radius im Modell verständlicher zu machen

TZ7: Die Entfernungen bzw. mittleren Radius für das Modell verkleinern,

die Modelle anfertigen und danach richtig anbringen.

1.4.0.4 Möglichkeiten der Lernzielkontrollen

Ich werde versuchen diese Stunde so zu gestalten, dass die Schüler möglichst selbst alles in der Stunde erarbeiten. Dazu wird das vorbereitete Arbeitsblatt behilflich sein. Die Übersichtlichkeit und der logische Aufbau dieses Blattes sind sehr wichtig. Um zu erkennen, ob die Lernziele auch wirklich von den Schülern erreicht sind, versuche ich möglichst viele Schüler an der mündlichen Arbeit während des Ausfüllens des Arbeitsblattes zu beteiligen. An einer regen Schülerbeteiligung ist auch die Erfüllung der Lernziele zu erkennen.

[6]

1.4.1.0 Didaktische Analyse zur Übungsstunde:

Winkel an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs.

1.4.1.1 Eingangsverfahren der Klasse 7a M¹⁴

⁵1.4.1.2 Lehrplanbezug und Einbettung des Themas in den Lehrplan

Dieses Stundenthema „**Winkel an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs.**“ ist in den Themenbereich „**M 7.6 Doppelachsenspiegelungen: Parallelenaxiom und Eigenschaften paralleler Geraden; Beziehungen zwischen den Maßen von Stufen- und Wechselwinkeln**“ in der 7. Jahrgangsstufe nach dem Lehrplan der vierstufigen Realschule zu finden.

Nach dem Lehrplan ist dieser Themenbereich gleich nach der Achsenspiegelung, aber noch vor der Lösung geometrischer Probleme mit Hilfe von Abbildungen entsprechend zu behandeln.

1.4.1.3 Lernziele

Hauptziel:

Die Schüler sollen den Erdumfang mit Hilfe der Erkenntnis der Winkel an Parallelen ermitteln können

Teilziele:

Die Schüler sollen ...

TZ1: den Schattenwinkel exakt messen können

TZ2: die Messergebnisse des Schattenwinkels in Wassertrüdingen und in Prien am Chiemsee in einem logischen Zusammenhang erkennen

TZ3: die Notwendigkeit der Ermittlung der Entfernung in Sonnenrichtung von Wassertrüdingen bis Prien am Chiemsee begründen und diese auch ermitteln können

TZ4: die Entfernung bis zu dem Ort, wo kein Schatten zur Winkelmessungszeit vorhanden ist, ausrechnen können

TZ5: die Situation zeichnerisch darstellen können

TZ6: erkennen, dass die Mittelpunktswinkel maßgleich den Schattenwinkeln sind und dies auch begründen können

TZ7: den Erdumfang ausrechnen und ihn mit dem tatsächlichen

vergleichen können

1.4.1.4 Möglichkeiten der Lernzielkontrollen

Während dieser Stunde werde ich versuchen durch geschickt gestellte Fragen an die Schüler, die meisten von denen schon im Arbeitsblatt in einer logisch-konsequenten Reihenfolge aufgeführt sind, die Möglichkeit zu schaffen, die Lernzielkontrollen durchzuführen.

[7]

1.4.2.0 Didaktische Analyse zur Unterrichtssequenz: Linienspektren

1.4.2.1 Eingangsverfahren der Klasse 9c II KM

Der zweite Teil meiner Hausarbeit die Unterrichtseinheit „Linienspektren“ wird mit der Klasse 9c II KM der Staatlichen Realschule Wassertrüdingen durchzuführen. Es sind 17 Mädchen und 7 Jungen in der Klasse. Diese Klasse kenne ich auch erst seit Mitte September 2001. Zwei mal in der Woche unterrichte ich diese Klasse in Physik. Die Klasse ist nicht leicht zu motivieren. Es könnte sein, dass es vielleicht mit dem Alter der Schüler verbunden ist. Man könnte sagen, dass die Klasse in Physik ein wenig träge ist, was sich durch schwache Mitarbeit während des Unterrichts äußert. Die schriftlichen Arbeiten fallen jedoch sehr gut aus. Dadurch kann man erkennen, dass die Schüler die physikalischen Inhalte sowohl verstehen als auch in Worte ausdrücken können. Durch die Hausarbeit habe ich die Schüler noch besser kennen gelernt. Es war im Allgemeinen sehr angenehm mit dieser Klasse zu arbeiten.

1.4.2.2 Lehrplanbezug und Einbettung des Themas in den Lehrplan

Das Thema „Linienspektren“ ist im Lehrplan im ⁴Themenbereich Ph I 9.2 Optik im Kapitel „Farbige Lichter, Farben“ der vierstufigen Realschule angegeben; und konnte mit Genehmigung auch in der Wahlpflichtfächergruppe II durchgeführt werden.¹⁵

1.4.2.3 Lernziele

Hauptziel:

Die Schüler sollen die Linienspektren kennen lernen und ihre Anwendung in der Spektralanalyse kennen.

Teilziele:

Die Schüler sollen ...

TZ1: den Versuch für die Ermittlung der Linienspektren aufbauen können

TZ2: den Versuch zunächst mit Natrium Chlorid durchführen können

TZ3: im gelben Bereich des kontinuierlichen Spektrums eine ganz helle gelbe Linie erkennen

TZ4: in der gelben Linie „den Fingerabdruck“ des Natriumdampfes erkennen

TZ5: mit anderen Stoffen den Versuch durchführen und in den jeweiligen

Linien „die Fingerabdrücke“ des jeweiligen Gases erkennen

TZ6: den Begriff Spektralanalyse kennen lernen und die Anwendung der Linienspektren in derselben kennen

TZ7: in den Spektren der verschiedenen Sterne die jeweilige Linienspektren

erkennen

TZ8: die Linienspektren der verschiedenen Sterne qualitativ voneinander unterscheiden können

1.4.2.4 Möglichkeiten der Lernzielkontrollen

Um zu erkennen, ob die Lernziele auch erreicht sind, werde ich versuchen die Fragen während des Unterrichts an die Schüler so zu stellen, dass es zu erkennen ist, dass die von mir vermittelten Inhalte an die Schüler ankommen und auch von denen auch aufgenommen werden.

[8]

1.5.0.0 Methodische Analyse zur Übungsstunde: Zehnerpotenzen.

Rechnen mit Zehnerpotenzen.

1.5.0.1 Abwägung der fach- und unterrichtsmethodischen Wege

In dieser Stunde wird hauptsächlich ein Arbeitsblatt eingesetzt, um dadurch Zeit zu gewinnen und eine volle Übersicht der sämtlichen Inhalte dieser Stunde zu haben.

Um die Schüler zu motivieren, werden sie vor die Tatsache gestellt, dass, wenn die riesigen Entfernungen im Weltall durch einfache Zahlen dargestellt werden, so werden diese auch sehr lang sein, und dass mit so langen Zahlen sehr umständlich umzugehen ist. Als Beispiel nehme ich den Äquatorumfang der Erde und den mittleren Radius der Sonne. Die Schüler werden vor die Aufgabe gestellt, die langen Zahlen in einer kürzeren Schreibweise darzustellen.

Zunächst frage ich was man mit diesen vielen Nullen, die am Ende der langen Zahlen stehen, machen könnte. Die Schüler werden womöglich auf den Gedanken kommen, dass man diese auf irgendwelche Weise kürzen könnte. Um das zu verstehen wie es geht, genügt es, wenn wir eine von diesen langen Zahlen nehmen und diese zunächst in Zehnerprodukte zerlegen. Weil die Schüler die Potenzen schon kennen, werden sie sofort aus dieser Produktzerlegung, die aus mehreren Zehnerzahlen besteht, auf den Gedanken kommen, dass man dieses Ergebnis in eine Potenzschreibweise mit der Basis 10 umwandeln kann. Somit folgt aus dieser Potenzschreibweise die Definition der Zehnerpotenzen. Die Produktzerlegung und die Definition werden im Arbeitsblatt schriftlich festgehalten.

