universität wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Astronomie als Unterrichtsgegenstand“

Verfasserin

Sarah Mirna, Bakk.

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:	A 190 412 406
Studienrichtung lt. Studienblatt:	Lehramtsstudium UF Mathematik UF Physik
Betreuer:	Doz. Dr. Franz Embacher

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG 5

1. ASTRONOMIE IM UNTERRICHT 9

1.1. DIE LAGE IN ÖSTERREICH 9
1.2. DIE LAGE IN DEUTSCHLAND 14
1.3. ASTRONOMIE IN VERSCHIEDENEN LÄNDERN, GEGLIEDERT NACH KONTINENTEN 22
1.3.1. EUROPA 22
1.3.2. ASIEN 30
1.3.3. AFRIKA 31
1.3.4. LATEINAMERIKA 32
1.3.5. NORDAMERIKA 33
1.4. ZUR LAGE DER ASTRONOMISCHEN BILDUNG IN DEN VERSCHIEDENEN LÄNDERN 37

2. ARGUMENTE FÜR DEN ASTRONOMIEUNTERRICHT 39

2.1. ASTRONOMIE ALS BILDUNGSGUT 40
2.2. ASTRONOMIE ALS KULTURGUT 48
2.3. ASTRONOMIE ALS TROJANISCHES PFERD 53
2.4. ASTRONOMIE UND DER BEITRAG ZUR ALLGEMEINBILDUNG 54
2.6. DIE INTEGRATION ASTRONOMISCHER INHALTE IN DAS UNTERRICHTSFACH PHYSIK 63

3. PERSPEKTIVEN FÜR ÖSTERREICH 65

3.1. BILDUNGSSTANDARDS 65
3.1.1. ERWEITERUNG DES KOMPETENZMODELLS NATURWISSENSCHAFTEN 8. SCHULSTUFE UM DIE ASTRONOMIE 65
3.2. DREI MODELLE FÜR ASTRONOMIE ALS EIGENES FACH 72
3.2.1. MODELL 1: ASTRONOMIE ALS FACH IN DER 4. KLASSE BZW. IN DER 8. SCHULSTUFE 72
3.2.2. MODELL 2: ASTRONOMIE ALS FACH IN DER 5. KLASSE BZW. IN DER 9. SCHULSTUFE UND AM ENDE DER SCHULPFLICHT 75
3.2.3. MODELL 3: ASTRONOMIE ALS WAHLFACH ODER WAHLMODUL IN DER SEKUNDARSTUFE II AN SCHULEN MIT NATURWISSENSCHAFTLICHEM SCHWERPUNKT 78
3.3. REICHWEITE DER MODELLVORSCHLÄGE 83
3.3.1. ERSTES MODELL – ASTRONOMIE IN DER 8. SCHULSTUFE 83
3.3.2. ZWEITES MODELL – ASTRONOMIE IN DER 9. SCHULSTUFE 84
3.3.3. DRITTES MODELL – ASTRONOMIE ALS WAHLFACH ODER WAHLMODUL 87
3.3.4. ZUSAMMENFASSUNG UND ÜBERSICHT 87

4. UNTERRICHTSVORSCHLÄGE 89

4.1. JAHRESPLANUNG UND SCHWERPUNKTSETZUNG 89
4.2. PRAKTISCHE EINHEITEN 94
1. BEOBACHTUNGEN VON SONNENUNTERGÄNGEN 94
2. BEOBACHTUNGEN DER MONDBAHN 97
3. DIE LÄNGE EINES STERNTAGES 99
4. STERNKARTEN SELBER BAUEN UND VERWENDEN 103
5. DIE EKLIPTIK – DER SCHEINBARE WEG DER SONNE 104
6. WINTER UND SOMMER SIND UNTERSCHIEDLICH LANG 106
7. DIE SCHNEESCHMELZE UND DIE JAHRESZEITEN 108
8. DER SCHATTENSTAB 110
9. NACHRICHTENSATELLITEN 114
10. EXPERIMENT ZUR STERNHELLIGKEIT UND STERNENTFERNUNG 116
11. DIE ASTRONOMISCHE EINHEIT 120

5. AUSBLICK 123

6. RESÜMEE 127

RÉSUMÉ 129

LITERATURVERZEICHNIS 133

LEBENSLAUF 141

ANHANG 143

A1 – INTERVIEW MIT MAG. ROBERT PITZL-REINBACHER 143
A2 – INTERVIEW MIT DR. GERHARD RATH 147
A3 – INTERVIEW MIT DR. GERHARD PFEIFFER 152
A4 – INTERVIEW MIT EHEMALIGER SCHÜLERIN 160
A5 – EKLIPTIKMODELL VON DR. GERHARD PFEIFFER 163
A6 – EMAILS DER MITGLIEDER DER INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION (IAU) 164
A6 – LIZENZBESTIMMUNGEN 177

Einleitung

Ich studiere Lehramt Mathematik und Physik und arbeite derzeit als Vertragslehrerin in einem Wiener Gymnasium, das eine modulare Oberstufe hat. Schon während meiner Schulzeit habe ich meine Liebe zur Astronomie entdeckt. Wie für viele andere Kinder und Jugendliche stellten die Astronomie und die Astrophysik ein großes Mysterium für mich dar. Leider kam ich in meiner Schullaufbahn nicht in den Genuss astronomischer Inhalte und daher beschäftigte ich mich in meiner Freizeit mit diesen spannenden Themen. Bücher und Filme waren mir aber nicht genug und daher habe ich neben meinem Lehramtsstudium begonnen, Astronomie zu studieren. Vor einem Jahr habe ich mein Bakkalaureat in Astronomie abgeschlossen und daher wurde mir vorgeschlagen, im nächsten Schuljahr das Wahlmodul Astronomie in unserer Schule zu unterrichten.

In meiner Tätigkeit als Physiklehrerin habe ich immer wieder Supplierstunden mit astronomischen Inhalten gefüllt. Es hat sich gezeigt, dass die Kinder und Jugendlichen ein schier unersättliches Interesse an dieser Naturwissenschaft haben. Fragen nach dem Anfang des Universums, der Entwicklung der Erde, der Existenz außerirdischen Lebens, schwarzen Löchern, möglichen Katastrophen durch Kometen, dem Tod der Sonne und dem Leben auf anderen Planeten oder in anderen Planetensystemen werden immer wieder gestellt. In der heutigen Gesellschaft gehört das Fernsehen zur Tagesordnung und die Kinder kommen schon sehr früh durch Horrorfilme und Dokumentationen in Kontakt mit diesen Fragestellungen. Leider ist es in Österreich in den Lehrplänen der einzelnen Unterrichtsgegenstände nur marginal vorgesehen, darauf einzugehen. Damit hängt es vom Ehrgeiz und Engagement der jeweiligen Lehrkräfte ab, ob die Astronomie, die Astrophysik und damit verbundene Fragestellungen im Unterricht behandelt werden. In vielen Unterhaltungen mit unterschiedlichsten Lehrerinnen und Lehrern sowie Lehramtsstudierenden habe ich aber, enttäuschender Weise, feststellen müssen, dass die Fachkompetenz in dieser Hinsicht nur bei persönlichem Interesse an der Thematik gegeben ist. Viele meiner Kollegen und Kolleginnen haben mir im Vertrauen gesagt, dass sie diese Themen im Unterricht nur spärlich behandeln, da sie sich nicht fachkompetent genug fühlen, um Schülerfragen zu beantworten und daher müssten sie sich erst mühsam einlesen und vorbereiten. Da astronomische Inhalte im österreichischen Lehrplan aber fast nicht vertreten sind, steht der Arbeitsaufwand in keiner Relation zum Output. Diese Aspekte haben mich veranlasst, eine Diplomarbeit zum Thema Astronomie im Unterricht zu verfassen.

In meiner Arbeit werde ich mich damit beschäftigen, wie astronomische Inhalte im österreichischen Bildungssystem behandelt und integriert werden. Zu diesem Zweck habe ich die österreichischen Lehrpläne aller Unterrichtsfächer herangezogen und analysiert. Wie sich herausstellt, sind astronomische Themenbereiche nur spärlich vertreten. Darum ist es auch interessant, die Bildungssituation in anderen Ländern hinsichtlich Astronomie und Astrophysik kennenzulernen. Diesbezüglich habe ich mich, mit der Bitte um Informationen,

an die Mitglieder der *International Astronomical Union (IAU)* gewandt. Die aufschlussreichen Antworten habe ich in meiner Arbeit zusammengefasst und vertieft.

Ein großes Ziel meiner Arbeit war es, von Anfang an, die Wichtigkeit astronomischer Inhalte im österreichischen Bildungssystem aufzuzeigen. Ausgangspunkt war für mich der Astronomieunterricht in Deutschland. Dazu habe ich alle Vor- und Nachteile analysiert und ausgearbeitet und versucht, die gewonnenen Erkenntnisse auf das österreichische Schulsystem umzulegen. Anhand von drei von mir erstellten Modellen möchte ich aufzeigen, wie der Astronomieunterricht in den verschiedenen Schulstufen als Unterrichts- bzw. Wahlfach etabliert werden könnte. Um die Thematik lebendig und realitätsnah gestalten zu können, habe ich Interviews mit drei Experten und zwei Schülern geführt.

Da ich der Meinung bin, dass die Astronomie einen grundlegenden Anteil der Allgemeinbildung darstellt, habe ich das österreichische Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe um die Astronomie erweitert. Diesbezüglich wurden praktische Einheiten, Rechenbeispiele und Versuchsreihen von mir ausgearbeitet und gemäß dem (erweiterten) Kompetenzmodell klassifiziert.

Danksagungen

Während des Schreibens an dieser Arbeit sind mir, mehr oder weniger zufällig, immer mehr neue Informationen in die Hände gefallen. Zuerst wollte ich mich primär auf Astronomie im österreichischen Bildungssystem konzentrieren. Durch Kontakte nach Deutschland erhielt ich neue Impulse und Ideen, die meine Arbeit schließlich in die jetzige Form gebracht haben. Diesbezüglich möchte ich besonders Herrn **Lutz Clausnitzer** danken, der mich mit Informationen zur Lage in Deutschland versorgt und alle meine Emails ausführlich und rasch beantwortet hat. Als der Astronomieunterricht in Sachsen abgeschafft wurde, organisierte Herr Clausnitzer, als Astronomielehrer, einige der vielen Protestaktion, gründete den Landesverband ProAstro-Sachsen (http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/) und engagiert sich heute für ein bundesweites Fach Astronomie mit zwei Wochenstunden in der Klassenstufe 10. Im Jahr 2009 initiierte er den viel beachteten „Offenen Brief an Bund und Länder“, in welchem sich internationale und nationale Organisationen und über 260 exponierte Einzelpersonen hinter dieses Anliegen stellen.

Während der Recherche zur Lage der astronomischen Bildung in anderen Staaten bin ich, wie schon oben erwähnt, auf die *IAU (International Astronomical Union)*[1] gestoßen, zu der auch die *Comission 46*[2] gehört. Bei dieser Vereinigung handelt es sich um Mitglieder der IAU

[1] http://www.iau.org/, [Stand: 2.10.2012]
[2] www.iaucomm46.org, [Stand: 2.10.2012]

aus den verschiedensten Ländern, die sich mit Astronomie und Astrophysik in den nationalen Bildungssystemen beschäftigen. Sie organisieren in regelmäßigen Abständen Jahresberichte und bleiben kontinuierlich im fachlichen Austausch. Desweiteren beschäftigen sich die Mitglieder mit dem Zugang der Öffentlichkeit zu astronomischen Inhalten und Institutionen und versuchen, diese zu fördern und zu erweitern. Diesbezüglich kontaktierte ich alle Mitglieder per Email (siehe Anhang A6) und erhielt innerhalb kürzester Zeit zahlreiche ausführliche Antworten. In diesem Zusammenhang möchte ich folgenden Damen und Herren danken, die mich mit ihren Antwortmails bei meiner Arbeit unterstützt und damit eine Wende in der Entwicklung dieser Diplomarbeit bewirkt haben.

- **Jay Pasachoff**, USA
- **John Percy**, Kanada
- **Wen Ping Chen**, Taiwan
- **Ilgonis Vilks**, Lettland
- **Magda Stavinschi**, Rumänien
- **Hannu Karttunen**, Finnland
- **Julio A. Fernandez**, Uruguay
- **Alexei Pace**, Malta
- **Fredy Doncel**, Paraguay
- **Gordana Apostolovska**, Mazedonien
- **Legesse W. Kebede**, Äthiopien
- **Silvia Torres-Peimbert**, Mexiko
- **Chris Corbally SJ**, Vatikan
- **Sergei Andrievsky**, Ukraine
- **Moedji Raharto**, Indonesien
- **Barrie W Jones**, Großbritannien
- **Junichi Watanabe**, Japan
- **Margarita Metaxa**, Griechenland
- **Chantal Levasseur-Regourd**, Frankreich
- **Graeme White**, Australien
- **Zeki Aslan**, Türkei

Ganz besonders möchte ich meinem früheren Vortragenden und jetzigen Kollegen **Mag. Robert Pitzl-Reinbacher** danken. Derzeit unterrichten wir beide im selben Gymnasium in Wien, das eine modulare Oberstufe anbietet. Jedes Sommersemester wird ein Wahlmodul „*Astronomie*“ angeboten, das Mag. Pitzl-Reinbacher schon mehrmals abgehalten hat. Da ich in meiner Diplomarbeit immer wieder auf Wahlmodule zu sprechen komme, bin ich sehr dankbar, dass er sich die Zeit genommen hat, meine Fragen geduldig und ausführlich zu beantworten. Außerdem hat er mir Zugang zu seinen Arbeitsmaterialien und der Moodle-Seite seines Wahlmoduls gegeben.

Desweiteren gebührt mein Dank **Dr. Gerhard Pfeiffer**, der mich zu einem Interview in seine Schule in Gänserndorf eingeladen hat. Dr. Pfeiffer hat als Physiklehrer und Veranstalter eines mehrsemestrigen Wahlfaches *„Astronomie, Raumfahrt, Planetenkunde und Kosmologie“* eine Vorreiterrolle auf diesem Gebiet. Nach jahrelanger Entwicklung und Erprobung hat er schließlich auch einen Lehrplan für dieses Wahlfach erstellt, der sich sowohl mit den behandelten Themenbereichen, als auch mit didaktischen Grundsätzen beschäftigt. Nach meinem Besuch in Gänserndorf stellte mir Dr. Pfeiffer viele seiner Arbeitsmaterialien zur Verfügung, schickte mir den Lehrplan des Wahlfaches *„Astronomie, Raumfahrt, Planetenkunde und Kosmologie“* und half mir auf diese Weise ungemein mit meiner Diplomarbeit. Das Interview war sehr ausführlich und auch nachher nahm sich Dr. Pfeiffer noch viel Zeit für mich und meine Fragen. Auch **Dr. Gerhard Rath** aus Graz war mir eine große Hilfe. Dr. Rath gilt in Fachkreisen als der Spezialist und Ansprechpartner zu Fragen zur Didaktik der Astronomie. Daher war ich sehr froh, dass er sich Zeit genommen hat, meine Fragen zu beantworten.

Desweiteren möchte ich hier meinem Freund **Eren Simsek und meinen Eltern** danken, die mich in manchen sehr schwierigen Situationen mental und geistig unterstützt und wieder aufgebaut haben. **Eren Simsek** stand mir als Physiklehrer bei physikalischen und philosophischen Fragestellungen mit Rat und Tat zur Seite. Ich bedanke mich auf diesem Weg bei **Christa Mirna**, die eine Unterstützung von unermesslichem Wert für mich bei meinem Arbeitsprozess war. Auch **Günther Mirna** muss in diesem Zusammenhang erwähnt werden. Er hat mich bei der Ausarbeitung und der praktischen Umsetzung der Experimente und Versuchsreihen mit Ideen und kritischen Anmerkungen bereichert.

Zu guter letzt möchte ich **Doz. Dr. Franz Embacher** danken, der mich auf der Suche nach einem passenden Thema für meine Diplomarbeit mit Ideen und Kontakten versorgt und mich beim Entwicklungsprozess als Betreuer unterstützt hat.

1. Astronomie im Unterricht

„Die Astronomie ist das vorzüglichste Mittel, sich zu großartiger Weltanschauung zu erheben. … Sie ist eine herrliche erhabene, weil erhebende Wissenschaft. Wie kann es auch anders sein, da ihre Gesetze und Regeln nicht auf Menschenmachwerk, sondern auf den Baumeister der Welt zurückweisen! Darum sollte es keinem, aber auch nicht einem Menschen vorenthalten werden.“ Adolf Diesterweg[3]

1.1. Die Lage in Österreich

Schulastronomie in Österreich

In der PISA-Studie gibt es einen eigenen Abschnitt, der sich mit Erd- und Weltraumwissenschaften beschäftigt. Die Behandlung astronomischer Inhalte könnte also helfen, die Ergebnisse dieser Testungen zu verbessern. Da ich wissen wollte, in welchen Unterrichtsfächern astronomische Themenbereiche vorgesehen sind und unterrichtet werden sollen, beschäftigte ich mich etwas genauer mit den österreichischen Lehrplänen. Zu meinem Entsetzen musste ich feststellen, dass die Astronomie und die Astrophysik in den österreichischen Lehrplänen im Wesentlichen nur im Gegenstand Physik vertreten sind.

Im Unterstufenlehrplan Physik können die folgenden Themenbereiche gefunden werden:

*„**4. Klasse:***

Die Welt des Sichtbaren:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler ein grundlegendes Verständnis über Entstehung und Ausbreitungsverhalten des Lichts erwerben und anwenden können.

- *Die Voraussetzung für die Sichtbarkeit von Körpern erkennen und die Folgeerscheinungen der geradlinigen Lichtausbreitung verstehen;*
- *Funktionsprinzipien optischer Geräte und deren Grenzen bei der Bilderzeugung verstehen und Einblicke in die kulturhistorische Bedeutung gewinnen (ebener und gekrümmter Spiegel; Brechung und Totalreflexion, Fernrohr und Mikroskop);*

[3] [6] , S.7

Gekrümmte Wege auf der Erde und im Weltall:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefergehendes Verständnis der Auswirkung von Kräften auf das Bewegungsverhalten von Körpern gewinnen.

- *Eine Bewegung längs einer gekrümmten Bahn als Folge der Einwirkung einer Querkraft verstehen; Zentripetalkraft;*
- *die Gewichtskraft als Gravitationskraft deuten können;*
- *Bewegungen von Planeten und Satelliten grundlegend erklären können."*[4]

Im Lehrplan der Oberstufe sind für Physik die nachstehenden Bereiche vorgesehen:

*„**5. und 6. Klasse:***

Die Schülerinnen und Schüler sollen folgende physikalischen Bildungsziele erreichen:

[…]

- *Größenordnungen im Mikro- und Makrokosmos kennen und unsere Stellung im Universum einschätzen können.*

[…]

- *Mit Hilfe der Bewegungslehre (Relativität von Ruhe und Bewegung, Bewegungsänderung; Energieumsatz und Kräfte, geradlinige und kreisförmige Bewegung, Impuls und Drehimpuls, Modell der eindimensionalen harmonischen Schwingung) Verständnis für Vorgänge, beispielsweise Verkehrsgeschehen oder bei den Planetenbewegungen, entwickeln."*[5]

*„**7. und 8. Klasse:***

Die Schülerinnen und Schüler sollen folgende physikalischen Bildungsziele erreichen:

[…]

- *Einblicke in die Struktur von Raum und Zeit (Entwicklungsprozesse von Weltansichten zur modernen Kosmologie, Gravitationsfeld, Grundgedanken der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie, Aufbau und Entwicklung des Universums) gewinnen."*[6]

Auch im Unterrichtsgegenstand Biologie und Umweltkunde sind in der 6. Klasse einige astronomische Fragestellungen vorgesehen.

*„**Weltverständnis und Naturerkenntnis***

[4] [1], S. 4-5
[5] [2], S. 3
[6] [2], S. 3-4

[…]

Bioplanet Erde

Einblick in die Stellung der Erde im Weltall, Wissen und Aufbau und Struktur der Erde und der geodynamischen Formungskräfte als Grundlage der Entstehung ausgewählter österreichischer Landschaften.“[7]

Beim Recherchieren stieß ich dann auf einige Schulbücher aus anderen Unterrichtsgegenständen, in denen als Erweiterungsvorschläge astronomische Themen zu finden waren. Ob die Astronomie also Einzug in das österreichische Bildungssystem findet oder nicht, liegt primär am Engagement und dem Interesse der Lehrkräfte.

Beispielsweise findet man im Lehrplan für Geografie und Wirtschaftskunde in der ersten Klasse der Unterstufe folgenden Eintrag:

*„**Ein Blick auf die Erde:***

Erwerben grundlegender Informationen über die Erde mit Globus, Karten, Atlas und Bildern.“[8]

In Bezug auf diesen Themenbereich werden astronomische Inhalte nicht explizit erwähnt, die Schulbücher schlagen aber größtenteils vor, in diesem Kontext auch das Klima, die Klimazonen und die Entstehung der Jahreszeiten mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen.

Auch in den meisten Physikbüchern gibt es zu vielen Kapiteln erweiternde und vertiefende Abschnitte, die zur Astronomie und Astrophysik gehören. So wird im „Lehrbuch der Physik 4“ ([59]) im Kapitel zur Lichtausbreitung Schatten an Erde und Mond vorgeschlagen, die unterschiedlichen Finsternisse und Teleskope zu behandeln. [59] In dieser Hinsicht hat das Schulbuch „Big Bang“ von Martin Apolin (ÖBV-Verlag) sicherlich eine Vorreiterrolle. [5] Der Großteil der zu behandelnden Themenbereiche des Oberstufenphysiklehrplans wird mit Hilfe astronomischer Problem- und Fragestellungen motiviert. So lautet die Einleitung zum letzten Abschnitt des Kapitels der Wellengrundlagen in der 6. Klasse (10. Schulstufe) beispielsweise:

*„**16.3. Autoraser und Schwarze Löcher***

Doppler-Effekt

Zum Schluss geht es darum, wie man Autoraser messen kann, Schwarze Löcher entdeckt und warum ein Überschallflugzeug knallt!“[9]

[7] [3], S. 3
[8] [4], S. 3
[9] [5], S. 66

Im Lehrplan zum Gegenstand Geschichte und Sozialkunde/Politische Bildung finden sich keine spezifischen astronomischen Inhalte. Obwohl es hier im Bereich der Ur- und Frühgeschichte besonders viele Anknüpfungspunkte geben würde – beispielsweise Stonehenge, die Erstellung von Kalendern, die Wichtigkeit der Sommer- und Winterwende, und so weiter – taucht die Astronomie im Unterricht kaum auf.

Meiner Meinung nach sind die Vorgaben in den österreichischen Lehrplänen aus astronomischer Sicht nicht optimal und könnten ausgebaut und erweitert werden.

Da viele Problemstellungen der Astronomie und Astrophysik mit Hilfe der Physik betrachtet und modelliert werden, könnte man annehmen, dass Physiklehrkräfte am besten geeignet wären, astronomische Inhalte zu unterrichten. Im Physikstudium der Universität Wien gibt es derzeit im zweiten Studienabschnitt drei große Prüfungsfächer, zu denen Zeugnisse erlangt werden müssen: Experimentelle Physik, theoretische Physik und Fachdidaktik der Physik. In keinem dieser Prüfungsfächer sind die Astronomie und Astrophysik vorgesehen, sondern es liegt im Ermessen der Studierenden, wahlweise solche Kurse zu belegen. Fachkompetenz kann in diesem Bereich nur bei persönlichem Engagement und Interesse erlangt werden. Dr. Gerhard Rath schlägt diesbezüglich vor, ein eigenes Curriculum oder einen Teil des Physikstudiums der Astronomie zu widmen. Auf die Frage, ob es ratsam wäre einen eigenen Lehrgang für Astronomielehrkräfte anzubieten, antwortete er in einem Interview mit der Autorin:

> *„Muss kein eigenes Studium sein, könnte im Physikstudium integriert sein. Funktioniert ja auch so bei Geometrisch Zeichnen im Rahmen der Mathematik. Allerdings müsste dort schon ein fachlicher und ein fachdidaktischer Teil spezifisch sein, z.B. mit ca. 10 ECTS*
>
> - *Astronomische Grundlagen, Himmelsmechanik*
> - *Astrophysik, Sterne, Galaxien, Kosmologie*
> - *Astronomisches Praktikum*
> - *Fachdidaktik*
>
> *Würde dem Lehramt Physik nicht schaden.“*[10]

Und weiter meint er

> *„Vollwertiges Lehramtsstudium ist bildungs- und schulpolitisch sicher nicht drinnen. Minimal- Einzelfach ist derzeit PuP (Psychologie/Philosophie) mit 4 Stunden. Die Lehrkräfte sind schon schwer einsetzbar, einer pro Schule reicht und ist erst halb beschäftigt, wer vertritt bei Fehlen etc. Also: Ich würde voll auf eine Integration setzen. Aber dort möglichste Eigenständigkeit anstreben, also z.B. ein einheitliches (Teil) Curriculum.“*[11].

[10] [A2], Interview mit Dr. Gerhard Rath
[11] [A2], Interview mit Dr. Gerhard Rath

Auch im Gespräch mit Mag. Pitzl-Reinbacher wurde diese Problematik angesprochen.

> *„Das einzige was ich halt glaub, wo das eventuell schwierig ist, dass einfach viele Physikkollegen, die das unterrichten würden, wenig Bezug haben, beispielsweise zur beobachtenden Astronomie. Was dann passieren wird, wenn man das den vielen Kollegen gibt, ist, dass das Wahlmodul Astronomie eine Rechnerei mit Fluchtbahngeschwindigkeit und Kreisbahngeschwindigkeit wird. Das wird also in Rechnereien ausarten. … Wobei das auch eher der Extremfall sein wird und ich das auch nicht unbedingt glaube. Das würden dann wahrscheinlich eh nicht alle unterrichten, sondern nur die, die es auch interessiert. … Man bräuchte sicher eine extra Ausbildung.“* [12]

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in österreichischen Lehrplänen astronomische Inhalte nur spärlich vertreten sind. Bei persönlichem Interesse und Engagement der Lehrerinnen und Lehrer werden Astronomie und Astrophysik wesentlich öfter in den Unterricht eingebunden als im Lehrplan vorgesehen, da die Sicherheit und Fachkompetenz vorhanden ist, um etwaige Fragen von Jugendlichen beantworten zu können. Aufgrund der äußerst sparsamen Integration astronomischer Themen in der Lehramtsausbildung, wäre es ratsam, vermehrt Fort- und Weiterbildungen zu diesen Themenbereichen anzubieten und somit die Qualifizierung und Ausbildung von Fachlehrerinnen und –lehrern ausgewählter Gegenstände abzusichern oder attraktive Angebote diesbezüglich zu machen. Eine weitere Möglichkeit wäre, den naturwissenschaftlichen Lehramtsstudien, wie Physik, Chemie und Biologie, einen verpflichtenden Abschnitt der Astronomie und Astrophysik zu widmen, um schon im Vorfeld fachliche Grundlagen zu schaffen.

[12] [A1], Interview mit Mag. Robert Pitzl-Reinbacher

1.2. Die Lage in Deutschland

Die Geschichte des Astronomieunterrichts in der DDR

Bevor der Astronomieunterricht 1959 an allgemeinbildenden Schulen obligatorisch wurde, existierten in der DDR astronomische Arbeitsgemeinschaften für Schülerinnen und Schüler jedes Alters in Schulen und externen Einrichtungen. Diese Arbeitsgemeinschaften boten den Kindern die Möglichkeit, sich schon vor dem Astronomieunterricht mit Astronomie und Raumfahrt zu beschäftigen und später ihre, im Unterricht erworbenen, Kenntnisse zu erweitern und zu vertiefen.

Im Jahr 1959 wurde mit der Einführung der zehnjährigen allgemeinen Schulbildung in der DDR ein verpflichtender Astronomieunterricht für alle Schülerinnen und Schüler vorgestellt.[13] Dieser Astronomieunterricht fand mit einer Wochenstunde in allen Klassen der 10. Schulstufe (Jahrgangsstufe) statt. Viele Wissenschaftler und Pädagogen hatten immer wieder auf den hohen Erziehungs- und Bildungswert der Astronomie hingewiesen und sahen durch das eigenständige Fach Astronomie eine empfindliche Lücke in der Allgemeinbildung der Schülerinnen und Schüler geschlossen. Die Ansiedlung des Astronomieunterrichts in der Abschlussklasse[14] erlaubte es, auf Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus anderen Fächern zurückzugreifen und auf die bisher erworbenen vielfältigen Erfahrungen und dem eigenen Urteilsvermögen aufzubauen.

> *„Die Astronomie fasst gegen Ende der Mittelschule die erworbenen Kenntnisse in den naturwissenschaftlichen Fächern … unter starker Beteiligung von Mathematik und Informatik, aber auch in den geisteswissenschaftlichen Fächern … zusammen und leistet somit zur Entwicklung eines komplexen wissenschaftlichen Weltbildes bei den Schülern einen wesentlichen Beitrag.“* [15]

Der erste Lehrplan Astronomie umfasste vier Seiten und betonte die Vermittlung systematischen Grundwissens zur Astronomie und dass die Schülerinnen und Schüler zur Beobachtung des Sternhimmels anzuleiten sind. [6] Die Bedingungen für die Umsetzung des Unterrichtsgegenstandes Astronomie waren denkbar schlecht, denn es stand zwar ein Schulbuch zur Verfügung, es fehlte jedoch an didaktischen Materialien, didaktischer Literatur und qualifizierten Lehrkräften, da keine Hochschule eine Direktausbildung anbot. Anfangs übernahmen Geografielehrerinnen und – lehrer den Astronomieunterricht und erst später wurde er zu einer Domäne der Physiker. Dennoch sorgte der Enthusiasmus der Lehrkräfte für einen Aufschwung des Faches. Bis 1969 wuchs die Zahl der Schul- und Volkssternwarten und Planetarien auf 120 an. Ab 1962 konnten Lehrerinnen und Lehrer an vier Hochschulen

[13] Diese Entscheidung hatte auch eine politische Komponente (die hier nicht bewertet werden soll), nämlich das Pendent zum „Sputnik-Schock“ im Westen.
[14] In dieser Hinsicht ist die Schulstufe vor dem „Mittlere Abschluss“ gemeint – also vor dem Ende der Schulpflicht.
[15] [42], S. 1

einen zweijährigen externen Qualifikationskurs zum Erwerb der Lehrbefähigung ablegen und diesen mit einer Prüfung abschließen, welche als Zusatzstaatsexamen galt. Auf diesem Weg wurden bis 1989 rund 2000 Astronomielehrerinnen und –lehrer ausgebildet. Zusätzlich zu Fort- und Weiterbildungen gab es Fachberater für Astronomie, die fachkompetente Partner der Lehrkräfte waren.

1963 wurde Astronomie an der erweiterten Oberschule als eigenes Fach, in der Abschlussklasse der 12. Schulstufe, eingeführt. Der Lehrplan glich dem von 1959. Die wesentlichen Neuerungen stellten die obligatorischen schulastronomischen Beobachtungen dar. Dies war aber für das Lehrpersonal eine erhebliche Anforderung, denn die technischen Voraussetzungen waren an den Schulen kaum vorhanden. Im Jahr 1971 trat abermals ein neuer und äußerst umfangreicher Astronomielehrplan in Kraft. Die Vermittlungen astronomischen Grundwissens, die Einführung in einige astronomische Problemstellungen, die wichtigsten astronomischen Forschungs- und Arbeitsmethoden und die Befähigung zum Beobachten und Erklären der wichtigsten Erscheinungen am Himmel wurden als die bedeutendsten Ziele genannt. [6]

Im Lehrplan wurden Fortschritte in der Forschung und der Raumfahrt berücksichtigt und es fand eine deutliche Verlagerung auf astrophysikalische Inhalte statt. Auf diese Weise kam es zu einem Übergang vom beschreibenden zum erklärenden und begründenden Unterricht. Mit der Einführung des neuen Lehrplans standen auch erstmals „Unterrichtshilfen“ und Schritt für Schritt andere, bessere Unterrichtsmaterialien zur Verfügung. Ab 1973 erhielt jede Schule ein Fernrohr für schulastronomische Beobachtungen. Damit wurden einhergehende Schwierigkeiten, wie fachlich-technische Beherrschung, organisatorische Probleme und zu große Schülerzahlen zum Dauerthema in der Diskussion um die Verbesserung der Unterrichtsqualität. Ab 1978 bot die Friedrich-Schiller-Universität Jena eine Direktausbildung zu Astronomielehrerinnen und –lehrern an, die im Rahmen der Fächerkombination Physik und Astronomie absolviert werden konnte.

Im Jahr 1987 wurde gemeinsam mit Astronomielehrkräften ein weiterer Lehrplan erarbeitet. Dieser berücksichtigte die Arbeit mit schulastronomischen Beobachtungen, mit physikalischen Gesetzmäßigkeiten, sowie der Anwendung der Mathematik. Es erfolgte also eine enge Abstimmung mit anderen Fächern. [6]

Astronomieunterricht in Deutschland nach 1989

Nach dem Fall der Berliner Mauer in Nacht vom 9. zum 10. November 1989 veränderten sich die gesellschaftlichen Verhältnisse grundlegend, mit ihnen musste sich auch die Schulbildung neu orientieren. Mit der Wende entbrannte eine Diskussion über die Stundentafeln. Der schulfreie Samstag wurde eingeführt und die Wochenstundentafel gekürzt. Die Idee, das einstündige Fach Astronomie abzuschaffen und seine Inhalte in die Fächer Physik und Geografie zu integrieren löste heftige Proteste bei Lehrkräften aus Physik und Geografie,

aber vor allem bei Eltern, Schülerinnen und Schülern aus. Im Schuljahr 1990/1991 erhielten die meisten Schülerinnen und Schüler in Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt weiterhin einen eigenständigen Astronomieunterricht. Lediglich in Brandenburg und Berlin verschwand das Fach aus der Wochenstundentafel. [6]

2002 verlor Sachsen seinen Astronomieunterricht

Seit 1959 war Astronomie in der DDR ein verpflichtendes Fach für alle Schülerinnen und Schüler der 10. Schulstufe. Das Kulturministerium hätte ab den 1990ern eine Angleichung Sachsens bezüglich der astronomischen Bildung an die Mehrheit der anderen Bundesländer begrüßt. Im Jahr 2001 wurde das Sächsische Bildungsinstitut (SBI), damals Comenius-Institut (CI), beauftragt, die Rolle und Bedeutung des Astronomieunterrichts an allgemein bildenden Schulen zu begutachten und einzuschätzen. In dem Gutachten vom 22.10.2001 heißt es: [7]

> *„Die Astronomie besitzt ein hohes Maß an Eigenständigkeit und kann nicht unbeschadet in die Systematik anderer Fächer übertragen werden.“* [16]

und

> *„Das CI empfiehlt die Beibehaltung und weitere Qualifizierung eines eigenständigen Unterrichtsfaches Astronomie im zehnten Schuljahr […]“* [17].