Dann wird die Zehnerpotenzschreibweise eingeübt. Es werden dafür die Entfernungen der Planeten bis zur Sonne und der mittlere Radius dieser Planeten in einer tabellarischen Form in eine Potenzschreibweise

umgewandelt. Während dieser Aufgabe müssen möglichst viele Schüler beteiligt werden.

Um die Zahlen für ein mögliches Modell zu verkleinern, wären als Zwischenschritt die Entfernungen bzw. die mittleren Radien in die Längeneinheit cm umzuwandeln. Andererseits wäre das gleichzeitig eine Übung im Rechnen mit Zehnerpotenzen.

Die Darstellung im Modell ist für eine bessere Vorstellung dieser großen Entfernungen bzw. mittleren Radien im Vergleich zueinander zu sehen und andererseits ist es eine Möglichkeit, die reellen Entfernungen besser zu verstehen. Schneller wird es hier gehen, wenn nicht jeder Schüler alle Planeten anfertigt, sondern wenn die Klasse in Gruppen eingeteilt und jede Gruppe jeweils einen Planet bzw. die Sonne anzufertigen wird. Es sind die Sonne und neun Planeten anzufertigen, deswegen ist es vernünftig, wenn die Klasse in zehn Gruppen eingeteilt wird.

Jede Gruppe wird ihren Planeten nach der Anfertigung selbst an der Wand anbringen.

Jeder Gruppe wird als Hausaufgabe aufgegeben möglichst viele Informationen über „ihre“ Planeten bzw. die Sonne zur nächsten Stunde mitzubringen. Diese Informationen werden dann von mir an die Wand gebracht um Zeit für die Mathematikstunde zu sparen.

1.5.0.2 Reflexion möglicher Schwierigkeiten

Die Schüler werden von selbst nicht drauf kommen, dass sehr lange Zahlen mit Hilfe ihrer Darstellung in Zehnerprodukte verkürzt geschrieben werden können. Auch die Hinführung durch gezielte Lehrerfragen wird schwer sein.

Die Planeten bzw. die Sonne sind in einer bestimmten Reihenfolge an der Wand anzubringen mit der Berücksichtigung der jeweiligen Entfernungen zwischen den ersteren. Deswegen könnte es hier zu einer Schwierigkeit kommen, dass die Gruppen, die als die Ersten die Planeten an der Wand anbringen müssen, noch nicht ganz fertig sein könnten. Um das möglichst zu vermeiden, werde ich bei der Einteilung in Gruppen die Aufträge jeder Gruppe diesbezüglich berücksichtigen. Das heißt, den ersten Auftrag wird die Gruppe bekommen, die die Sonne anfertigt, dann diejenige, die den Merkur anfertigt und so weiter.

1.5.0.3 Medieneinsatz

Um diese Stunde durchführen zu können, ist ein ganz bestimmter Medieneinsatz nötig. Für den ersten und den wichtigsten Teil der Stunde sind Tageslichtprojektor, Folie, Arbeitsblätter für die Schüler und Folienstifte notwendig.

Für den zweiten Teil dieser Stunde, die Planeten und die Sonne im Modell darzustellen, brauchen alle Schüler jeweils einen Zirkel mit Lineal, um die jeweiligen Planeten zunächst zu zeichnen. Das Moosgummi aus verschiedenen Farben bekommen die Schüler von mir. Um die Planeten bzw. die Sonne auszuschneiden, brauchen die Schüler Scheren. Danach um die Planeten bzw. die Sonne an der Wand anzubringen, brauchen die Schüler ein genaues Meterstab und Befestigungsmaterial.

1.5.1.0 Methodische Analyse zur Übungsstunde: Berechnung von

Winkeln an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs.

1.5.1.1 Abwägung der fach- und unterrichtsmethodischen Wege

Zeitlich ist es ziemlich schwer diese Themen in einer einzigen Stunde durchzuführen. Um mehr Zeit zur Verfügung zu haben, werde ich ein Arbeitsblatt entwerfen. Schon allein der Gedanke Kontakt mit Schülern aus Oberbayern für den Ergebnisvergleich der Winkelmessung aufzunehmen, wird die Schüler für die bevorstehende Lektion motivieren. Andererseits auch selbst die Aufgabe den Erdumfang mit ganz einfachen Mitteln und Methoden zu ermitteln, wird auch sehr verlockend sein. Auch das Gerät für die Messung des Schattenwinkels wird womöglich bei den Schülern großes Interesse hervorrufen.

Die Messungen werden gleichzeitig in Prien am Chiemsee mit der 6. Klasse der freien Waldorfschule durchgeführt. In wenigen Minuten oder sogar Sekunden können die Schüler per telefonische Verbindung die gegenseitige Messergebnisse erfahren. Die Messergebnisse werden verglichen und die Differenz wird ausgerechnet. Selbst der Vergleich der Messungen in Wassertrüdingen und in Prien am Chiemsee können zunächst für die Schüler sehr überraschend sein.

Die Frage, warum die Messergebnisse verschieden ausfallen, wird die Schüler zu Überlegungen anregen. Die

richtigen Überlegungen werden im Arbeitsblatt festgehalten. Wenn der Schattenwinkel in Prien um etwa $1,4^\circ$ kleiner als in Wassertrüdingen ist und die Tatsache, dass Prien am Chiemsee südlicher als Wassertrüdingen in Sonnenrichtung liegt, dann könnte ja noch weiter in Sonnenrichtung ein in Sonnenrichtung ein anderer Ort sein, dessen Schattenwinkel wieder etwas kleiner sind. So können die Schüler auf den Gedanken gebracht werden, dass es weiter südlicher einen Ort gibt, bei dem die Schattenwinkel 0° betragen.

Die Schüler werden wissen wollen, wie der Ort heißt und wo er ist. Um das herauszubekommen, müssten wir zunächst wissen, wie weit dieser Ort von Wassertrüdingen entfernt ist. Diese Frage kommt in einer wenig verschlüsselten Schreibform im Arbeitsblatt vor. Die Schüler müssen dann nur die Antwort durch das Einsetzen bestimmter Wörter vervollständigen.¹⁶

Falls die Unterrichtszeit knapp sein wird, müssen die Schüler die „Antwort“ ausrechnen. Bleibt etwas mehr Zeit zur Verfügung, können die Schüler mit ihren Partnern diskutieren und die Antwort herausfinden bzw. herausbekommen.

In Wassertrüdingen ist der Schattenwinkel 66° und in diesem Ort jeweils 0° . Wie groß ist die Schattenwinkeldifferenz? Diese Frage werden die Schüler sofort beantworten können. Wieviel km entspricht der Schattenwinkeldifferenz 66° , wenn die Schattenwinkeldifferenz Wassertrüdingen mit Prien am Chiemsee $1,4^\circ$ 155 km in Sonnenrichtung entsprechen?

Die Schüler werden auf die von mir gestellte Frage die Antwort geben. Ich werde natürlich fragen, wie sie das ausgerechnet haben.

Nach dieser Aufklärung zeige ich eine der Berechnungsmöglichkeiten, die wir auch schriftlich im Arbeitsblatt festhalten werden.

Möglich wäre es natürlich zunächst auszurechnen, wie viele km 1° der Schattenwinkeldifferenz entsprechen würden, um sich vielleicht die Abnahme des Schattens in der Sonnenrichtung besser vorstellen zu können.