Bis April 2002 gingen fünf weitere Schreiben zum Erhalt des Astronomieunterrichts im Ministerium ein, jedoch kein einziges, das sich dagegen aussprach. [18][45] Trotzdem wurde am 31.5.2002 eine Lehrplanreform verabschiedet, die den obligatorischen Astronomieunterricht in der 10. Schulstufe auflöste und einen Teil der astronomischen Inhalte in die Fächer Physik und Geografie eingliederte. Zunächst erregte dieser Beschluss kaum mediales Interesse. Erst eineinhalb Jahre später, am 6. November 2003, veröffentlichte die Sächsische Zeitung einen Bericht darüber. Trotz zahlreicher Protestaktionen seitens der Schülerinnen und Schüler, Eltern und des Lehrpersonals wurde der Beschluss von der Regierung nicht rückgängig gemacht. Auch viele Wissenschaftler und Verbände setzten sich mit der Thematik auseinander und schrieben nach Dresden, jedoch

[16] [7], S.6
[17] [7], S.6
[18] *„Der Beschluss, das eigenständige Fach Astronomie zu streichen, ist nach eigener Mitteilung des Ministeriums am 31. Mai 2002 gefasst worden. Zu diesem Zeitpunkt lagen dem Ministerium folgende Schreiben, Gutachten und Fachmeinungen vor:*

- *Comenius-Institut Radebul 22.10.2001*
- *Dr. Klaus Lindner, Fachdidaktiker Leipzig, 03.12.2001*
- *Volks- und Schulsternwarte Bruno H. Birkel in Sohland, 21.02.2002*
- *Dr. Klaus Lindner, nochmals, 04.04.2002*
- *Institut für Planetare Geodäsie, TU Dresden, Prof. Dr. Klaus-Günther Steinert, 29.04.2002*
- *Verein zur Förderung des Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Unterrichts, 06.05.2002 – die berühmte MNU, 1. Vorsitzender des Vereins, Arnold Campo.*

Das sind sechs Fachmeinungen. Diese sechs Fachmeinungen warben alle nachdrücklich für den Erhalt des Faches Astronomie.“ Siehe [45], S. 27

ohne Erfolg. Schon bald bildeten sich Bürgerinitiativen, Schülerinnen und Schüler sammelten 30.000 Unterschriften gegen die Abschaffung. 2.500 Lehrerinnen- und Lehrerunterschriften aus 100 Gymnasien unterstrichen die Wertschätzung des Unterrichtsfaches im Lehrpersonal. Am 28.4.2006 kam es dann zu einer öffentlichen Anhörung von Sachverständigen, die in zehn Minuten ihre Meinung kundtun konnten. [49] Alle neun Experten meinten, dass die astronomische Bildung wichtig sei, nur zwei sprachen sich gegen und sieben für den Astronomieunterricht aus. Obwohl die Mehrheit der Sachverständigen für den unabhängigen Astronomieunterricht plädiert hatte, sah die Regierung keinen Anlass, den Beschluss aufzuheben. [49], [40]

> *„Selbst Herr Prof. Euler und Her Günther, die als Einzige die Position des SMK stützten, wiesen auf die wachsende Bedeutung astronomischer Bildung hin. Trotz des sehr klaren Votums (mindestens 7:2) beschloss der Schulausschuss am 2. Juni die Streichung des Faches.“* [19]

Warum der Astronomieunterricht abgeschafft wurde

Im folgenden Abschnitt dieser Arbeit sollen die Argumente für die Entscheidung, Astronomie als eigenständiges Unterrichtsfach in der 10. Klasse abzuschaffen, wiedergegeben und erläutert werden.

Bei der Regelung, dass Astronomie als einstündiges, unabhängiges Unterrichtsfach abgehalten wurde, war es der „kleinste“ Gegenstand. Einstündig abgehaltene Fächer sind prozentuell stärker von Stundenausfällen betroffen. [44] So meinte Albrecht Günther, Landesvorsitzender des Verbandes Bildung und Erziehung und Sachverständiger bei der Anhörung zum Erhalt des Pflichtfaches Astronomie am 28. April 2006:

> *„Es ist nicht gut, wenn ein Fach in Klasse 10 nur eine Stunde hat, weil es sehr schnell auf zwanzig Stunden pro Jahr zurückschrumpft. Normalerweise wären es dreißig Stunden. Denken wir an die Zeit der Prüfungen, die Klassenfahrten und Exkursionen. Plötzlich hat das Fach Astronomie wie alle anderen auch nur noch zwanzig Stunden. Man muss das Fach selbst nach dem Lehrplan unterrichten. Es kommen die Prüfungsvorbereitungen, Exkursionen, Experimente usw. dazu. Schon schrumpft es wieder zusammen.“* [20]

Da das Unterrichtsfach außerdem auf die 10. Schulstufe beschränkt war, wurde es erst sehr spät in der Schullaufbahn der Lernenden wirksam. Jene Schülerinnen und Schüler, die sich für eine Ausbildung an einer Hauptschule entschlossen hatten, wurden mit diesem Modell nicht erreicht und erhielten somit auch keinen Unterricht zu astronomischen Inhalten.

[19] [40], S. 1
[20] [45], S. 11

> *„Schüler im Hauptschulbildungsgang der Mittelschule lernen Gegenstände und Betrachtungsweisen der Astronomie faktisch nicht kennen, da sie am Ende der Klassenstufe 9 die Schule verlassen.“* [21]

Die Mitglieder des Landtages und alle anderen Verantwortlichen argumentierten damit, dass diese Defizite vermindert werden könnten, wenn astronomische Ziele und Inhalte in andere Fächer integriert und auf frühere Schulstufen aufgeteilt werden würden. [41]

Ein weiteres Argument war, dass wir heute in einer modernen Wissensgesellschaft leben und dass es neben der Astronomie viele andere technologische und moderne, naturwissenschaftliche Bereiche gibt, in denen im Moment eine rapide Entwicklung stattfindet. So nennt Prof. Dr. Manfred Euler bei der Anhörung zum Erhalt des Pflichtfaches Astronomie am 28. April 2006 die Beispiele Mikrosystemtechnik, Biotechnologie und Nanowissenschaften, die ein weiteres Zukunftsfeld darstellen. [45] Auch Dr. Gerhard Rath hat im Interview einen ähnlichen Sachverhalt angesprochen. Auf die Frage, ob es sinnvoll wäre, ein unabhängiges Fach Astronomie in Österreich einzuführen, antwortet er:

> *„Sinnvoll aus der Sicht der Astronomie: Ja – denn nur dann kann eine vernünftige Systematik aufgebaut werden. Ich halte es aber nicht für realistisch durchsetzbar. Genauso sinnvoll und wahrscheinlich viel wichtiger wären Fächer wie Medizin oder Jus.“* [22]

Einen weiteren Aspekt stellte die Verteilung der Stunden auf die jeweiligen Gegenstände dar. Albrecht Günther wies bei seinen Ausführungen immer wieder daraufhin, dass „*Kinder an den Schulen nicht über die Maßen*“ [23] belastet werden dürften und plädierte dafür, das aufzuteilen, was bereits da ist. Auch Prof. Dr. Euler sprach diese Tatsache an und bemerkte dazu: [45]

> *„Sie wissen, die Stundentafeln sind ein Nullsummenspiel; wir müssen dafür an einer anderen Stelle eine Klappe zumachen.“* [24]

Da *„in der Tat ein großer Teil der Astronomie tatsächlich Physik ist“* [25] sprachen sich zwei der neun Sachverständigen für die Integration astronomischer Ziele und Inhalte „*in die bestehenden Strukturen des naturwissenschaftlichen Unterrichts*“ [26] aus. Des Weiteren sprachen sich die beiden Experten für ein Umdenken im Bildungssystem aus. So erklärt Prof. Dr. Euler: [45]

> *„[…] viele Fächer werden relativ systematisch, relativ eng fokussiert angeboten. Das heißt, wir müssen insgesamt in der Ausrichtung des naturwissenschaftlichen*

[21] [41], S. 1
[22] [A2], Interview mit Dr. Gerhard Rath
[23] [45], S. 33
[24] [45], S. 6
[25] [45], S. 6
[26] [45], S. 6

Unterrichtes etwas ändern. Diese Frage aus der Perspektive eines einzelnen Faches zu führen scheint mir zu eng." [27]

Prof. Dr. Euler fasste den Sachverhalt und seine Expertenmeinung am Ende der Anhörung noch einmal zusammen:

> *„Insgesamt wäre mein Plädoyer: Nutzen Sie die jetzige Situation mit der Diskussion über den Astronomieunterricht dazu, wie Sie Ihr Curriculum dazu bekommen, diese wichtigen Dinge zu integrieren. Da ist die Astronomie aus meiner Sicht eine Baustelle, aber die anderen Baustellen habe ich auch genannt, das wären moderne Technologien. Das ist eben nicht nur die Raumfahrt, sondern das sind auch die Mikrosystemtechnik, die Biotechnologie, die Nanoscience. Alle die haben natürlich auch irgendwo verwandte wissenschaftstheoretische Probleme, ethische Probleme, philosophische Probleme. All die greifen in unser Leben ein; sie sind technologisch relevant, sie verändern unser Leben, sie verändern unsere Kultur, aber wir müssen auch darauf reagieren. Es wäre für mich die Herausforderung, all das in ein System zu integrieren und nicht nur isoliert über ein Fach zu diskutieren."* [28]

Zum Schluss soll kurz erwähnt werden, dass die beiden, oben zitierten, Sachverständigen der Astronomie sehr positiv gegenüberstanden und die Wichtigkeit astronomischer Bildung betonten. Beide zweifelten aber an der Notwendigkeit eines eigenständigen Unterrichtsfaches. Sie erwähnten, dass die Astronomie „*eine ganz wesentliche Wurzel unserer modernen Kultur und unserer modernen Naturwissenschaften*" [29] darstellt und ganz zentral unser Weltbild beeinflusst. Da er sich nachdrücklich für die Integration astronomischer Inhalte in andere Unterrichtsgegenstände einsetzte, merkte Prof. Dr. Euler auch kurz die Tatsache an, dass „*die Ausbildung von Physiklehrern ohne die Einbeziehung von Astronomie Besorgnis erregend ist."* [30] [45]

Folgende, weitere Argumente nannte das Staatsministerium für Kultus für die Entscheidung, das Unterrichtsfach Astronomie abzuschaffen:

- Die Neigungskurse für den Hauptschul- und Realschulbildungsgang und die Astronomie-Wahlgrundkurse für die 11. und 12. Schulstufen der gymnasialen Oberstufe bleiben weiterhin bestehen.
- Durch Integration astronomischer Inhalte kann dem durch die PISA-Studie diagnostizierte Mangel an kumulativer Wissensentwicklung schrittweise entgegen gewirkt werden.

[27] [45], S. 6
[28] [45], S. 31
[29] [45], S. 5
[30] [45], S. 6

- Die Nutzung der Schulsternwarten und Kleinplanetarien ist weiterhin uneingeschränkt möglich.
- *„Bisherige Astronomielehrer werden in Zukunft unter Berücksichtigung ihrer Fachkombination vorwiegend in Fächern mit ausgewiesenen astronomischen Anteilen eingesetzt. Insbesondere für Physiklehrer ohne Astronomie-Ausbildung ist eine gründliche fachliche und didaktische Fortbildung vorgesehen.“* [31]

[44]

Astronomieunterricht heute

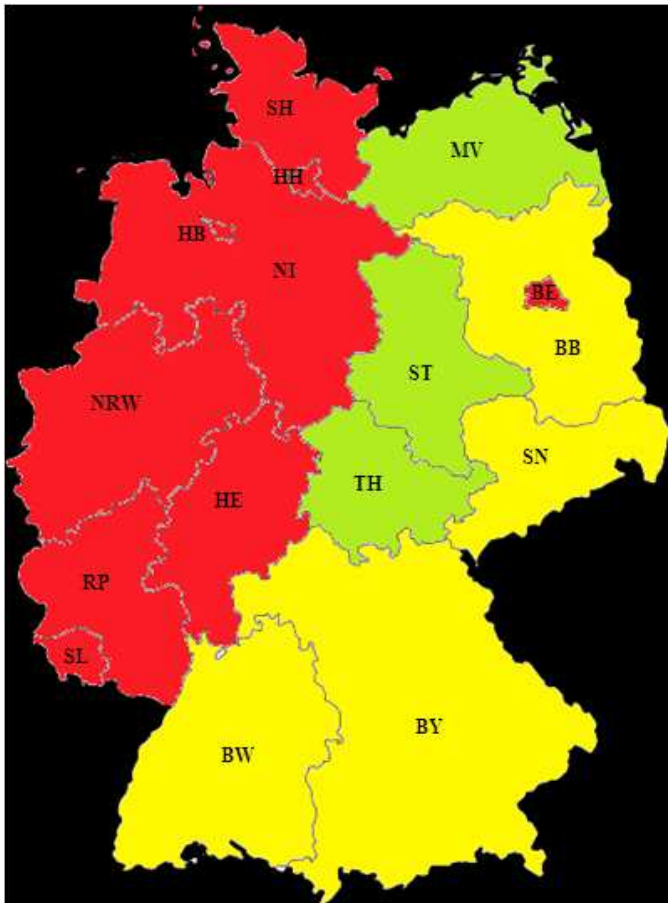


Abbildung 1 - Unterteilung der deutschen Bundesländer nach dem Grad der verpflichtenden, astronomischen Bildung. [32]

Heute werden in den in Abbildung 1 grün dargestellten Bundesländern Deutschlands in unteren und mittleren Schulstufen einzelne astronomische Themenbereiche in andere Unterrichtsgegenstände integriert. In der 9. oder 10. Schulstufe erhalten viele Schülerinnen

[31] [44], S. 2
[32] [31], S. 8

und Schüler durch ein einstündiges Pflichtfach Astronomie eine systematische astronomische Grundbildung. In der in Abbildung 1 gelb dargestellten Ländergruppe kommt Astronomie ausschließlich in anderen Fächern und freiwilligen Unterrichtsformen vor oder ist freiwilliges Wahlpflichtfach. Hier kann keine systematische Grundausbildung der Schülerinnen und Schüler stattfinden und es gibt außerdem keine universitäre Ausbildung für Astronomielehrkräfte. In den rot gekennzeichneten Bundesländern kommen astronomische Inhalte nur sehr selten und in geringem Umfang vor. Auch hier werden keine Astronomielehrerinnen und –lehrer ausgebildet und die Astronomie spielt nur dann eine Rolle im Unterricht, wenn sich das Lehrpersonal dafür engagiert. [7]

1.3. Astronomie in verschiedenen Ländern, gegliedert nach Kontinenten

Die „*Comission 46*“ ist eine Gruppe, die zur „*International Astronomical Union*“ (IAU) gehört und sich mit astronomischer Bildung in der Schule und dem Zugang der Öffentlichkeit zur Astronomie und Astrophysik beschäftigt. Auf der offiziellen Homepage der „*Comission 46*“

http://www.iaucomm46.org/program-groups[33]

habe ich eine internationale Liste mit den Kontaktdaten der Vertreter der jeweiligen Mitgliedsstaaten gefunden. Um weitere Informationen zu astronomischen Inhalten in der Schulbildung anderer Länder einholen zu können, sandte ich an jede Kontaktadresse eine Email mit der Frage, ob es in ihrer Heimat Astronomie als eigenständiges Schulfach gibt. Innerhalb kurzer Zeit erhielt ich zahlreiche Antworten und zusätzliches Material, das ich im Folgenden zusammenfassen möchte.

1.3.1. Europa

Armenien

Astronomie und Astrophysik wurden als unabhängiger Unterrichtsgegenstand in Armenien aufgelöst[34]. Stellvertretend sollen im Physikunterricht der neunten Schulstufe etwa 30% des Unterrichts astronomischen Inhalten gewidmet werden. Schon in der Volkschule, in der zweiten Schulstufe, kommen die Schülerinnen und Schüler mit den Grundlagen der Astronomie in Berührung. Dieses Wissen wird in der fünften Schulstufe in dem Fach „*Naturgeschichte*“ aufgegriffen und vertieft. Die Integration astronomischer Inhalte in andere Unterrichtsgegenstände wird von Pädagogen und Wissenschaftlern als deutlicher Rückschritt bezeichnet, da der Astronomieunterricht und die eigens entstandenen Unterrichtsmaterialien über mehrere Dekaden entwickelt, ausgebaut und flächendeckend getestet wurden. Durch den Astronomieunterricht hatten auch die professionelle Astronomie und Astrophysik einen Aufschwung und damit ein hohes Ansehen erlangt. Es werden daher in Armenien noch immer jährlich Astronomie-Olympiaden organisiert. [9]

[33] [Stand 26.2.2012]
[34] Leider war es mir nicht möglich herauszufinden, wann Astronomie als unabhängiger Unterrichtsgegenstand in Armenien aufgelöst wurde.

Finnland

Astronomie und Astrophysik werden nicht als eigenständige Fächer unterrichtet, sondern in die Unterrichtsgegenstände Geografie und Physik eingegliedert. Die Ausbildung der Lehrerinnen und Lehrer beinhaltet fast keine astronomischen Inhalte, das Lehrpersonal muss also freiwillig, bei Interesse, Kurse und Fortbildungen absolvieren. Das ist oft auch der Grund dafür, dass die Astronomie meist übersprungen wird. In Physikbüchern finden sich kurze Abschnitte zu astronomischen Inhalten. Diese konzentrieren sich aber vorwiegend auf das Sonnensystem mit seinen acht Planeten. Auch andere Schulbücher enthalten Passagen zu ausgewählten astronomischen Themen, jedoch scheinen die Autoren mit der Thematik nicht sehr vertraut zu sein. [A6], [9]

So meint Dr. Hannu Karttunen in seiner Email an mich:

> *"Also the writers do not seem to know very much about astronomy but only copy the text (and errors) from earlier books."*[35]

Auch im Jahresbericht der IAU [9] kann, im Bezug auf astronomische Inhalte, diesbezüglich ein Kommentar von Dr. Hannu Karttunen und Markku Sarimaa gefunden werden:

> *"Although the astronomical material in textbooks is mostly correct, the content may sometimes give false impressions. Also there are some common errors that the writers just seem to copy from previous books."*[36]

Der Großteil der behandelten Bereiche ist also fachlich korrekt, jedoch fällt bald auf, dass die Abschnitte oft aus älteren Büchern inklusive aller Fehler übernommen wurden. [A6],[9]

Georgien

> *"According to the reform of the system of education in Georgia, astronomy has been withdrawn from the list of required subjects in the secondary schools."*[37]

In Georgien gab es in der Sekundarstufe ein unabhängiges Unterrichtsfach Astronomie. Aufgrund einer Reform des Bildungssystems wurde Astronomie kürzlich von der Liste der Unterrichtsgegenstände gelöscht. Die Neugierde der Schülerinnen und Schüler wird durch öffentliche Vorträge und Diskussionen gestillt. [9]

[35] [A6], Email von Hannu Karttunen, vom 21.02.2012
[36] [9], S.23
[37] [9], S.24

Griechenland

Grundlegende astronomische Aspekte werden in der sechsjährigen Pflichtschule behandelt, wenn die Schülerinnen und Schüler ein Alter von 11 – 12 Jahre erreichen. Dabei werden das Sonnensystem und die Sterne unterrichtet. In der Sekundarstufe II (Alter 17) wird Astronomie als Wahlmöglichkeit im zweiten Jahr angeboten. Derzeit existieren in ganz Griechenland rund 450 Astronomieklassen zu je 15 Schülerinnen und Schülern.

Ein großes Problem stellen auch die abschließenden Prüfungen am Ende der Schulpflicht dar. Das gesamte griechische Schulsystem ist auf diese letzte große Prüfung fokussiert und das führt dazu, dass das Lehrpersonal nur sehr eingeschränkte Freiheiten in der Auswahl der Themen hat.[38] [9]

Großbritannien

In Großbritannien kommen die Schülerinnen und Schüler schon in der Volkschule im Unterrichtsgegenstand „*Science*" in Kontakt mit grundlegenden astronomischen Inhalten. Es werden die Sonne, die Erde und der Mond und damit verbundene Phänomene, wie das Zustandekommen von Tag und Nacht, die Bewegung der Erde um die Sonne und Ähnliches besprochen.

> *„The Earth and beyond*
>
> *4. Pupils should be taught:*
>
> *The Sun, Earth and Moon*
>
> *a. that the Sun, Earth and Moon are approximately spherical*
>
> *Periodic changes*
>
> *b. how the position of the Sun appears to change during the day, and how shadows change as this happens*
> *c. how day and night are related to the spin of the Earth on its own axis*
> *d. that the Earth orbits the Sun once each year, and that the Moon takes approximately 28 days to orbit the Earth. "* [39]

Im Lehrplan kann außerdem der Hinweis gefunden werden, dass Schülerinnen und Schüler Videos oder CD-ROMs verwenden sollen, um sich mit den Beziehungen zwischen Sonne, Erde und Mond genauer auseinandersetzen zu können.

---

[38] In Griechenland, Litauen, Zypern, Finnland, Portugal und Bulgarien werden die Reifenprüfungen nur schriftlich und mit zentral vorgegebenen Aufgaben- und Fragestellungen abgelegt. [65]

[39] http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum/primary/b00199179/science/ks2/sc4 [Stand: 2.10.2012]

„Pupils could use video or CD-ROM to study models of the Sun, Earth and Moon system."[40]

Auch in der Sekundärstufe sind im Unterrichtsfach „Science" astronomische Themenbereiche vorgesehen. Im Kapitel „*The environment, Earth and universe*" setzen sich die Schülerinnen und Schüler neben geologischen Phänomenen auch mit den Bewegungen der Objekte im Sonnensystem und im restlichen Universum auseinander.

„3.4 The environment, Earth and universe

a. *geological activity is caused by chemical and physical processes*
b. ***astronomy and space science provide insight into the nature and observed motions of the sun, moon, stars, planets and other celestial bodies***
c. *human activity and natural processes can lead to changes in the environment."*[41]

Leider sind die zu behandelnden Bereiche hier nur sehr vage formuliert und lassen keine Rückschlüsse auf Umfang und Genauigkeit der Thematik zu. [70]

Kroatien

Astronomische Grundlagen sind in der Pflichtschule in die Fächer Naturwissenschaften, Physik, Geografie und Mathematik eingegliedert. Auch in der Sekundarstufe II wird Astronomie nicht als eigenständiges Fach angeboten, sondern in Physik und Geografie integriert. Neue Lehrpläne für die entsprechenden Fächer werden derzeit vom Ministerium für Bildung entwickelt. Die Kurse sollen einen modularen Charakter haben und sich im Wesentlichen mit folgenden Themen beschäftigen: Das Sonnensystem, Himmelsmechanik, galaktische Astronomie und Astrophysik. Das Lehrpersonal kann dabei frei entscheiden, welches Modul in den Unterricht einfließt und welches übersprungen wird. Die astronomische Aus- und Fortbildung der Lehrerinnen und Lehrer findet in mehrtägigen Kursen statt, die von der „*Education and Teacher Training Agency*" organisiert werden. Schulen können jedoch auf freiwilliger Basis Wahlkurse zu Astronomie und Astrophysik in der 1.-8. Schulstufe anbieten. Ein entsprechender Vorschlag für Lehrpläne der jeweiligen Jahrgänge wird derzeit vorbereitet. [9]

[40] http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum/primary/b00199179/science/ks2/sc4 [Stand: 2.10.2012]

[41] http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum/secondary/b00198831/science/ks3/programme/range, [Stand: 2.10.2012]

Lettland

In Lettland ist Astronomie seit 1993 kein verpflichtendes Unterrichtsfach mehr. Derzeit wird Astronomie in etwa 1% aller Sekundarschulen als eigenständiges Fach, mit zwei Stunden pro Woche, unterrichtet. Astronomische Inhalte werden in andere Fächer integriert. So gibt es in den Schulstufen 1 – 6 naturwissenschaftliche Kurse mit zwei Unterrichtseinheiten pro Woche, die zu 10% aus Astronomie und Astrophysik bestehen. In den Schulstufen 8 – 9 werden astronomische Inhalte vorwiegend in den Physikunterricht eingegliedert, der in zwei Stunden pro Woche abgehalten wird. Davon machen wiederum etwa 10% Astronomie und Astrophysik aus. In der Sekundarstufe II (Schulstufen 10 – 12) gibt es zwei unterschiedliche Zweige, für die sich die Schülerinnen und Schüler entscheiden können. Belegen die Schülerinnen und Schüler den ersten Zweig, so haben sie Physik als eigenständiges Fach mit drei Wochenstunden, beim zweiten Zweig besuchen die Kinder in drei Wochenstunden einen Kurs, der sich „Naturwissenschaften" nennt. Bei beiden Zweigen machen astronomische Inhalte etwa 7% des Unterrichts aus. [A6]

Litauen

In der Wochenstundentafel der Pflichtschule scheint Astronomie nicht als eigenständiges Fach auf. Einige astronomische Inhalte sind im Unterrichtsfach „*Natur und Menschen*" vorgesehen. Da dieses Fach jedoch meist von Lehrerinnen und Lehrern gehalten wird, die keine naturwissenschaftliche Ausbildung haben, hängt ihre Fachkompetenz nur vom Selbststudium, ihrem Engagement und Interesse ab. In späteren Schulstufen werden astronomische Inhalte vermehrt in die Physik integriert. Da die Schülerinnen und Schüler über ein größeres Grundwissen verfügen, können auch die astronomischen Inhalte im Physikunterricht anders gestaltet, erweitert und vertieft werden. Die Qualität dieser Einheiten hängt aber wieder vom persönlichen Interesse und Engagement des Lehrpersonals ab. Zusätzlich verwenden viele Lehrkräfte die Unterrichtseinheiten lieber für reine Physik auf Kosten der Astronomieeinheiten und argumentieren, dass sowieso zu wenig Zeit für einen weitreichenden und kompetenten Astronomiekurs vorhanden sei. [10]

Malta

In Malta sind astronomische Inhalte als Teil des Physikunterrichts der 14 – 16 jährigen Schülerinnen und Schüler vorgesehen. [A6] Es werden dabei folgende Themen unter dem Planpunkt „*Die Erde und das Universum*" behandelt: Das Sonnensystem und seine Bestandteile, das Gravitationsgesetz und seine Anwendungen, die Milchstraße, Vor- und Nachteile der Raumfahrt, Methoden und Instrumente zur Beobachtung des Himmels, Satelliten und ihre Funktionen. [11]

Mazedonien

Die Situation in Mazedonien ist ähnlich der in Malta. Astronomie wird auch hier nicht als eigenständiges Fach unterrichtet, sondern in die Fächer Geografie und Physik eingegliedert. Die Grundlagen aus Astronomie werden im ersten Jahr der Sekundarstufe I behandelt. Die Astrophysik fließt hauptsächlich in die Physik in der Sekundarstufe II ein. Das betrifft allerdings nur Schülerinnen und Schüler, die einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt gewählt haben.

Es finden oft Wettkämpfe und Olympiaden statt, die unter anderem von der „*Macedonian astronomical society*“ organisiert und veranstaltet werden und Grundkompetenzen und Verständnis der Schülerinnen und Schüler testen. Vor rund zehn Jahren wurde Astronomie aufgrund zahlreicher Anfragen und Wünsche von Schülerinnen und Schülern als freiwilliges Wahlfach durchgesetzt. Nur kurze Zeit später musste dieses Wahlfach wieder aufgelöst werden, da der zuständige Minister und seine Berater der Meinung waren, dass das Fach zu schwer für die Schule sei. [A6]

Niederlande

Aufgrund von Bildungsreformen und einem Umbruch im Schulsystem war es geplant, im Schuljahr 2012 national ein Fach Astronomie/Astrophysik im Lehrplan einzuführen. Dieser neue Lehrplan wurde bis vor kurzem getestet.

Die niederländische Regierung versucht, die naturwissenschaftliche Bildung von der Volkschule bis zur Universität zu unterstützen und damit eine bessere Qualität erreichen zu können. Besonders großer Wert wird dabei auf die Aus- und Fortbildung der Lehrerinnen und Lehrer gelegt. Lehrkräfte der Pflichtschule erhalten einen verpflichtenden Kurs zu grundlegenden Elementen der Naturwissenschaften, das Mathematik- und Physiklehrpersonal der Sekundarstufe muss einen Kurs in Astronomie und Astrophysik absolvieren. Bei all diesen Fortbildungen werden professionelle Astronomen und Amateure herangezogen, um ein bestimmtes Level der Qualität sicherzustellen. [10]

Norwegen

Der Lehrplan der Pflichtschule hat in den Jahren 1997 und 2006 zwei große Umschwünge erlebt. Derzeit nehmen die Astronomie und die Astrophysik einen großen Teil des Unterrichtsfaches „*Science*“ in den Schulstufen 1 – 10 ein. Dabei werden die Sonne und andere Sterne, Planeten und Galaxien in den Grundzügen behandelt. Auch in der Sekundarstufe haben astronomische Inhalte im Physikunterricht einen großen Stellenwert. So werden im ersten Jahr die Hintergrundstrahlung und alle anderen Arten elektromagnetischer Strahlung aus dem Universum unterrichtet. Die beiden verbleibenden

Schuljahre umfassen verpflichtende Themenbereiche wie Sterne, Galaxien und Kosmologie. [10]

Polen

Die Schülerinnen und Schüler werden schon in der Pflichtschule mit grundlegenden astronomischen Themenbereichen wie unserem Sonnensystem konfrontiert. In der Sekundarstufe in Polen werden astronomische und astrophysikalische Konzepte in zwei Unterrichtsfächer integriert: „*Physik und Astronomie*“ und „*Geografie*“. Auch im Unterrichtsfach Geschichte findet man verpflichtende Einheiten zur Geschichte der Astronomie. [10]

Rumänien

Astronomie und Astrophysik werden in Rumänien in keiner Schulstufe unterrichtet und sind auch nicht in andere Fächer eingegliedert. Das überrascht, da es in Rumänien eine jährliche Astronomie – Olympiade gibt. [A6]

Serbien

In der Pflichtschule werden in Serbien die wesentlichen Grundlagen astronomischer Bildung in Physik und Geografie abgedeckt. Astronomie und Astrophysik in der Sekundarstufe II werden weder als eigenständiges noch als verpflichtendes Fach gehandhabt. Von 1969 – 1990 wurde Astronomie in der 4. Klasse (8. Schulstufe) als einstündiges, unabhängiges Fach unterrichtet. Ab 1990 wurden viele wichtige astronomische Inhalte und Konzepte in den Physikunterricht eingebettet. In der *„Belgrade Mathematical High School“* und sieben anderen weiterführenden Schulen wird Astronomie als unabhängiges Fach unterrichtet.

Derzeit ist eine Bildungsreform der Sekundarschulen im Gange. Im Zuge dieser Reform ist zu erwarten, dass Astronomie in der vierten Klasse wieder als einstündiges, eigenständiges Unterrichtsfach eingeführt wird. [10]

Tschechische Republik

In der Tschechischen Republik werden astronomische Inhalte vor allem im Fach *„Allgemeine Naturgeschichte*“ behandelt. In der 5. und 6. Schulstufe werden die Gravitation, die Bewegung der Erde um die Sonne, die Mondphasen, der Einfluss des Mondes auf die Erde und die scheinbare Bewegung der Sonne diskutiert. Das Planetensystem, Meteore und Kometen, Magnetfelder und die Grundlagen der mathematischen Geografie werden in der 7. Schulstufe gelehrt. Schließlich werden in der Sekundarstufe II (Schulstufen 8 – 12) die Keplerschen Gesetze, die Magnituden der Sterne, die Spektralklassifikation, thermonukleare

Reaktionen in der Sonne und anderen Sternen, stellare Evolution, die Struktur von Galaxien, das Hubble Gesetz und das expandierende Universum behandelt. All diese Themenbereiche sind im Curriculum vorgesehen, werden aber oft aufgrund mangelnder Zeit und Fachkompetenz nur spärlich behandelt. [9]

Türkei

Astronomie als unabhängiges Fach wurde bis 1974 unterrichtet. Bis 2006 wurden astronomische Inhalte dann in die Fächer Geografie, Naturwissenschaften und Physik integriert. Inzwischen gibt es einen speziellen Kurs, der den Namen „*Science and Technology Course*“ trägt und unter anderem einen Teilkurs „*Die Erde und das Universum*“ beinhaltet. Dieser Teilkurs soll die gesamte astronomische Bildung der Schülerinnen und Schüler in der Pflichtschule abdecken und alle wichtigen Konzepte und Ideen enthalten. Im Jahr 2008 hatten sieben Schulen eigene kleine Observatorien und Teleskope, um schulastronomische Beobachtungen durchführen zu können. [10], [A6]

Ukraine

Die wichtigsten astronomischen Grundlagen werden schon in der Pflichtschule in anderen Fächern abgedeckt. In der 11. Schulstufe der Sekundarstufe II gibt es ein unabhängiges Fach Astronomie, das mit vier Stunden pro Monat im Lehrplan vorgesehen ist. Das Hauptproblem besteht darin, dass es nur wenige qualifizierte Lehrerinnen und Lehrer gibt, um das Fach zu unterrichten. Im besten Fall wird der Gegenstand von Physiklehrerinnen oder –lehrern gehalten, jedoch finden häufig nur Chemie- oder Mathematiklehrkräfte Zeit. Meistens kann das Fach jedoch gar nicht angeboten werden, da auch in der Ukraine ein großer Mangel an naturwissenschaftlichem Lehrpersonal herrscht. Derzeit wird in der Ukraine eine neue Bildungsreform vorbereitet, die Astronomie auch in der 12. Schulstufe vorsieht. [10], [A6]

Ungarn

In der Pflichtschule sind einige spärliche astronomische Inhalte in den Geografie- und Physikunterricht integriert. Da es in Ungarn nicht sehr viele weiterführende Schulen gibt, dürfen diese ihren Lehr- und Stundenplan im Wesentlichen selbst bestimmen. Trotzdem hängt es vom Engagement des Lehrpersonals ab, ob und wie viel Astronomie im Unterricht gelehrt wird. In Schulen, in denen seit längerem ein Amateurastronom unterrichtet, kann man sicher sein, ein Schulteleskop oder sogar ein kleines Observatorium zu finden. [9], [A6]

1.3.2. Asien

Indonesien

In Indonesien werden astronomische Inhalte in der Schule, im Fernsehen, in der Zeitung oder anderen Medien nur sehr spärlich behandelt. Ein Grund dafür ist, dass Lehrerinnen und Lehrer in ihrer Ausbildung keine verpflichtenden Kurse zur Astronomie und Astrophysik belegen müssen und das Interesse für die Thematik in der Bevölkerung nicht vorhanden ist. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, unterstützt die Regierung interessierte Schülerinnen und Schüler finanziell, wenn sie an der internationalen Astronomie-Olympiade teilnehmen wollen. Gewinnen die Jugendlichen eine Gold- oder Silber-Medaille, so erhalten sie ein Stipendium, welches ihre weitere Ausbildung, bis zum PhD-Programm an der Universität sichert. Das spornt viele Jugendliche und Lehrkräfte an, mehr Astronomie und Astrophysik zu lernen. Das Hauptproblem besteht weiterhin darin, dass es zu wenige fachkompetente Lehrkräfte gibt, die Astronomie und Astrophysik unterrichten können. Kürzlich absolvierten 25 Physiklehrerinnen und –lehrer den Masterkurs in Physik, um Kurse mit astronomischen Inhalten zu belegen. Die meisten Lehrerinnen und Lehrer weigern sich jedoch, Astronomie in ihren Unterricht einzubinden, da es mehr Aufwand, Zeit und Arbeit bedeutet. [9]

Japan

Der seit 2002 gültige nationale Lehrplan sieht eine „entspannte (Aus-)Bildung“ vor. Von der Volkschule bis zur Junior-High-School[42] sind lediglich 640 Stunden für wissenschaftliche Bildung vorgesehen. Die einzigen astronomischen Inhalte, die im Unterricht besprochen werden, sind die Veränderung des Schattens aufgrund der Position der Sonne (Alter 9 Jahre), die Beobachtung des Mondes und der Sterne, die Helligkeiten und Farben der Sterne (Alter 10 Jahre). In der Junior-High-School werden die Bewegung der Erde um die Sonne und die wichtigsten Charakteristika der Sonne und des Sonnensystems besprochen. In der High-School[43] werden astronomische Inhalte im Fach „*Earth Science*“ integriert, allerdings belegen nur etwa 10% aller Schülerinnen und Schüler dieses Fach. [10]

[42] Die Junior-High-School entspricht der Sekundarstufe I.
[43] Die High-School entspricht der Sekundarstufe II.

Russland

Astronomen in St. Petersburg haben Astronomie erfolgreich als unabhängiges Fach in der Sekundarstufe II durchgesetzt. Da es aber leider zu wenige qualifizierte Lehrerinnen und Lehrer gibt wird der Unterrichtsgegenstand oft übergangen und nicht angeboten. [44][10]

Taiwan

Astronomie wird hier im Wesentlichen in zwei andere Unterrichtsfächer eingegliedert: „*Nature*“ und „*Earth Science*“. Die Grundlagen werden schon in der Volkschule im Fach „*Nature*“ abgedeckt. In der Sekundarstufe I und II werden in „*Earth Science*“ 1/4 und 1/5 des Unterrichts für die Astronomie aufgewendet, also ungefähr 10 Stunden pro Semester. Dieses Fach wird jedoch nur in zwei Semestern gelehrt. [A6]

1.3.3. Afrika

Äthiopien

Die älteste Universität in Äthiopien besteht seit 63 Jahren. Daher ist es leicht nachzuvollziehen, dass die Astronomie und Astrophysik nicht sehr stark vertreten sind. Ähnlich verhält es sich mit der Schulbildung. Den Schülerinnen und Schülern wird in der Sekundarstufe II ein grober astronomischer Überblick gegeben. [A6]

Mauritius

Auf dieser afrikanischen Insel gibt es keine vorgesehene und verpflichtende astronomische Schulbildung. Das „*Rajiv Gandhi Science Centre“* in Port Louis bietet jedoch Kurse, Vorträge und Exkursionen für Schulen und die restliche Bevölkerung an. Für diesen Zweck besitzt das Centre ein mobiles Planetarium. [12]

[44] Über die Situation in anderen Städten oder Bereichen Russlands liegen keine Informationen bezüglich eines Unterrichtsgegenstandes Astronomie vor.

1.3.4. Lateinamerika

Brasilien

Auch in Brasilien werden astronomische Inhalte in andere Fächer integriert, allerdings sind die Lehrkräfte diesbezüglich besser geschult als in anderen lateinamerikanischen Ländern. Die brasilianische Regierung unterstützt und subventioniert zahlreiche Projekte, die Lehrerinnen und Lehrern aller Unterrichtsgegenstände astronomische Inhalte und Techniken näherbringen. Diese Fortbildungen werden auch außerhalb der großen Städte angeboten, sodass die abgelegenen Regionen Brasiliens ebenfalls Zugang bekommen. Eine spezielle Arbeitsgruppe, namens „*Research on Physics and Astronomy Teaching*“ beschäftigt sich kontinuierlich mit Verbesserungsmöglichkeiten der verfügbaren Arbeitsmaterialien. [9]

Karibische Gruppe

Astronomie und Astrophysik sind weder in der Volkschule noch in der Sekundarstufe I und II vertreten. [9]

Kuba

Astronomische Inhalte werden in Kuba nur in der Pflichtschule behandelt. [9]

Mexiko

Der Level der astronomischen Bildung ist im ganzen Land nicht sehr zufriedenstellend. In der Pflichtschule wird nur ein grober Überblick über die Grundlagen gegeben und in der Sekundarstufe II finden, aufgrund vieler Bildungsreformen, konstant Stundenkürzungen bei naturwissenschaftlichen Fächern statt. Auf diese Weise verliert die astronomische Bildung noch mehr an Bedeutung. Ein weiteres Problem ergibt sich dadurch, dass die wenigsten Schulen über Arbeits- und Unterrichtsmaterialien zu astronomischen Themengebieten verfügen. Einige mexikanische Schulen haben allerdings die Freiheit, in der letzten Schulstufe Astronomie als eigenständiges Fach anzubieten. [10]

Paraguay

In Paraguay kann Astronomie an Schulen unterrichtet werden, die Entscheidung obliegt der jeweiligen Schulleitung. Im Jahr 2010 wurde an mindestens sechs verschiedenen Schulen (Sekundarstufe I und II) in Asunción Astronomie unterrichtet. Des Weiteren gibt es für

interessierte Lehrerinnen und Lehrer die Möglichkeit, am „*Instituto Superior de Educación* (ISE)“ eine Ausbildung zum Astronomielehrer bzw. zur Astronomielehrerin zu absolvieren. Im Jahr 2010 wurden gerade 30 weitere Astronomielehrkräfte ausgebildet. [12]

Auch die Amateurastronomie ist in Paraguay sehr beliebt. So gibt es das „*Observatorio Bicentario Buenaventura Suárez*“ in Asunción, auch bekannt als „*Centro Astronómico Bicentario*“, welches für Schulastronomie verwendet wird. Es ist mit einigen kleinen Teleskopen, einer eigenen Bibliothek und einem Planetarium ausgestattet. [12]

Uruguay

Im „*Liceo*“, oder der Sekundarstufe I, wird im vierten Jahr (Alter 15 – 16) Astronomie als unabhängiges Fach unterrichtet. Astronomie ist seit 1889 Teil des Lehrplanes und wurde vom französischen Lehrplan der damaligen Zeit übernommen. Viele dieser „*Liceos*“ haben inzwischen eigene kleine Observatorien, wo Schülerinnen und Schüler eigene Beobachtungen durchführen können. Die Astronomiekurse bilden einen generellen Überblick und behandeln Themen wie Finsternisse, Mondphasen, Planeten, Sterne und Galaxien. Schon in der Volkschule erfahren die neun- bis zwölfjährigen Kinder grundlegende Aspekte über das Universum, die Sonne und die Entstehung der Jahreszeiten. [A6]

1.3.5. Nordamerika

Kanada

Der Lehrplan wird von den einzelnen Provinzen Kanadas individuell gestaltet. Es gibt jedoch ein Dokument, das „*Pan-Canadian Science Protocol*“, welches sicherstellen soll, dass sich die Lehrpläne zum größten Teil ähneln. In Ontario gibt es in der ersten Schulstufe (Alter 6) einen kleinen Anteil an Astronomie im Unterricht. In der 6. Schulstufe (Alter 11) sollen astronomische Inhalte 1/5 und in der 9. Schulstufe (Alter 14) 1/4 des naturwissenschaftlichen Unterrichts ausmachen. Diese Einheiten sind verpflichtend. Die unterrichtenden Lehrkräfte haben in den meisten Fällen keine astronomische Fachkompetenz und wissen nicht, wie astronomische Inhalte didaktisch korrekt dargereicht werden sollen. Zu diesem Zweck gibt es die „*CASCA's Bildungswebsite*“[45], die speziell für Lehrerinnen und Lehrer der 6.-9. Schulstufe eingerichtet wurde und dem Selbststudium dient. Professionelle Astronomen/innen und Amateurastronomen/innen arbeiten eng mit den Lehrpersonen zusammen und unterstützen sie bei Projekten, Exkursionen und Beobachtungen. Die Software „*Starry Night*“, die ursprünglich in Kanada entwickelt wurde,

[45] http://www.cascaeducation.ca/files/index.html, [Stand: 2.10.2012]

wird oft an Schulen eingesetzt, um den Schülerinnen und Schülern die Orientierung am Nachthimmel näher zu bringen.

In der 12. Schulstufe (Alter 17) gibt es einen einjährigen Kurs „Earth and Space Science“, den aber leider nur wenige Schulen anbieten. [A6], [9]

Vereinigte Staaten von Amerika

In den Vereinigten Staaten von Amerika hat jedes Bundesland einen eigenen Lehrplan. Es gibt allerdings nationale Standards, vergleichbar mit den österreichischen oder deutschen Bildungsstandards, nach denen unterrichtet werden soll. Im Folgenden sollen die astronomischen Inhalte im Unterrichtsfach „*Earth sciences*“ exemplarisch für die Bundesstaaten Kalifornien und Washington erläutert werden.

Kalifornien

In der dritten Schulstufe kommen die Schülerinnen und Schüler zum ersten Mal in Kontakt mit astronomischen Themenbereichen. Im Unterrichtsfach „*Earth sciences*“ werden die scheinbare Bewegung der Sonne am Himmel, die Bewegung des Mondes um die Erde, die Mondphasen, die Bewegung der Erde um die Sonne und die anderen Planeten bearbeitet. In der fünften Schulstufe werden der Aufbau des Sonnensystems und der Zusammenhang zwischen Bewegungen der Objekte um die Sonne und der Gravitation behandelt. Schließlich gehören kosmologische Themen, wie die Struktur und Zusammensetzung des Universums, zu den zu behandelnden Phänomenen der achten Schulstufe. Außerdem werden in der achten Schulstufe Sterne als Lichtquellen identifiziert, die sich in Durchmesser, Temperatur und Farbe unterscheiden. [71]

> ***„Earth in the Solar System (Earth Sciences)***
>
> *4. The structure and composition of the universe can be learned from studying stars and galaxies and their evolution. As a basis for understanding this concept:*
>
> *a.* Students know *galaxies are clusters of billions of stars and may have different shapes.*
>
> *b.* Students know *that the Sun is one of many stars in the Milky Way galaxy and that stars may differ in size, temperature, and color.*
>
> *c.* Students know *how to use astronomical units and light years as measures of distances between the Sun, stars, and Earth.*
>
> *d.* Students know *that stars are the source of light for all bright objects in outer space and that the Moon and planets shine by reflected sunlight, not by their own light.*

e. Students know *the appearance, general composition, relative position and size, and motion of objects in the solar system, including planetary satellites, comets, and asteroids. "* [46]

Washington:

Im Bundesstaat Washington sind die zu unterrichtenden Themenbereiche jeweils für zwei bis drei Schulstufen eingeteilt. So haben Lehrkräfte mehr Freiheit in Gestaltung und im Aufbau ihres Unterrichts. Schon im Kindergarten und in der ersten Schulstufe werden astronomische Inhalte in den Unterricht eingebracht. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass sich einige der Objekte, die sie am Himmel sehen von Minute zu Minute ändern, die Bewegungen von Sonne und Mond aber regelmäßig sind. Es wird besprochen wie die Sonne und der Mond beobachtet werden können und wie man dadurch einfache Modelle aufstellen kann. In der zweiten und dritten Schulstufe werden die scheinbare Bewegung der Sonne und anschließend die Bewegung der Erde um die Sonne besprochen. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass sie Schatten von Objekten verwenden können um die scheinbare Bewegung der Sonne zu verfolgen. In der vierten und fünften Schulstufe werden die Form der Erde, die Gravitation, das Zustandekommen von Tag und Nacht, die Bewegung der Erde um die Sonne und die Sonne als Zentralgestirn behandelt. Das Sonnensystem, seine Zusammensetzung und sein Aufbau, die Gravitation als Ursache der Bewegung der Planeten um die Sonne und unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, werden schließlich in der sechsten bis achten Schulstufe unterrichtet. In der neunten bis elften Schulstufe werden die Entwicklungsstadien und die Energieerzeugung der Sterne, die Urknalltheorie, die Entwicklung und Zusammensetzung des Universums und die Entstehung unseres Planetensystems besprochen. [72]

[46] [71], S. 36-37

EALR 4: **Earth and Space Science**

Big Idea: ***Energy: Transfer, Transformation, and Conservation*** **(PS3)**

Core Content: ***Evolution of the Universe***

In prior grades, students learned about other objects in the Solar System, and how they are held together by a force called "gravity." In grades 9-11, students learn the current scientific theory about the origin of the universe and subsequent formation of our Solar System. These discoveries are based on the important concept that the physical principles that apply today on Earth apply everywhere in the universe, now and in the distant past. These fundamental concepts help students make coherent sense of the universe and engage in further wondering and learning.

	Content Standards	**Performance Expectations**
	Students know that:	*Students are expected to:*
9-11 ES1A	Stars have "*life cycles*." During their active periods, stars produce heavier *elements*, starting with the *fusion* of hydrogen to form helium. The heaviest *elements* are formed when massive stars "die" in massive explosions.	Connect the *life cycles* of stars to the production of *elements* through the process of nuclear *fusion*.
9-11 ES1B	The *Big Bang theory* of the origin of the universe is based on *evidence* (e.g., red shift) that all galaxies are rushing apart from one another. As space expanded, and *matter* began to cool, gravitational attraction pulled clumps of *matter* together, forming the stars and galaxies, clouds of *gas* and dust, and *planetary systems* that we see today. If we were to run time backwards we would find that all of the galaxies were in the same place 14.7 billion years ago.	Cite *evidence* that supports the "*Big Bang theory*" (e.g., red shift of galaxies).

Abbildung 2 - Ausschnitt aus dem "Science"-Lehrplan aus Washington. [47]

[47] [72], S. 75

1.4. Zur Lage der astronomischen Bildung in den verschiedenen Ländern

Zusammenfassend kann man sagen, dass Astronomie und Astrophysik in den meisten Ländern in andere Fächer, wie Physik und Geografie, integriert werden. Die Grundlagen astronomischer Bildung werden dabei schon in der Pflichtschule abgedeckt. In der Sekundarstufe II werden die astronomischen Inhalte dann etwas spezifischer und detailierter betrachtet und nur in seltenen Fällen als unabhängiges Wahlfach oder Wahlmodul gehalten.

Derzeit gibt es zumindest in folgenden Ländern einen unabhängigen Astronomieunterricht:

Land	Wochenstunden	Schulstufe
Deutschland (einzelne Bundesländer)	1	9. oder 10.
Paraguay	unbekannt	Sekundarstufe I und II
Russland	unbekannt	Ende der Sekundarstufe II
Ukraine	1	11.
Uruguay	1	10.
Griechenland (als Wahlmöglichkeit)	1	11.
Mexiko (in manchen Schulen)	unbekannt	Ende der Sekundarstufe II

Tabelle 1 - Länder, in denen Astronomie als unabhängiges Fach im Schulsystem vertreten ist.

In den nachstehenden Ländern gab es Astronomie als eigenständiges Unterrichtsfach über einen längeren Zeitraum:

Land	abgeschafft
Armenien	unbekannt
Deutschland (einzelne Bundesländer)	ab 1990
Georgien	unbekannt
Lettland	1993
Serbien	1990
Türkei	1974

Tabelle 2 - Länder, in denen der Astronomieunterricht in der Vergangenheit abgeschafft wurde.

2. Argumente für den Astronomieunterricht

Bei Schülerinnen und Schülern in Österreich ist in Bezug auf Astronomie leider sehr wenig Wissen vorhanden. Überspitzt gesagt, endet die Welt einige Meter über dem Boden.[48] Ein Grund hierfür ist sicherlich, dass astronomische Inhalte nur spärlich im österreichischen Bildungssystem integriert sind und dass der Nachthimmel durch die starke Beleuchtung der Städte fast völlig ausgeblendet und für die Kinder somit erfahrungsmäßig schwer zugänglich wird. Einfache Phänomene wie die Jahreszeiten und die Mondphasen sind für Kinder und Jugendliche unverständlich und das öffnet Tür und Tor für Scharlatane, Esoterik und Astrologie, die jeglicher wissenschaftlicher Grundlage entbehren. [A2]

> *„Einfache Phänomene wie Mondphasen oder Jahreszeiten werden nicht verstanden. Dies alles wäre nicht so schlimm, ABER: Damit ist mancher Esoterik und Scharlatanen Tür und Tor geöffnet (z.B. der Astrologie). Damit kann kaum zwischen Fiktion und Wirklichkeit unterschieden werden. Ein „Planet" in einem Film (z.B. Star Wars) hat den gleichen Realitätsgehalt wie ein tatsächlicher Planet – von beiden sind nur elektronische Bilder geläufig, wo ein Planet wirklich zu sehen ist, ist wenig bekannt."*[49]

und

> *„In einer Zeit, in der Astrologie, Horoskope und sich am Rande des Aberglaubens bewegende Phänomene bei jungen Menschen und in der ganzen Gesellschaft zunehmend eine Rolle spielen, kommt dem Astronomieunterricht zusätzliche Bedeutung zu, weil er zur Versachlichung der Vorstellungswelt junger Menschen beiträgt."* [50]

Im folgenden Abschnitt meiner Arbeit sollen die mir als wesentlich erscheinenden Gründe erläutert werden, die für einen größeren Anteil an astronomischer Bildung im österreichischen Bildungssystem sprechen. Dabei soll unterschieden werden zwischen:

- Astronomie als Bildungsgut
- Astronomie als Kulturgut
- Astronomie als Trojanisches Pferd
- Astronomie und der Beitrag zur Allgemeinbildung
- Astronomie als Wirtschaftsfaktor
- Die Integration astronomischer Inhalte in das Unterrichtsfach Physik

[48] Auf die Frage, welche Probleme sich dadurch ergeben, dass astronomische Inhalte im österreichischen Bildungssystem nur spärlich vertreten sind, antwortet Dr. Gerhard Rath im Interview: *„Ich sehe das Problem, dass in diesem Bereich wenig Wissen vorhanden ist. Die Welt endet 2 Meter über dem Boden, überspitzt gesagt." [A2]*

[49] [A2], Interview mit Dr. Gerhard Rath

[50] [8], S.S. 3

2.1. Astronomie als Bildungsgut

Ein eigenständiges, geschlossenes Fach Astronomie hat einen erheblichen Erziehungs- und Bildungswert und kann sicherlich nachhaltigere Ergebnisse hervorrufen, als das bei einer Verteilung der astronomischen Inhalte auf unterschiedliche Unterrichtsgegenstände, wie Physik, Biologie, Chemie, Geografie, Geschichte, der Fall ist. Da in den österreichischen Lehrplänen der jeweiligen Gegenstände keine astronomischen Inhalte aufgeführt sind, müssen diese nicht verpflichtend unterrichtet werden. Durch ein eigenständiges Fach Astronomie könnte die Behandlung dieser Inhalte garantiert werden. [6]

Der Astronomieunterricht bietet für Lehrerinnen und Lehrer Möglichkeiten, auf naturwissenschaftliche Art und Weise für Schülerinnen und Schüler tätig zu werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen eine grundlegende und geschlossene Darstellung der derzeitigen Vorstellung des Weltalls bekommen. Der Unterricht bietet dann die Möglichkeit, Fragen über die Welt im Großen und Ganzen, die Entstehung, Entwicklung und Zukunft der Erde, der Sonne und des Sonnensystems, außerirdisches Leben, Grenzen von Raum und Zeit, kosmischen Katastrophen und den Einfluss des Universums auf unser Leben auf der Erde zu stellen. Solche und ähnliche Fragen tauchen immer wieder bei Heranwachsenden auf und ihre Behandlung und Beantwortung ist für die Selbstfindung wichtig. [6]

> *„Die kulturellen, historischen, philosophischen und ästhetischen Werte der Astronomie tragen zu einem besseren Verständnis zwischen Naturwissenschaften, Kunst und Geisteswissenschaften bei.“*[51]

Der Astronomieunterricht soll zu einem bestimmten Anteil aus praktischen Einheiten bestehen. Auf diese Weise lernen junge Menschen durch eigene Beobachtungen und die Beschreibung eines Himmelsphänomens typische (natur-) wissenschaftliche Herangehensweisen, Methoden und Instrumente kennen. Auf der Suche nach Erklärungen für diverse Himmelserscheinungen entwickeln die Schülerinnen und Schüler ein räumliches Vorstellungsvermögen und analysieren physikalische und chemische Gegebenheiten. Durch das Auswerten der Messergebnisse und das Schreiben eines Protokolls kann auch die naturwissenschaftliche Herangehensweise vorgestellt und geübt werden. Das Erkennen, Beschreiben und Erklären solcher Himmelserscheinungen benötigt stets in anderen Fächern erworbenes Wissen und Können. Die Astronomie bildet damit eine **Brücke zwischen den Naturwissenschaften** und festigt, vertieft und erweitert bisher Gelerntes. Durch das Üben von logischen und kausalen Denkvorgängen können die Schülerinnen und Schüler über historische Betrachtungen zu ethischen und philosophischen Problemstellungen übergeleitet werden. Eine Unterrichtseinheit im Fach Astronomie soll aber nicht ausschließlich als fächerübergreifend verstanden werden, sondern als Unterricht, bei dem weit und tief vernetztes Denken erzeugt und eine neue Sicht auf die Natur und den Menschen geschaffen

[51] [13], S.2

wird. Als solcher leistet der Astronomieunterricht einen **wertvollen Beitrag zur ganzheitlichen Bildung und Erziehung**. [13]

Durch praktische Einheiten haben Schülerinnen und Schüler schließlich die Möglichkeit, differenziertes Beobachten zu erlernen.

Auf all diese Weisen trägt die Astronomie zur Kompetenzentwicklung bei. [8] So heißt es im österreichischen Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe bei der Handlungsdimension „*Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln*“:

> *„Ich kann einzeln oder im Team…*
>
> *S1* *… Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.*
>
> *S4* *… fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.“* [52]

Im Bereich „*Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren*“ heißt es

> *„Ich kann einzeln oder im Team…*
>
> *E1* *… zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.*
>
> *E2* *… zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.*
>
> *E3* *… zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren.*
>
> *E4* *… Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.“* [53]

All diese Grundkompetenzen, die Schülerinnen und Schüler erfüllen sollen, können in einem Fach Astronomie umgesetzt werden. Im Abschnitt 3.1.1. dieser Arbeit wird ein, in dieser Hinsicht erweitertes, „*Kompetenzmodell der Naturwissenschaften und Astronomie 8. Schulstufe*“ vorgeschlagen und genauer erläutert.

Durch die Arbeit mit dem Internet (beispielsweise Recherchen aktueller astronomischer Ereignisse und Daten) oder die Verwendung spezieller Computersimulationen wird auch die sachbezogene Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglicht und geübt. [8] Die Einbeziehung moderner Methoden der Datenverarbeitung kann den Unterricht zusätzlich sehr interessant und abwechslungsreich gestalten. [14]

[52] [16], S.1
[53] [16], S.1

Die effiziente und gezielte Internetnutzung ermöglicht Lehrkräften aller Unterrichtsgegenstände die Nutzung verschiedenster Computersimulationen, um gewisse Inhalte besser darzustellen, oder Lernpfade, um das Gelernte zu vertiefen und zu erweitern. „*Stellarium*“[54] ist eine Software, die im Internet gratis zum Download zur Verfügung steht und für den Astronomieunterricht eine Bereicherung sein kann. Das Programm zeigt den jeweils aktuellen sichtbaren Teil des Sternenhimmels mit all seinen Himmelskörpern. Die Sternbilder, Planeten und Galaxien können ein- und ausgeblendet werden. Auch sonst bietet die Software zahlreiche weitere Möglichkeiten. Unter anderem kann man sich den Himmel zu jedem beliebigen Zeitpunkt in der Vergangenheit oder Zukunft, von der Erde, dem Mond oder einem anderen Planeten aus ansehen. „*Stellarium*“ ist also perfekt für den anwendungsorientierten Unterricht geeignet und kann insbesondere in Städten verwendet werden, in denen durch starke Lichtverschmutzung astronomische Beobachtungen nicht oder kaum möglich sind.

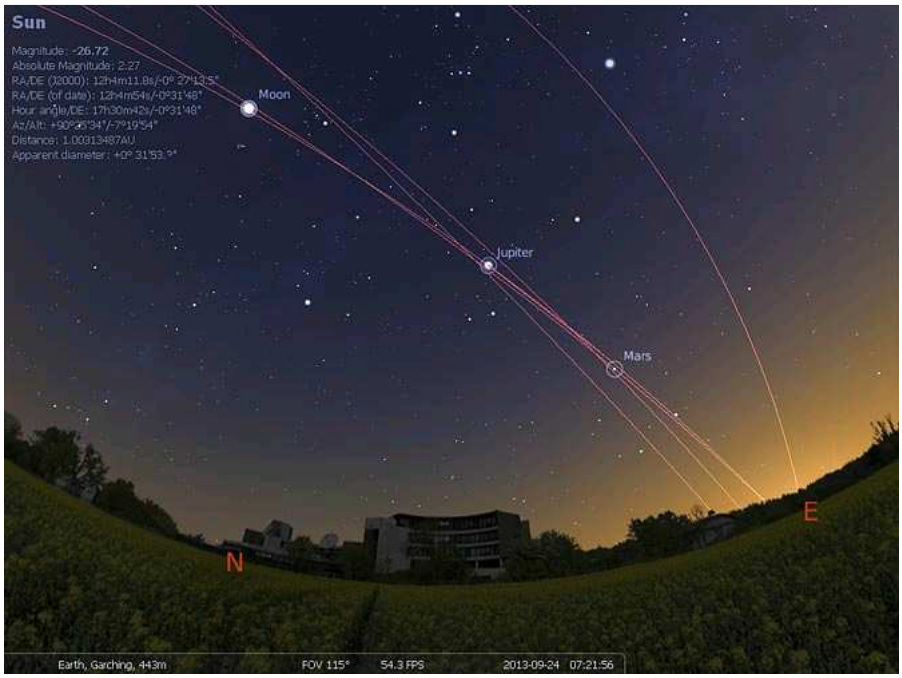


Abbildung 3 - Der Mond, Jupiter und Mars auf ihren Bahnen um die Sonne, dargestellt in Stellarium. [55]

Im Zusammenhang mit webbasierten Ressourcen sollen folgende, weitere Quellen erwähnt werden:

- Die Software „*Aladin*“ steht im Internet unter dem Link http://aladin.u-strasbg.fr [56] gratis als Download zur Verfügung. Bei dieser Software handelt es sich um einen interaktiven Atlas des Himmels, der verwendet werden kann, um digitale astronomische Aufnahmen zu bearbeiten oder um Bilder aus Datenbanken oder Katalogen über eigene Aufnahmen zu legen. Außerdem wird unter demselben Link die Software „*Aladin previewer*“ angeboten. Gibt man, beispielsweise, als Ziel den

[54] http://www.stellarium.org/; [Stand: 2.10.2012]
[55] [36],http://www.stellarium.org/screenshots.html, [Stand: 2.4.2012]
[56] [Stand: 2.10.2012]

Krabbennebel ein, so erhält man ein Bild des betreffenden Himmelsausschnittes. Statt des Namens des betreffenden Objekts kann natürlich auch die Position gesucht werden. Es kann zwischen einer Schwarz/Weiß-Aufnahme und einem Falschfarbenbild gewählt werden. Auch die Koordinaten des Objekts (Rektaszension und Deklination) werden angegeben.

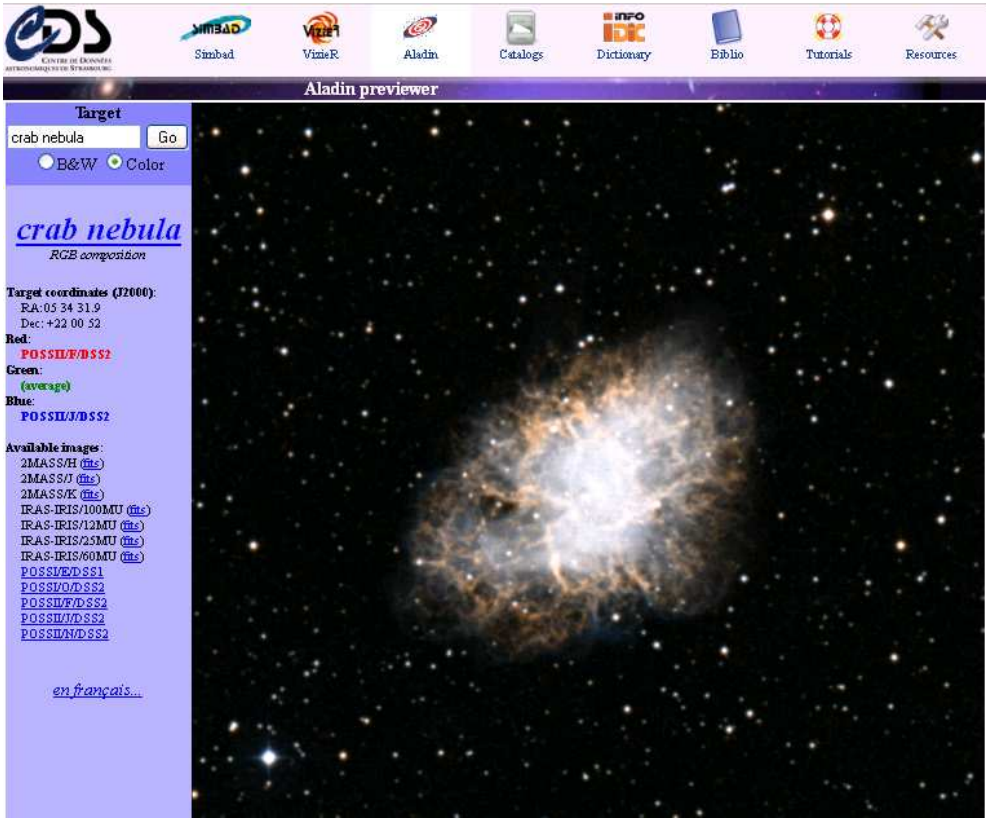


Abbildung 4 - Screenshot eines Suchlaufes der Software "Aladin previewer". [57]

- Eine weitere, sehr hilfreiche Quelle ist die SIMBAD Datenbank, die unter folgendem Link gefunden werden kann:

  http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/ .[58]

  Die Datenbank liefert grundlegende Informationen zu den meisten Objekten außerhalb des Sonnensystems. Suchläufe können mit den Namen oder Koordinaten der Objekte gestartet werden. Gleichzeitig kann man auch nach einer Gruppe von Objekten mit bestimmten Eigenschaften suchen.

[57] [62], http://aladin.u-strasbg.fr/java/alapre.pl?-c=crab+nebula&button=RGB, [Stand: 2.10.2012]
[58] [Stand: 2.10.2012]

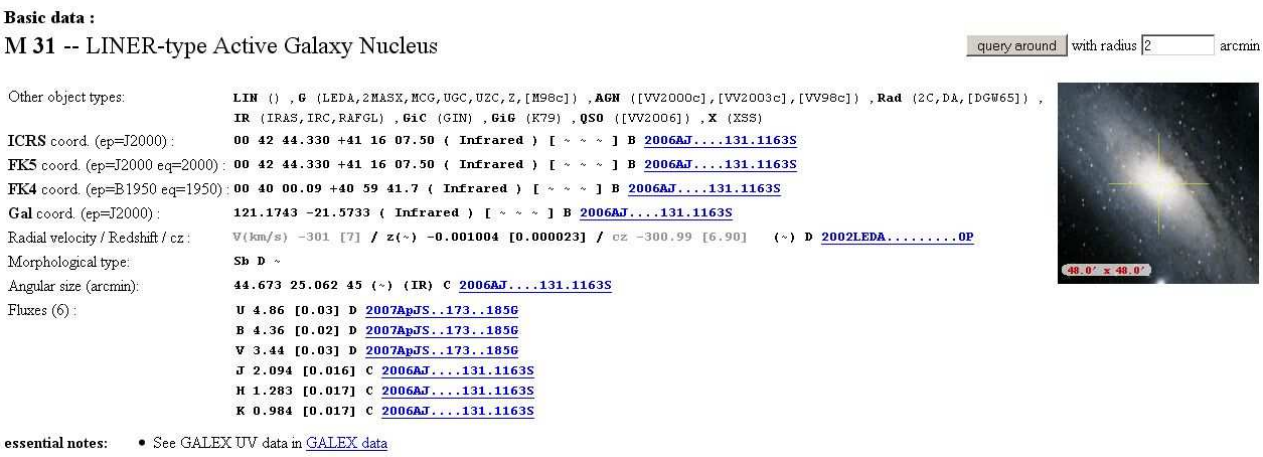


Abbildung 5 - Screenshot eines Suchlaufes in der SIMBAD – Datenbank zur Galaxie M31. [59]

Die Datenbank bietet außerdem die Möglichkeit, Daten aus anderen Datenbanken anzuzeigen und das gesuchte Objekt darzustellen.

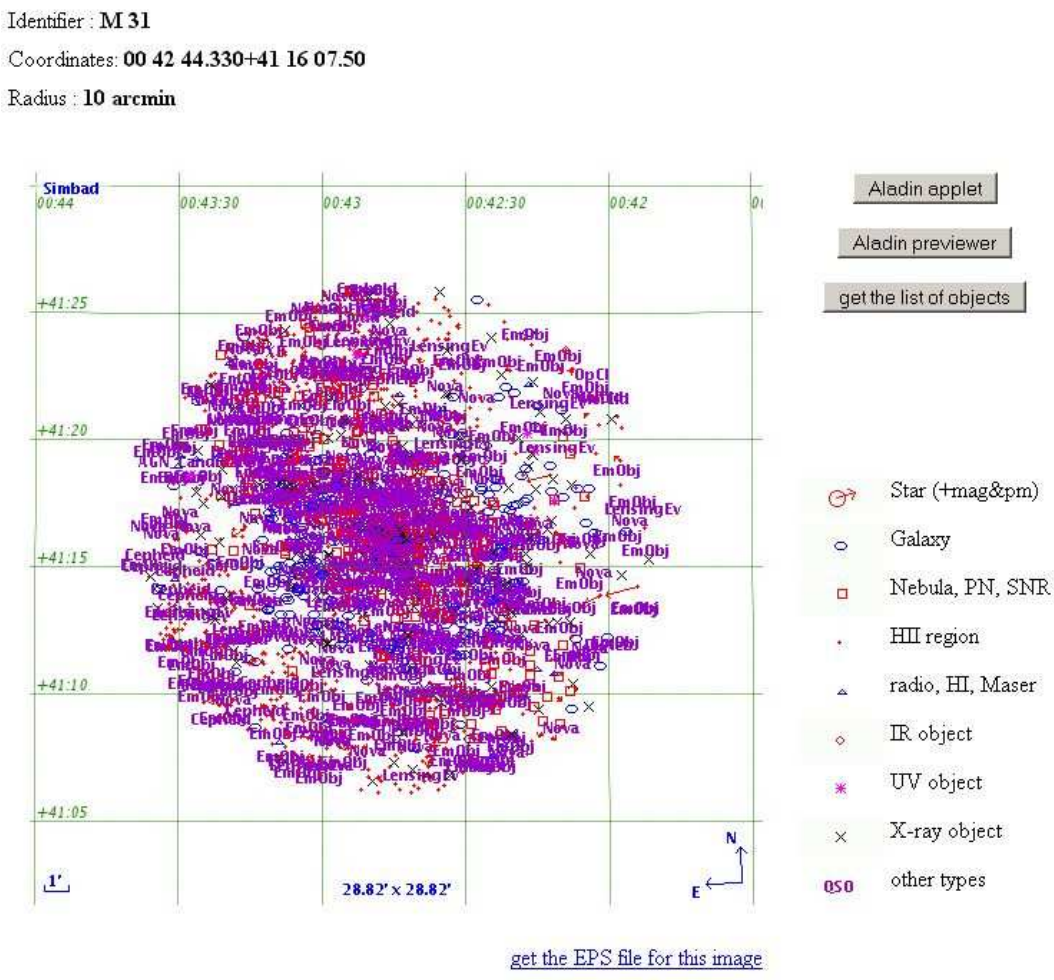


Abbildung 6 - Screenshot eines Suchlaufes in der SIMBAD – Datenbank. [60]

[59] [63], http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-plot?target=_BLANK&ident=M++31&coo=00+42+44.330%2B41+16+07.50&radius.unit=arcmin&x=68&y=63&radius=10, [Stand: 2.10.2012]

Die Abbildung des gesuchten Objekts mit der SIMBAD-Datenbank zeigt auch alle bereits katalogisieren Nachbarobjekte.

- Die Homepage der ESA (European Space Agency) bietet Lehrerinnen und Lehrern ein großes Angebot an online verfügbaren Materialien, die im Unterricht eingesetzt werden können. Der „Teacher's Corner" kann unter folgendem Link gefunden werden: http://www.esa.int/esaMI/ESERO_Project/SEM0LW4KXMF_0.html.[61] [66]

- Auch die NASA (National Aeronautics and Space Administration) verfügt über webbasierte Ressourcen für den Unterricht und die unterschiedlichen Schulstufen: http://www.nasa.gov/audience/foreducators/index.html.[62] [67]

- Unter dem Link http://www.planeten.ch/KdW_Exoplaneten[63] können Interessierte eine Liste mit der aktuellen Anzahl an Exoplaneten finden. Neben den Bezeichnungen und den entsprechenden Sternsystemen bietet die Datenbank Informationen über Masse, Entfernung, Umlaufzeit und Exzentrizität der Exoplaneten. Planeten, deren mittlere Temperatur sich zwischen -20°C und 60°C befindet, werden grün unterlegt. Auf der Website können außerdem Informationen über Objekte des Sonnensystems und eine Datenbank über Braune Zwerge gefunden werden.

- Die Software „Celestia" steht unter folgendem Link gratis zum Download zur Verfügung: http://shatters.net/celestia/.[64] Bei „Celestia" handelt es sich um einen Raumflugsimulator, der auch Flüge zu anderen Planeten erlaubt. Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich sich die Mondphasen aus unterschiedlichsten Perspektiven zu betrachten.

- Auf der Website www.heavens-above.com können unter anderem die Bahnen und die Sichtbarkeit der Satelliten „*ISS*", „*Tiangong 1*", „*ATV-3*", „*Genesis 1*", „*Genesis 2*", „*Envisat*" und „*HST*" eingesehen werden. Außerdem werden Kometen aufgelistet, die aktuell eine größere Helligkeit als 14mag haben und Zwergplaneten, mit einer größeren Helligkeit als 10mag.