Wenn noch genügend Zeit vorhanden sein wird, dann könnte man diesen Ort auch auf der geographischen Karte finden. Es wäre zugleich eine kurze Wiederholung des Stundenthemas in Mathematik der 7 Klasse „Geographische Koordinaten“ und auch

[\[9\]](#)

gleichzeitig mit Erdkunde derselben Klasse fächerübergreifend.

Um den Erdumfang ermitteln zu können, müssen wir die Situation zeichnerisch so darstellen, dass wir den Erdumfang aus der Zeichnung erkennen und ermitteln können.

Dass die Sonnenstrahlen parallel zur Erde verlaufen, ist hier eine ganz entscheidende Tatsache, was mit einer Skizze an der Tafel schnell erklärt ist bzw. Bezugnehmend auf Erdkunde (Ek 7.1 – (auch M 7.4) kurz erklärt wird.

Eine andere wichtige Tatsache ist die, dass die eingezeichneten Gegenstände in unserer Zeichnung senkrecht zur Erdoberfläche gezeichnet werden müssen. Das könnte ich ganz kurz begründen, indem ich an dem von mir gebastelten Gerät zeige, wie sich der Schattenwinkel verändern wird, wenn der Gegenstand, der den Schatten abwirft, nicht senkrecht zur Erdoberfläche stehen würde.

Die Schüler werden sich fragen, wie die Gegenstände in die Zeichnung gezeichnet werden müssen, was wiederum das Unterrichtsgespräch fördert.

Letztendlich müssen die Gegenstände so eingezeichnet werden, dass die Geraden, die durch diese Gegenstände verlaufen, mit denen jeweils zusammenfallen und durch die Kreismitte bzw. Erdzentrum verlaufen.

Bevor die Schattenwinkel eingezeichnet werden, ist es wichtig den Schülern zu sagen, dass die in dem Bild von mir eingezeichneten Sonnenstrahlen nicht alle eingezeichnet werden konnten und dass man sich aber vorstellen muss, dass unendlich viele parallele Sonnenstrahlen gemeint sind.

Jetzt sollen sich die Schüler diese Situation vergegenwärtigen und versuchen sich vorzustellen, wie die Schattenwinkel sein werden und wie man die richtig einzeichnen könnte. So eine räumliche Vorstellung, die

in der Zeichnung abstrahiert werden müsste, könnte für die Schüler der 7 Klasse viel zu anspruchsvoll sein. Aber mit meiner Hilfe könnte man es trotzdem versuchen. Falls es nicht gelingen wird, werde ich den Winkel eintragen und es auch erklären.

Die Schüler werden darauf hingewiesen, sich die Zeichnung genau anzusehen und zwei ähnliche Winkel zu finden wie die Schattenwinkel in Wassertrüdingen und in Prien am Chiemsee.

Weil wir vor kurzem die Winkel an Parallelen schon durchgenommen haben, werden die Schüler wahrscheinlich sehr schnell diese Winkel finden und das auch begründen können.

Dass die Mittelpunktswinkel jeweils genau so groß sind wie die jeweiligen Schattenwinkel, ist eine ganz entscheidende Tatsache in der ganzen Arbeit. Wir betrachten speziell den Mittelpunktswinkel, der genau so groß ist wie der Schattenwinkel in Wassertrüdingen und auch den Kreisbogen über diesem Winkel.

Was wäre in unserer Situation dieser Kreisbogen? Eine mögliche Antwort könnte sein, dass es die Entfernung von Wassertrüdingen bis zu dem Ort ist, wo kein Schatten geworfen wird. Also entspricht dieser Mittelpunktswinkel der Länge des Kreisbogens bzw. der Entfernung von Wassertrüdingen bis zu diesem Ort, wo kein Schatten vorhanden ist.

Was wäre in unserer Situation die ganze Kreislinie als „Kreisbogen“, der Umfang des Kreises also? Das ist natürlich der Erdumfang, so die Schüler. Welchem Winkel entspricht dieser große „Bogen“, der Erdumfang also? Dem vollen Winkel des Kreises 360° also, wird die Antwort der Schüler sein.

Wie ist aus diesen Überlegungen der Erdumfang zu ermitteln? Die Schüler werden wahrscheinlich auf den richtigen Rechenweg kommen und den Erdumfang ermitteln.

Zum Schluss vergleichen wir je nach Zeit den von uns ermittelten Erdumfang mit dem schon bekannten. Ist der Unterschied nicht groß, dann werden wir ein Erfolgserlebnis haben. Wenn es nicht der Fall ist, dann dürfen wir auch nicht frustriert sein, sondern versuchen den Fehler in unserer Arbeit zu finden. Durch eine sorgfältige Vorbereitung werde ich aber dafür sorgen, dass das Ergebnis ein erfreuliches sein wird.

1.5.1.2 Reflexion möglicher Schwierigkeiten

In dieser Stunde sind schon ziemlich viele Stellen, wo mögliche Schwierigkeiten auftreten könnten. Besonders schwierig wird es sein, die Zeichnung vollständig zu verstehen.¹⁷ Weil die räumliche Vorstellung und die Fähigkeit etwas Abstrahieren zu können, in diesem Alter noch gering sind, könnten an der Stelle große Schwierigkeiten auftreten. Ich hab schon eben so gut wie möglich den genauen fach- methodischen Weg geschildert, es könnte aber doch noch sein, dass an der Stelle noch weitere Probleme von Seiten der Schüler auftreten könnten. Wenn es natürlich gar nicht gehen wird, dann müssen die Schüler dies als wahr oder als Arbeitshypothese hinnehmen.

Die größte Schwierigkeit wäre die, wenn die Sonne in einem von dem beiden Orten wie Wassertrüdingen und Prien am Chiemsee nicht zum Vorschein kommt. In dem Fall werde ich die Stunde verlegen müssen oder die Messungen schon vorher durchführen und diese Messungen später für die Ermittlung des Erdumfangs hernehmen.

1.5.1.3 Medieneinsatz

In dieser Stunde wird der Tageslichtprojektor eingesetzt. Folien und Folienstifte sind auch erforderlich. Entscheidend für den Medieneinsatz wird das Schattenwinkelmessgerät sein.

[\[10\]](#)

1.5.2.0 Methodische Analyse zum Thema: Linienspektren

1.5.2.1 Abwägung der fach- und unterrichtsmethodischen Wege

Die Schüler wissen, dass das weiße Licht in Spektralfarben zerlegt werden kann.

Zur Motivation zeige ich ein kontinuierliches Spektrum und frage gleich, wie so ein Spektrum zustande kommt. Danach zeige ich ein Spektrum von einem Stern, sage aber nichts dazu. Ich werde nur fragen, ob dieses Spektrum doch irgendwie anders aussieht, und frage nach dem Unterschied. Die Schüler werden auf dunkle Linien in diesem Spektrum hindeuten. Wir könnten ganz kurz darüber diskutieren, woran es liegt. Wenn die Schüler nicht drauf kommen, dass dieses Spektrum nicht nur die Zerlegung des weißen Lichtes ist,

dann werde ich fragen, ob es nur dessen Zerlegung ist? Die Schüler werden höchstwahrscheinlich diese Behauptung bejahen. Was könnte hier außer dem weißen Licht noch vorhanden sein? Hier werden verschiedene Vermutungen von den Schülern aufgestellt. Danach werde ich es ihnen verraten, dass das weiße Licht durch ein Gas geschickt wird, bevor es auf ein Prisma fällt.

Wir haben hier ein ganz normales Kochsalz NaCl, das über das Feuer gehalten und verbrannt wird. Welches Gas wird nach der Verbrennung entstehen? Es wird Natrium entstehen. Durch dieses Gas werden wir weißes Licht schicken und es danach mit einem Prisma zerlegen. Dann können wir sehen, ob sich das kontinuierliche Spektrum ändern wird.

Was haben wir gebraucht, um das weiße Licht zerlegen zu können? Die Schüler werden die Lichtquelle, die Lichtspalte, die Abbildungslinse und das Prisma nennen. Ich habe hier ein Gerät, in dem alles außer der Lichtquelle schon eingebaut ist. Dieses Gerät heißt Spektroskop. Wir haben hier ein Taschenspektroskop. Durch dieses Gerät schicken wir zunächst weißes Licht und schauen uns das entstehende kontinuierliche Spektrum noch einmal an. Der Taschenspektroskop wird mit Hilfe eines Stativs befestigt. Das könnte entweder ich selbst oder auch ein Schüler machen. Das Spektroskop richten wir auf eine Lichtquelle auf eine helle weiße Oberfläche, die das weiße Licht reflektiert. Damit die ganze Klasse das Spektrum auch sehen kann, werde ich vor dem Okular des Spektroskopes eine Tischvideokamera entsprechend installieren. Somit haben die Schüler die Gelegenheit das Spektrum auf dem Bildschirm des Fernsehapparates sehen können.

Dann wird vor das Spektroskop der Bunsenbrenner gestellt und über die Flamme das Kochsalz mit einem Magnesiastäbchen gehalten. Das Magnesiastäbchen wird zuvor aber bis zum Glühen erwärmt; das Salz wird so besser haften. Das weiße Licht muss erst durchs Natrium gehen, um vom Spektroskop in Spektralfarben zerlegt werden zu können. Die Schüler werden dann auf dem Bildschirm im gelben Bereich des kontinuierlichen Spektrums eine ganz helle gelbe Linie entdecken. Verdunkeln wir die Fläche, die vor dem Spektroskop ist oder richten diesen auf eine schwarze Fläche, die kein Licht reflektiert, dann wird das kontinuierliche Spektrum verschwinden. Im gelben Bereich aber wird diese Natriumlinie an der selben Stelle bleiben. Der Versuch wird an der Tafel von mir und von den Schülern in den Heften festgehalten.¹⁸

Wie wird sich das Spektrum ändern, wenn das weiße Licht bevor es zerlegt wird, durch ein anderes Gas geschickt wird? Die Schüler werden höchstwahrscheinlich sagen, dass es sein könnte, dass dann in anderen Spektralfarbenbereichen Linien erscheinen werden. Das selbe probieren wir mit Kalium aus. Ein ganz überraschendes Ergebnis, hier sehen wir auf einmal zwei Linien und zwar im roten und violetten Bereich. Wir müssen für jedes Element ein neues Magnesiastäbchen hernehmen, weil nach der Verbrennung noch kleine Reste drauf bleiben können. Für das Experiment braucht man ein ganz wenig Salz. Man sollte ein Magnesiastäbchen nicht in das Fläschchen mit dem jeweiligen Element hineintauchen, weil man so das Element im Fläschchen verunreinigen kann. Dann wird das mit Kupfer ausprobiert.

[11]

Wieder ein überraschendes Ergebnis, wir sehen drei helle grüne Linien im grünen Bereich. Wenn die Flamme beobachtet wird, so kann auch sehen, dass sich diese auch während der Verbrennung verschiedener Gase jeweils unterschiedlich verfärben wird.

Die Ergebnisse werden von den Schülern in Wort gefasst und schriftlich ins Heft aufgenommen. Ich halte diese auf der Tafel fest.¹⁹

Die Tatsache, dass jedes Element im gasförmigen Zustand ein charakteristisches Linienspektrum aussendet, macht man sich bei der Spektralanalyse zu Nutze.

Wie wird ein Spektrum aussehen, wenn gleichzeitig das weiße Licht durch mehrere Gase geschickt und danach zerlegt wird? Es wird ein ganz kompliziertes Linienspektrum entstehen, so die Schülerantwort.

Ich zeige noch einmal das Spektrum von dem Stern, den ich am Anfang der Stunde gezeigt habe. Auf die Frage, was diese dunklen Linien im Spektrum wohl bedeuten könnten, werden die Schüler antworten, dass es Linien sind und dass dieses Linienspektrum ein so genannter „Fingerabdruck“ eines bzw. mehrerer Stoffe sein könnte. Jetzt sage ich, dass dieses Linienspektrum von einem Stern ist. Wenn die Schüler das noch nicht gewusst haben und noch begeisterungsfähig sind, dann werden sie staunen.

Es könnte ein interessantes Gespräch entstehen. Die Schüler werden womöglich fragen, ob man auch

herausfinden könnte, aus welchen Stoffen die verschiedenen Sterne bestehen. Es ist möglich, wird die Antwort sein, und falls Interesse bestehen und Zeit bleiben würde, werde ich das auch ganz kurz erläutern.

Danach zeige ich noch ein paar Dias mit Linienspektren von anderen Sternen. Dann sage ich, dass wir die Linienspektren von einigen hellen Sternen uns anschauen werden. In Oettingen im Gymnasium gibt es eine Sternwarte, wo wir uns das genauer anschauen können. Die Aufnahmen der Linienspektren habe ich in dieser Sternwarte gemacht. Wie es möglich ist, wird aber in der Sternwarte erklärt.²⁰

Am Schluss der Unterrichtsstunde wird alles durch geschickt gestellte Fragen noch einmal wiederholt und fixiert. Wenn noch Zeit bleibt, werde ich das Organisatorische zum Ausflug in die Sternwarte mit den Schülern besprechen.²¹

1.5.2.2 Reflexion möglicher Schwierigkeiten

In der Stunde gibt es eine Stelle, wo ein Problem auftreten könnte, nämlich wenn die Schüler den Übergang schaffen sollen von dem Gedanken „Das weiße Licht wird bevor es auf ein Prisma im Taschenspektroskop trifft, durch ein Gas geschickt. Danach werden wir auf dem Bildschirm des Fernsehapparates ein Spektrum dieses Lichtes sehen, in dem Linien entdeckt werden könnten.“ Zum Gedanken „Wenn das Licht von einem Stern zerlegt wird, dann können wir auch in seinem Spektrum Linien entdecken“ Der zweite Gedanke muss nicht gleich aus dem ersten heraus folgerichtig sein. Es wäre hier gut zu schildern, dass es zum Beispiel Natrium- bzw. Quecksilberlampen u.a. als Lichtquellen gibt, in deren Lichtspektren die entsprechenden Linien gesehen werden können. Das heißt, dass das Gas auch direkt in der Lichtquelle sein könnte.

1.5.2.3 Medieneinsatz

Für die Stunde brauchen wir den Taschenspektroskop, verschiedene chemische Substanzen, einen Bunsenbrenner, die Tischvideokamera, das Fernsehgerät, den Diaprojektor und Dias mit den Linienspektren von verschiedenen Sternen.