[60] [64], http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-id?Ident=M31&NbIdent=1&Radius=2&Radius.unit=arcmin&submit=submit+id , [Stand: 2.10.2012]
[61] [Stand: 2.10.2012]
[62] [Stand: 2.10.2012]
[63] [Stand: 2.10.2012]
[64] [Stand: 2.10.2012]

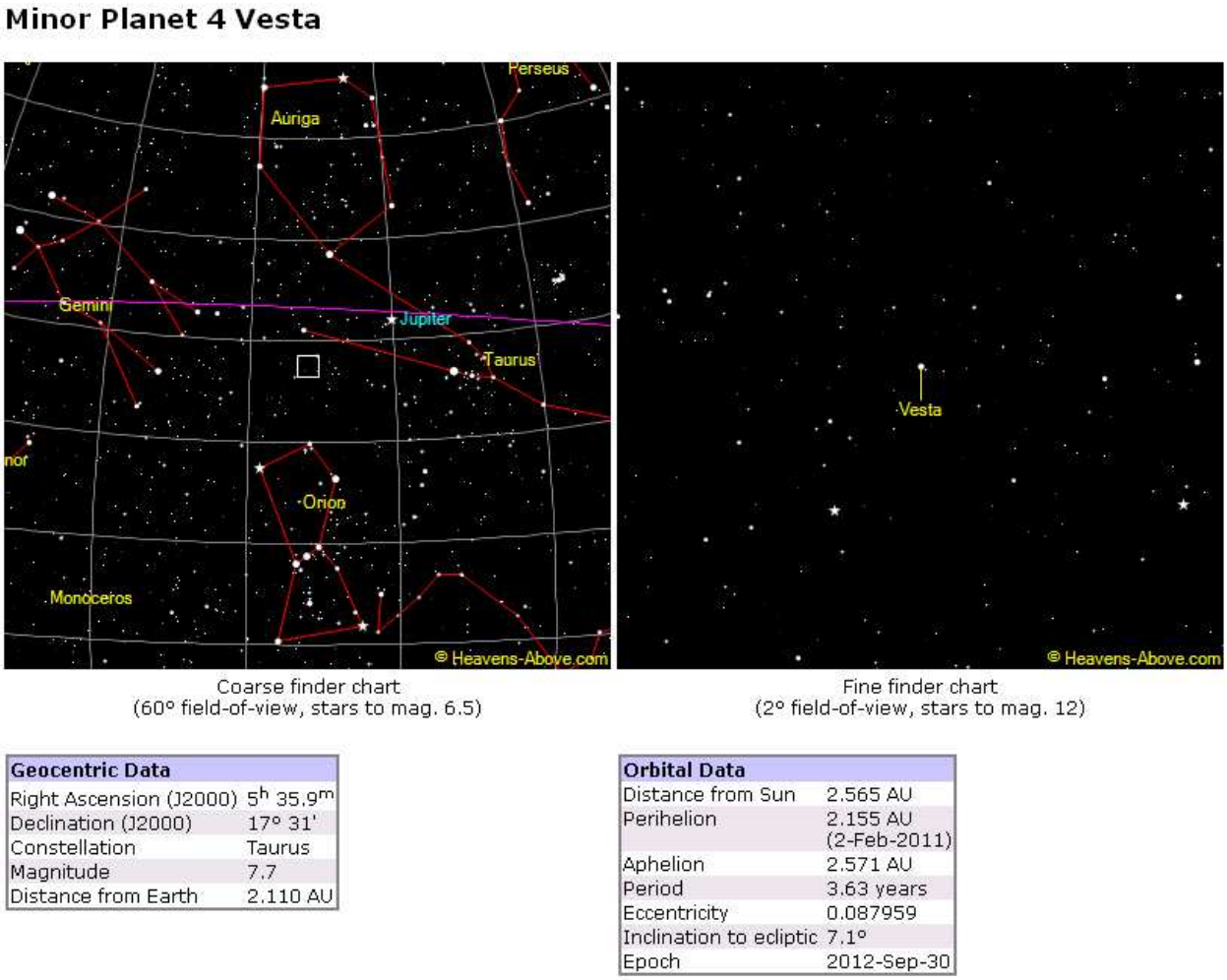


Abbildung 7 – Zwergplanet Vesta mit seiner aktuellen Position am 2.10.2012[65]

- Ein weiteres sehr eindrucksvolles Tool kann auf der Website http://neo.jpl.nasa.gov/orbits/[66] gefunden werden. Das NEO (Near Earth Object)-Programm der NASA[67] beobachtet Asteroiden, die der Erde nahe kommen. Unter besagtem Link kann eine Datenbank all jener Objekte gefunden werden, die von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern als potentiell gefährlich eingestuft wurden. Diese Asteroiden werden „*Potentially Hazardous Asteroids*“, oder kurz PHAs, genannt. Neben allgemeinen Informationen wird auch ein dreidimensionales Diagramm der Bahn des Asteroiden angeboten.

[65] http://www.heavens-above.com/MinorPlanet.aspx?desig=4&lat=0&lng=0&loc=Unspecified&alt=0&tz=CET, [Stand: 2.10.2012]
[66] [Stand: 2.10.2012]
[67] http://neo.jpl.nasa.gov/, [Stand: 2.10.2012]

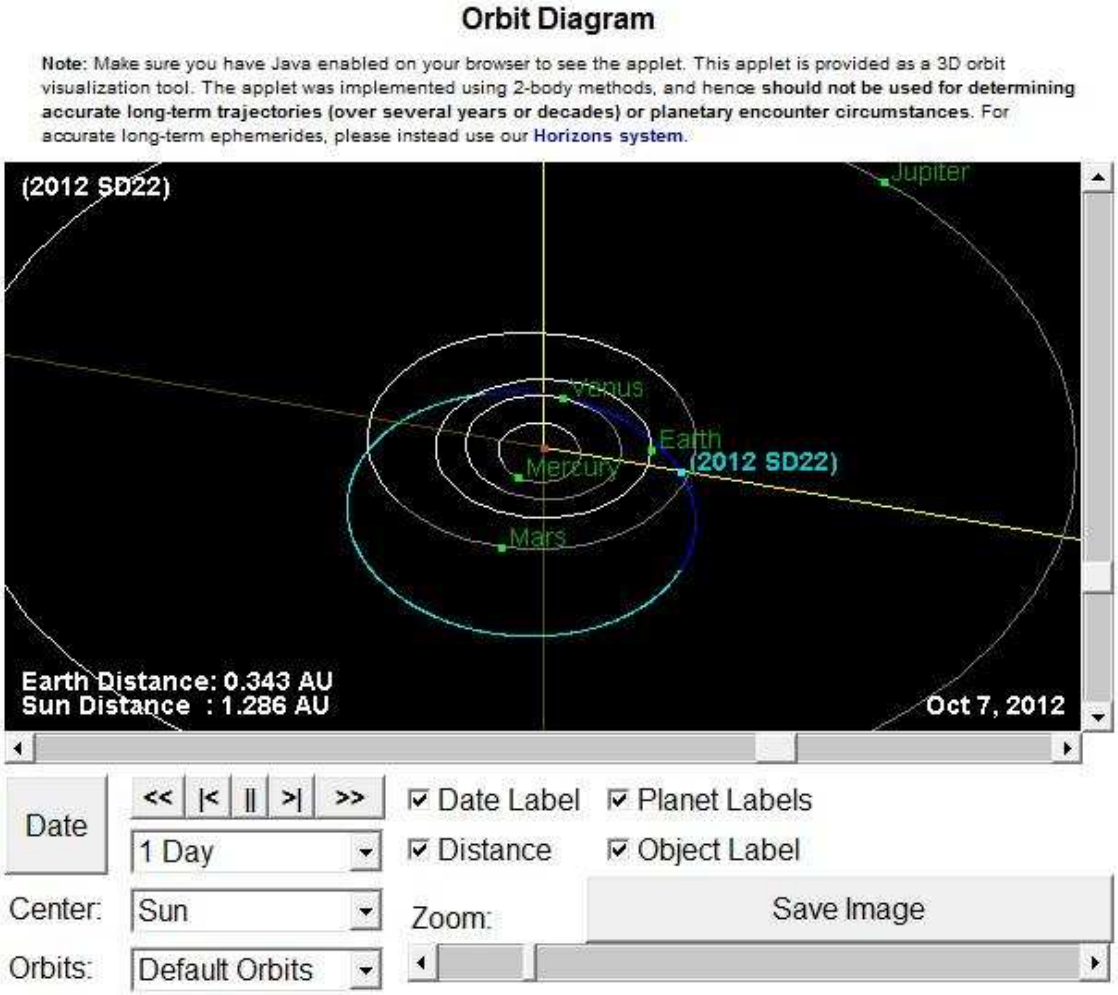


Abbildung 8 - Bahn des Asteroiden 2012 SD22 (blau). [68]

[68] http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=2012%20SD22;orb=1; [Stand: 5.10.2012]

2.2. Astronomie als Kulturgut

Die Astronomie wird mit ihrer Geschichte, ihren Traditionen und ihrer Bedeutung für die Menschen als Kulturgut begriffen. Der Astronomieunterricht bietet damit für die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, sich aus astronomischer Sicht mit grundlegenden Problemen der Menschheit zu beschäftigen. [6]

> *„Wir wissen, dass die Menschen bereits vor 10 000 Jahren und länger aufmerksam den Himmel beobachteten und Regelmäßigkeiten im Lauf der Gestirne feststellten. Sie sahen sich in eine einheitliche Welt gestellt, in der alles ineinander greift. Der Himmel verband sich in ihrem Denken mit irdischen Kreisläufen des Lebens von der Geburt bis zum Tod und dem erhofften Leben in einer anderen Welt – genau wie der Lebenszyklus der Gestirne."* [69]

Anders als heute wurde die Vorstellung des Himmels mit dem irdischen Phänomenen und Situationen in Verbindung gebracht. [69] Die Menschen richteten ihre Grabstätten nach dem scheinbaren Verlauf der Sonne nach Osten oder Westen aus, entwickelten beindruckende Kultstätten zur Bestimmung der Sommersonnen- und Wintersonnenwende und erschufen auf diese Weise riesige Kalenderanlagen. All diese Bauten und Konstruktionen setzen die systematische Beobachtung des Jahreslaufes der Sonne und aller anderen Himmelskörper über viele Generationen voraus. [15], [69] Das wohl bekannteste Beispiel einer prähistorischen Kultanlage ist **Stonehenge**. Dieses monumentale Objekt entstand wahrscheinlich in drei Bauphasen zwischen 3000 und 1500 v. Chr. und um das Jahr 1740 vermuteten Wissenschaftler, dass die „*Hauptachse des Bauwerks auf den Aufgangspunkt der Sonne zur Sommersonnenwende*" [70] ausgerichtet wurde. [69]

[69] [69], S. 7
[70] [69], S. 12

Abbildung 9 – Stonehenge ist das bekannteste Beispiel einer prähistorischen Kultanlage. [71]

Ein weiteres sehr beeindruckendes Beispiel ist die **Kukulcán-Pyramide** der Maya in Chichén Itza in Mexiko. An den Tagen des Frühling- und Herbstanfangs läuft der Schatten der untergehenden Sonne eine steinerne Schlange entlang. Der Punkt, an dem der letzte Lichtfleck zu sehen ist, bevor das ganze Gebäude verdunkelt, wird markiert die Position einer Kammer mit einem juwelenbesetzten Standbild des heiligen Jaguars. [15]

Abbildung 10 - Kukulcàn-Pyramide der Maya in Chichén Itza in Mexiko. [72]

[71] [37], http://en.wikipedia.org/wiki/File:Stonehenge2007_07_30.jpg

All diese Bauwerke waren für ihre Konstrukteure keine Spielerei, sondern erforderten sorgfältige, jahrelange Planung. Das kulturelle Niveau dieser Stätten weist auf eine enorme Entwicklung hin und die ältesten Bauten zeigen einen Grad der Perfektion, der nur nach vielen Jahrhunderten des Lernens nachvollziehbar wird. [15]

Wie bei den meisten Kulturen lagen astronomische Beobachtungen in den Händen fähiger Priester. Trotz der sehr einfachen Visierhilfen gelang es den Maya, die **Länge eines tropischen Jahres** mit einer erstaunlichen Genauigkeit von **365, 2421 Tagen** zu bestimmen. [15]

Abbildung 11 - Eine Tafel des Dresdner Maya-Codex. [73]

Auch die Babylonier konnten schon im dritten Jahrhundert v. Chr. die **Jahreslänge** mit **365d 6h 13m 34s** berechnen. [15] Die Daten der Babylonier wurden bis in die Renaissance unter anderem von Ptolemäus, Hipparch und Kopernikus benutzt.

In frühen Kulturen waren Himmelsbeobachtungen auf die praktische Bewältigung des Lebens bezogen. Durch die Erstellung eines Kalendariums war es möglich, Termine für wichtige Geschehnisse im religiösen Leben und in der Landwirtschaft zu bestimmen. Auf diese Weise konnte das gesellschaftliche Leben der Gemeinschaften geregelt werden. [15]

Der Astronomieunterricht stellt damit ein **Bindeglied zwischen Natur- und Geisteswissenschaften** dar und wird zu einem unerlässlichen Anteil der Schulbildung der Schülerinnen und Schüler. [6]

---

[72] [38], http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Chichen_Itza_3.jpg&filetimestamp=20090824213859; [Stand 11.3.2012]

[73] [39], http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Dresden_Codex_p09.jpg&filetimestamp=20070520195434; [Stand: 10.5.2012]

Aber auch in der Gegenwart nimmt die Astronomie einen hohen Stellenwert ein. So meint Dr. Gerhard Rath:

> *„Sie* [Anm.: die Astronomie] *steht absolut an der Front der naturwissenschaftlichen Forschung. Sie erweitert unser Wissen im Größten und im Kleinsten. Gerade ihre Verbundenheit mit der Weltbildfrage macht sie so wichtig.“*[74]

Viele physikalische Erkenntnisse fußen auf astronomischen Beobachtungen. In den letzten Jahrzehnten wurden bahnbrechende Fortschritte in der Kosmologie erzielt, die den Anfang, die Entwicklung und das mögliche Ende des Universums betreffen. Im Jahr 1993 wurde der Nobelpreis für Physik an die Astronomen Russel A. Hulse und Joseph H. Taylor, Jr. verliehen. Die beiden Wissenschaftler hatten 1974 einen speziellen Pulsar entdeckt, aus dessen Radiosignal man schließen konnte, dass er einen gleichschweren Begleiter hatte. Nachdem die Pulsare einige Jahre beobachtet worden waren, konnte eine wichtige Schlussfolgerung gezogen werden: Die sehr gute Übereinstimmungen der Vorhersagen der allgemeinen Relativitätstheorie mit den Ergebnissen der Beobachtungen konnten damit als indirekter Beweis für die Existenz von Gravitationswellen angesehen werden. [17]

Der Nobelpreis für Physik 2006 wurde an John C. Matter und George F. Smoot für die Entdeckung der grundlegenden Form der kosmischen Hintergrundstrahlung und ihrer kleinen Abweichungen (Anisotropie) verliehen. Die kosmische Hintergrundstrahlung wurde 1964 zufällig von Arno Penzias und Robert Wilson aufgenommen und fälschlicherweise für irrelevantes Rauschen in ihrer Radioantenne gehalten. Im Jahr 1974 startete die NASA das COBE (COsmic Background Explorer)-Projekt, bei dem ein Satellit mit entsprechenden Instrumenten ausgestattet werden sollte, um das Spektrum der kosmischen Hintergrundstrahlung zu vermessen. John Matter und George Smoot waren für die Instrumente an Bord verantwortlich. Im November 1989 wurde der Satellit COBE von einer Rakete in eine stabile Erdumlaufbahn gebracht und schon neun Minuten nachdem die Beobachtungen gestartet worden waren, lieferte COBE ein perfektes Schwarzkörperspektrum der kosmischen Hintergrundstrahlung. Ein weiteres bahnbrechendes Resultat lieferte das Experiment, mit dem George Smoot betraut war. COBE zeichnete in der gesamten Hintergrundstrahlung kleinste Temperaturschwankungen auf, die neue Hinweise auf die Entstehung von Sternen, Galaxien und anderen Materieansammlungen gaben. Inzwischen gibt es eine Theorie, die zu erklären versucht, wie es zu diesen Temperaturschwankungen kam und was dafür verantwortlich war, dass Materie sich an manchen Stellen verdichtet hat. Dieser Bereich der Physik setzt sich mit Quantenfluktuationen auseinander, die ebenfalls für konstante Erzeugung und Annihilation von Teilchen-Antiteilchen-Paaren verantwortlich sind. [18]

Aus den Daten zu den Temperaturschwankungen konnten der Dichteanteil der baryonischer Materie berechnet werden. Auf diese Weise stellte sich heraus, dass wir nur etwa 4,6% der vorhandenen Materie kennen, 23% sind dunkle Materie und der Rest, etwa 72,4%, macht

[74] [A2], Interview mit Dr. Gerhard Rath

die dunkle Energie aus. Die COBE-, WMAP- und PLANCK-Experimente haben damit eine neue Ära für die Kosmologie und die Teilchenphysik eingeleitet. [18]

In der Vergangenheit, der Gegenwart und auch in der Zukunft werden astronomische Beobachtungen, Experimente und Erkenntnisse unerlässlich für die modernen Naturwissenschaften sein. Aus diesem Grund sollten die Jugendlichen schon sehr früh mit den Grundlagen dieser Naturwissenschaft in Kontakt gebracht werden.

> *„[…] ohne ein solides Grundwissen in der modernen Astronomie/Kosmologie ist eine adäquate Partizipation, eine Diskussion über ein zeitgemäßes Weltbild nicht möglich. Es steht völlig außer Frage, dass Astronomie als Kulturgut, auch als Gegenstand des Unterrichts eine wichtige Rolle spielt.“* [75]

[75] [45], S. 5

2.3. Astronomie als Trojanisches Pferd

Planeten, Sterne, Galaxien und Schwarze Löcher stellen für die meisten Menschen ein unbegreifliches Mysterium dar. Bei Schülerinnen und Schülern merkt man schnell, dass das Interesse an der Astronomie sehr groß ist. Die Beliebtheit des Faches spiegelt sich in der großen Lernmotivation und Lernbereitschaft wieder. Jedes Kind, ob schüchtern, wissbegierig, demotiviert oder strebsam, findet eine Frage, deren Antwort sich ihm entzieht und ihn brennend interessiert. Im Lernprozess können die Schülerinnen und Schüler das Wissen aus dem Geschichteunterricht, ihre Beobachtungen, die in der Physik erworbenen Kenntnisse und ihre derzeitige momentane Weltanschauung miteinander verknüpfen. So kann man die Astronomie verwenden, um die Neugierde und das Interesse der Schülerinnen und Schüler für Naturwissenschaften zu wecken. Die meisten Kinder mögen die Astronomie und können durch sie auf unauffällige Art und Weise vorsichtig an physikalische Denkweisen, Methoden, Arbeitsprozesse und mathematische Lösungswege herangeführt werden. Beim Beobachten des Himmels und der anschließenden Suche nach der Ursache eines Phänomens entwickeln Schülerinnen und Schüler ein räumliches Vorstellungsvermögen. Sie analysieren physikalische und chemische Bedingungen, werten Messergebnisse aus und üben dadurch kausales und logisches Denken. [13]

Nach einer detailierten Betrachtung der Sonne möchten die Kinder beispielsweise erfahren, wie und woraus ein Stern entsteht, wie die Energie erzeugt wird, die er abstrahlt, und wie das Ende eines Sterns aussieht. Die Evolution eines Sterns bietet die Möglichkeit, sich mit Gravitation, Chemie, Kernfusion, Thermodynamik, Magnetfeldern und Spektroskopie auseinanderzusetzen. Auf diese Weise können auch jene Schülerinnen und Schüler erreicht werden, die eigentlich keinen Draht zur Physik und Chemie haben und sich nur ungern mit diesen Fächern befassen.

> *„Deshalb eignet sich die Astronomie sozusagen als Trojanisches Pferd, um das naturwissenschaftliche Denken in die Köpfe der Jugend einzupflanzen.“ Jacob Staude*[76]

Sehr viele Jugendliche finden durch die Astronomie ihren Weg zu Physik und Technik. [13]

[76] [13] , S.2

2.4. Astronomie und der Beitrag zur Allgemeinbildung

Viele Aspekte, Phänomene und Problemstellungen, die in unserer heutigen Gesellschaft von der Allgemeinbildung umfasst werden, können zu den vielfältigen Elementen der Astronomie gezählt werden. So sollte beispielsweise jede Schülerin und jeder Schüler am Ende der Schulpflicht wissen, wie das Sonnensystem aufgebaut ist, welche Konsequenzen sich durch die Bewegung der Erde um die Sonne ergeben, wie die Jahreszeiten zustande kommen, woher das Leben auf der Erde seine Energie bezieht und so weiter. Die Astronomie baut vermehrt auf die Systematisierung und Einordnung von bisher Erlerntem und stellt dieses Wissen in fachwissenschaftliche Zusammenhänge. Die Astronomie hat also einen **interdisziplinären Charakter** wie nur wenige andere Unterrichtsgegenstände. [8]

Der Unterrichtsgegenstand Astronomie vermittelt allgemein bildende Inhalte, stützt sich auf Fertigkeiten, Fähigkeiten und Kenntnisse, die die Schülerinnen und Schüler in anderen Fächern gelernt haben und stellt sie anschließend in übergreifende Relationen. Damit erfüllt die Astronomie im Fächerkanon eine **integrierende Funktion**. [8] Auf diese Weise stärkt die Astronomie andere Unterrichtsgegenstände, denn sie fasst die Ergebnisse mehrerer Disziplinen zusammen und führt damit zu einem **Gesamtbild des Wissens**, weil sie physikalische, mathematische, biologische, chemische, historische, geografische und technische Kenntnisse anwendet. Dieses Prinzip des fächerübergreifenden Unterrichts ist schon sehr lange bekannt und wird aber wegen der Komplexität seiner Realisierbarkeit oft übergangen. [20]

Die Astronomie

> *„ist ein Beispiel für **fächerverbindendes Lehren und Lernen** und fördert das Bewusstsein für **Multiperspektivität**.“* [77]

[77] [8] , S.5

Abbildung 12 - Astronomie stützt sich auf bereits erworbene Kenntnisse aus allen anderen Wissenschaften und liefert auf diese Weise einen wertvollen Beitrag zur ganzheitlichen Bildung.

Das Interesse der Schülerinnen und Schüler an der Astronomie ist sehr groß. Diese Tatsache spiegelt sich in einer hohen Lernmotivation wieder, die natürlich auch eine Beschäftigung mit den anderen Naturwissenschaften fördert. [78][8] Da die Astronomie auch Frage- und Problemstellungen aus anderen Unterrichtsgegenständen und Wissenschaften aufgreift, ist es möglich, einem Desinteresse junger Menschen an naturwissenschaftlicher Bildung entgegenzuwirken. Schon die Ergebnisse der PISA-Studie haben gezeigt, dass die naturwissenschaftliche Bildung österreichischer Jugendlicher oft sehr mangelhaft ist. Dies lässt sich auf das Fehlen vernetzter fachlicher Inhalte, den oft unklaren Bezug des Gelernten zur Realität und auf zu geringe Problemlösekompetenzen seitens der Kinder zurückführen.

Die moderne Astronomie umfasst das gesamte Spektrum der Naturwissenschaften. Die Mathematik, Physik, Biologie, Informatik und die Chemie sind genauso vertreten wie die moderne Technik, die sich in den leistungsstarken und hochsensiblen Beobachtungs- und Messinstrumenten widerspiegeln. All diese naturwissenschaftlichen Bereiche haben dazu beigetragen, dass die bemannte und unbemannte Raumfahrt weitere Errungenschaften für das heutige Weltbild erreichen konnte. Auf diese Weise bietet die Astronomie, wie keine andere Wissenschaft, die Möglichkeit, komplexes Denken zu fördern.

> *„Der Schüler von heute ist der Bürger von morgen und übermorgen. Er muss sich in einer komplizierten Welt zurechtfinden.“*[79]

[78] So heißt es im Gutachten des Sächsischen Staatsinstituts für Bildung und Schulentwicklung (Comenius-Institut), heute Sächsisches Bildungsinstitut: *„Nach Aussagen der befragten Lehrer zeigt sich in der Unterrichtspraxis bei Mädchen und Jungen gleichermaßen großes Interesse und hohe Lernmotivation.“* [8], S. 3

[79] [15], S.19

In dieser Hinsicht könnte die Astronomie ein perfektes Hilfsmittel sein, um die wesentliche Forderung der PISA-Studie zu erfüllen: Die Schülerinnen und Schüler müssen naturwissenschaftliche Kompetenzen im fächerübergreifenden Lernen entwickeln. Dazu gehört auch die Fähigkeit, durch eigenständiges Denken und Arbeiten Verbindungen zwischen unterschiedlichen Fakten herzustellen. Gerade dieses „*Denken in Zusammenhängen*“ ist für das Leben eines jeden Menschen unabdingbar. [19]

Die Behandlung astronomischer Inhalte im Unterricht ist natürlich auch mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Die zu untersuchenden Gegenstände sind im Allgemeinen so weit entfernt, dass naturwissenschaftliche Experimente nicht möglich sind. Auf diese Weise nehmen Menschen gezwungenermaßen die Rolle eines passiven Beobachters ein. Die Beobachtungen können zum Teil nur außerhalb der Schulzeit, also beispielsweise nachts, durchgeführt werden und benötigen komplexe Geräte, wie Teleskope, Spektrometer, etc. Ein weiteres Problem besteht darin, dass astronomische Vorgänge sehr langsam vonstatten gehen und damit ein enormes Maß an Geduld erfordern. Eine unweigerliche Folge dieser Punkte ist, dass astronomische Aussagen mit einer langen Kette von Schlussfolgerungen zusammenhängen – oft fehlt ihnen also, wie oben erläutert, jegliche Anbindung an eigene Messungen und Beobachtungen. [74]

Trotz dieser Schwierigkeiten sollten astronomische Themenbereiche auf jeden Fall im Lehrplan verankert sein, da sie zur Allgemeinbildung gehören und Ursache unzähliger Fehlvorstellungen sind. Bei Umfragen stellt sich beispielsweise immer wieder heraus, dass Menschen verschiedenen Alters und unterschiedliche Bildung denken, dass die Phasengestalt des Mondes durch den Schatten der Erde zustande kommt. Obwohl die Entstehung der Mondphasen ein gängiges Thema im Physikunterricht in der Schule ist, hat sich diese Fehlvorstellung in den Köpfen der Menschen eingebürgert. [74]

> *„Nicht die Unkenntnis als solche ist es, die hier bestürzt. Anständige Unkenntnisse, ehrliche, von schwierigen Dingen, gehören zur Bildung. Aber hier ist die Wahrheit leicht zu sehen; und noch leichter wäre zu bemerken, dass es der Erdschatten unmöglich sein kann, der den Mond aushöhlt.“*[80]

Auch im Zusammenhang mit Schülerfehlvorstellungen in der Physik ist die Astronomie unerlässlich. So gehört beispielsweise die Gravitation zu den wichtigsten Konzepten in der Physik. In ihrer Arbeit „Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt“ [50] schreibt Helga Stadler:

> *„Die Frage, wie und warum ein Gegenstand zu Boden fällt, war eine der zentralen Fragen der Physikgeschichte und ist dies - in einer viel umfassenderen Form - bis heute geblieben. Zugleich ist das Phänomen Gravitation, daß Gegenstände zu Boden fallen oder daß wir sie halten müssen, damit sie nicht fallen, so selbstverständlich in unserem Leben, daß ich z.B. als Lehrerin nie gefragt wurde, warum Gegenstände*

[80] [74], S. 510

eigentlich zu Boden fallen. Gravitation wird für Schüler erst dort interessant, wo sie scheinbar nicht existiert, im Weltraum.“ [81]

Studien haben gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler denken, dass außerhalb der Atmosphäre Schwerelosigkeit herrscht. Bei Aufgabenstellungen, zu denen Schülerinnen und Schüler eigene Hypothesen aufstellen sollten, zeigte sich, dass die Lernenden dachten, der Mond habe keine eigene Anziehungskraft. [50]

„*Die Frage, warum Körper von der Erde angezogen werden, wird von allen Interviewten ähnlich beantwortet: >*Vielleicht ist da drinnen ein Magnet, ein ganz großer.*< Oder eine andere Schülerin: >*Da ist so ein Magnet, der alles anzieht. Auch Plastik. Der Mond kann das nicht.*<“* [82]

Diese Fehlvorstellungen sind unabhängig von Alter und Vorbildung der befragten Lernenden. In den Interviews verwiesen die Jugendlichen nur selten auf die im Unterricht erworbenen Kenntnisse, „*wo Astronomie und Gravitation im allgemeinen Unterricht der 10-14jährigen kaum eine Rolle spielt.“* [83] [50], [51]

Ein weiterer Aspekt astronomischer Bildung trägt zunehmend zur Allgemeinbildung junger Menschen bei. Die Bedeutung der Astronomie für die Ausbildung und Entwicklung eines wissenschaftlichen Weltbildes ist unbestritten. Die Schülerinnen und Schüler werden schon sehr früh mit einer Flut an pseudowissenschaftlichen Informationen, wie Esoterik und Astrologie konfrontiert, die jeglicher wissenschaftlicher Grundlage entbehren. In dieser Hinsicht hilft die Astronomie, die Kritikfähigkeit der Jugendlichen zu entwickeln, um neue Informationen auch im späteren Leben zu Beginn mit einer gewissen Skepsis zu begegnen und sie differenziert zu betrachten.

[81] [50], S. 13
[82] [50], S. 14
[83] [50], S. 14

2.5. Astronomie als Wirtschaftsfaktor

> *„Wie auch immer man das 21. Jahrhundert bezeichnet hat, es wird das Jahrhundert des Kosmos. Man wird beginnen, den Kosmos als erweiterte Lebenswelt der Menschheit zu betrachten, und die Kenntnisse über ihn werden eines der grundlegenden Elemente der Bildung der Menschen werden."*[84]

Viele für uns alltägliche Dinge werden durch die Raumfahrt bedient. Das Navigationssystem oder „*Global Positioning System (GPS)*" im Auto oder LKW basiert auf Daten von Satelliten, die sich in einem festen Orbit um die Erde bewegen. Mit verschlüsselten Signalen senden sie ihre aktuelle Position und Uhrzeit. Das Empfängergerät kann dann anhand der Position des Satelliten zu einem bestimmten Zeitpunkt die genaue Entfernung zum Satelliten ermitteln. Navigationssysteme funktionieren nur dann gut während der Fahrt, wenn das Empfängergerät Daten von mindestens vier Satelliten erhält. Daher werden insgesamt etwa 24 Satelliten eingesetzt, die in einer Höhe von 20.000 km die Erde umrunden. Jedoch gestaltet sich die Optimierung des GPS-Systems schwieriger als man vielleicht denken möchte, denn besonders der Austausch defekter Satelliten ist teuer und verursacht enorme Kosten. Daher arbeiten Wissenschaftler derzeit weltweit daran, die derzeitige Lebensdauer der Satelliten von etwa 8 Jahren zu verlängern. [21]

Auch die tägliche Wettervorhersage, die Fernerkundung der Erde und lebensnotwendige Aufgaben wie der Katastrophenschutz und die Umweltkontrolle sind auf die Raumfahrt angewiesen.

[84] [14], S.2

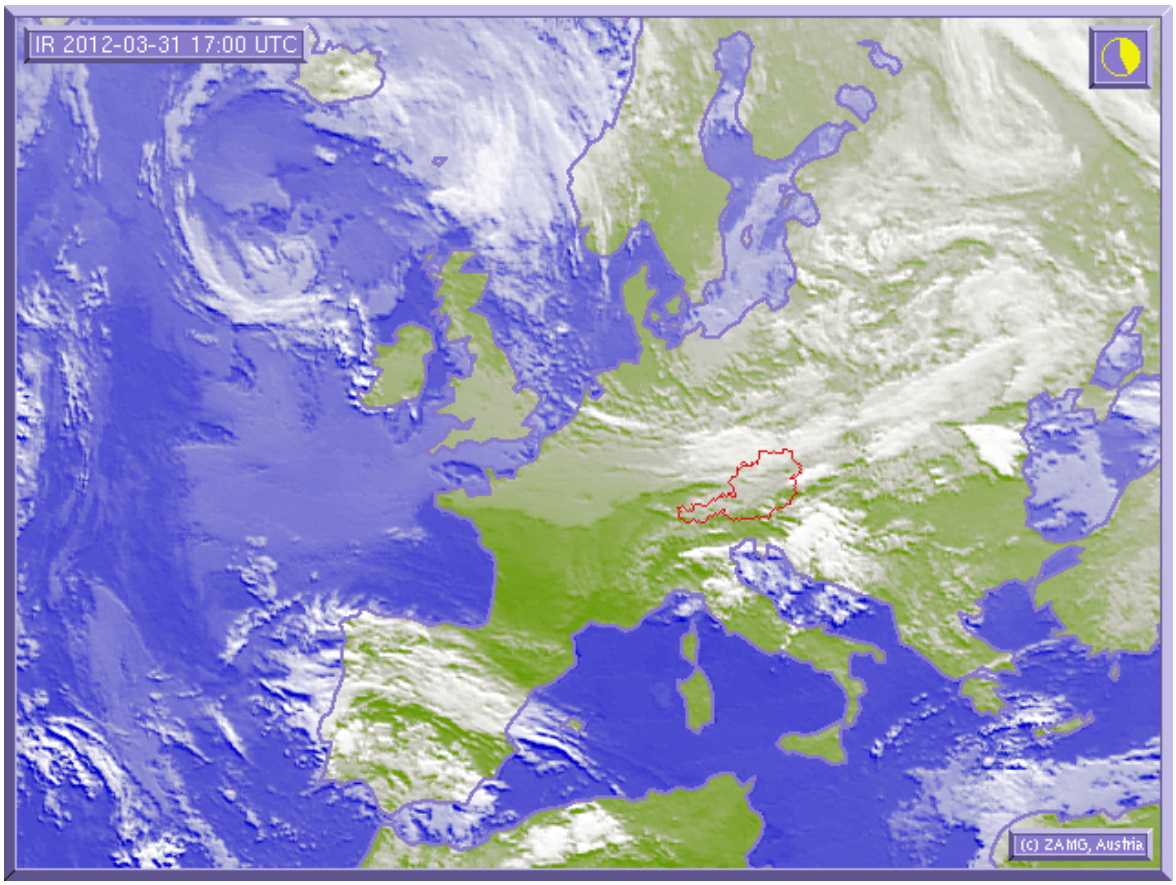


Abbildung 13 - Aktuelles Satellitenbild zur Wettervorhersage vom 31.3.2012 um 17:00. [85]

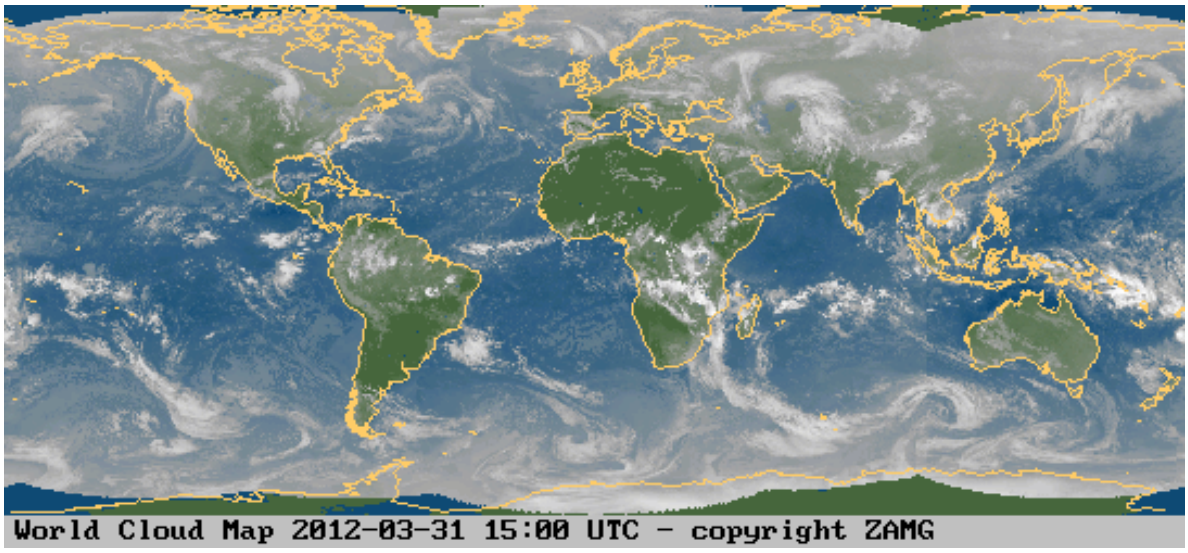


Abbildung 14 - Weltsatellitenbild zur Wettervorhersage vom 31.3.2012 um 15:00 UTC. [86]

[85] [46], http://www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder/; [Stand: 31.3.2012]
[86] [47], http://www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder/satbild_welt/;[Stand: 31.3.2012]

Das Weltsatellitenbild entsteht, wenn die Bilder von fünf Satelliten zusammengesetzt werden. Bei diesen Satelliten handelt es sich um geostationäre Satelliten, die über dem Äquator in einer Höhe von etwa 36.000 km positioniert sind und sich mit der Erde bewegen. Die Satelliten nehmen immer nur einen kalottenförmigen Teil der Erdoberfläche auf und können niemals die Polarregionen vermessen. Bei dem Weltsatellitenbild handelt es sich um ein zusammengesetztes, eingefärbtes Infrarotbild, ein sogenanntes „*Falschfarbenbild*“. Die Farben weiß bis grau stehen für Wolken unterschiedlicher Höhe. Bei den blauen Regionen handelt es sich um wolkenfreies Wasser, grün bedeutet wolkenfreies Land. Die Satelliten sind also mit äußerst sensiblen Infrarotkameras ausgestattet, die konstant die Erdoberfläche vermessen und uns so eine Wettervorhersage ermöglichen. [22]

Zum Katastrophenschutz gehört unter anderem die frühzeitige Entdeckung von Schlechtwetterregionen, die sich später zu gefährlichen tropischen Stürmen oder Hurrikans entwickeln können.

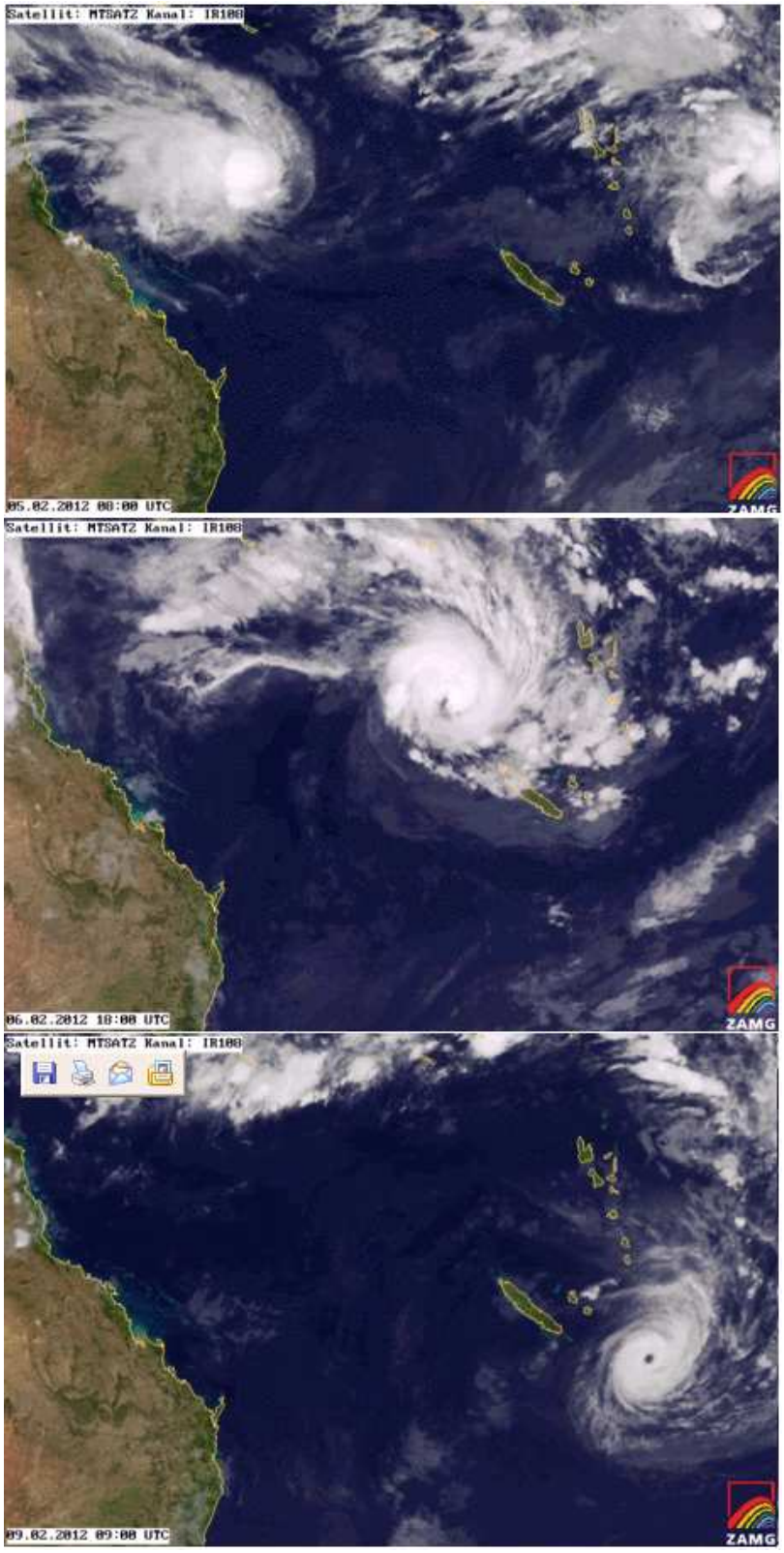


Abbildung 15 - Hurrikan Jasmine im Pazifik, östlich von Australien, am 5.2.2012 um 8:00 UTC (obere Abbildung), am 6.2.2012 um 10:00 UTC (mittlere Abbildung) und am 9.2.2012 um 9:00 UTC (untere Abbildung).[87]

[87] [48], http://www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder/wirbelstuerme/; [Stand: 31.3.2012]

Man kann unschwer erkennen, dass die genaue Beobachtung von Satellitenbildern hilft, Gefahren zu erkennen, Menschen rechtzeitig vorzuwarnen und dadurch unzählige Leben zu retten.

Auch der Kommunikationsbereich unserer Gesellschaft boomt und in den nächsten Jahrzehnten werden sich ungeahnte Möglichkeiten an neuen Dienstleistungen ergeben. [23]

> *„Aus den USA wissen wir, dass jeder in die Raumfahrt investierte Dollar mittel- oder langfristig der USA-Wirtschaft sieben Dollar einbringt.*
>
> *Aus der European Space Agency (ESA) wissen wir: Deutschland trägt 29 % des Gesamtetats der ESA und hätte somit das Recht, 29 % des in der ESA beschäftigten Personals zu stellen. Diese Möglichkeit schöpft Deutschland* ***mangels Fachkräften (!)*** *bei weitem nicht aus!“* [88]

Immer größere und umfassendere Satellitennetze werden aufgebaut, um der fortwährend wachsenden Nachfrage an neuen Technologien gerecht zu werden. Jedoch liegt dieser Interessenbereich, der für Jugendliche wegweisend ist und Perspektiven schafft, komplett brach. Nicht nur die Astronomie, sondern auch die Raumfahrt sollte in der Schule in ihren Grundzügen behandelt werden, denn die Astronomie und die Raumfahrt sind die Zugpferde der modernen naturwissenschaftlichen Ausbildung. [23]

> *„Die Errungenschaften aus den Weltraumwissenschaften sind unübersehbar und verändern unser tägliches Leben (z.B. die Kommunikationstechnologie). Angesichts dieses Vermächtnisses von Generationen können Weltraumprogramme als ein generationenübergreifender Auftrag verstanden werden. Heute ist es uns zur Aufgabe geworden, dieses Erbe zu übernehmen und in neue Dimensionen zu erweitern.“* [89]

[88] [23], S.3 (bzw.: Dritte Argumentation für den Erhalt des Astronomieunterrichts)
[89] [58], S. 19

2.6. Die Integration astronomischer Inhalte in das Unterrichtsfach Physik

Derzeit werden astronomische Inhalte im österreichischen Bildungssystem in wenige andere Unterrichtsgegenstände integriert. Wie ich schon im Abschnitt 1.1. dieser Arbeit erläutert habe, werden diese Themenbereiche im Lehrplan der jeweiligen Fächer nicht explizit erwähnt. Einzig und allein die Physik stellt eine Ausnahme dar, denn viele naturwissenschaftliche Revolutionen sind eng mit astronomischen Erkenntnissen und Beobachtungen verknüpft. So ist es nicht weiter verwunderlich, dass das österreichische Bildungssystem vorsieht, die gesamte astronomische Bildung im Zuge des Physikunterrichts vorzunehmen. Die Integration der Astronomie in die Physik ist sogar sehr naheliegend, aber ebenfalls problematisch.

Die Anzahl der Physikstunden in den jeweiligen Klassen reicht in der Praxis oft nicht aus, um den vorgesehenen Physikstoff zu behandeln. Es bleibt also meist keine Zeit, um darüber hinaus astronomischen Themen zu unterrichten. So kann es vorkommen, dass Schülerinnen und Schüler während ihrer gesamten Schulzeit nie oder nur selten mit astronomischen Themen konfrontiert werden. Außerdem findet derzeit der Zugang zur Astronomie nur aus physikalischer Sicht statt. Die Astronomie stellt durch ihre Multiperspektivität eine fächerverbindende Wissenschaft dar und sollte auch als solche behandelt werden. Durch die überwiegend astrophysikalischen Betrachtungen wird der integrierende Charakter der Astronomie eingeschränkt und die Förderung vernetzten Denkens stark reduziert.

> *„Die Astronomie ist kein Teilgebiet der Physik, sondern eine fundamentale und erzieherisch wertvolle Naturwissenschaft. Damit wird auch klar, dass es unter keinen Umständen gelingen kann, in einem Physikunterricht die Fachsystematik der Astronomie darzustellen, und zwar ebenso wenig, wie man in einem Biologieunterricht die Fachsystematik der Chemie vermitteln kann. Delegiert man die Astronomie in die Physik, reduziert man sie weitgehend auf die physikalische Beschreibung von Himmelskörpern. Damit verliert man Strukturwissen, Vernetzungsmöglichkeiten und erzieherische Potenzen.“* [90]

Ein weiteres Problem ergibt sich dadurch, dass viele Fachlehrer davor zurückschrecken, astronomische Inhalte in ihren Unterricht einzugliedern. Bei der Astronomie handelt es sich inzwischen um eine so umfassende, vielfältige Wissenschaft, dass sie von Lehrerinnen und Lehrern eines anderen Faches nicht ohne weiteres *nebenbei* unterrichtet werden kann. Es bedarf also entweder qualifizierter Fachkräfte, die speziell für die Erarbeitung dieser Themenbereiche ausgebildet werden, oder spezieller Fort- und Weiterbildungen, die dem Lehrpersonal anderer Fächer das Selbstbewusstsein vermitteln, Astronomie behandeln zu können.

[90] [45], S.3

Die Integration astronomischer Inhalte in andere Unterrichtsgegenstände und die Aufteilung auf die diversen Schulstufen ist zwar grundsätzlich möglich und praktikabel. Auf diese Weise kann die Perspektive des jeweiligen Faches erweitert werden. Trotzdem muss daran gedacht werden, dass die Jugendlichen auf diese Weise Astronomie nur als einseitiges Konstrukt aus Fragmenten kennenlernen. [8]

3. Perspektiven für Österreich

3.1. Bildungsstandards

In diesem Abschnitt meiner Diplomarbeit möchte ich mich mit dem österreichischen Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe beschäftigen. [16] Das in Österreich angewandte Kompetenzmodell wurde in Zusammenarbeit von Pädagogen und Wissenschaftlern aus Biologie, Chemie und Physik erarbeitet. Das „Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe“ gliedert sich in drei unterschiedliche Dimensionen:

1. Handlungsdimension
2. Anforderungsdimension
3. Inhaltliche Dimension

Die ersten beiden Dimensionen sind für Biologie, Chemie und Physik gleich, denn sie beschäftigen sich mit den Fähigkeiten, Wissen zu organisieren, Erkenntnisse zu gewinnen, Schlüsse zu ziehen, der selbstständigen Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themenbereichen, sowie der Lösung gewisser Problemstellungen. Die inhaltliche Dimension ist nach Fächern getrennt und wird daher separat betrachtet.

3.1.1. Erweiterung des Kompetenzmodells Naturwissenschaften 8. Schulstufe um die Astronomie

Im Folgenden möchte ich das bereits existierende Kompetenzmodell mit einer neuen inhaltlichen Dimension Astronomie erweitern. Zu diesem Zweck sollen hier die beiden ersten Dimensionen angeführt werden.

„Handlungsdimension

- *Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren*
- *Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren*
- *Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln*

Die Handlungskompetenzen im Detail

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

Ich kann einzeln oder im Team …

W 1 … Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen.

W 2 … aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.

W 3 … Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, …) darstellen, erläutern und adressatengerecht kommunizieren.

W 4 … die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und die Lebenswelt erfassen und beschreiben.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln oder im Team …

E 1 … zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.

E 2 … zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.

E 3 … zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren.

E 4 … Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

Ich kann einzeln oder im Team …

S 1 … Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.

S 2 … Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln.

S 3 … die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden.

S 4 … fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.

Anforderungsdimension (N)

N 1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführtem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N 2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln, Reaktionsgleichungen, Modelle, …) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln.

N 3 Anforderungsniveau III

Verbindung zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können; weitgehend selbstständiges Handeln." [91]

Die folgende inhaltliche Dimension Astronomie wurde von mir in Anlehnung an die inhaltliche Dimension Physik erstellt.

Inhaltliche Dimension Astronomie (A)	
A 1	**Orientierung am Sternenhimmel** a. Ich finde mich auf der scheinbaren Himmelskugel zurecht und erkenne die wichtigsten Sternbilder. b. Ich kann mit einer drehbaren Sternkarte arbeiten und so die Zeitpunkte des Auf- und Unterganges spezieller Gestirne ermitteln. c. Ich kenne den Unterschied zwischen scheinbarer und wahrer Bewegung der Himmelsobjekte. d. Mithilfe des Modells der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne kann ich die Entstehung der Jahreszeiten und die Ekliptik erklären.
A 2	**Das Sonnensystem und Planetenkunde** a. Ich weiß, dass unser Sonnensystem aus einem Zentralgestirn, 8 Planeten, 2 Zwergplaneten, mehr als 160 Monden und vielen Kleinkörpern besteht. b. Ich weiß wie Sonnen- und Mondfinsternisse zustande kommen. c. Ich kenne die drei Keplerschen Gesetze und das Newtonsche Gravitationsgesetz. Mit diesen Gesetzen kann ich Planetenbewegungen qualitativ erklären und einfache Berechnungen durchführen. d. Ich kenne die wesentlichen Eigenschaften des Erdmondes. Ich kann seine Phasen erklären und weiß, welche Auswirkungen der Mond auf die Erde hat

[91] [16]; S.1-2

	(Gezeiten).
A 3	**Die Sonne und andere Sterne** a. Ich weiß, wie die Sonne aufgebaut ist, wie in ihr Energie freigesetzt und transportiert wird. b. Ich kann das Prinzip der Konvektion, die Sonnenflecken und Protuberanzen erklären. c. Ich kenne die Begriffe Parallaxe und Parsec und kann mit ihrer Hilfe die Entfernung von Sternen angeben. d. Ich kenne die wichtigsten Zustandsgrößen von Sternen (Helligkeit, Leuchtkraft, Masse, Radius, Dichte, (effektive) Temperatur…) und weiß, welche Informationen aus dem Spektrum eines Sterns gewonnen werden können. e. Ich kann die wichtigsten Entwicklungs- und Endstadien eines Sterns nachvollziehen und wiedergeben.
A 4	**Das Weltall** a. Ich weiß, was eine Galaxie ist. Mir ist bewusst, dass sich unser Sonnensystem in einem Spiralarm unserer Galaxie befindet. b. Ich kenne unterschiedliche Arten von Galaxien und kann diese mithilfe der Hubble-Klassifikation einordnen. c. Ich kenne die Urknalltheorie und kann sie in ihren Grundzügen und in einfacher Sprache wiedergeben. d. Ich weiß, dass sich auch um andere Sterne Planeten bewegen und kann das Prinzip der zwei wichtigsten Detektionsmethoden (Transit- und Astrometriemethode) in einfacher Sprache erklären. e. Ich weiß, welche Voraussetzungen auf anderen Planeten gegeben sein müssen, damit Leben entstehen kann und kenne den Begriff der habitablen Zone.

Diese Bildungsstandards sind, wie schon oben erwähnt, für die 8. Schulstufe ausgelegt. In höheren Schulstufen und in Wahlfächern oder Wahlmodulen können die oben angeführten Themen aufgegriffen, vertieft und erweitert werden. Aufgrund der Vielfältigkeit astronomischer Themengebiete besteht eine enge Verbindung zu den anderen Naturwissenschaften. Ziel des astronomischen Unterrichts ist es, ein nachhaltiges Interesse für die Astronomie, Astrophysik und die anderen Naturwissenschaften zu wecken, Querverbindungen und Anwendungsbeispiele aufzuzeigen und damit vernetztes Denken zu fördern.

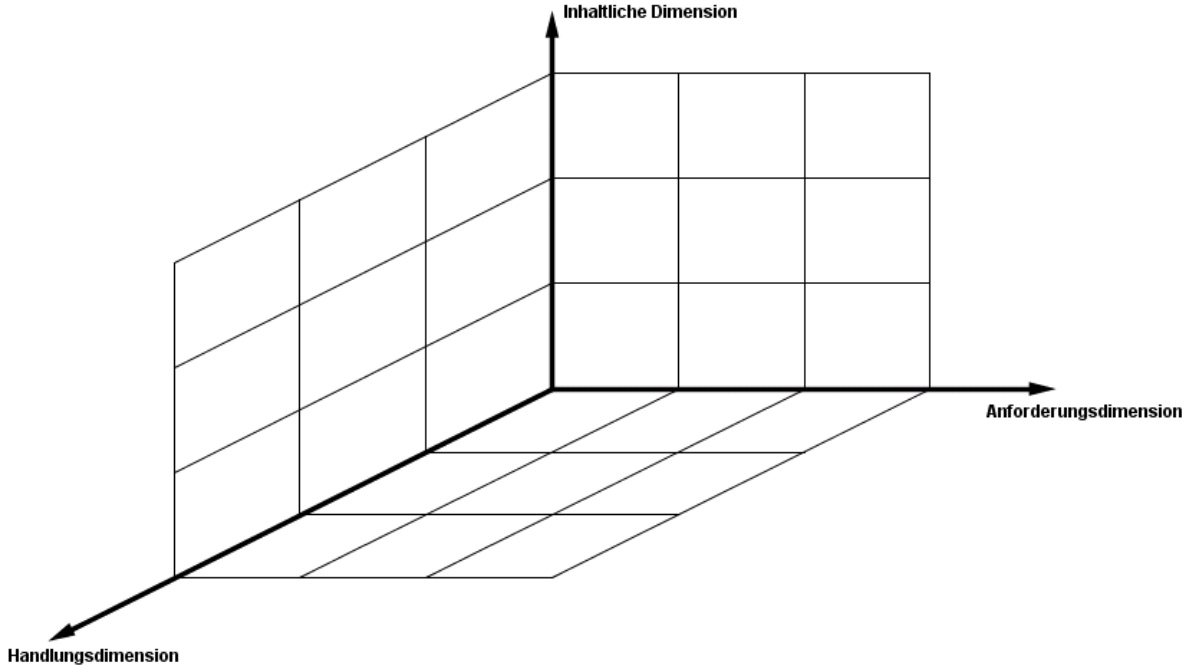


Abbildung 16 - Grafische Darstellung des Kompetenzmodells.

Zur grafischen Darstellung der Bildungsstandards wird ein Schema mit den drei Kategorien Handlungsdimension, Anforderungsdimension und inhaltliche Dimension, verwendet. Dieses Schema kann als Modell in einem dreidimensionalen Koordinatensystem veranschaulicht werden. [60]

> *„Jede Aufgabenstellung lässt sich hinsichtlich ihrer Anforderungen an die Problemlösefähigkeit durch Angabe der drei Kompetenz-Koordinaten einordnen.“* [92]

Die nachstehende Aufgabenstellung soll als Beispiel gemäß dem Kompetenzmodell klassifiziert werden.

Aufgabenstellung: Der durchschnittliche Radius der Erde beträgt $6371\ km$ und für die Fallbeschleunigung gilt $g = 9{,}81\ ms^{-1}$. Kann aus der Kenntnis dieser Größen die Masse der Erde ermittelt werden??

Lösung:

Gegeben sind $r_E = 6371\ km$, $g = 9{,}81\ ms^{-1}$ und $G = 6{,}67 * 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$. Gesucht ist M_E.

Für ein Objekt, das sich auf der Erdoberfläche befindet, gilt, dass die Gewichtskraft gleich der Gravitationskraft ist, und damit:

$$m * g = G * \frac{M_E * m}{{r_E}^2}$$

[92] [60], S. 26

Nun kann man die Gleichung nach M_E auflösen und erhält:

$$M_E = \frac{m * g * r_E^2}{G * m} = \frac{g * r_E^2}{G}$$

Durch das Einsetzen der gegebenen Werte ergibt sich schließlich:

$$M_E = 5{,}97 * 10^{24}\ kg.$$

Die Masse der Erde beträgt daher $6 * 10^{24}\ kg$. [56]

Die Klassifizierung einer Aufgaben- oder Problemstellung ist nicht immer eindeutig und hängt stark vom Vorwissen und dem Wissensstand der Lernenden ab. Die folgende Klassifizierung (und auch die weiteren Klassifizierungen in Abschnitt 4.2.) soll als Vorschlag verstanden werden.

Die obige Aufgabenstellung kann durch die folgenden drei Kompetenz-Koordinaten eingeordnet werden:

S1 … *„Ich kann einzeln oder im Team […] Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.“* [93]

N2 … *„Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln, Reaktionsgleichungen, Modelle, …) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln.“* [94]

A2c … *„Ich kenne die drei Keplerschen Gesetze und das Newtonsche Gravitationsgesetz. Mit diesen Gesetzen kann ich Planetenbewegungen qualitativ erklären und einfache Berechnungen durchführen.“* [95]

Wird diese Aufgabenstellung als Anwendung des Newtonschen Gravitationsgesetzes im Unterricht eingesetzt, so müssen die Schülerinnen und Schüler Gelerntes reproduzieren und in selbstständigem Handeln mit anderen Gesetzen verknüpfen. Damit ergibt sich das Anforderungsniveau N2. Dieser Sachverhalt ist allerdings anders einzustufen, wenn das Rechenbeispiel ohne weiteren Hinweis in einem anderen Kapitel präsentiert wird, um die Problemlösefähigkeiten der Lernenden zu fördern. In diesem Fall muss die Aufgabenstellung mit dem Anforderungsniveau N3 eingeordnet werden.

N3 … *„Verbindung zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können; weitgehend selbstständiges Handeln.“* [96]

[93] [16], S.1-2
[94] [16], S.1-2
[95] Siehe Abschnitt 3.1.1. dieser Arbeit; Inhaltliche Dimension Astronomie (A)

Die Bildungsstandards beschreiben die Erwartungen an den Unterricht eines bestimmten Gegenstandes in Form von Kompetenzen, die jede Schülerin und jeder Schüler am Ende der 8. Schulstufe vorweisen können soll. [60]

> *„Unter >Kompetenzen< verstehen Wissenspsychologen Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Lösung von Problemen in bestimmten inhaltlichen Handlungsbereichen.“* [97]

Das Kompetenzmodell mit seinen Bildungsstandards wurde entwickelt, um eine Grundlage für länderübergreifende Vergleichsuntersuchungen zu schaffen. [60]

> *„Es liegt in der Verantwortung der Lehrkräfte und der Fachkollegien, geeignete Inhalte, Aufgaben und Unterrichtsverfahren zu wählen, mit denen die Kompetenzen vermittelt werden können.“* [98]

Problemstellungen, Experimente, Projekte, etc., die in den Unterricht eingebaut werden, sollten also stets hinsichtlich der Bildungsstandards betrachtet werden. Bei der Planung dieser Arbeitsaufträge müssen Lehrkräfte darauf achten, ein möglichst breites Spektrum der Standards abzudecken. Auf diese Weise soll das *„sinnentleerte Training von Testaufgaben (>teaching to the test<)“* [99] vermieden werden. [60]

Wie oben schon kurz erwähnt, werden im Abschnitt 4.2. dieser Arbeit praktische Einheiten mit astronomischen Inhalten vorgeschlagen, die ebenfalls hinsichtlich ihrer Anforderungen und gemäß dem österreichischen Kompetenzmodell klassifiziert werden.

[96] [16], S.1-2
[97] [60], S.22
[98] [60], S.22
[99] [60], S.23

3.2. Drei Modelle für Astronomie als eigenes Fach

Astronomische Inhalte werden in österreichischen Schulen nur selten behandelt und thematisiert. Im folgenden Abschnitt dieser Arbeit möchte ich auf die Möglichkeit eines unabhängigen Faches Astronomie und dessen Realisierbarkeit eingehen. Ausgehend vom Beispiel des Astronomieunterrichts in Deutschland wurden drei Modelle erstellt. Diese Modelle schlagen ein unabhängiges Fach Astronomie in verschiedenen Schulstufen vor und sollen hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile beleuchtet werden. Anschließend werde ich versuchen, die drei von mir postulierten Modelle mit aktuellen Zahlen [100] der Statistik Austria zu belegen, um damit eine Argumentationsbasis für weitere Diskussionen zu schaffen.

Schon die Ergebnisse der PISA-Studie haben ergeben, dass es bei der naturwissenschaftlichen Ausbildung der Jugendlichen erhebliche Mängel gibt. Das zeigt sich insbesondere daran, dass vernetztes Denken und das Lösen vollkommen neuer Problemstellungen fast unüberbrückbare Probleme darstellt. Ein zusätzliches Fach Astronomie kann zum Ziel haben, dass die Allgemeinbildung der Schülerinnen und Schüler erweitert, vernetztes Denken gefördert und das Interesse an Naturwissenschaften geweckt wird. Es gibt drei Möglichkeiten, ein solches Vorhaben in Österreich zu realisieren. In diesem Kapitel möchte ich auf die wesentlichen Vor- und Nachteile dieser Modelle eingehen.

3.2.1. Modell 1: Astronomie als Fach in der 4. Klasse bzw. in der 8. Schulstufe

Die Schulpflicht endet in Österreich nach der 9. Schulstufe. Es gibt jedoch keine gemeinsame Schulbildung für alle Schülerinnen und Schüler und somit steht es den Kindern frei, nach der 8. Schulstufe in eine andere Schule zu wechseln, eine Polytechnische Schule [101] zu absolvieren oder nach der 8. Schulstufe eine Lehre zu beginnen.

Daher wäre es wahrscheinlich ratsam, ein einstündiges Unterrichtsfach Astronomie in der 8. Schulstufe abzuhalten, um möglichst viele Schülerinnen und Schüler zu erreichen. Leider stellt das aus fachlicher Sicht ein großes Problem dar, da der zu vermittelnde Stoff bestimmte Grundkenntnisse aus Physik, Mathematik und Chemie voraussetzt, die erst in späteren Schulstufen vermittelt werden. Somit müsste das angestrebte Fachwissen aus Astronomie erheblich eingeschränkt und auf wenige Grundkompetenzen reduziert werden.

[100] Die verwendeten Daten wurden zu den folgenden Themen erhoben: „Schülerinnen und Schüler im Schuljahr 2010/11 nach Schulstufen“ [24], „Übertritte von Abgängern der AHS (8. Schulstufe) in die Sekundarstufe II im Jahr 2010/11“ [25].

[101] Schülerinnen und Schüler, die die Schule nach der 8. Schulstufe verlassen, können das fehlende neunte Pflichtschuljahr in der Polytechnischen Schule absolvieren. Die Polytechnische Schule dauert also nur ein Jahr.

Auf Berechnungen und die Verwendung von Formeln wird größtenteils verzichtet – es wird ein genereller und qualitativer Überblick vermittelt.

Angestrebtes Fachwissen aus Astronomie am Ende der 8. Schulstufe

1. Orientierung am Sternhimmel	**Beispiele und wichtige Begriffe:**
Die Bewegung der Erde um die Sonne definiert unsere Einteilungen in Tage und Jahre. Für einen Beobachter auf der Erde verändert sich der sichtbare Himmelsausschnitt periodisch.	Die Erde ist ein Himmelskörper und durch ihre gleichmäßige Bewegung kommt es zu Tag und Nacht, sowie zu den vier Jahreszeiten. Die zwölf Tierkreiszeichen und andere Sternbilder können einen Anstoß für eine Diskussion über die Sinnhaftigkeit und Anwendung der Astrologie bieten. Dadurch erwerben die Schülerinnen und Schüler zusätzliche Kritikfähigkeit gegenüber den Medien. Gebrauch und Funktionsweise drehbarer Sternkarten können in diesem Zusammenhang erlernt und geübt werden.
2. Das Sonnensystem	**Beispiele und wichtige Begriffe:**
Unser Sonnensystem besteht aus dem Zentralgestirn, der Sonne, acht Planeten und deren Monde, Zwergplaneten, Kleinkörpern, Staub und Gas. Der Mond ist der Begleiter der Erde und wurde bereits von Menschen besucht.	Die Planeten des Sonnensystems werden in innere und äußere Planeten unterteilt, wovon auch ihre physikalische Beschaffenheit abhängt. Seit 2008 ist Pluto kein Planet mehr, sondern ein Zwergplanet. In diesem Zusammenhang können die Definition eines Planeten und die beiden anderen Zwergplaneten Ceres und Pluto besprochen werden. Der Mond ist verantwortlich für die Gezeiten und die Stabilisierung der Erdachse.
3. Sterne	**Beispiele und wichtige Begriffe:**
Unser Zentralgestirn, die Sonne, ist ein Stern und besteht fast ausschließlich aus Wasserstoff und Helium. Durch chemische Prozesse entsteht in einem Stern Energie und als Energielieferant ist die Sonne die Voraussetzung für Leben auf der Erde. Sterne unterscheiden sich vor allem in Masse, Durchmesser und Temperatur.	Physikalische Größen wie Entfernung, Durchmesser, Masse, Oberflächentemperatur, etc. können gemeinsam erarbeitet werden. Klassifikation von Sternen

Die Entstehung, Entwicklung und das Sterben von Sternen gehören zu den brutalsten Prozessen, die wir kennen.	Sterne entstehen in Staubwolken, entwickeln sich im Laufe ihres Lebens zu einem Roten Riesen und enden, abhängig von ihrer Masse, als Schwarzes Loch, Neutronenstern oder Weißer Zwerg.
4. Das Weltall und seine Strukturen Die Sterne sind nicht gleichmäßig verteilt. Sie bilden oft Sternhaufen und Galaxien, die wiederum Galaxienhaufen und Galaxien-Superhaufen ausmachen. Wir befinden uns mit unserem Sonnensystem mitten in einem Spiralarm der Milchstraße und sehen somit am Himmel eine Innenansicht.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Die Milchstraße ist eine Spiralgalaxie mit drei Armen (Sagittariusarm, Orionarm und Perseusarm), die einen Durchmesser von 100000 Lichtjahren und eine Breite von 1500 Lichtjahren hat. Unser Sonnensystem rotiert mit einer Geschwindigkeit von 220 km/s um das Zentrum der Milchstraße und braucht für einen Umlauf zirka 220 Millionen Jahre. [26] Beispiele anderer Galaxien in unserer Umgebung und in weiter Entfernung sollen die unglaubliche Vielfalt im Universum aufzeigen.
5. Geschichte der Astronomie Schon vor vielen Tausend Jahren beobachteten die Menschen systematisch den Himmel, vermaßen Planeten- und Sternpositionen und andere Erscheinungen am Himmel.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Durch Beobachtungen, die über viele Generationen durchgeführt wurden, konnten schon die Babylonier sehr genau berechnen, wie lange ein Tag ist und erstellten mit diesen Daten einen Kalender. Die Menschen der Bronzezeit bauten ihre Grabstätten so, dass zur Winter- oder Sommersonnenwende das Licht der aufgehenden Sonne bis ans hintere Ende der Grabkammer fiel.

Das Newtonsche Gravitationsgesetz wird im Physikunterricht meistens am Ende der 8. Schulstufe behandelt. Daher wäre es wichtig, dass die Lehrkräfte aus Astronomie und Physik sich kontinuierlich absprechen. Ohne die Vorkenntnisse zur Gravitationskraft, der Abhängigkeit von Masse und Distanz, können Themenbereiche wie die Auswirkung des Mondes auf die Erde (Gezeiten, Springfluten, Stabilisierung der Erdachse und damit der Klimazonen, etc.) in Astronomie kaum behandelt werden. Auch die Keplerschen Gesetze können nur oberflächlich behandelt werden, denn die physikalische Herleitung und Argumentation ist, bedingt durch fehlende Kenntnisse in Mathematik, erst in der Sekundarstufe II möglich. Chemie wird in vielen österreichischen Schulen erst ab der 8. Schulstufe unterrichtet. Daher kann beim Kapitel „Sterne“ nicht auf die chemischen

Energieerzeugungsprozesse eingegangen werden. Auch hier wäre eine enge Kooperation von Chemie- und Astronomielehrkräften zwingend erforderlich.

3.2.2. Modell 2: Astronomie als Fach in der 5. Klasse bzw. in der 9. Schulstufe und am Ende der Schulpflicht

Ein eigenständiges Fach Astronomie, mit einer Wochenstunde, könnte in Österreich auch in der 9. Schulstufe umgesetzt werden. Das hätte den Vorteil, dass die Schülerinnen und Schüler bessere Vorkenntnisse in den Bereichen Physik, Mathematik und Chemie vorweisen könnten und damit einfache Berechnungen zu den einzelnen Themenbereichen möglich wären. Wie oben schon kurz erwähnt, hat die Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, nach der 8. Schulstufe die Schule zu verlassen, in eine Polytechnische Schule zu wechseln oder eine Lehre zu beginnen. Das betrifft etwa 30-50 % der Schülerinnen und Schüler. Wie man leicht erkennen kann, würde man einen großen Bruchteil aller Schülerinnen und Schüler mit einem Fach Astronomie nicht erreichen, bevor die Schulpflicht zu Ende ist.

Das angestrebte Fachwissen aus Astronomie am Ende der 9. Schulstufe sollte folgende Themenbereiche umfassen:

1. Orientierung am Sternhimmel	**Beispiele und wichtige Begriffe:**
Die Bewegung der Erde um die Sonne definiert unsere Einteilungen in Tage und Jahre. Für einen Beobachter auf der Erde verändert sich der sichtbare Himmelsausschnitt periodisch.	Die Erde ist ein Himmelskörper und durch ihre gleichmäßigen Bewegungen kommt es zu Tag und Nacht, sowie zu den vier Jahreszeiten. Die zwölf Tierkreiszeichen und andere Sternbilder können einen Anstoß für eine Diskussion über die Sinnhaftigkeit und Anwendung der Astrologie bieten. Dadurch erwerben die Schülerinnen und Schüler zusätzliche Kritikfähigkeit gegenüber den Medien.
Gebrauch und Funktionsweise drehbarer Sternkarten können in diesem Zusammenhang erlernt und geübt werden. Auch das praktische Beobachten und Vermessen von Erscheinungen am Himmel und die anschließende Auswertung helfen, den Lernertrag zu sichern.	Je nach Jahreszeit und Position des irdischen Beobachters durchläuft die Sonne einen anderen Tagbogen. Auch die Phasen des Mondes verändern sich im Laufe eines Monats. Einfache Berechnungen zum Auf- und Untergang einiger astronomischer Objekte lockern den Unterricht auf und können durch eigene Beobachtungen überprüft werden. Hier könnten das geozentrische und das heliozentrische Weltbild und die damit

Die wahren Bewegungen der Himmelskörper können mit Hilfe des Modells der scheinbaren Himmelskugel erklärt und erarbeitet werden. Der Unterschied zwischen Sonnentag und siderischem Tag, Äquator- und Ekliptikebene und die Bedeutung des Frühlings- und Herbstpunktes liefern ein tieferes Verständnis zur Geometrie des Sonnensystems.	verbundenen Umbrüche in der Geschichte der Naturwissenschaften diskutiert werden.
2. Das Sonnensystem Unser Sonnensystem besteht aus dem Zentralgestirn, der Sonne, acht Planeten und deren Monde, Zwergplaneten, Kleinkörpern, Staub und Gas. Der Mond ist der Begleiter der Erde und wurde bereits von Menschen besucht. Unser Satellit hat einen erheblichen und nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Erde.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Die Entstehung des Sonnensystems mit seinen acht Planeten soll einen spannenden Einstieg in die Thematik bereiten. Die Planeten des Sonnensystems werden in innere und äußere Planeten unterteilt, wovon auch ihre physikalische Beschaffenheit abhängt. Seit 2008 ist Pluto kein Planet mehr, sondern ein Zwergplanet. In diesem Zusammenhang können die Definition eines Planeten, die beiden Zwergplaneten Ceres und Pluto, Planetoide, Kometen, Meteore, Meteorite und Katastrophen durch Impakte besprochen werden. Unter Verwendung des Newtonschen Gravitationsgesetzes und der Keplerschen Gesetze können leichte Berechnungen (Umlaufzeiten, etc.) für das Sonnensystem durchgeführt werden. Die Entstehung des Mondes soll hier genauso thematisiert werden, wie seine Bewegung, seine Phasen und Finsternisse. Durch den geringen Abstand zur Erde bedingt, verursacht seine Gravitationskraft die Gezeiten auf der Erde und sorgt für eine Stabilisierung der Erdachse und damit der Klimazonen.
3. Sterne Unser Zentralgestirn, die Sonne, ist ein Stern und besteht fast ausschließlich aus Wasserstoff und Helium. Durch chemische Prozesse entsteht in einem Stern Energie und als Energielieferant ist	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Die Sonne ist ein riesiger selbstleuchtender Gasball, der seine Energie aus Kernfusion bezieht und aus vielen Schichten aufgebaut ist. Physikalische Größen, wie Entfernung, Durchmesser, Masse, Oberflächentemperatur,

die Sonne die Voraussetzung für Leben auf der Erde. Sterne unterscheiden sich in Masse, Durchmesser und Temperatur und können dementsprechend klassifiziert werden. Die Entstehung, Entwicklung und das Sterben von Sternen gehören zu den brutalsten Prozessen, die wir kennen.	etc. können gemeinsam erarbeitet werden. Die Energieerzeugung in der Sonne passiert durch Kernfusion. Auch faszinierende Erscheinungen wie Sonnenflecken, Protuberanzen, Sonnenstürme, etc. finden hier Platz und sind wegen ihrer derzeitigen Aktualität ein gern gesehenes Thema. Die Klassifikation von Sternen und das Hertz-Sprung-Russel-Diagramm werden kurz vorgestellt und diskutiert. Sterne entstehen in Staubwolken, entwickeln sich im Laufe ihres Lebens zu einem Roten Riesen und enden, abhängig von ihrer Masse, als Schwarzes Loch, Neutronenstern oder Weißer Zwerg. Im Bezug auf die Entwicklung eines Sterns soll wieder auf das Hertz-Sprung-Russel-Diagramm verwiesen werden.
4. Das Weltall und seine Strukturen Die Sterne sind nicht gleichmäßig verteilt. Sie bilden oft Sternhaufen und Galaxien, die wiederum Galaxienhaufen und Galaxien-Superhaufen ausmachen. Wir befinden uns mit unserem Sonnensystem mitten in einem Spiralarm der Milchstraße und sehen somit am Himmel eine Innenansicht.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Die Milchstraße ist eine Spiralgalaxie mit drei Armen (Sagittariusarm, Orionarm und Perseusarm), die einen Durchmesser von 100000 Lichtjahren und eine Breite von 1500 Lichtjahren hat. Unser Sonnensystem rotiert mit einer Geschwindigkeit von 220 km/s um das Zentrum der Milchstraße und braucht für einen Umlauf zirka 220 Millionen Jahre. [26] Unter Verwendung des Newtonschen Gravitationsgesetzes und der Keplerschen Gesetze kann die Masse des Schwarzen Loches im Zentrum der Milchstraße abgeschätzt werden. Beispiele anderer Galaxien in unserer Umgebung und in weiter Entfernung sollen die unglaubliche Vielfalt im Universum aufzeigen.
5. Geschichte der Astronomie Schon vor vielen Tausend Jahren beobachteten die Menschen systematisch den Himmel, vermaßen Planeten- und Sternpositionen und andere Erscheinungen am Himmel.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Durch Beobachtungen, die über viele Generationen durchgeführt wurden, konnten schon die Babylonier sehr genau berechnen wie lange ein Tag ist und erstellten mit diesen Daten einen Kalender. Die Menschen der Bronzezeit bauten ihre Grabstätten so, dass zur

	Winter- oder Sommersonnenwende das Licht der aufgehenden Sonne bis ans hintere Ende der Grabkammer fiel.