[\[12\]](#)

2.0.0 Durchführung der Unterrichtseinheiten:

Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen

| Handelnde, Handlungen, Aktionsformen, Medien | Inhalt | Begründung |
|---|---|--|
| L, S. Die Arbeitsblätter werden noch vor der Stunde ausgeteilt L, S, TLP, Folie Lehrerzählung Problematisierung Thematisierung Erarbeitung und Fixierung durch Unterrichtsgespräch Erarbeitung und Fixierung | Begrüßung L: Mit sehr langen Zahlen ist es umständlich zu arbeiten. Die riesigen Entfernungen im Weltall werden z.B. durch solche Zahlen dargestellt. Wir schauen uns ein Paar von solchen Zahlen an. Als Beispiel nehme ich den Äquatorumfang der Erde und den mittleren Radius der Sonne.(siehe Arbeitsblatt) L: Was könnte man mit diesen lange Zahlen tun, | Sammeln der Klasse Motivation (wecken des Interesses) Sicherung des Ausgangsniveaus TZ1 TZ2 TZ3 TZ4 TZ5 |

| | | |
|--|--|-----------------------|
| <p>Folie, Arbeitsblatt, TLP</p> <p>L, S</p> <p>Erarbeitung und Fixierung</p> <p>Folie, Arbeitsblatt, TLP</p> <p>L, S, TLP</p> <p>Erarbeitung und Fixierung</p> <p>Folie, Arbeitsblatt, Unterrichts-gespräch</p> <p><u>Möglicher Ausstieg</u></p> | <p>um bequemer mit ihnen arbeiten zu können?</p> <p>S: Wir könnten vielleicht diese Zahlen in einer kürzeren Schreibweise darstellen.</p> <p>L: Was könnte man mit diesen vielen Nullen machen, die am Ende dieser langen Zahlen stehen?</p> <p>S: Wir könnten die Zahlen in Zehnerprodukte zerlegen.</p> <p>L: Was könnte man jetzt tun?</p> <p>S: Die Zehnerprodukte könnten in eine Potenzschreibweise gebracht werden.</p> <p>L: Was ist die Basis?</p> <p>S: Die Basis ist die 10.</p> <p>L: Somit folgt aus dieser Potenzschreibweise die Definition der Zehnerpotenzen.</p> <p>...</p> <p>L: Jetzt füllen wir die beiden Tabellen aus.</p> <p>Es werden also die Entfernungen der Planeten des Sonnensystems bis zur Sonne und der mittlere Radius dieser Planeten in einer tabellarischen Form in eine Potenzschreibweise umgewandelt.</p> <p>...</p> <p>L: Jetzt fertigen wir alle Planeten an. Dafür teilen wir die Klasse in 10 Gruppen auf.</p> <p>Jede Gruppe wird jeweils einen Planeten</p> | <p>TZ6</p> <p>TZ7</p> |
|--|--|-----------------------|

| | | |
|--|--|--|
| | bzw. die Sonne anfertigen. ... | |
| | L: Als Hausaufgabe sucht jede Gruppe alle Möglichen Informationen über die jeweiligen Planeten bzw. die Sonne. | |

2.1.0 Durchführung der Übungsstunde zur Berechnung von Winkeln an Parallelen.

Berechnung des Erdumfangs:

2.1.1 Berechnung des Erdumfangs

| Handelnde, Handlungen, Aktionsformen, Medien | Inhalt | Begründung |
|---|--|------------------------------------|
| L, S | Begrüßung | Sammeln der Klasse |
| L, S | L: Heute machen wir mit einer Schule aus | Motivation (wecken des Interesses) |
| Lehrererzählung | Oberbayern und zwar aus Prien am | Sicherung des Ausgangsniveaus |
| Problematisierung | Chiemsee eine gemeinsame Arbeit. Wir | |
| Thematisierung | werden mit ganz einfachen Methoden den | TZ1 |
| L, S, TLP | Erdumfang ermitteln. Dafür brauchen wir | TZ2 |
| Erarbeitung und Fixierung durch | dieses geheimnisvolle Gerät für die | TZ3 |
| Unterrichtsgespräch, die Arbeitsblätter werden ausgeteilt | Messung des Schattenwinkels. | TZ4 |
| <u>Möglicher Ausstieg</u> | Ähnliche Messungen werden gleichzeitig | TZ5 |
| L, S, TLP | in Prien am Chiemsee in der 6. Klasse | TZ6 |
| Erarbeitung und Fixierung durch | der freien Waldorfschule durchgeführt. | TZ7 |
| Unterrichtsgespräche | In wenigen Minuten oder sogar Sekunden | Wiederholung |
| L, S | nach der Messung können wir uns | |
| | telefonisch die Messergebnisse bekannt | |
| | geben. | |
| | ... | |
| | L: Warum sind die Messergebnisse | |

verschieden?

S: Prien am Chiemsee liegt südlicher als Wassertrüdingen in Sonnenrichtung.

L: Wie groß ist die Winkelmaßdifferenz?

...

L: Noch weiter in Sonnenrichtung ist ein ganz besonderer Ort. Was ist an diesem Ort so besonders?

S: Irgendwo im Süden ist der Ort, wo der Schattenwinkel 0° betragen müsste.

L: Wie wäre es möglich auszurechnen, wie weit dieser Ort von Wassertrüdingen entfernt ist?

...

L: In Wassertrüdingen ist der Schattenwinkel 66° und in diesem Ort jeweils 0° . Wie groß ist die Schattenwinkeldifferenz?

...

L: Wieviel km entspricht diese Schattenwinkeldifferenz 66° , wenn die Schattenwinkeldifferenz Wassertrüdingen mit Prien am Chiemsee $1,4^\circ$, 155 km in Sonnenrichtung entsprechen?

...

L: Um den Erdumfang ermitteln zu können,

müssen wir die Situation zeichnerisch darstellen. (siehe Arbeitsblatt)

L: Schaut euch die Zeichnung genau an und versucht zwei ähnliche Winkel zu finden wie die Schattenwinkel in Wassertrüdingen und Prien am Chiemsee sind.

...

L: Wir betrachten jetzt den Mittelpunktwinkel, der genau so groß ist wie der Schattenwinkel in Wassertrüdingen, und den Kreisbogen über diesen Winkel.

Was wäre in unserer Situation dieser Kreisbogen?

S: Das ist die Entfernung von Wassertrüdingen bis zu dem Ort, wo kein Schatten abgeworfen wird.

L: Was wäre in unserer Situation die ganze Kreislinie als „Kreisbogen“?

S: Der Umfang des Kreises. Das ist auch der Erdumfang.

L: Welchem Winkel entspricht der Umfang des Kreises, der Erdumfang also?

S: Dem vollen Winkel des Kreises, 360° .

L: Wie ist aus diesen Überlegungen der Erdumfang zu ermitteln?

| | | |
|--|---|--|
| | <p>...</p> <p>L: Jetzt zum Schluß vergleichen wir den von uns ermittelten Erdumfang mit dem bekannten.</p> <hr/> <p>L: Was und wie haben wir gemessen?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Auf welche Gedanken bringt uns die Schattenwinkeldifferenz?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Wie wurde die Entfernung bis zu dem Ort, wo kein Schatten abgeworfen wird, berechnet?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Welche Überlegungen waren notwendig, um den Erdumfang zu ermitteln?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Wie wurde der Erdumfang ermittelt und was ist das Ergebnis?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Wie genau wurde der Erdumfang ermittelt?</p> <p>S: ...</p> | |
|--|---|--|

2.1.2 Leistungsnachweis zur Übungsstunde:

Berechnung des Erdumfangs²²

[\[13\]](#)