Auch bei diesem Modell eines einstündigen Faches Astronomie ist es eine wichtige Voraussetzung, dass die Lehrkräfte aus Astronomie, Physik, Mathematik und Chemie eng zusammenarbeiten, da sich die Lehrinhalte in vielen Bereichen überschneiden. Das würde einem fächerübergreifenden Unterricht zugutekommen.

3.2.3. Modell 3: Astronomie als Wahlfach oder Wahlmodul in der Sekundarstufe II an Schulen mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt

Immer mehr österreichische allgemeinbildende, höhere Schulen (AHS) steigen derzeit auf den Schulversuch der modularen Oberstufe (MOST) um. In der modularen Oberstufe haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, neben ihren verpflichtenden Basismodulen sogenannte Wahlmodule zu inskribieren. Alle Module finden ein Semester lang statt und müssen positiv abgeschlossen werden. Im Zuge der modularen Oberstufe wird immer wieder von engagierten Lehreinnen und Lehrern ein Wahlmodul zu Astronomie, Astrophysik, Kosmologie und Raumfahrt abgehalten, das meistens einen Umfang von zwei Stunden pro Woche hat. [A1] In der Regel können Schülerinnen und Schüler ab der 10. Schulstufe dieses Wahlmodul inskribieren, da sie dann die nötigen Grundkenntnisse haben, um dem Unterricht gut folgen zu können.

Eine weitere Möglichkeit für Regelschulen stellt das Wahlfach Astronomie dar. In Regelschulen ist ein Wahlfach nicht auf ein Semester beschränkt und beläuft sich ebenfalls auf einen Umfang von zwei Stunden pro Woche. Ein Vorreiterprojekt stellt dabei das Wahlfach „Astronomie, Raumfahrt, Planetenkunde und Kosmologie“ von Dr. Gerhard Pfeiffer dar, das am Konrad Lorenz Gymnasium in Gänserndorf abgehalten wurde. Dieses Wahlfach wurde bis jetzt immer über zwei Jahre angeboten, wobei es wiederum von Schülerinnen und Schülern ab der 10. Schulstufe besucht werden konnte. In den vier Semestern wurden jeweils die Bereiche Astronomie und Astrophysik, Raumfahrt, Planetenkunde und Kosmologie behandelt.

Ein Aspekt, der wesentlich für dieses Modell spricht, ist, dass die Umstellung auf ein modulares System in Gange ist und vom Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (kurz BMUKK) vorangetrieben und unterstützt wird. Die jungen Menschen, die sich für einen solchen Kurs anmelden, sind sicherlich an der Thematik interessiert und gewillt zu arbeiten, wodurch der Kreativität und dem Engagement der Lehrperson alle Türen offen stehen. Da die Wahlkurse ab der 10. Schulstufe besucht werden können, haben die Jugendlichen ein bestimmtes Niveau in Physik, Mathematik und Chemie, welches es wiederum erlaubt, auch

komplexere Themenbereiche zu behandeln, Formeln herzuleiten und Gesetzmäßigkeiten zu beweisen. Da ein Wahlkurs, wie der Name schon sagt, nicht verpflichtend ist, kann die breite Masse leider nicht erreicht werden. Insofern liefert ein Fach Astronomie in Form eines freiwilligen Kurses nur einen kleinen Beitrag zur Erweiterung des Allgemeinwissens unserer Schülerinnen und Schüler.

Angestrebtes Fachwissen in Astronomie am Ende der 12. Bzw. 13. Schulstufe:

1. Orientierung am Sternhimmel	**Beispiele und wichtige Begriffe:**
Die Bewegung der Erde um die Sonne definiert unsere Einteilungen in Tage und Jahre. Für einen Beobachter auf der Erde verändert sich der sichtbare Himmelsausschnitt periodisch.	Die Erde ist ein Himmelskörper und durch ihre gleichmäßigen Bewegungen kommt es zu Tag und Nacht, sowie zu den vier Jahreszeiten. Die zwölf Tierkreiszeichen und andere Sternbilder können einen Anstoß für eine Diskussion über die Sinnhaftigkeit und Anwendung der Astrologie bieten. Dadurch erwerben die Schülerinnen und Schüler zusätzliche Kritikfähigkeit gegenüber den Medien.
Gebrauch und Funktionsweise drehbarer Sternkarten können in diesem Zusammenhang erlernt und geübt werden. Auch das praktische Beobachten und Vermessen von Erscheinungen am Himmel und die anschließende Auswertung helfen, den Lernertrag zu sichern.	Je nach Jahreszeit und Position des irdischen Beobachters durchläuft die Sonne einen anderen Tagbogen. Auch die Phasen des Mondes verändern sich im Laufe eines Monats. Einfache Berechnungen zum Auf- und Untergang einiger astronomischer Objekte lockern den Unterricht auf und können durch eigene Beobachtungen überprüft werden.
Die wahren Bewegungen der Himmelskörper können mit Hilfe des Modells der scheinbaren Himmelskugel erklärt und erarbeitet werden. Der Unterschied zwischen Sonnentag und siderischem Tag, Äquator- und Ekliptikebene und die Bedeutung des Frühlings- und Herbstpunktes liefern ein tieferes Verständnis zur Geometrie des Sonnensystems.	Hier könnten das geozentrische und das heliozentrische Weltbild und die damit verbundenen Umbrüche in der Geschichte der Naturwissenschaften diskutiert werden.
Astronomische Koordinatensysteme: Horizontal- und Äquatorialkoordinaten	Mit Hilfe von Rektaszension und Deklination können die Positionen einzelner astronomischer Objekte angegeben werden.

Mit Helligkeiten astronomischer Objekte kann man Entfernungen bestimmen.	Das Entfernungsmodul ist ein Maß für die Entfernung eines Sterns. Verwendet werden dabei die scheinbare und die absolute Helligkeit. [26]
Erweiterungsbereich: Astronomische Koordinatensysteme und mathematische Betrachtungen	Topozentrische, geozentrische, baryzentrische, heliozentrische und galaktozentrische Koordinaten
2. Das Sonnensystem Unser Sonnensystem besteht aus dem Zentralgestirn, der Sonne, acht Planeten und deren Monde, Zwergplaneten, Kleinkörpern, Staub und Gas. Der Mond ist der Begleiter der Erde und wurde bereits von Menschen besucht. Unser Satellit hat einen erheblichen und nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Erde.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Die Entstehung des Sonnensystems mit seinen acht Planeten soll einen spannenden Einstieg in die Thematik bereiten. Die Planeten des Sonnensystems werden in innere und äußere Planeten unterteilt, wovon auch ihre physikalische Beschaffenheit abhängt. Seit 2008 ist Pluto kein Planet mehr, sondern ein Zwergplanet. In diesem Zusammenhang können die Definition eines Planeten, die beiden Zwergplaneten Ceres und Pluto, Planetoide, Kometen, Meteore, Meteorite und Katastrophen durch Impakte besprochen werden. Unter Verwendung des Newtonschen Gravitationsgesetzes und der Keplerschen Gesetze können leichte Berechnungen (Umlaufzeiten, etc.) für das Sonnensystem durchgeführt werden. Die Entstehung des Mondes soll hier genauso thematisiert werden, wie seine Bewegung, seine Phasen und Finsternisse. Durch den geringen Abstand zur Erde bedingt, verursacht seine Gravitationskraft die Gezeiten auf der Erde und sorgt für eine Stabilisierung der Erdachse und damit der Klimazonen.
Erweiterungsbereich: Lagrangepunkte und ihre Verwendung	Sowohl bei Jupiter und seinen springenden Trojanern, als auch bei Satelliten spielen die Lagrangepunkte eine wichtige Rolle.
3. Sterne Unser Zentralgestirn, die Sonne, ist ein Stern	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Die Sonne ist ein riesiger selbstleuchtender

und besteht fast ausschließlich aus Wasserstoff und Helium. Durch chemische Prozesse entsteht in einem Stern Energie und als Energielieferant ist die Sonne die Voraussetzung für Leben auf der Erde.	Gasball, der seine Energie aus Kernfusion bezieht und aus vielen Schichten aufgebaut ist. Physikalische Größen, wie Entfernung, Durchmesser, Masse, Oberflächentemperatur, etc. können gemeinsam erarbeitet werden. Die Energieerzeugung in der Sonne passiert durch Kernfusion. Auch faszinierende Erscheinungen wie Sonnenflecken, Protuberanzen, Sonnenstürme, etc. finden hier Platz und sind wegen ihrer derzeitigen Aktualität ein gern gesehenes Thema.
Sterne unterscheiden sich in Masse, Durchmesser und Temperatur und können dementsprechend klassifiziert werden.	Die Klassifikation von Sternen und das Hertz-Sprung-Russel-Diagramm werden kurz vorgestellt und diskutiert.
Das Spektrum des Lichtes gibt Auskunft über die Zusammensetzung eines Sterns.	Die meisten Sterne weisen Absorptionslinienspektren auf, die wenigsten besitzen ein Emissionslinienspektrum. Die Anordnung, Anzahl, Form und Stärke der Spektrallinien geben Auskunft über die chemische Zusammensetzung und physikalische Parameter, wie Temperatur, Dichte, Druck, magnetische Felder, etc., in der Atmosphäre des Sterns. [26]
Die Entstehung, Entwicklung und das Sterben von Sternen gehören zu den brutalsten Prozessen, die wir kennen.	Sterne entstehen in Staubwolken, entwickeln sich im Laufe ihres Lebens zu einem Roten Riesen und enden, abhängig von ihrer Masse, als Schwarzes Loch, Neutronenstern oder Weißer Zwerg. In Bezug auf die Entwicklung eines Sterns soll wieder auf das Hertz-Sprung-Russel-Diagramm verwiesen werden.
4. Grundzüge der Himmelsmechanik Das Newtonsche Gravitationsgesetz, die drei Newtonschen Axiome und die Keplerschen Gesetze bilden die Grundlage für eine Betrachtung der Himmelsmechanik.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** In diesem Abschnitt des Kurses sollen viele einfache mathematische Betrachtungen, Herleitungen und Berechnungen helfen, das Verständnis zu vertiefen. Das Zweikörperproblem soll in diesem Kontext besprochen werden. Ellipsengleichung, Perihel, Aphel, Fluchtgeschwindigkeit, Kreisbahngeschwindigkeit

	Herleitung der Keplerschen Gesetze
Erweiterungsbereich: Das Drei- und Mehrkörperproblem. Gravitationspotentiale einzelner Planeten im Sonnensystem berechnen und zeichnen.	Approximationen am Computer, Simulationen, etc.
5. Das Weltall und seine Strukturen Die Sterne sind nicht gleichmäßig verteilt. Sie bilden oft Sternhaufen und Galaxien, die wiederum Galaxienhaufen und Galaxien-Superhaufen ausmachen. Wir befinden uns mit unserem Sonnensystem mitten in einem Spiralarm der Milchstraße und sehen somit am Himmel eine Innenansicht.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Die Milchstraße ist eine Spiralgalaxie mit drei Armen (Sagittariusarm, Orionarm und Perseusarm), die einen Durchmesser von 100.000 Lichtjahren und eine Breite von 1.500 Lichtjahren hat. Unser Sonnensystem rotiert mit einer Geschwindigkeit von 220 km/s um das Zentrum der Milchstraße und braucht für einen Umlauf zirka 220 Millionen Jahre. [26] Unter Verwendung des Newtonschen Gravitationsgesetzes und der Keplerschen Gesetze kann die Masse des Schwarzen Loches im Zentrum der Milchstraße abgeschätzt werden. Beispiele anderer Galaxien in unserer Umgebung und in weiter Entfernung sollen die unglaubliche Vielfalt im Universum aufzeigen.
6. Geschichte der Astronomie Schon vor vielen Tausend Jahren beobachteten die Menschen systematisch den Himmel, vermaßen Planeten- und Sternpositionen und andere Erscheinungen am Himmel.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Durch Beobachtungen, die über viele Generationen durchgeführt wurden, konnten schon die Babylonier sehr genau berechnen, wie lange ein Tag ist und erstellten mit diesen Daten einen Kalender. Die Menschen der Bronzezeit bauten ihre Grabstätten so, dass zur Winter- oder Sommersonnenwende das Licht der aufgehenden Sonne bis ans hintere Ende der Grabkammer fiel.
7. Der Mensch und die Raumfahrt Die Geschichte der Raumfahrt.	**Beispiele und wichtige Begriffe:** Der Mensch hat schon immer in den Himmel geschaut und sehr lange danach getrachtet, das Weltall zu erkunden. In den 1960er

Swing-by Manöver	Jahren ist dieser Wunsch dann zu einem Wettlauf gegen die Zeit geworden.

3.3. Reichweite der Modellvorschläge

3.3.1. Erstes Modell – Astronomie in der 8. Schulstufe

Im Schuljahr 2010/2011 haben österreichweit 94.357 Schülerinnen und Schüler die 8. Schulstufe besucht.

Schultyp	Besuchte Ausbildung im Schuljahr 2010/2011
Volkschulen	35
Hauptschulen	61.318
Sonderschulen	2.170
Polytechnische Schulen	34
Neue Mittelschulen	1
Allgemein bildende höhere Schulen	29.406
Sonstige allgemein bildende (Statut-) Schulen	1.135
Berufsbildende mittlere Schulen	258
Technische gewerbliche mittlere Schulen	258

Tabelle 3 - Übersicht, wie viele Schülerinnen und Schüler in der 8. Schulstufe den jeweiligen Schultyp besucht haben.

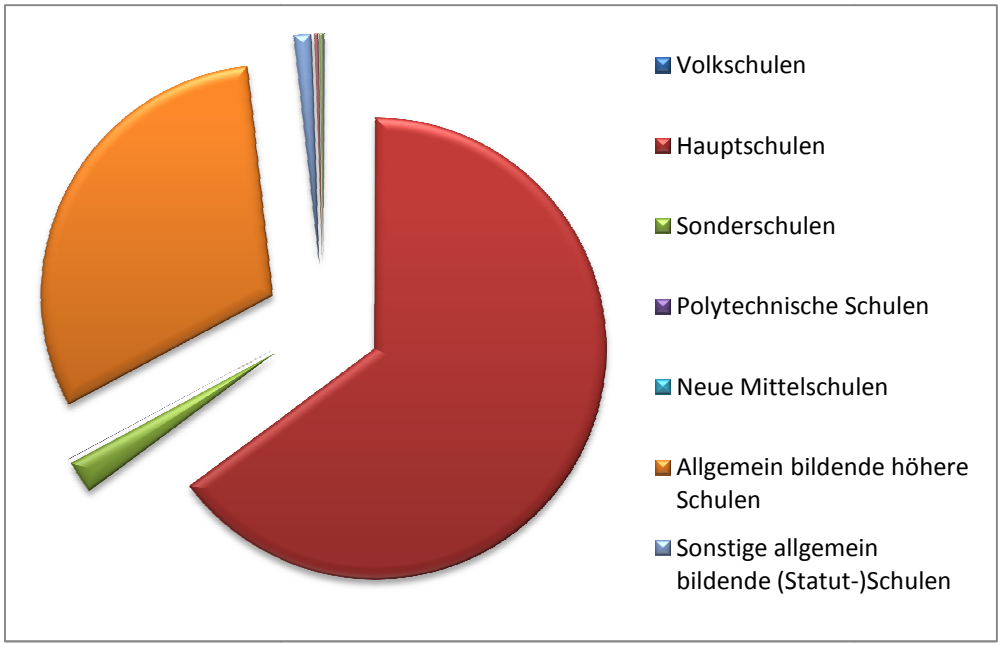


Abbildung 17 - Grafische Übersicht, wie viele Schülerinnen und Schüler in der 8. Schulstufe den jeweiligen Schultyp besucht haben.

Ein Pflichtfach Astronomie in der 8. Schulstufe würde somit **90.983** Schülerinnen und Schüler erreichen, das entspricht rund **96,4%.** Die restlichen 3.374 Schülerinnen und Schüler (also rund 3,6%) wurden ausgenommen, da es in Volkschulen, Polytechnischen Schulen, Sonderschulen und sonstigen allgemein bildenden Schulen, die spezielle oder ausländische Lehrpläne haben, sicherlich besonders schwierig ist, ein Fach Astronomie durchzusetzen.

[24]

3.3.2. Zweites Modell – Astronomie in der 9. Schulstufe

Im Schuljahr 2009/2010 haben 94.106 Schülerinnen und Schüler in Österreich die 8. Schulstufe in einer Hauptschule, AHS-Unterstufe, Sonderschule oder einer sonstigen allgemein bildenden Schule besucht. Von diesen 94.000 Schülerinnen und Schülern sind 87.000 [102] im Schuljahr 2010/2011 in die Sekundarstufe II übergetreten und haben dabei folgende Schultypen gewählt:

Schultyp	Besuchte Ausbildung im Schuljahr 2010/2011
Polytechnische Schulen	17.439
AHS - Oberstufen	21.718
Sonstige allgemein bildende (Statut-) Schulen	843

[102] Es haben rund 2.300 Schülerinnen und Schüler die Schulstufe wiederholt, 4.700 haben ihre Ausbildung abgebrochen. [25]

Berufsschulen	5.074
Berufsbildende mittlere Schulen	13.668
Berufsbildende höhere Schulen	27.512

Tabelle 4 - Übersicht, wie viele Schülerinnen und Schüler in der 9. Schulstufe den jeweiligen Schultyp gewählt haben.

[25]

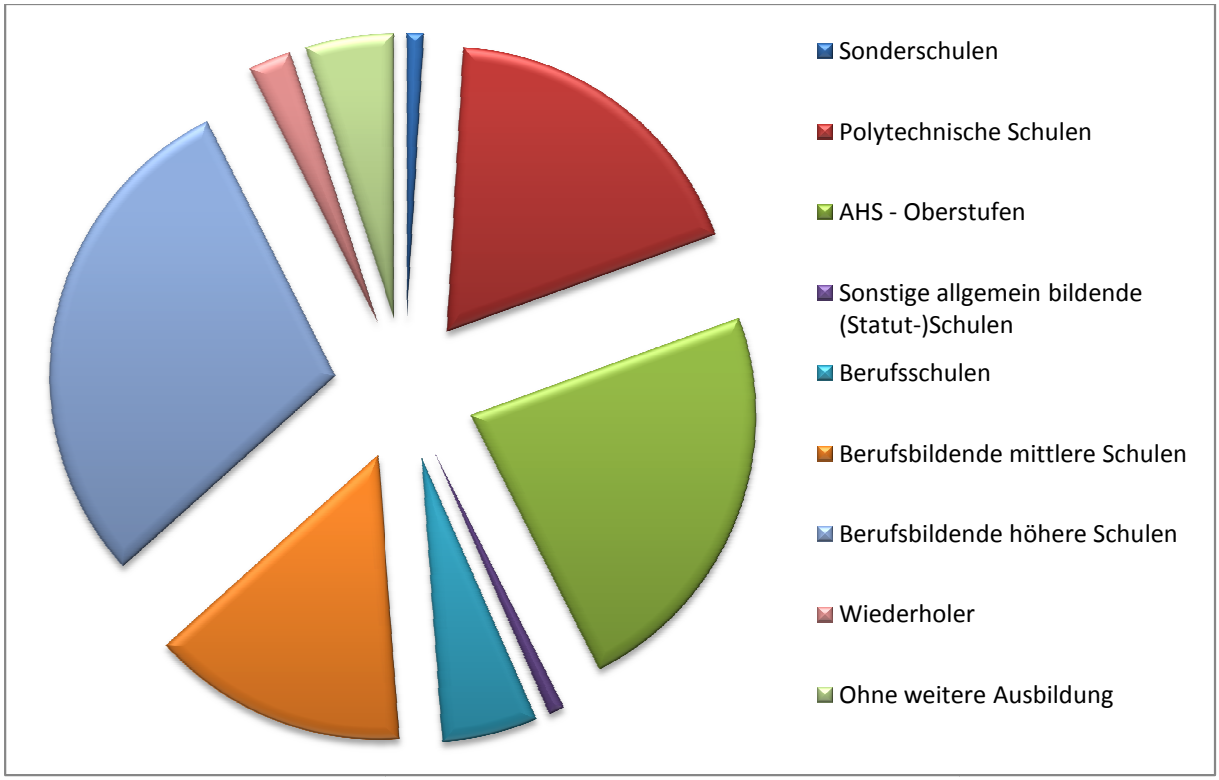


Abbildung 18 – Grafische Übersicht, wie viele Schülerinnen und Schüler in der 9. Schulstufe den jeweiligen Schultyp gewählt haben.

Berufsbildende mittlere Schulen (BMS) oder Fachschulen sollen berufliche Qualifikationen und Allgemeinbildung vermitteln. Die Ausbildung in einer BMS dauert in den meisten Fällen 3-4 Jahre, (wobei es auch ein- und zweijährige Fachschulen gibt,) und endet mit einer Abschlussprüfung. Bei berufsbildenden höheren Schulen (BHS) schließen die Schülerinnen und Schüler mit einer Reife- oder Diplomprüfung ab. Die Ausbildung soll eine höhere berufliche Qualifikation und eine fundierte Allgemeinbildung vermitteln und dauert 5 Jahre. [27]

Zu berufsbildenden mittleren und höheren Schulen (BMHS) werden gezählt:

- Technische, gewerbliche und kunstgewerbliche Schulen
- Kaufmännische Schulen
- Schulen für wirtschaftliche Berufe
- Schulen für Mode und Bekleidung
- Schulen für Sozialpädagogik
- Höhere land- und forstwirtschaftliche Schulen

- Bildungsanstalten für Kindergartenpädagogik
- Bildungsanstalten für Sozialpädagogik

[27]

Um das Modell eines Pflichtfaches Astronomie in der 9. Schulstufe realisieren zu können, muss man bedenken, dass Schülerinnen und Schüler, die ihre Ausbildungen in Sonderschulen, Polytechnischen Schulen, sonstigen allgemeinbildenden Schulen und Berufsschulen absolvieren, aus der Berechnung auszugliedern sind. Da berufsbildende mittlere und höhere Schulen das Ziel haben, Allgemeinbildung zu vermitteln, werden sie in der nachfolgenden Aufstellung miteinbezogen.

Schultypen, die entfallen	**Besuchte Ausbildung im Schuljahr 2010/2011**
Sonderschulen	873
Polytechnische Schulen	17.439
Sonstige allgemein bildende (Statut-) Schulen	843
Berufsschulen	5.074
Wiederholer	2.279
Ohne weitere Ausbildung	4.700
gesamt	**31.208**

Tabelle 5 – Übersicht über die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die aus der Rechnung ausgenommen werden müssen.

Im Falle, dass Astronomie als Pflichtfach in der 9. Schulstufe umgesetzt worden wäre, hätte man im Schuljahr 2010/2011 österreichweit 31.208 Schülerinnen und Schüler nicht erreicht, das entspricht rund 33,1 %.Damit wären im Umkehrschluss **66,9 %** der Jugendlichen in den Genuss astronomischer Bildung gekommen.

Schultypen, die entfallen	**Besuchte Ausbildung im Schuljahr 2010/2011**
Sonderschulen	873
Polytechnische Schulen	17.439
Sonstige allgemein bildende (Statut-) Schulen	843
Berufsschulen	5.074
Berufsbildende mittlere Schulen	13.668
Wiederholer	2.279
Ohne weitere Ausbildung	4.700
gesamt	**44.876**

Tabelle 6 –Erweiterte Übersicht über die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die aus der Rechnung ausgenommen werden müssen.

[25]

Werden außerdem alle Schülerinnen und Schüler aus der Rechnung ausgenommen, die eine berufsbildende mittlere Schule besuchen, so steigt die Zahl weiter auf 44.876. Das entspricht rund 47,7 %. Damit hätten mit diesem erweiterten Modell nur **52,3 %** aller Schülerinnen und Schüler in der 9. Schulstufe Astronomieunterricht erhalten.

3.3.3. Drittes Modell – Astronomie als Wahlfach oder Wahlmodul

Ein Wahlfach oder Wahlmodul Astronomie sollte ab der 10. Schulstufe für alle Schülerinnen und Schüler zugänglich sein. Im Schuljahr 2010/2011 haben österreichweit 350.943 Schülerinnen und Schüler die Sekundarstufe II (Schulstufe 10 – 13) besucht. [24]

Im Zuge der Vorbereitung und Recherche für diese Arbeit habe ich alle modularen Oberstufen [103]in Wien kontaktiert. Im modularen System besteht die Möglichkeit, Wahlmodule zu den unterschiedlichsten Themenbereichen anzubieten. In dieser Hinsicht wollte ich wissen, an wie vielen der sieben modularen Oberstufen in Wien ein Wahlmodul zu Astronomie und Astrophysik angeboten wurde bzw. angeboten wird. Nur zwei Schulen, nämlich das GRG Draschestraße im 23. Bezirk und das BRG Krottenbachstraße im 19. Bezirk haben sich mit einer positiven Rückmeldung an mich gewandt. Das Wahlmodul wird im GRG Draschestraße jedes Sommersemester abgehalten und ist für Jugendliche ab der 10. Schulstufe vorgesehen. Durchschnittlich besuchen etwa 25 Schülerinnen und Schüler das Modul.

In einer großzügigen Abschätzung möchte ich nun annehmen, dass es in Österreich 30 Schulen gibt, die ein Wahlmodul oder Wahlfach, mit jeweils 25 Schülerinnen und Schüler pro Jahrgang und Kurs anbieten. Damit könnte man österreichweit pro Jahr etwa **750** Jugendliche erreichen. Unter der Voraussetzung, dass diese Zahlen auch für das Schuljahr 2010/2011 gelten, entspräche das **0,21 %** aller Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II.

3.3.4. Zusammenfassung und Übersicht

Würde Astronomie in der 8. Schulstufe als eigenständiges Fach gelehrt werden, könnte man **96%** aller Schülerinnen und Schüler erreichen. In der 9. Schulstufe würden lediglich etwa **67 %** (bzw. **52 %** im Falle, dass auch Jugendliche der BMS ausgenommen werden) in den Genuss astronomischer Bildung kommen. Ein Wahlfach bzw. Wahlmodul Astronomie steht hingegen nur etwa **0,2 %** aller Schülerinnen und Schüler zur Verfügung.

[103] Genauere Informationen zur modularen Oberstufe können die Leser im Abschnitt 5 dieser Arbeit finden.

Die Astronomie bietet die Möglichkeit, vernetztes Denken zu fördern und projektorientierten Unterricht mit integrierendem Charakter anzubieten. Außerdem gehören viele der Aspekte, die in einem solchen Unterricht vorkommen sollten, zur Allgemeinbildung. Vor diesem Hintergrund wäre natürlich der Unterricht in der 8. Schulstufe die beste Lösung, da die meisten Kinder erreicht werden könnten. Im österreichischen Bildungssystem wird jedoch eher die Variante „Wahlmodul oder Wahlfach“ zu realisieren sein.

4. Unterrichtsvorschläge

4.1. Jahresplanung und Schwerpunktsetzung

Im folgenden Abschnitt dieser Arbeit soll eine Jahresplanung für die drei postulierten Modelle vorgeschlagen werden. Dabei wird auf das Kompetenzmodell (Abschnitt 3.1.1.) und das angestrebte Fachwissen (3.2.1.-3.2.3.) in den jeweiligen Schulstufen zurückgegriffen. Die als fett markierten Themenbereiche können als Schwerpunkt verstanden werden.

Astronomie als Fach in der 4. Klasse bzw. in der 8. Schulstufe

Wie schon oben erwähnt, muss der Astronomieunterricht in dieser Schulstufe sehr populärwissenschaftlich gestaltet werden. Im Folgenden soll davon ausgegangen werden, dass für ein Pflichtfach Astronomie pro Jahr rund 40 Unterrichtseinheiten zur Verfügung stehen. Von diesen 40 Unterrichtseinheiten zu je einer Unterrichtstunde entfallen pro Semester zwei Stunden auf einen Test und die Testnachbereitung. Somit bleiben 36 Unterrichtseinheiten übrig, um den vorgesehenen Stoff durchzunehmen.

Schwerpunktsetzung und Jahresplanung	Stunden	Fachspezifische und fächerübergreifende Lehrziele, Bildungsbereiche
1. Orientierung am Sternhimmel	6	• Scheinbare Himmelskugel und die wichtigsten Sternbilder • Unterschied zwischen scheinbarer und wahrer Bewegung kennen • Erwerb grundlegender Fähigkeiten im Umgang mit der drehbaren Sternkarte
2. Das Sonnensystem	**15**	• Sonnensystem und seine Zusammensetzung • Zustandekommen von Sonnen- und Mondfinsternissen • Himmelsmechanik (drei Keplersche Gesetze und Newtonsches Gravitationsgesetz)
3. Sterne	6	• Aufbau und Zusammensetzung der Sonne und anderer Sterne • Energieerzeugung in Sternen • Entwicklungsstadien der Sterne
4. Das Weltall und seine Strukturen	5	• Milchstraße und andere Galaxien • Urknalltheorie
5. Geschichte der Astronomie	4	• Kalenderanlagen und ihre Nutzung • Babylon, Ägypter, Mayas, etc. • Astronomie und die Seefahrt • Moderne Astronomie und Physik

Astronomie als Fach in der 5. Klasse bzw. in der 9. Schulstufe und am Ende der Schulpflicht

Auch bei diesem Modell stehen etwa 40 Unterrichtseinheiten zur Verfügung. Pro Semester entfallen je zwei Stunden für einen Test und die Testnachbereitung. Damit bleiben wieder 36 Lehreinheiten für die Vermittlung des Stoffes.

Schwerpunktsetzung und Jahresplanung	Stunden	Fachspezifische und fächerübergreifende Lehrziele, Bildungsbereiche
1. Orientierung am Sternhimmel	5	• Scheinbare Himmelskugel und die wichtigsten Sternbilder • Unterschied zwischen scheinbarer und wahrer Bewegung kennen • Erwerb grundlegender Fähigkeiten im Umgang mit der drehbaren Sternkarte
2. Das Sonnensystem	8	• Sonnensystem und seine Zusammensetzung • Zustandekommen von Sonnen- und Mondfinsternissen • Himmelsmechanik (drei Keplersche Gesetze und das Newtonsches Gravitationsgesetz), Anwendungen und einfache Rechnungen zu den Gesetzen
3. Sterne	**10**	• Aufbau und Zusammensetzung der Sonne und anderer Sterne, Spektren der Sterne • Erwerb grundlegender Fähigkeiten durch die Verwendung des Entfernungsmoduls • Energieerzeugung in Sternen (pp-Kette, CNO-Zyklus, etc.) • Entwicklungsstadien der Sterne
4. Das Weltall und seine Strukturen	8	• Milchstraße und andere Galaxien • Urknalltheorie, einfache kosmologische Überlegungen zur Zusammensetzung des Universums
5. Geschichte der Astronomie	5	• Kalenderanlagen und ihre Nutzung • Babylon, Ägypter, Mayas, etc. • Astronomie und die Seefahrt • Moderne Astronomie und Physik

Astronomie als Wahlfach oder Wahlmodul an Schulen mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt

Bei einem zweistündigen Wahlfach stehen, schätzungsweise, 80 Unterrichtseinheiten pro Schuljahr zur Verfügung. Ein zweistündiges Wahlmodul, findet in der Regel nur ein Semester lang statt. Der Unterrichtsstoff müsste in diesem Fall entsprechend gekürzt und die Schwerpunkte anders gesetzt werden. Die beiden Möglichkeiten werden im Folgenden getrennt betrachtet werden. Wieder soll davon ausgegangen werden, dass zwei Stunden pro Semester auf einen Test und die Nachbereitung entfallen. Damit verbleiben für das Wahlfach 76 und für das Wahlmodul 36 Unterrichtseinheiten.

Wahlmodul Astronomie: Stundenumfang rund 36 Unterrichtseinheiten

Schwerpunktsetzung und Jahresplanung	Stunden	Fachspezifische und fächerübergreifende Lehrziele, Bildungsbereiche
1. Orientierung am Sternhimmel	2	• Scheinbare Himmelskugel und die wichtigsten Sternbilder • Unterschied zwischen scheinbarer und wahrer Bewegung kennen • Erwerb grundlegender Fähigkeiten im Umgang mit der drehbaren Sternkarte
2. Das Sonnensystem	6	• Sonnensystem und seine Zusammensetzung • Zustandekommen von Sonnen- und Mondfinsternissen
3. Sterne	**8**	• Aufbau und Zusammensetzung der Sonne und anderer Sterne, Spektren der Sterne • Erwerb grundlegender Fähigkeiten durch die Verwendung des Entfernungsmoduls • Energieerzeugung in Sternen (pp-Kette, CNO-Zyklus, etc.) • Entwicklungsstadien der Sterne
4. Grundzüge der Himmelsmechanik	**10**	• Himmelsmechanik (drei Keplersche Gesetze und das Newtonsches Gravitationsgesetz), Anwendungen und einfache Rechnungen zu den Gesetzen • Ellipsengleichung, Perihel, Aphel, eventuell Konstruktion von Ellipsen und damit fächerübergreifender Unterricht • Fluchtgeschwindigkeit, Kreisbahngeschwindigkeit
5. Das Weltall und seine Strukturen	4	• Milchstraße und andere Galaxien • Urknalltheorie, einfache kosmologische

		Überlegungen zur Zusammensetzung des Universums
6. Geschichte der Astronomie	2	• Kalenderanlagen und ihre Nutzung • Babylon, Ägypter, Mayas, etc.
7. Der Mensch und die Raumfahrt	4	• Geschichte der Raumfahrt, eventuell unterstützt durch Filme und Dokumentationen. • Raumfahrt heute und ihr Nutzen für die moderne Zivilisation

Wahlfach Astronomie: Stundenumfang rund 76 Unterrichtseinheiten

Schwerpunktsetzung und Jahresplanung	Stunden	Fachspezifische und fächerübergreifende Lehrziele, Bildungsbereiche
1. Orientierung am Sternhimmel	4	• Scheinbare Himmelskugel und die wichtigsten Sternbilder • Unterschied zwischen scheinbarer und wahrer Bewegung kennen • Erwerb grundlegender Fähigkeiten im Umgang mit der drehbaren Sternkarte
2. Das Sonnensystem	8	• Sonnensystem und seine Zusammensetzung • Zustandekommen von Sonnen- und Mondfinsternissen
3. Sterne	**14**	• Aufbau und Zusammensetzung der Sonne und anderer Sterne, Spektren der Sterne, Klassifikation nach Leuchtkraft, Hertzsprung-Russel-Diagramm • Erwerb grundlegender Fähigkeiten durch die Verwendung des Entfernungsmoduls • Energieerzeugung in Sternen (pp-Kette, CNO-Zyklus, etc.) • Entwicklungsstadien der Sterne
4. Grundzüge der Himmelsmechanik	**18**	• Himmelsmechanik (drei Keplersche Gesetze und das Newtonsches Gravitationsgesetz), Anwendungen und einfache Rechnungen zu den Gesetzen • Zweikörper- und Mehrkörperproblem und Approximation am Computer • Ellipsengleichung, Perihel, Aphel • Fluchtgeschwindigkeit, Kreisbahngeschwindigkeit • Berechnungen und grafische Darstellungen des

		Gravitationspotentials der acht Planeten und unserer Sonne
5. Das Weltall und seine Strukturen	**16**	• Milchstraße und andere Galaxien, Hubble-Klassifikation • Unter Verwendung des dritten Keplerschen Gesetzes: Berechnung der Masse des Schwarzen Loches im Zentrum der Milchstraße • Blick in die Vergangenheit: Galaxien am Anfang des Universums und was wir von ihnen lernen • Urknalltheorie, kosmologische Überlegungen zur Zusammensetzung des Universums, Friedmanngleichungen
6. Geschichte der Astronomie	6	• Kalenderanlagen und ihre Nutzung • Babylon, Ägypter, Mayas, etc. • Astronomie und die Seefahrt • Moderne Astronomie und Physik
7. Der Mensch und die Raumfahrt	10	• Geschichte der Raumfahrt, eventuell unterstützt durch Filme und Dokumentationen. • Raumfahrt heute und ihr Nutzen für die moderne Zivilisation • Swing-by Manöver

4.2. Praktische Einheiten

> *„Im Unterschied zu den anderen naturwissenschaftlichen Fächern kann sich der Lehrer im Astronomieunterricht kaum des Experiments bedienen. Statt dessen bildet die >unmittelbare Beobachtung des gestirnten Himmels< einen integrierenden Bestandteil des Unterrichtsprozesses. Zwar können Himmelsbeobachtungen unter Umständen zeitraubend sein, die Unsicherheit der Witterung kann kurzfristige Ankündigungen und oftmals auch Änderungen notwendig machen, doch ist ihr Gewinn für die Bildung und Erziehung außerordentlich groß.“* [104]

Da kaum eine Schule über ein eigenes Teleskop verfügt und die Bedingungen für Beobachtungen in Städten meist sehr schlecht sind, kann man auf andere, leichter durchzuführende Experimente und Beobachtungen zurückgreifen. Im folgenden Abschnitt dieser Arbeit möchte ich mich mit solchen praktischen Übungen beschäftigen. Der erste Teil der Aufgabenstellungen (1 – 7) ist für Kinder jeden Alters geeignet. Die letzten Übungen (8 – 12) können erst in der Sekundarstufe II in den Unterricht eingebunden werden, da zur Lösung spezielle mathematische Grundkompetenzen erforderlich sind. Für alle Experimente ist es ratsam, den Schülerinnen und Schülern das wissenschaftliche Protokollieren näherzubringen, um eine anschließende Analyse und Interpretation einfacher zu machen.

Des Weiteren wird jede Aufgabenstellung hinsichtlich der Anforderungen gemäß dem (von mir erweiterten) österreichischen Kompetenzmodell für die 8. Schulstufe klassifiziert. Da jede Frage anders eingeordnet wird, können die Leser die entsprechenden Kompetenz-Koordinaten in eckigen Klammern am Ende jeder Problemstellung finden. [105]

1. Beobachtungen von Sonnenuntergängen

> *„Es ist gar nicht notwendig, ausschließlich die Dunkelheit zur Beobachtung zu nutzen. Auch am Tage lassen sich ohne größere Umstände wertvolle Erkenntnisse durch unmittelbare Himmelsbetrachtungen gewinnen.“*[106]

Für diesen Versuch benötigt man einen Ort, von dem man freie Sicht auf den Westhorizont hat. Nun soll der Sonnenuntergang an mehreren, aufeinander folgenden Tagen beobachtet und der Verlauf in eine Skizze eingetragen werden. **[E1 N1 A1]** Bei der Skizze ist es hilfreich, sich einige markante Strukturen, wie Berge, Häuser, usw. einzuzeichnen. Eine weitere Möglichkeit wäre, eine digitale Fotokamera mit einem Stativ an einer passenden Stelle

[104] [52], S.16
[105] Für eine genaue Erklärung des Kompetenzmodells für die 8. Schulstufe und ein Beispiel einer Klassifizierung werden die Leser auf Abschnitt 3.1.1. dieser Arbeit verwiesen.
[106] [52], S. 17

aufzustellen und die untergehende Sonne in regelmäßigen Abständen zu fotografieren oder zu filmen. Auf diese Weise werden eine Skizze unnötig und der Umgang mit modernen Technologien automatisch in den Unterricht eingebunden.

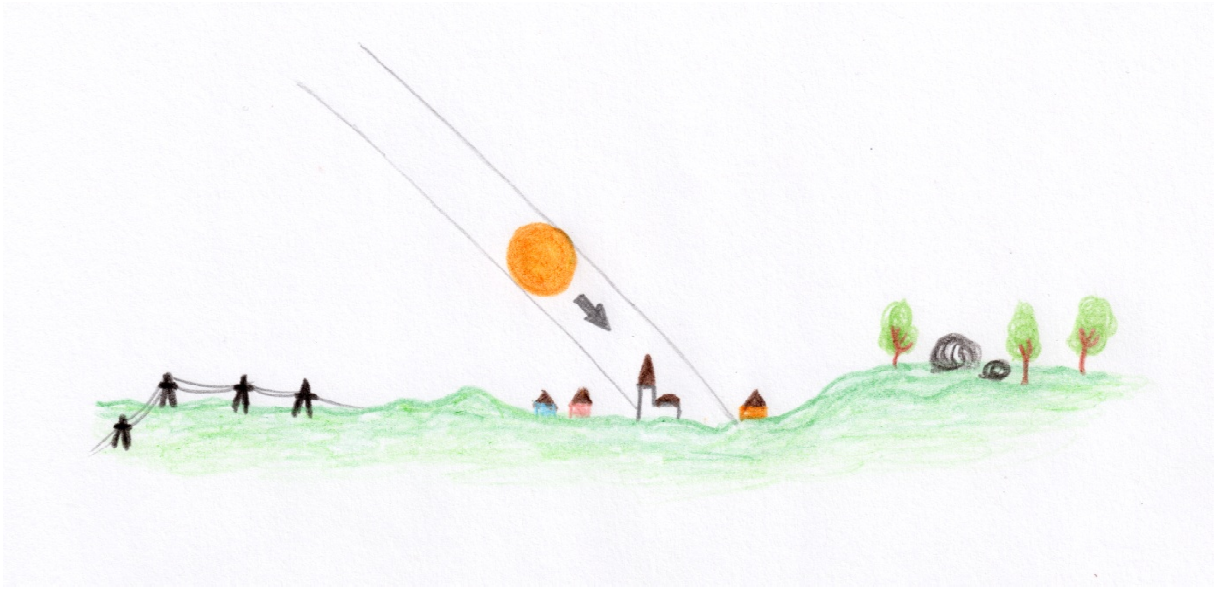


Abbildung 19 - Skizze zum Verlauf des Sonnenuntergangs am Westhorizont.

Die Schülerinnen und Schüler sollen außerdem folgende Fragen beantworten:

I. Zu welchem Zeitpunkt berührt die Sonne mit ihrem untersten Punkt den Horizont? **[W1 N1 A1]**
II. Wie lange dauert es, bis die Sonne schließlich ganz hinter dem Horizont verschwunden ist? **[E1 N1 A1]**
III. Warum verändern sich die Form und Farbe der Sonne beim Untergang? **[E2 N2 A1]**
IV. Was kannst du feststellen, wenn du die Orte und Zeitpunkte der Sonnenuntergänge unterschiedlicher Tage vergleichst? **[E4 N1 A1]** Wie kann man diese Veränderungen erklären? **[S1 N2 A1]**

Dieses Experiment kann in analoger Weise für den Mond durchgeführt werden. [61]

Erläuterung:

Die scheinbare, tägliche Bewegung der Sonne kann leicht nachvollzogen werden. Die Sonne geht im Osten auf, erreicht im Süden ihren höchsten Punkt, den sogenannten Kulminationspunkt, und geht im Westen wieder unter. Das ergibt sich durch die tägliche Rotation der Erde um ihre Achse. Die Orte und Zeitpunkte der Sonnenuntergänge verändern sich Tag für Tag. Die Ursache für dieses Phänomen ist die Neigung der Erdachse. Auch die

Bewegung der Erde auf einer elliptischen Bahn um die Sonne kann in diesem Beispiel in erster Näherung vernachlässigt werden. Dadurch ergeben sich für uns jeden Tag unterschiedliche Zeitpunkte für den Sonnenaufgang und –untergang.

Abbildung 20 - Drei hintereinander aufgenommene Fotos der untergehenden Sonne zeigen die scheinbare Bewegung und die Veränderung der Form und Farbe des Sterns. [107]

Beim Sonnenuntergang verändern sich oft die Farbe und die Form der Sonne. Das lässt sich durch die Brechung des Lichts an den Luftschichten der Atmosphäre erklären. Je tiefer die Sonne am Horizont steht, umso mehr Luftschichten müssen die Sonnenstrahlen durchdringen, bis wir sie auf unserer Netzhaut registrieren. Je mehr Luft die Lichtstrahlen durchdringen müssen, umso stärker werden sie gebrochen, und daher scheinen sich Farbe und Form der Sonne zu verändern. Dieses Phänomen nennt man Refraktion an den Luftschichten. Die vielen Luftschichten fungieren außerdem als Filter. Sie ermöglichen, die Sonne abends kurz ohne spezielle Sonnenbrille oder ähnlichem mit freiem Auge betrachten zu können, ohne einen Schaden der Netzhaut befürchten zu müssen. [28], [29]

Will man die Sonne mit einem Fernrohr beobachten, so sollte man die Projektionsmethode verwenden: Das aus dem Teleskop oder Fernrohr austretende Licht wird von einem Schirm aufgefangen. Die Abbildung der Sonne kann dann auf dem Schirm betrachtet werden.

Zusätzlich tritt das aus der Psychologie bekannte Phänomen der **optischen Täuschung** auf. Ein Objekt, dessen Entfernung man fälschlicherweise überschätzt, wird als sehr viel größer wahrgenommen. Ein Beispiel hierfür ist die sogenannte „**Mondtäuschung**“. Befindet sich der Mond in der Nähe des Zenits so wird er in seiner normalen Größe wahrgenommen. Bewegt er sich aber in die Nähe des Horizonts, wo sich Vergleichsgegenstände beispielsweise Bäume, Gebäude, Berge, etc. befinden, so wirkt er für den Betrachter erheblich größer. Diese optische Täuschung kann man durch einen einfachen Trick umgehen: Man ballt die Hand zu einer Faust und lässt ein kleines Loch frei. Der Arm wird dann in einer Entfernung von 10-15cm vor das Auge gehalten und auf diese Weise werden umgebende Objekte verdeckt. Visiert man nun den Mond an, so gibt es keine Vergleichsobjekte mehr und der Mond erscheint in seiner normalen Größe. [30]

[107] [28], S.18

2. Beobachtungen der Mondbahn

In diesem Versuch soll der Stand des Mondes im Bezug zu benachbarten Sternen festgehalten werden. In einer klaren Mondnacht soll der Winkelabstand des Mondes zu seinen Nachbarsternen vermessen werden, indem man einen Maßstab am ausgestreckten Arm verwendet.

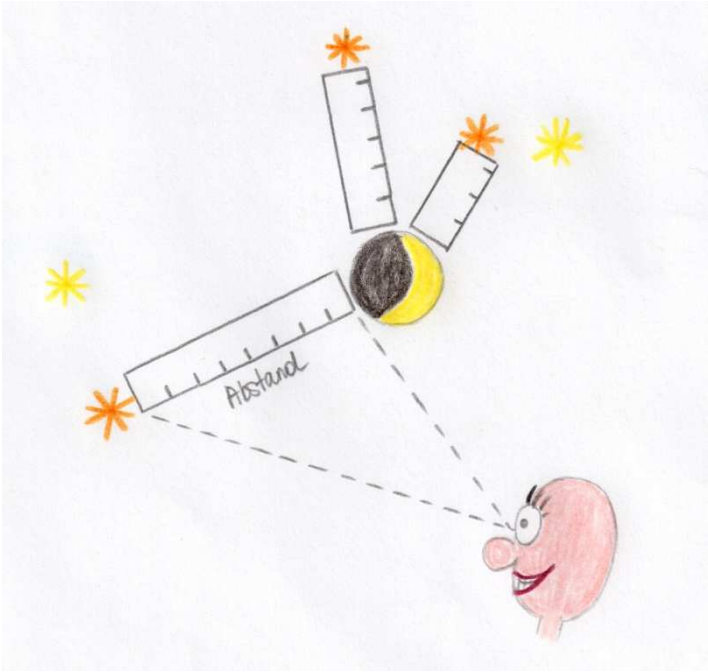


Abbildung 21 - Die Vermessung der Bahn des Mondes.

Dieser Vorgang soll nach jeweils einer Stunde wiederholt werden. Die Schülerinnen und Schüler können nun eine einfache Sternkarte mit den Vergleichssternen und den Positionen des Monds anfertigen. In den darauffolgenden Nächten wird der Versuch wiederholt und auch diese Ergebnisse werden in die selbst gemachte Sternkarte eingetragen. **[E3 N1 A2]** Nun sollen die Schülerinnen und Schüler der Frage nachgehen, wie die Veränderungen der Mondpositionen zustande kommen und wann der Mond wieder zu den anfänglichen Vergleichssternen zurückgekehrt ist. [61] **[S1 N2 A2]**

Erläuterungen:

Abbildung 22 - Wird der Mond von einem bestimmten Ort aus immer wieder beobachtet, so kann man die ständige Veränderung seiner Position erkennen.

Der Erdmond bewegt sich auf einer kreisähnlichen Bahn um die Erde. Beobachtet man den Mond zu verschiedenen Zeitpunkten und an unterschiedlichen Orten, so stellt man rasch fest, dass wir immer dieselbe Seite der Oberfläche unseres Trabanten sehen. Das ist dadurch zu erklären, dass der Mond während einer Umrundung der Erde genau einmal um die eigene Achse rotiert. Diese Art der Bewegung wird **gebundene Rotation** genannt. Der Mond bewegt sich jedoch auch gemeinsam mit der Erde um die Sonne.

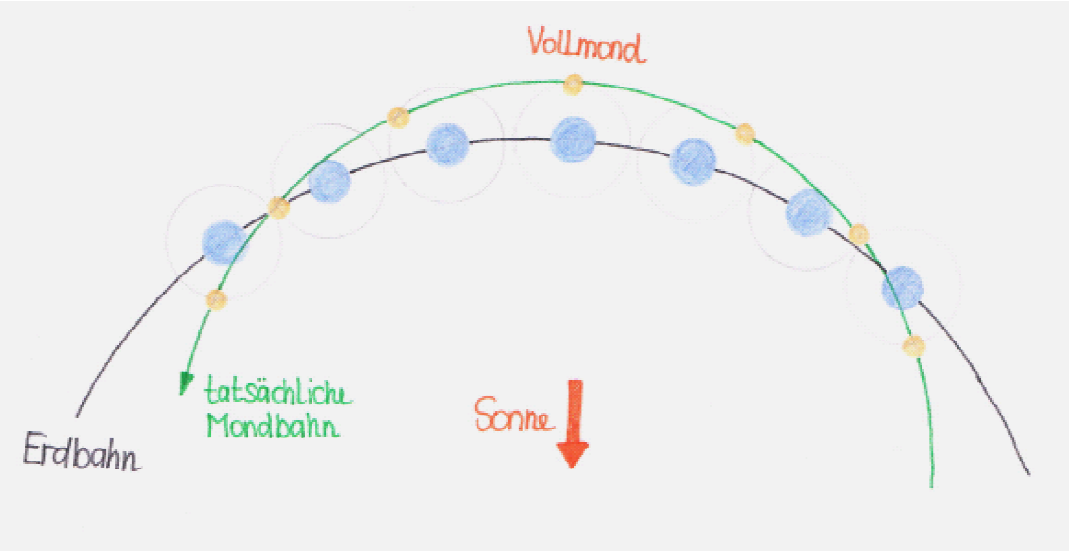


Abbildung 23 - Die Bahnen der Erde und des Mondes um die Sonne.

Von der Sonne aus gesehen dauert es **27,3 Tage**, bis der Mond wieder die gleiche Stellung zu einem Vergleichsstern einnimmt. Diese Zeit bezeichnet man in der Astronomie als **siderischen Monat**. Andererseits dauert es etwas länger, bis der Mond wieder dieselbe Phase erreicht hat. Diese besagte Zeitspanne von **29,5 Tagen** wird **synodischer Monat** genannt. [28]

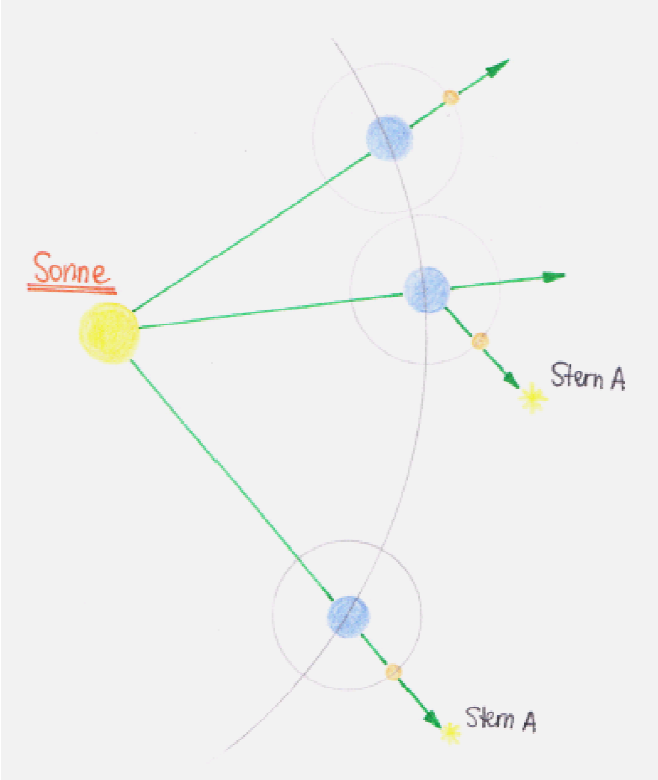


Abbildung 24 - Es wird unterschieden zwischen dem siderischen und dem synodischen Monat.

3. Die Länge eines Sterntages

Unter einem Sterntag versteht man jene Zeitspanne, in der sich die Erde in Bezug zum Sternenhimmel ein Mal um die eigene Achse gedreht hat. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich einen Ort mit einem markanten, hohen Gebäude aussuchen und dann die Bahn eines hellen Sterns beobachten. Der Zeitpunkt, zu dem jener helle Stern hinter dem Gebäude verschwindet oder sich genau darüber befindet wird dann an einigen aufeinanderfolgenden Tagen notiert. **[E3 N1 A1]**

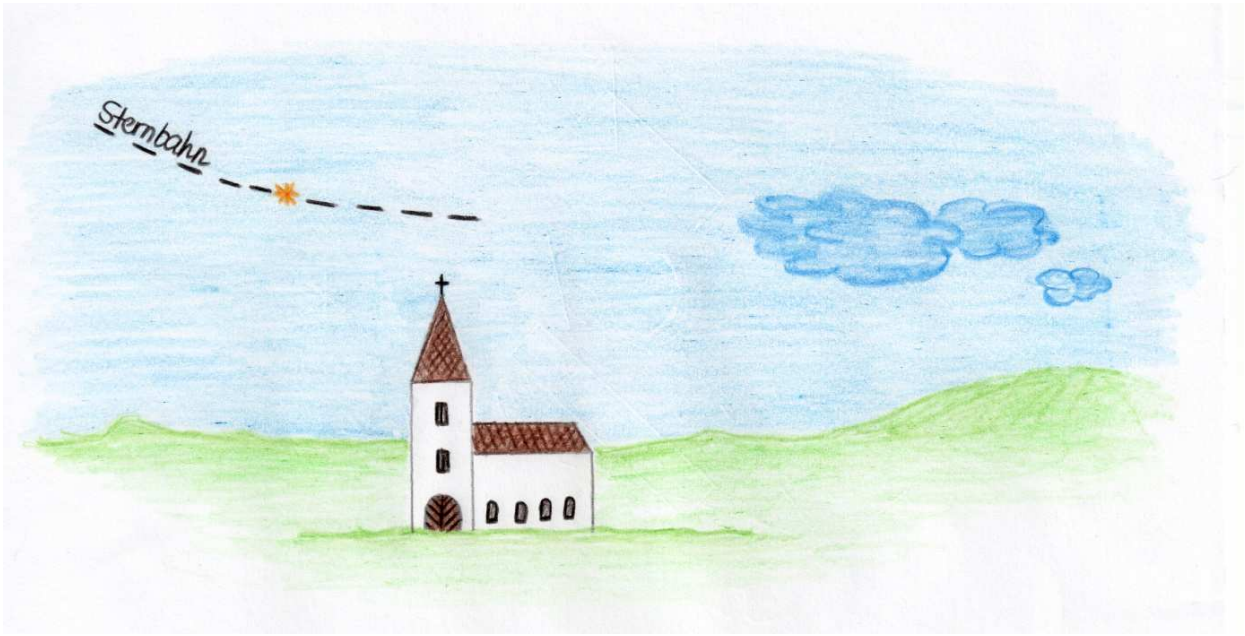


Abbildung 25 - Skizze zur Bestimmung der Zeitdauer zwischen zwei Passagen eines Sterns hinter einem Kirchenturm.

Folgende Fragen müssen anschließend von den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden:

I. Welche Zeitdifferenz liegt jeweils zwischen den notierten Zeitpunkten? **[E4 N1 A1]**
II. Wie ist diese Zeitdifferenz zu erklären? **[S1 N2 A1]**
III. Welche möglichen Fehlerquellen müssen berücksichtigt werden und wie genau sind die Messungen? **[E2 N3 A1]**
IV. Wie kann der Unterschied zum (mittleren) Sonnentag mit genau 24 Stunden erklärt werden? **[S4 N3 A1]**

[60]

Erläuterungen:

Seit jeher ist die Zeitbestimmung und die Erstellung eines Kalenders die Domäne der Astronomie. Ohne präzise Messung der Zeit und allgemein gültigem Kalender würde unsere heutige Gesellschaft sehr schnell in Schwierigkeiten geraten. Schon unsere Ahnen haben als natürliche Zeitmarken den Wechsel von Tag und Nacht, die Phasen des Mondes und den Wechsel der vier Jahreszeiten verwendet. Auch heute beruht die moderne astronomische Zeitbestimmung prinzipiell noch auf denselben Phänomenen: die Rotation der Erde, die Veränderung des Phasenwinkels des Mondes und die Bewegung der Erde um die Sonne. Aus der Rotation der Erde ergeben sich fünf verschiedene Zeitintervalle:

1. Die Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Höchstständen der wahren Sonne[108] wird als **wahrer Sonnentag** bezeichnet.
2. Unter dem **mittleren Sonnentag** versteht man die Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Höchstständen der mittleren Sonne. (per definitionem: $24^h00^m00^s,00$ in Sonnenzeit und $24^h03^m56^s,555$ in Sternzeit)
3. Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Höchstständen des wahren Frühlingspunktes nennt man in der Astronomie den **wahren Sterntag**.
4. Analog wird der **mittlere Sterntag** als die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Höchstständen des mittleren Frühlingspunktes definiert. (per definitionem: $24^h00^m00^s,00$ in Sternzeit, $23^h56^m04^s,091$ in Sonnenzeit)
5. Betrachtet man die Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Höchstständen eines Fixsterns, dessen Eigenbewegung vernachlässigbar gering ist, so spricht man von der **siderischen Erdrotation**. Diese beträgt $23^h56^m04^s,100$ in Sonnenzeit.

Für die Zeitrechnung sind nur der mittlere Sonnentag und der mittlere Sterntag geeignet, da es sich bei diesen Zeitintervallen um konstante Zeitspannen handelt. [26]

In dem obigen Beispiel wird das aufeinanderfolgende Verschwinden eines Sterns hinter einer auffallenden Marke in der Landschaft betrachtet und vermessen. Dabei handelt es sich um die siderische Erdrotation und damit liegen zwischen den jeweiligen Zeitpunkten nur etwa 23^h56^m. Die Ursache für dieses Phänomen stellt die Bewegung der Erde um die Sonne dar. Während die Erde um ihre eigene Achse rotiert, bewegt sie sich auf ihrer Bahn um die Sonne ein Stück weiter. Dadurch verändert sich ihre Position täglich gegenüber den fixen Vergleichssternen zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Bei diesem Versuch ist es äußerst wichtig, häufige Fehlerquellen auszuschalten, um möglichst genaue Ergebnisse zu erhalten. Bei jeder Zeitmessung sollten die Schülerinnen und Schüler dieselbe Position wie am Tag zuvor einnehmen, denn schon eine kleine Winkeländerung kann das Ergebnis verfälschen. Außerdem ist es ratsam, jeden Tag die gleiche Uhr zu verwenden.

Anmerkung - zur Genauigkeit der Messungen:

Ich habe den Versuch in leicht abgewandelter Form von meinem Balkon aus durchgeführt. Zu diesem Zweck habe ich einen Besenstiel auf dem Ständer meines Sonnenschirms befestigt. Der Besenstiel hat den Vorteil, dass die Öse am oberen Ende als Visier verwendet werden kann. Die ganze Konstruktion habe ich schließlich so positioniert, dass sich ein

[108] Die **mittlere Sonne** ist fiktiv und bewegt sich im Laufe eines Jahres mit gleichmäßiger Geschwindigkeit entlang des Himmelsäquators. Nach ihr richtet sich die mittlere Sonnenzeit. Die **wahre Sonne** bewegt sich allerdings entlang der Ekliptik, die mit dem Himmelsäquator einen Winkel von 23,45° einschließt. Strecken einer bestimmten Länge auf der Ekliptik, entsprechen auf den Himmelsäquator projiziert verschieden langen Abschnitten. Die Rektaszensionszuwächse der wahren Sonne sind zur Zeit der Sommer- und Wintersonnenwende deutlich größer, als zur Zeit der Frühlings- und Herbsttagundnachtgleiche. [26]

besonders gut sichtbarer Stern hinter dem Besenstiel vorbei bewegt. Um die Genauigkeit der Ergebnisse zusätzlich zu erhöhen, betrachtete ich den Besenstiel während der Messung stets so, dass die Kante, des dahinter gelegenen Gebäudes, mit der Außenkante des Besenstiels übereinstimmt.

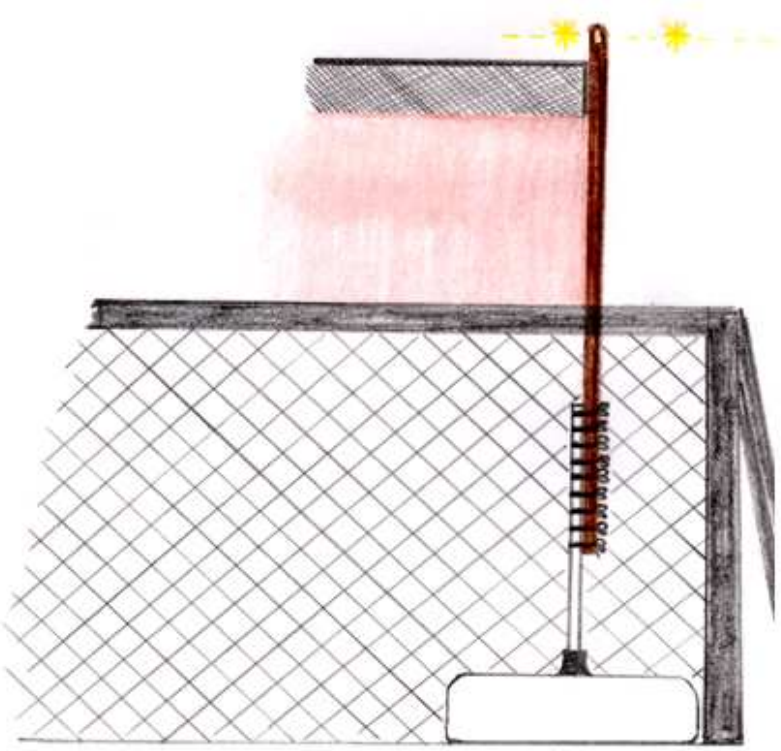


Abbildung 26 - Konstruktion zur Versuchsreihe "Die Länge eines Sterntages".

Folgende Ergebnisse haben sich bei meinen Zeitmessungen ergeben:

Tag	Zeit	Wettersituation
8.8.2012	21:45	Klarer Himmel
9.8.2012	21:42	Leicht bewölkt
10.8.2012	Keine Messung möglich!	Stark bewölkt
11.8.2012	21:35	Leicht bewölkt
12.8.2012	21:31	Klarer Himmel
13.8.2012	21:27	Klarer Himmel

Bei dieser Versuchsreihe ist es wichtig, die Schülerinnen und Schüler darauf hinzuweisen, dass immer dieselbe Uhr verwendet werden muss. Wie man leicht erkennen kann, beträgt die Zeitdifferenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Tagen immer etwa 3 – 4 min. Um das Phänomen der Länge des Sterntages besonders eindrucksvoll präsentieren zu können, sollte die Versuchsreihe über mehrere Tage durchgeführt werden. Dabei stellt die Wettersituation ein großes Problem dar. Auch in meinem Fall war es circa eine Woche lang immer wieder stark bewölkt. Es wäre also vorteilhaft, den Schülerinnen und Schülern die Bearbeitung der Aufgabenstellung über einen größeren Zeitraum aufzugeben.

4. Sternkarten selber bauen und verwenden

Im Internet gibt es viele Bastelbögen für die unterschiedlichsten astronomischen Experimente. Der Umgang mit einer Sternkarte und die Orientierung am Nachthimmel gehört, meiner Meinung nach, zu den Grundkompetenzen in Bezug auf praktische Astronomie in der Schule. Die unten dargestellten Sternkarten sind sehr leicht selbst herzustellen. Der entsprechende Bastelbogen wird ausgedruckt und die beiden Teile ausgeschnitten. Zusätzlich benötigt man etwas Buchfolie und eine Metallnadel zum Fixieren. In der oberen Drehscheibe findet sich eine weiße Ellipse, die ebenfalls ausgeschnitten wird. An ihrer Stelle wird Folie angeklebt, um später die darunter liegende Drehscheibe sehen zu können. Nun muss man nur mehr mit der Nadel die beiden Drehscheiben durchstechen und die Nadel so fixieren, dass die beiden Teile arretiert bleiben.

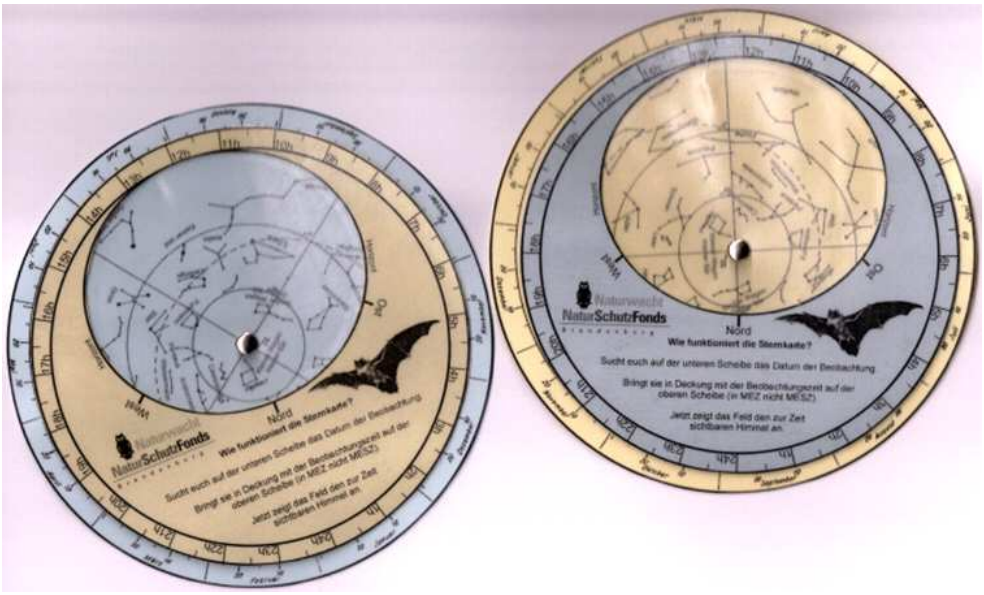


Abbildung 27 - Gebastelte Sternenkarte nach einer Vorlage aus dem Internet. [109]

[31]

Aufgabenstellungen:

Beschreibe den Anblick des Himmels für den 1. Oktober, um 21.00 Uhr! **[W2 N2 A1]**

[56]

Lösung:

Auf der Deckscheibe ist die Beobachtungszeit markiert, auf der Grundscheibe das Beobachtungsdatum. Um also den Anblick des Sternhimmels am 1. Oktober um 21.00 Uhr zu erhalten, muss die Zeit auf der Deckscheibe mit dem entsprechenden Datum der Grundscheibe in

[109] Bastelvorlage von http://www.np-barnim.de/download/pdf/starcard.pdf; [Stand: 1.4.2012]

Übereinstimmung gebracht werden. Will man nun den Sternhimmel im Süden mit dem Ausschnitt der drehbaren Sternkarte vergleichen, dann muss man die Sternkarte so halten, dass Osten links und Westen rechts ist. Im Sternbild Schwan steht der Stern Deneb in einer Höhe von $h = 80°$ und einem Azimut von $a = 60°$. Den Stern Wega kann man bei $h = 55°$ und $a = 85°$ und den Stern Atair bei $h = 45°$ und $a = 35°$ finden. [56]

5. Die Ekliptik – der scheinbare Weg der Sonne

Nur mehr wenige Menschen unterliegen der Fehlvorstellung, dass sich die Sonne um die Erde bewegt, da sie auf- und untergeht. Die scheinbare Sonnenbahn wird Ekliptik genannt, denn entlang dieser Bahn läuft die Sonne durch die Sternbilder als Spiegelbild der Bewegung der Erde. Die Ekliptik ist gegenüber dem Himmelsäquator um 23, 45° geneigt.

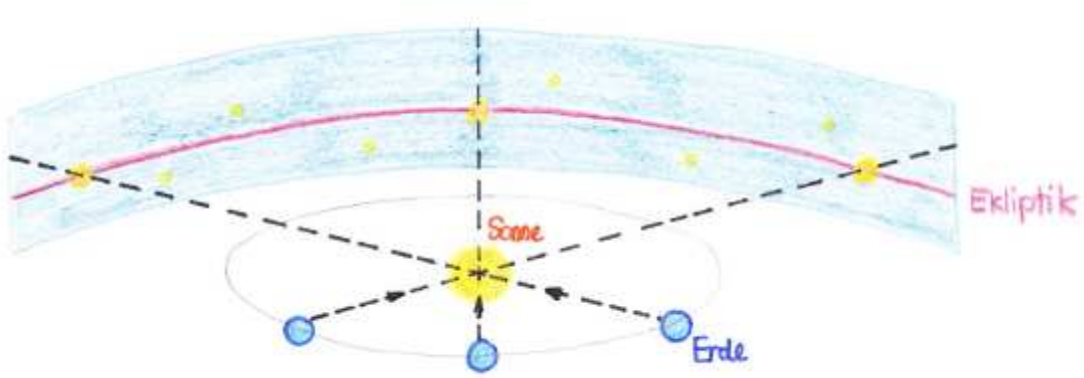


Abbildung 28 - Für einen Beobachter auf der Erde scheint es, als würde sich die Sonne vor den Tierkreissternzeichen bewegen.

Diese Sachlage ist im Unterricht besonders schwierig zu erklären und aufzuzeigen, da das nötige räumliche Vorstellungsvermögen bei den meisten Schülerinnen und Schülern nicht gegeben ist. Im Folgenden soll ein Modell der Ekliptik vorgestellt werden, das auf einer Idee von Dr. Gerhard Pfeiffer beruht und jahrelang auf seine Tauglichkeit im Unterricht getestet wurde.