2.2.0 Durchführung der Unterrichtseinheiten zum Thema: Linienspektren

2.2.1 Linienspektren

| Handelnde, Handlungen, Aktionsformen, Medien | Inhalt | Begründung |
|---|---|------------------------------------|
| L, S | Begrüßung | Sammeln der Klasse |
| L, S, Diaprojektor, Dias | L: Was ist das und wie kommt es | Motivation (wecken des Interesses) |
| Unterrichts-gespräch | zustande? | Sicherung des Ausgangsniveaus |
| Problemati-sierung | ... | TZ1 |
| Thematisierung | L: Sieht dieses Spektrum irgendwie | TZ2 |
| L, S | anders aus und wo liegt der | TZ3 |
| Erarbeitung und Fixierung durch | Unterschied? | TZ4 |
| Unterrichts-gespräche | S: Ja, in diesem Spektrum sind dunkle | TZ5 |
| L, S, Tafel | Linien vorhanden. | TZ6 |
| Erarbeitung und Fixierung | L: Woran könnte es liegen? | TZ7 |
| L, S, Tafel | ... | TZ8 |
| Erarbeitung und Fixierung | L: Könnte es sein, dass dieses Spektrum | Wiederholung |
| L, S | nicht nur die Zerlegung des weißen | und Fixierung |
| Erarbeitung und Fixierung | Lichtes ist? | |
| durch | ... | |
| Unterrichts-gespräche | L: Wir haben hier ein ganz normales | |
| <u>Möglicher Ausstieg</u> | Kochsalz NaCl. Wir werden es | |
| Wenn noch Zeit bleibt, werde ich das Organisatorische zum Ausflug in die Sternwarte mit den Schülern besprechen. (siehe S.28 Ausflug in die Sternwarte) | verbrennen. Welches Gas wird nach der | |
| | Verbrennung freigesetzt? | |
| | S: Es wird Natrium sein. | |
| | L: Durch dieses Gas werden wir weißes | |
| | Licht schicken und es danach mit | |
| | einem Prisma zerlegen. Dann könnten | |
| | wir schauen, ob sich das | |

kontinuierliche Spektrum ändern

wird.

L: Was haben wir gebraucht, um das weiße Licht zerlegen zu können?

S: Eine Lichtquelle, Lichtspalte, Abbildungslinse und Prisma.

L: Ich habe hier ein Gerät, in dem alles außer der Lichtquelle schon eingebaut ist. Dieses Gerät heißt Spektroskop, genauer gesagt, ist das Gerät hier ein Taschenspektroskop.

...

L: Was sehen wir auf dem Bildschirm im gelben Bereich des kontinuierlichen Spektrums?

S: Wir sehen eine ganz helle gelbe Linie.

...

L: Wie wird sich das Spektrum ändern, wenn das weiße Licht bevor es zerlegt, durch ein anderes Gas geschickt wird?

S: Es werden in anderen Spektralfarbenbereichen Linien erscheinen.

...

L: Die Tatsache, dass jedes Element im gasförmigen Zustand ein charakteristisches Linienspektrum aussendet, macht man sich bei der Spektralanalyse zu Nutze.

L: Wie wird ein Spektrum aussehen, wenn gleichzeitig das weiße Licht durch mehrere gemischte Gase geschickt und danach zerlegt wird?

S: Es wird ein ganz kompliziertes Linienspektrum herauskommen.

L: Ich zeige noch einmal das Spektrum von dem Stern, das ich am Anfang der Stunde gezeigt habe. Was könnten diese dunkle Linien im Spektrum wohl bedeuten?

S: Es sind Linien und dieses Linienspektrum ist ein sogenannter „Fingerabdruck“ eines bzw. mehrerer Stoffe.

L: Dieses Linienspektrum ist von einem Stern.

...

L: Jetzt zeige ich noch ein paar Dias mit den Linienspektren von anderen Sternen.

Wir werden uns die Linienspektren von

| | | |
|--|--|--|
| | <p>einigen hellen Sternen in der Sternwarte des Oettinger Gymnasiums anschauen. Diese Linienspektren habe ich in dieser Sternwarte fotografiert.</p> <p>...</p> <p>²¹L: Wie wurde der Versuch aufgebaut, wodurch wir die Linienspektren verschiedener Gase erkennen konnten?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Welche Stoffe wurden von uns untersucht?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Wie wurde der Versuch durchgeführt?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Was ist eine Spektralanalyse?</p> <p>S: ...</p> <p>L: Nenne ein Beispiel, wo die Spektralanalyse Verwendung findet?</p> <p>S: ...</p> | |
|--|--|--|

2.2.2 Ausflug in die Sternwarte

Im Anschluss zur Unterrichtseinheit Linienspektren für die Klasse 9 Ph II habe ich einen Ausflug in die Sternwarte geplant. Mit diesem Ausflug beabsichtigte ich zunächst, dass die Schüler die Linienspektren bei einigen hellen Sternen beobachten und diese auch mindestens qualitativ vergleichen können. Somit wird die von den Schülern durchgeführte Spektralanalyse nur eine qualitative sein. Natürlich ist es auch mein Anliegen, dass die Schüler das alltägliche Bewusstsein ganz kurz abschalten, in eine andere Welt eintauchen und sich von ihr begeistern lassen. Es werden die Sinnesorgane dem Sternenhimmel geöffnet und somit wird auch die Seele von demselben gewissermaßen geprägt.²³

Oettingen, der Ort also, wo sich die Sternwarte befindet, ist so etwa 10 km von Wassertrüdingen entfernt. Die meisten Schüler kommen aus der näheren Umgebung von Wassertrüdingen und Oettingen. Zwischen diesen Orten gibt es praktisch keine Verkehrsverbindung. Der Ausflug muss natürlich am Abend gemacht werden, denn am Tag sind die Sterne nicht zu sehen.

Zunächst nahm ich Verbindung mit dem Zuständigen der Sternwarte, dem Physiklehrer des Oettinger Gymnasiums auf. Er erklärte sich bereit, die Sternwarte zu öffnen. Eine der ganz wichtigen Bedingungen sollte sein, dass die Klasse in zwei Gruppen aufgeteilt wird, damit man in der Sternwarte genügend Platz hat, um sich dort auch möglichst frei bewegen zu können.²⁴

Über die Schüler bat ich ein paar Eltern, ihre Kinder abends zur Sternwarte zu fahren und auch andere Mitschüler ihrer Kinder mitzunehmen.

Bevor ich mit der Klasse in die Sternwarte gefahren bin, bin ich zwei Mal selbst dahin gefahren. Das erste Mal wollte ich mich persönlich vorstellen und die Sternwarte besichtigen. Wir schauten uns gleich das erste Mal auch einige Sterne und Planeten an. Herr Christ erklärte, dass man sich auch die Spektren einiger Sterne anschauen bzw. auch fotografieren kann. Das taten wir auch. Die Linienspektren einiger heller Sterne fotografierten wir zunächst nur mit einer Digitalkamera.²⁵ Das zweite Mal fotografierten wir diese auch mit einer Spiegelreflexkamera.²⁶ Dann probierten wir noch eine Digitalvideokamera mit einem tragbaren Computer zu verbinden und danach die Spektren einiger Sterne und Planeten zu fotografieren.

Die Unterrichtsstunde „Linienspektren“ wurde für die Zeit vor Weihnachten geplant. Jeden Tag beobachtete ich den Himmel. Ein Abend mit einem ganz klaren Sternenhimmel zu finden, war nicht einfach. Meistens war der Himmel bewölkt und das beunruhigte mich allmählich. Den praktischen Teil wollte ich unbedingt noch bis Weihnachten schaffen. Ob es sich gleich nach der von mir geplanten Unterrichtsstunde eine Gelegenheit ergeben wird den Ausflug in die Sternwarte zu machen, war sehr fraglich. Die Stunde vorzuziehen war nicht möglich. Dann dachte ich, vielleicht wird es kein großes Problem sein, wenn ich schon vor der Stunde mit einer kurzen Erläuterung für die Schüler, diesen Ausflug durchführen würde.

Ich wollte an einem bestimmten Tag erst mit einer Gruppe von 18.30 Uhr bis 20.00 Uhr und mit der anderen Gruppe gleich anschließend von 20.00 Uhr bis 21.30 Uhr die Zeit in der Sternwarte ausnutzen. Nach vielen Bemühungen habe ich zunächst nur mit der einen Gruppe diesen Ausflug machen können.

Bei der zweiten Gruppe bot sich keine günstige Gelegenheit mehr.

Die erste Gruppe war sehr begeistert, obwohl es ein eiskalter Abend war. Das Dach der Sternwarte ist teilweise offen.

[14]

Der Himmel war schön klar. Das war ein richtiges Erlebnis. Bevor wir uns die Linienspektren einiger hellen Sterne anschauten, richteten wir das Teleskop zunächst auf den Jupiter, der zu dieser Zeit in den Zwillingen verweilte. Man konnte auch einige Jupitermonde sehen. Jeder Schüler schaute der Reihe nach durch das Fernglas.

Das waren unvergeßliche Minuten. Danach richteten wir das Teleskop auf den Saturn, der rechts oben vom Aldebaran, des Alfa Sternes im Sternzeichen des Stieres zu sehen war. Man konnte ganz gut die Ringe des Saturn sehen. Die Schüler waren motiviert und begeistert. Sie waren sogar bereit, auch diese eisige Kälte in Kauf zu nehmen.

Wir sahen uns auch die Plejaden an. Erst schauten wir mit dem bloßen Auge und erkannten nur ein paar Sterne. Wesentlich mehr erkannte man dann mit Hilfe des Fernrohrs.

Bevor wir mit der Betrachtung der Sternspektren der einzelnen Sterne beginnen wollten, richteten wir das Teleskop auf den Großen Nebel im Orion, eine Galaxie. Ganz deutlich konnte man durch das Fernrohr auch den in diesem Nebel bekannten Pferdekopf erkennen.

Danach sahen wir uns die Linienspektren an. Vorher wurde das Baader-Blaze-Gitter ins Fernrohr gelegt. Dieses Baader-Blaze-Gitter hat die Funktion eines Spektroskopes. Das Baader-Blaze-Gitter sieht wie eine Folie aus, auf der ein feines Gitter eingraviert ist, das fähig ist, das kommende Licht von den Sternen in Spektralfarben zu zerlegen.

Dann richteten wir das Fernrohr auch auf den Alfastern des Orions. In dieser Sternwarte sind nebeneinander zwei Teleskope aufgebaut. Durch das eine Teleskop konnte man sich den Stern anschauen und im anderen das Spektralbild von ihm. Die Schüler sollten sich die Linien in dem Spektralbild genauer anschauen, damit sie es dann mit den Spektralbildern von anderen Sternen vergleichen konnten.

Danach richteten wir das Teleskop auf den Rigel des Orions. Hier haben wir dasselbe gemacht wie vorher, während wir den Stern Betelgeuze beobachteten. Zum Schluss sahen wir uns das Spektralbild vom Alfa des Stieres des Aldebarans an.

So konnten wir die qualitativen Vergleiche von diesen drei Sternen machen. Für alle war es ein unvergessliches Erlebnis.

3.0.0 Analyse. Auswertung der Unterrichtseinheiten:

Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen

3.0.1 Positive Erfahrungen

Durch das Verbinden dieser mathematischen Inhalte mit der realen Raumwelt, wurde der Unterricht sehr lebendig.

Dadurch, dass die Planeten und die Sonne in Gruppenarbeit im Modell gefertigt wurden, ist auch das Verhältnis zwischen den Schülern ein besseres geworden.

Die Schüler beteiligten sich sehr gut im Unterricht. Es war spannend und interessant.

3.0.2 Kritische Reflexion

Am Anfang ist ein Fehler aufgetreten und zwar hat der mittlere Durchmesser des Pluto aus der Tabelle nicht gestimmt. Einigen Schülern ist das gleich aufgefallen, weil sie wussten, dass der Pluto der kleinste Planet ist. Der Fehler wurde gleich behoben.

3.0.3 Verbesserungsvorschläge

Ich sehe nichts, was in dieser Unterrichtseinheit noch besser gemacht werden könnte.

3.1.0 Analyse. Auswertung der Übungsstunde zur Berechnung von

Winkeln an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs.

3.1.1 Positive Erfahrungen

Die Zusammenarbeit mit der Waldorfschule in Prien am Chiemsee war eine sehr gute.

Eine andere positive Erfahrung war diejenige, dass man zu einer Erkenntnis kommen kann, die aus einer realen Beobachtung gewonnen wird. Dadurch werden die Inhalte ganz lebensnah empfunden.

3.1.2 Kritische Reflexion

Wir haben erst ausgerechnet wie viele Kilometer einem Grad entsprechen und haben dann ausgerechnet wieviele Kilometer 66° entsprechen. Das wäre die Entfernung von Wassertrüdingen bis zu dem Ort, wo kein Schatten mehr vorhanden ist.

Der erste Schritt war nicht nötig gewesen. Man konnte diese Entfernung gleich ausrechnen. Die Differenz in Grad in Wassertrüdingen und Prien am Chiemsee hatten die Schüler ausgerechnet und die Entfernung von Wassertrüdingen bis Prien am Chiemsee habe ich bekannt gegeben. Somit konnten wir die Entfernung sofort ausrechnen.

Die Situation in die Zeichnung einzutragen, war für die Schüler zu anspruchsvoll. Da musste ich manche Dinge noch besser durchdenken.

3.1.3 Verbesserungsvorschläge

Das nächste Mal muss die Unterrichtsstunde in einer anderen Jahreszeit geplant werden. Winter ist es nicht so günstig.

Auch sollte man mit den Schülern zuerst Prozent- und Promillerechnungen durchgenommen werden, um danach mit ihnen Proportionen berechnen zu können.²⁷

[\[15\]](#)

3.2.0 Analyse. Auswertung der Unterrichtseinheiten

zum Thema: Linienspektren.

3.2.1 Positive Erfahrungen

Die Versuche mit verschiedenen Stoffen, ist etwas sehr Positives. So versteht man die Spektralanalyse besser. Ein Taschenspektroskop ist für so eine Stunde eine ideale Möglichkeit. Der Versuch ist sehr schnell und auch leicht aufzubauen, ist dadurch auch sehr übersichtlich. Die Tischvideokamera war hier besonders hilfreich. Somit konnten alle Schüler von ihren Arbeitsplätzen auf dem Fernsehschirm alles genau beobachten. Auch zeitlich geht es so viel schneller. Wäre diese Kamera nicht vorhanden, müsste jeder einzelne Schüler die Ergebnisse des Versuches durch das Okular beobachten. Dann hätten wir nicht so viele Stoffe für den Versuch nehmen können. Das gilt natürlich nur für den Fall, wenn wir einen Taschenspektroskop für den Versuch nehmen wollen.

Der Ausflug in die Sternwarte war für die Schüler eine positive Erfahrung. Sie wurden für die kosmische Entfernungen und Dimensionen sensibilisiert.

3.2.2 Kritische Reflexion

Dass ein Fernsehapparat und eine Tischvideokamera ein wenig die Farben verfälschen, ist für so einen Versuch nicht so günstig. Der Lehrer muss die Schüler aufmerksam machen, dass die Tischvideokamera und der Fernsehapparat die Spektralfarben verfälschen. Trotzdem sollten diese Medien eingesetzt werden.

Es wäre auch besser, wenn die Unterrichtsinhalte im Arbeitsblatt festgehalten werden könnten. Für die Arbeit an der Tafel und in den Heften braucht man wesentlich mehr Zeit als die Arbeit mit einem Arbeitsblatt.

Auch wenn die Verkehrsverbindungen zur Sternwarte schwierig sind, sollten die Schüler trotzdem motiviert werden sie zu besichtigen.

3.2.3 Verbesserungsvorschläge

Ideal wäre es natürlich, wenn so ein Ausflug gleich sofort nach so einer Stunde durchgeführt werden könnte.

Ich werde das nächste Mal ein Arbeitsblatt entwerfen. Ich werde auch jeden Versuch von einem andern Schüler durchführen lassen.

Zusammenfassung

Auch wenn solche Themen aufwendig in der Durchführung sind, sollte man sich nicht scheuen sie durchzuführen.

Durch so eine Arbeit haben die Schüler ganz bestimmt viele positive Erfahrungen gemacht. Mir hat diese Arbeit auch sehr viel gebracht. Ich hatte Gelegenheit die Unterrichtsinhalte gründlicher zu durchdenken.

Während dieser Arbeit kamen mir viele neue Ideen, die ich beim Unterricht umsetzen werde.

Literaturnachweis

Lehrplan für die bayerische Realschule. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, Amtsblatt, München 1993

¹Einführung in die Astronomie, Teleskope – Zubehör – Handhabung – Erste Schritte – Tips – Praktische Beobachtungen, Bresser Optik

Mathematik für Realschulen, 7. Jahrgangsstufe, Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt am Main und Bayerischer Schulbuch-Verlag München, Erich Habler, Simon Kappl, Xaver Kiermair, Hans Lippert, Christoph Sobotta, Herbert Püls unter Mitarbeit von Herbert Appel und Maximilian Steeger (Computereinsatz)

Mathematik für Realschulen, 7. Jahrgangsstufe, Lehrerband, Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt am Main und Bayerischer Schulbuch-Verlag München, Erich Habler, Simon Kappl, Hans Lippert, Christoph Sobotta

Thema Mathe, Mathematik für Realschulen, 7. Jahrgangsstufe, C.C. Buchner Verlag, Bamberg 1994, herausgegeben von Gerhard Reich und Günter Rothmaier

Natur und Technik, Physik für bayerische Realschulen, 9. Jahrgangsstufe, Cornelsen Verlag, Berlin, 1. Auflage, Jahr 1998, Christian Hörter, Weilheim

Astronomie für die Jahrgangsstufe 11, E.P. Lewitan, Verlag Moskau „Prosweschenije“, 1994

C.C. Buchner Verlag, Bamberg, herausgegeben und bearbeitet von Rudolf Geipel und Dr. Klaus Kreisel auf der Grundlage des Lehrwerks Physik bearbeitet von Hans Leopold und Rudolf Zins, Physik 9 I, 1998

Compact Disk CD-ROM, CD1 REDSHIFT™ Sternenkunde, Copyright der deutschen Ausgabe, 2000 Navigo in der United Soft Media Verlag GmbH,

Thomas-Wimmer-Ring 11, 80539 München

Anhang

Alles zum Thema: Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen

Arbeitsblatt zur Übungsstunde: Zehnerpotenzen. Rechnen mit Zehnerpotenzen

Unser Planetensystem (Tabelle)

Planetenweg vom Deutschen Museum zum Tierpark Hellabrunn

Astronomische Daten unseres Sonnensystems

Abmessungen des Planetensystem-Modells

Projekt Sonnensystem - Rechnen mit Zehnerpotenzen

Wichtigste Informationen über Planeten (Tabellen)

Wichtige Informationen über jeden Planeten bzw. die Sonne auf jedem einzelnen Blatt

Zeichnungen der Planeten und der Sonne im getreuen Größenverhältnis

Informationen über die Planeten und die Sonne, die von den Schülern gesammelt wurden

Bedeutung der Planeten und der Sonne im Zusammenhang mit den Wochentagen

Alles zum Thema: Berechnung des Erdumfangs.

Die Aufgabe und Lösung der Aufgabe zur Berechnung des Erdumfangs von Eratosthenes

Ausschnitt aus der Landkarte mit Wassertrüdingen und Prien am Chiemsee

Zeichnung, welche die Ermittlung der Entfernung von Wassertrüdingen bis Prien am Chiemsee in Sonnenrichtung darstellt

Arbeitsblatt zur Übungsstunde zur Berechnung von Winkeln an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs.

Leistungsnachweis zur Übungsstunde zur Berechnung von Winkeln an Parallelen. Berechnung des Erdumfangs.

Alles zum Thema: Linienspektren

Tafelbild zum Thema: Linienspektren

Gebrauchsanweisung: Salze zum Flammenfärben

Amateurspektroskopie mit dem Baader-Gitter und einer CCD-Kamera

Graphische Auswertung einiger Spektraltypen von Sternen: die Abhängigkeit der Intensität von der Wellenlänge

Spektralbilder einiger Sterne

Sonstiges

Anregung für eine Stunde zur Astronomie in Mathematik zum Thema: Ortslinien und Ortsbereiche

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Hausarbeit in allen Teilen selbständig gefertigt und keine anderen als die in der Hausarbeit angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Ich versichere ferner, dass ich die Hausarbeit nicht schon als Doktor-, Magister- oder Diplomarbeit bei einer Hochschule oder als schriftliche Hausarbeit bei einer anderen Staatsprüfung für ein Lehramt eingereicht habe.

Ort, Datum Eigenhändige Unterschrift

Schmalzmühle, den 9. Januar 2002 _____

[\[1\]](#) Einführung in die Astronomie, Teleskope – Zubehör – Handhabung – Erste Schritte – Tips – Praktische Beobachtungen, Bresser Optik

² siehe S. 8

³ siehe S. 8

⁴ siehe Lernplanbezug für 9. Klasse auf S.264

⁵ siehe Lernplanbezug für 7. Klasse auf S. 238-241 bzw. S. 295-297

⁶ siehe S. 144, Mathematik für Realschulen, 7 Jahrgangsstufe, Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt am Main und Bayerischer Schulbuch-Verlag München, Erich Habler, Simon Kappl, Hans Lippert, Christoph Sobotta

⁷ siehe Lernplanbezug zu den Potenzen für die 7. Klasse auf der S. 238

⁸ siehe S. 25, Mathematik für Realschulen, 7 Jahrgangsstufe, Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt am Main und Bayerischer Schulbuch-Verlag München, Erich Habler, Simon Kappl, Hans Lippert, Christoph Sobotta

⁹ siehe Lehrplan S. 238 - 277

¹⁰ siehe Lehrplanbezug für die Zehnerpotenzen auf S. 238

¹¹ siehe Lehrplanbezug für die Berechnung des Erdumfangs auf S. 240

¹² siehe Lehrplanbezug für die Linienspektren auf S. 264

¹³ siehe S. 9

¹⁴ siehe S. 13

¹⁵ siehe S. 5

¹⁶ siehe Arbeitsblatt zur Berechnung des Erdumfangs im Anhang

¹⁷ siehe Arbeitsblatt zur Ermittlung des Erdumfangs im Anhang

¹⁸ siehe Tafelbild zur Thema Linienspektren im Anhang

¹⁹ siehe Tafelbild zur Thema Linienspektren im Anhang

²⁰ siehe Ausflug in die Sternwarte auf S. 25

²¹ siehe Durchführung der Unterrichtseinheit zum Thema: Linienspektren auf S. 23

²² siehe Anhang: Leistungsnachweis zur Übungsstunde: Berechnung des Erdumfangs

²³ Siehe Einleitung

²⁴ siehe Kapitel Vorüberlegungen

²⁵ die Fotokopien der Linienspektren sind im Anhang zu finden

²⁶ die Fotokopien der Linienspektren sind im Anhang zu finden

²⁷ siehe Arbeitsblatt im Anhang zur Berechnung des Erdumfangs