Benötigt werden ein großes Stück Karton, ein Korken, eine Holz- oder Stricknadel, eine Schere und Klebstoff. Auf den Karton wird ein Kreis gemalt, der anschließend ausgeschnitten wird. Die Nadel soll die Rotationsachse der Erde simulieren und da die Ekliptik gegenüber der Erdbahnebene um 23, 45° geneigt ist, muss die Nadel mit der Senkrechten auf die Ekliptik eben diesen Winkel einschließen.

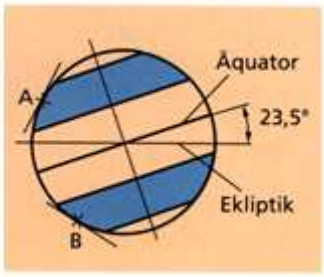


Abbildung 29 - Die Erdbahnebene ist gegenüber der Ekliptik um 23,45° geneigt. [110]

Der Korken dient der besseren Stabilisierung. Er muss abgeschnitten und auf die Ekliptikscheibe geklebt werden. Der Durchstoßpunkt der Nadel durch die Kartonscheibe repräsentiert die Position der Erde, der äußere Rand der Scheibe stellt die scheinbare Bahn der Sonne dar.

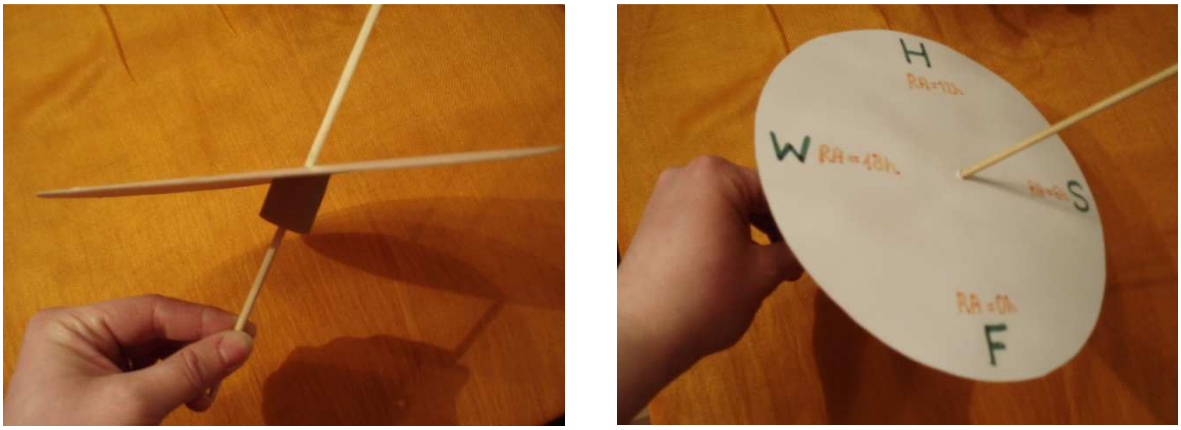


Abbildung 30 - Gebasteltes Ekliptikmodell nach einer Idee von Dr. Gerhard Pfeiffer (siehe A5).

[110] [56], S.32

6. Winter und Sommer sind unterschiedlich lang

Die Ebenen der Ekliptik und des Himmelsäquators schneiden sich in zwei Punkten: dem Frühlings- und dem Herbstpunkt.

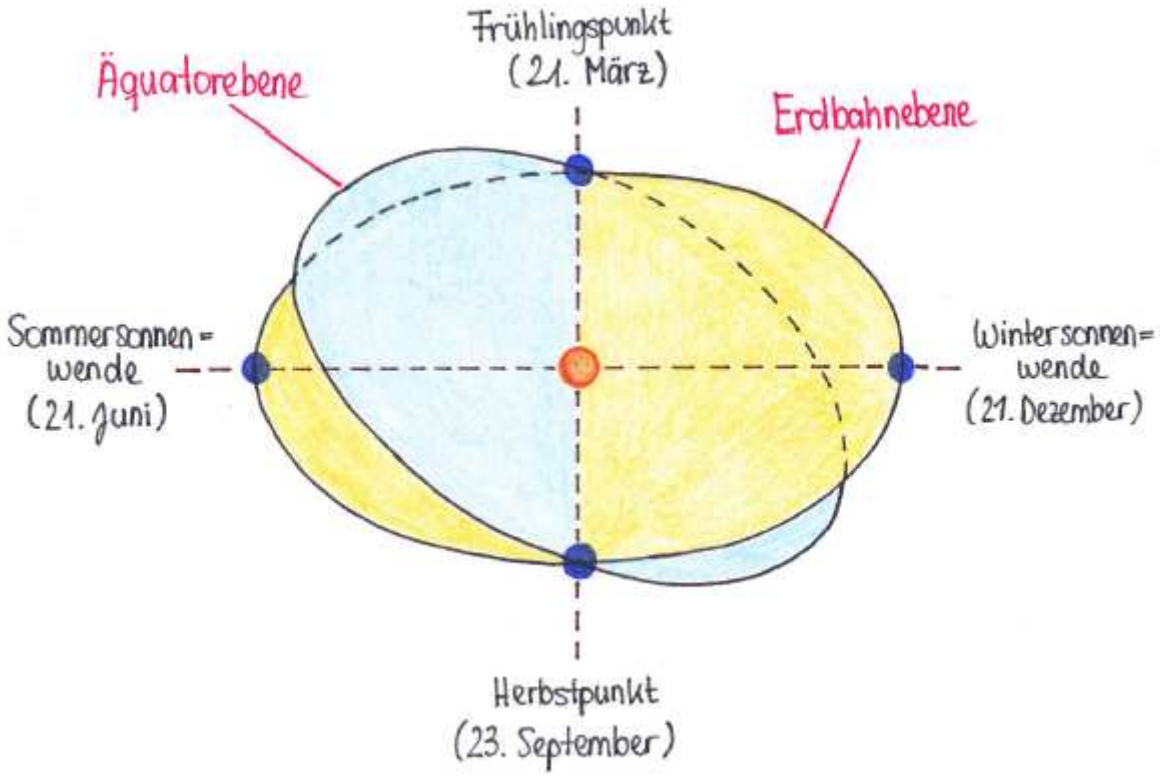


Abbildung 31 - Frühlings- und Herbstpunkt

Wird das Jahr nach Frühlings- und Herbstpunkt geteilt, so kann man sich mit Hilfe eines kleinen Taschenkalenders die Länge der beiden Jahreshälften berechnen. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese einfache Aufgabe ausführen und schließlich analysieren und erklären, was ihnen dabei auffällt.

Erläuterungen:

Bei vielen Menschen hat sich fälschlicherweise die Fehlvorstellung manifestiert, dass es zu den Jahreszeiten kommt, weil sich die Erde auf einer elliptischen Bahn um die Sonne bewegt und daher manchmal weiter weg und manchmal näher ist. Tatsächlich entstehen die Jahreszeiten durch die Neigung der Rotationsachse der Erde gegenüber der Erdbahnebene.

Aus genau diesem Grund sind die Jahreszeiten auf der Süd- und Nordhalbkugel auch vertauscht. [28][111]

Die Bewegung der Erde um die Sonne ist Ursache für ein anderes Phänomen, nämlich, dass der Sommer und der Winter nicht gleich lang sind. Im Winter (auf der Nordhalbkugel), um den 3. Jänner (2.-5.Jänner)[112], ist die Erde der Sonne am nächsten. [28] [73] Nun wollen wir das **2. Keplersche Gesetz** betrachten, welches besagt:

> *„Die Verbindungslinie Sonne-Planet überstreicht in gleichen Zeitintervallen Δt gleich große Flächen A.“*[113]

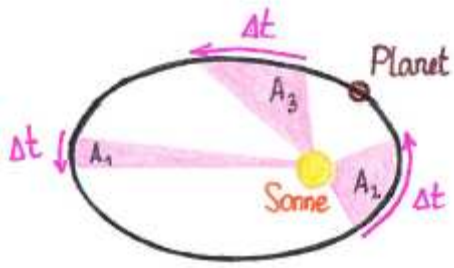


Abbildung 32 - Das zweite Keplerschen Gesetz.

Aus diesem Gesetz folgt, dass ein Planet seine Bahngeschwindigkeit ändert. In der Nähe der Sonne ist die Verbindungslinie Sonne-Planet kürzer als in Sonnenferne. Damit ist ein Planet in Sonnennähe schneller. Die Erde hat in Sonnenferne (Juni / Juli) eine Geschwindigkeit von **29,3 km/s** und in Sonnennähe (Dezember / Jänner) beträgt die Bahngeschwindigkeit etwa **30,3 km/s**. [28]

[111] Für genauere Informationen zu den Jahreszeiten und ihrem Zustandekommen siehe Experiment 9 *Die Schneeschmelze und die Jahreszeiten*, auf der nächsten Seite.
[112] Um den 3. Juli erreicht die Erde ihren sonnenfernsten Punkt. [73]
[113] [28], S. 38

7. Die Schneeschmelze und die Jahreszeiten

Wenn der Schnee im Frühjahr zu schmelzen beginnt, kann man oft beobachten, dass der Schnee an freiliegenden, geneigten Hängen mit Südlage früher und erst später am ebenen Boden taut.

Abbildung 33 - Der Schnee schmilzt zuerst an geneigten Hängen und dann am ebenen Boden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen sich zuerst mit der physikalischen Ursache für dieses Phänomen beschäftigen. Anschließend gilt es, diese Sachlage auf die gesamte Erde anzuwenden und damit das Zustandekommen der Temperaturunterschiede der vier Jahreszeiten zu erklären. **[S1 N3 A1]**

Erläuterungen:

Die Jahreszeiten hängen nicht, wie von vielen Menschen fälschlicherweise angenommen, mit der Entfernung der Erde zur Sonne zusammen. Tatsächlich kommt es zu Jahreszeiten, weil die Rotationsachse der Erde gegenüber der Erdbahnebene geneigt ist.

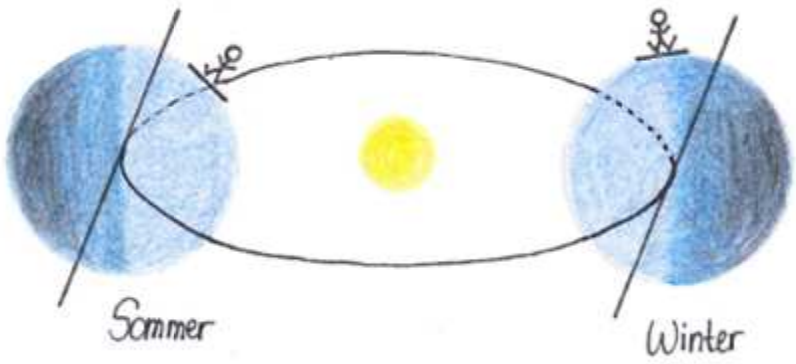


Abbildung 34 - Die scheinbare Bahn der Sonne ist im Sommer (links) anders als im Winter (rechts).

Das Licht der Sonne trifft im Sommer in einem steileren Winkel auf die Erdoberfläche, wodurch diese stärker aufgewärmt wird. Im Winter fallen die Sonnenstrahlen nur sehr flach auf die Erdoberfläche. Daher wird die Erdoberfläche nur wenig erwärmt.

Abbildung 35 - Die Mittagshöhen der Sonne unterscheiden sich am Anfang der Jahreszeiten ganz deutlich voneinander.

Abbildung 36 - Links: Die Sonnenstrahlen treffen sehr steil auf die Erdoberfläche - es ist Sommer. Rechts: Das Licht der Sonne fällt sehr flach auf die Erdoberfläche - es ist Winter.

Dieses Prinzip gilt natürlich auch für den schmelzenden Schnee. Die Sonnenstrahlen treffen viel steiler auf den geneigten Hang, wodurch dieser viel stärker erwärmt wird als der ebene Boden.

Die folgenden Beispiele sind ausschließlich für die Sekundarstufe II geeignet, da ihre Lösung ein erweitertes mathematisches und physikalisches Grundwissen voraussetzt.

8. Der Schattenstab

Die Abmessungen der Erdkugel und damit ihr Radius beeinflussen wie keine andere astronomische Größe die Menschen. Die Koordinaten eines Ortes werden bei der astronomischen Ortsbestimmung in geographischer Länge λ und Breite ϕ festgelegt. Die Entfernung zweier Orte kann aus diesen Koordinaten ermittelt werden, aber nur, wenn der Erdradius bekannt ist. Die Größe des Erdradius bestimmte in früheren Jahrhunderten die Reisezeit der Segelschiffe und wird heute zur Berechnung der Treibstoffmenge von Interkontinentalflugzeugen herangezogen. [54]

> *„Es ist kulturgeschichtlich bemerkenswert, daß die Kugelgestalt der Erde bereits in der Antike bekannt war; diese Kenntnis dann aber verloren ging. Im Mittelalter galt die Erde für die überwiegende Mehrzahl der Menschen als Scheibe.“* [114]

Schon vor über 2000 Jahren wurden erste Versuche und Berechnungen zu den Abmessungen der Erde durchgeführt. Die Verfahren von Eratosthenes (283 – 200 v. Chr.) und des Posidonius (140 – 50 v. Chr.) haben in diesem Zusammenhang besondere Aufmerksamkeit verdient, da ihre Ergebnisse den Erdradius zum ersten Mal in der richtigen Größenordnung angaben. [54]

Eratosthenes erkannte, dass dasselbe Objekt um 12.00 Uhr an zwei verschiedenen Orten unterschiedlich lange Schatten wirft. Diesen Versuch sollen die Schülerinnen und Schüler reproduzieren und schließlich nachvollziehen, indem sie einen Schattenstab verwenden **[E3 N2 A1]** und dann damit den Erdradius berechnen. **[E4 N3 A1]**

Lösung:

Zuerst müssen die Schülerinnen und Schüler einen Schattenstab bauen, falls dieser nicht bereits vorhanden ist. Zu diesem Zweck wird auf eine Grundplatte ein senkrechter Stab befestigt. Auf ein Blatt Papier müssen nun konzentrische Kreise gezeichnet und in der Mitte ein Loch mit dem Durchmesser des Stabes ausgeschnitten werden. Das Blatt Papier wird schließlich so auf die Grundplatte gelegt, dass sich der Stab genau im Mittelpunkt der konzentrischen Kreise befindet. [115]

[114] [54], S. 14

[115] Wird der Schattenstab mehrfach verwendet, so kann das Blatt Papier leicht ausgewechselt werden.

Anmerkung: Die Abmessungen der Grundplatte sollten gut durchdacht werden, denn eine Stabhöhe von 15cm kann Schattenlängen von bis zu 50cm verursachen! [55]

Abbildung 37 - Der Schattenstab ist eines der ältesten astronomischen Instrumente.

Die Durchführung dieses Versuchs setzt die Zusammenarbeit mehrerer Lehrerinnen und Lehrer voraus. Da zwei Messungen an zwei, mindestens 100 km entfernten, entlang eines Meridians gelegenen, Orten gemacht werden müssen, erfordert das Experiment vorausschauendes Denken und ausreichend Planung. So könnte entweder eine Partnerschule oder eine Klasse, die sich gerade auf Sportwoche befindet, miteinbezogen werden.

Der Schattenstab muss aufgestellt werden und die Schülerinnen und Schüler sollen zum Zeitpunkt des Sonnenhöchststandes[116] die Länge des Schattens messen. Ist die Höhe des Schattenstabs bekannt, so kann man sich durch trigonometrische Überlegungen den Winkel berechnen, unter dem man die Sonne von diesen Koordinaten aus sieht.

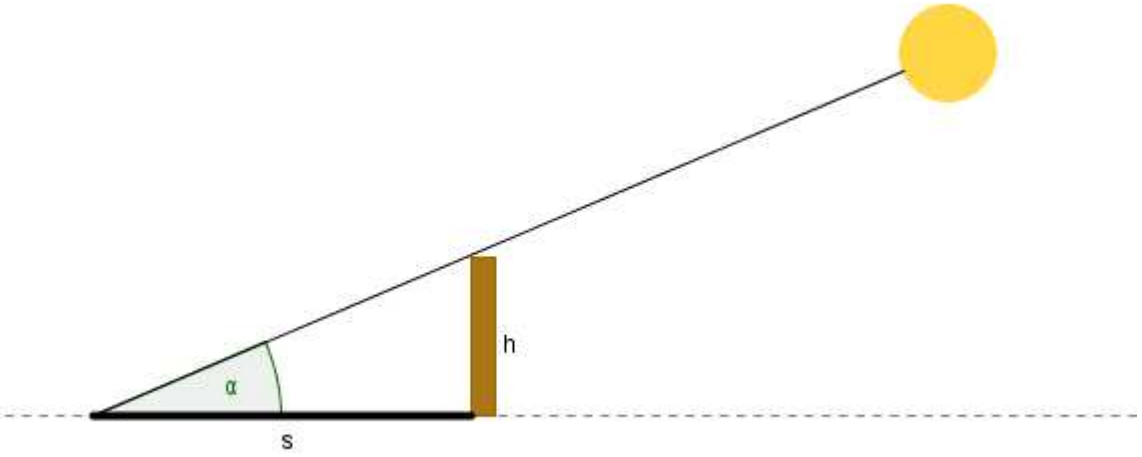


Abbildung 38 - Skizze zum Experiment.[117]

[116] Der Zeitpunkt des jeweiligen Sonnenhöchststandes ist von der Jahreszeit und dem Breitengrad des Standpunktes abhängig und kann im Internet leicht recherchiert werden.
[117] Die Abbildung wurde mit der Software *GeoGebra 4* erstellt.

$$\tan\alpha = \frac{h}{s} \Longrightarrow \boldsymbol{\alpha = \tan^{-1}\frac{h}{s}}$$

Analog berechnet man den zweiten Winkel β, für die Koordinaten des zweiten Standpunktes. Einer Landkarte kann man nun die Distanz l zwischen den beiden Orten entnehmen. Im nächsten Schritt kann man den Erdradius berechnen. Das Verfahren soll zum besseren Verständnis in nachstehender Grafik verdeutlicht werden.

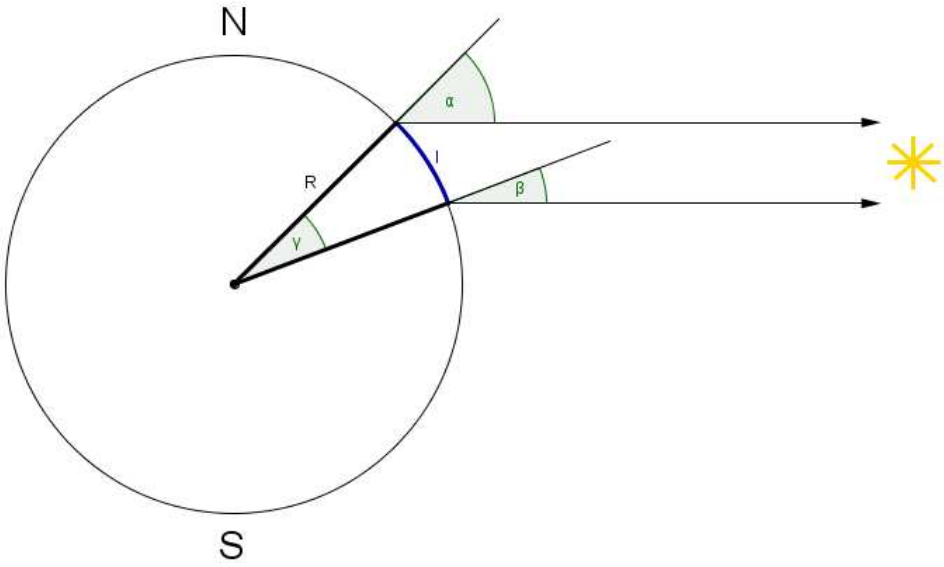


Abbildung 39 - Skizze zur Beziehung der Winkel.[118]

Aus einfachen geometrischen Überlegungen folgt

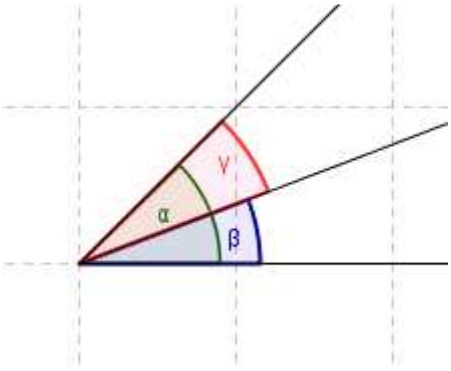


Abbildung 40 - Zusammenhang zwischen den Winkeln.[119]

[118] Die Abbildung wurde mit der Software *GeoGebra 4* erstellt.

und damit ergibt sich sofort, dass

$$\gamma = |\alpha - \beta|.$$

Dabei gibt der Winkel γ an, wie weit man sich entlang des Meridians über die Strecke l bewegt hat (l ist wieder die Distanz zwischen den beiden Orten entlang eines Meridians). Es gilt also:

$$\frac{\gamma}{360°} = \frac{l}{2\pi R}$$

Durch Umformen erhält man:

$$R = \frac{360° * l}{2\pi * \gamma}$$

Die folgenden beiden Messungen sind aus der Antike überliefert:

Autor	**Stationen**	$\boldsymbol{l}$	$\boldsymbol{R}$
Eratosthenes	Alexandria / Syene	890 km	7100 km
Posidonius	Rhodos / Alexandria	600 km	4600 km

[54]

Heute wissen wir, dass der Erdradius etwa $R = 6371km$ beträgt.

[119] Die Abbildung wurde mit der Software *GeoGebra 4* erstellt.

9. Nachrichtensatelliten

Das folgende Beispiel ist zur Förderung der Problemlösekompetenzen der Schülerinnen und Schüler geeignet. Aufgrund der spärlichen Informationen benötigen die Lernenden Zugang zu wissenschaftlichen Quellen oder dem Internet. Des Weiteren sollte zur Lösung dieser Aufgabenstellung, abhängig vom Wissensstand der Jugendlichen, ein größerer Zeitraum (1-2 Unterrichtseinheiten) eingerechnet werden.

Nachrichtensatelliten befinden sich auf einer geostationären Bahn. Das heißt, dass sie sich ständig über einem bestimmten Punkt des Äquators befinden. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich nun mit der Frage beschäftigen, in welcher Höhe (über der Erdoberfläche) sich ein solcher Satellit bewegt. [56] **[W2 N3 A2]**

Lösung:

Um sich immer über einem Punkt des Äquators befinden, muss der Nachrichtensatellit genauso schnell wie die Erde rotieren. Seine Umlaufzeit beträgt also $t = 24h$.

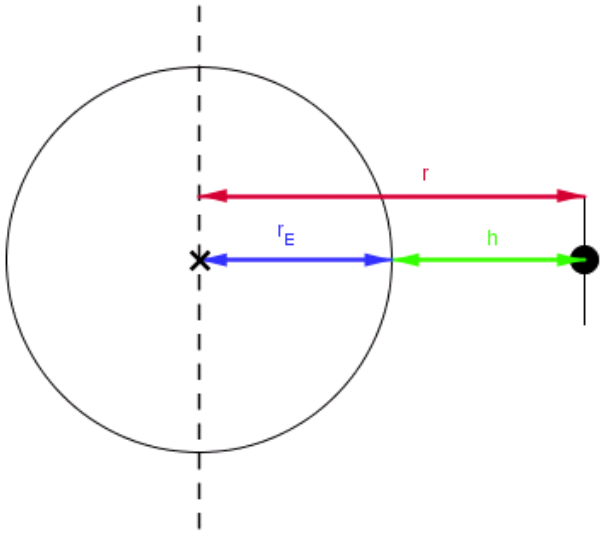


Abbildung 41 - Skizze zur Berechnung der Höhe, in der sich ein Nachrichtensatellit um die Erde bewegt.[120]

Nun soll angenommen werden, dass sich der Satellit auf einer Kreisbahn um die Erde bewegt. Dann gilt: Die Znetripetalkraft auf den Satelliten ist gleich groß wie die Gravitationskraft zwischen Satellit und Erde.

$$\frac{m_S * v^2}{r} = G * \frac{m_S * m_E}{r^2}$$

[120] Die Abbildung wurde mit der Software *GeoGebra 4* erstellt.

Dabei bezeichnet m_S die Masse des Satelliten, m_E die Masse der Erde, r den Radius der Kreisbahn, auf der sich der Satellit befindet und v die Geschwindigkeit, mit der sich der Satellit um die Erde bewegt.

Diese Gleichung kann nun vereinfacht werden:

$$r = G * \frac{m_E}{v^2}$$

Die Geschwindigkeit des Nachrichtensatelliten ist gegeben durch

$$v = \frac{2\pi * r}{T}.$$

Setzt man diesen Term nun in obigen Ausdruck für den Radius r ein, so erhält man:

$$r = G * \frac{m_E}{(\frac{2\pi * r}{T})^2} = G * \frac{m_E * T^2}{4\pi^2 * r^2}.$$ [121]

Durch Umformen nach r und anschließendes Wurzelziehen, ergibt sich schließlich:

$$r = \sqrt[3]{G * \frac{m_E * T^2}{4\pi^2}}$$

Nun wissen wir, dass

$$G = 6{,}67 * 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$$

$$m_E = 5{,}97 * 10^{24} kg$$

$$T = 24h = 86\,400s$$

und dadurch bekommt man sofort

$$\Longrightarrow r = 42\,226910{,}18m = 42\,226{,}91018km.$$

Mit $r = r_E + h$ und $r_E = 6\,371km$ erhält man

$$h = r - r_E = 42\,227km - 6\,371km$$

$$\Longrightarrow h \cong 36\,000km.$$

Ein Satellit auf einer geostationären Bahn bewegt sich also circa 36 000km über der Erdoberfläche. [56]

[121] Diese Gleichung entspricht dem dritten Keplerschen Gesetz für eine Kreisbahn. Es gilt:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{G * m_E}{4\pi^2} = const.$$

10. Experiment zur Sternhelligkeit und Sternentfernung

Für dieses Experiment wird eine Taschenlampe benötigt, deren Reflektor leicht entfernt werden kann, denn eine Taschenlampe, die keinen Reflektor hat, strahlt ihr Licht gleichmäßig in alle Richtungen ab. Außerdem kann man den Versuch nur durchführen, wenn eine Landschaft in der Nähe ist, die über eine Sichtverbindung entlang eines möglichst geraden Weges über einige Kilometer verfügt.

Abbildung 42 - Links: eine handelsübliche Taschenlampe mit Reflektor. Rechts: Der Reflektor wurde entfernt.

Die Schülerinnen und Schüler sollen sich mit der Frage beschäftigen, aus welcher Entfernung man eine Taschenlampe mit ausgebautem Reflektor betrachten muss, um eine vergleichbarer Helligkeit wie die der hellen Sterne zu erreichen. **[E1 N2 A3]** Hierbei ist es sinnvoll, dass die Schülerinnen und Schüler Gruppen bilden. Eine Gruppe entfernt sich langsam mit der Taschenlampe und die andere Gruppe notiert etwaige Erkenntnisse und Veränderungen. Während des gesamten Experiments sollten die Kinder per Handy in Kontakt stehen können. Im nächsten Schritt soll aus einer Wanderkarte oder Landkarte die entsprechende Entfernung ausgelesen werden.

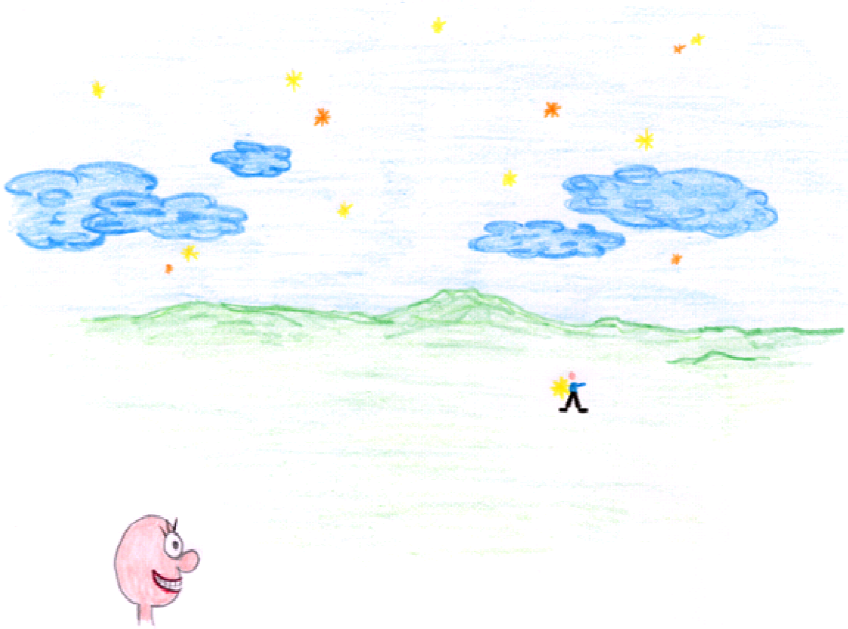


Abbildung 43 - Skizze zur Durchführung des Experiments auf einem Feld.

Bei diesem Experiment können einfache Berechnungen zur Sternentfernung getätigt werden:

Problemstellung 1: Auf der Fassung der Glühbirne in der Taschenlampe steht die Leistung. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich nun überlegen, welche Bestrahlung die Glühbirne der Taschenlampe in einer Entfernung R erzeugt, wenn man davon ausgeht, dass sich die abgestrahlte Leistung gleichmäßig auf eine gedachte Kugel mit dem Radius s verteilt. [60] **[E4 N3 A3]**

Problemstellung 2: Die Sonne hat eine Strahlungsleistung, die etwa 10^{26} Mal größer ist als die der Taschenlampe. Angenommen, die Vergleichssterne haben dieselbe Strahlungsleistung wie die Sonne, welche Aussagen kann man dann über ihre Entfernung tätigen? **[E2 N2 A3]**

Erläuterungen:

Ad Problemstellung 1:

Im Folgenden wird angenommen, dass sich die abgestrahlte Leistung der Glühbirne gleichmäßig auf eine gedachte Kugel vom Radius R verteilt. Die Oberfläche einer Kugel ist gegeben durch

$$O = 4\pi R^2.$$

Hat die Glühbirne beispielsweise eine Leistung von 5 *W*att (W), so ruft die Taschenlampe in einer Entfernung von R Metern (m) eine Intensität (I) von

$$I = \frac{p}{O} = \frac{5}{4\pi R^2} \frac{W}{m^2}$$

hervor. Die Intensität der Strahlung der Taschenlampe nimmt also mit der Entfernung quadratisch ab.

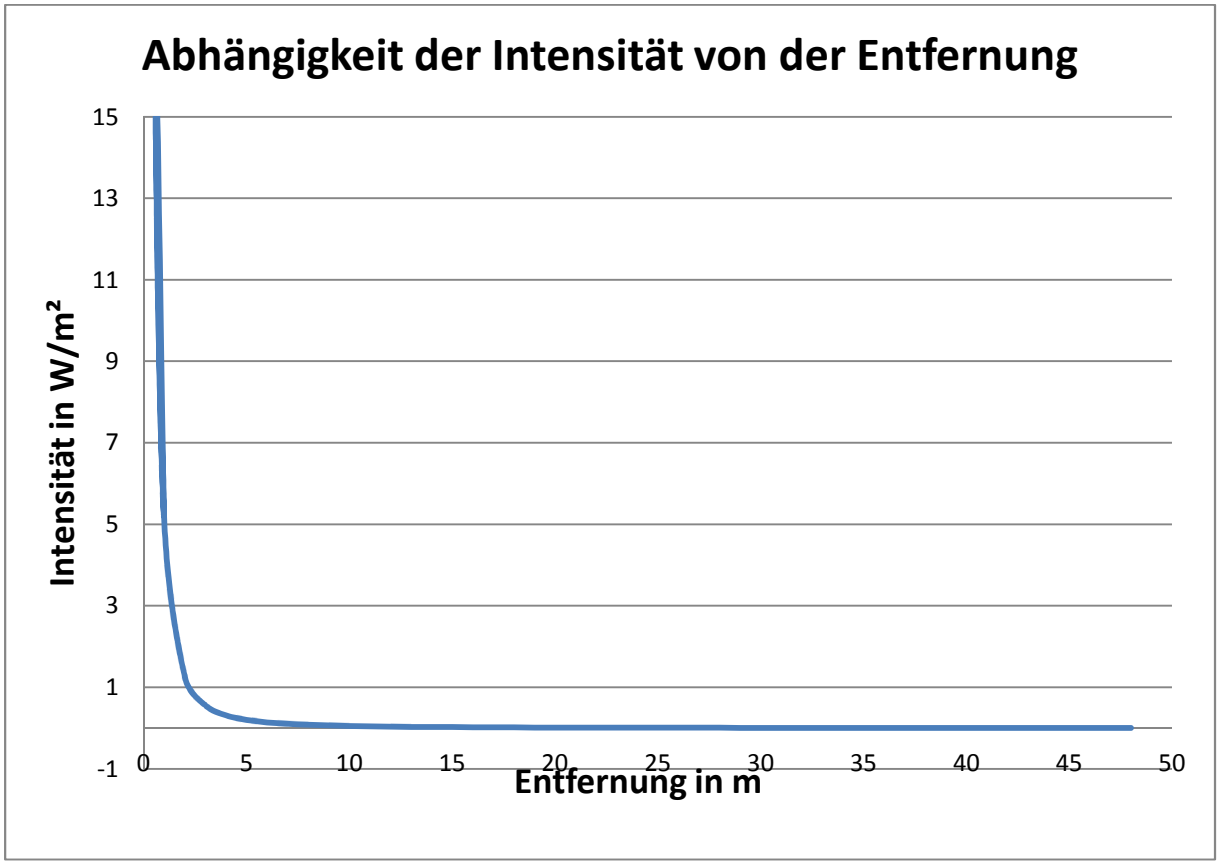


Abbildung 44 - Abhängigkeit der Intensität mit einer Taschenlampe von der Entfernung.

Ad Problemstellung 2:

Die Vergleichssterne haben dieselbe Strahlungsleistung wie die Sonne, nämlich etwa $p = 10^{26}$ W. Führt man das Experiment durch, so kann man die Bestrahlung ermitteln, die die Taschenlampe verursacht. Kommt es also durch die Vergleichssterne am Nachthimmel zur gleichen Intensität (*I*), so kann man Rückschlüsse auf ihre Entfernung ziehen:

$$I = \frac{p}{4\pi R^2}$$

Durch Ausdrücken der Variable R ergibt sich damit:

$$R = \sqrt[2]{\frac{p}{4\pi I}}$$

Nun kann man die Entfernung des Sterns und der Lampe ins Verhältnis setzen.

$$\frac{R_{Stern}}{R_{Lampe}} = \sqrt[2]{\frac{p_{Stern}}{p_{Stern}}}$$

$$\Longrightarrow R_{Stern} = R_{Lampe} \sqrt[2]{\frac{p_{Stern}}{p_{Lampe}}}$$

Die ungefähre Entfernung der Vergleichssterne kann im nächsten Schritt in Lichtjahre umgewandelt werden. Dabei gilt, dass das Licht in einer Sekunde etwa $300.000\ \mathrm{km}$ und in einem Jahr $1{,}5768 * 10^{11}\ \mathrm{km}$ zurücklegt.

Anmerkung: Es ist wichtig gegenüber den Schülerinnen und Schülern immer wieder zu betonen, dass es sich bei einem Lichtjahr nicht um einen Zeitspanne handelt. Diese Fehlvorstellung hat sich bei vielen Jugendlichen eingebürgert.

Anmerkungen – zur Genauigkeit der Messung:

Für das Experiment wurde eine handelsübliche Solarleuchte für den Garten verwendet, bei der eine kleine 0,03W Glühbirne eingebaut war. Die Durchführung erfolgte im Oktober 2012 um 21:00 auf einem Feldweg nahe Wien, bei dem über mehrere Hundert Meter freie Sicht bestand. Nach etwa 180 Metern hatte die Glühbirne eine vergleichbare Helligkeit wie die aktuell sichtbaren Sterne.

$$R_{Lampe} = 180 \pm 5m = 0{,}18 \pm 0{,}005km$$

$$p_{Lampe} = 0{,}03W$$

$$p_{Stern} = 10^{26}W$$

Das Einsetzen in obige Formel ergibt:

$$R_{Stern} = 65{,}9\ \pm 1{,}8\ ly$$

11. Die Astronomische Einheit

> *„Die Entfernungen im Universum sind für uns Menschen unvorstellbar groß. Geben wir sie in den gewohnten Einheiten (m, km) an, so können wir mit den Maßzahlen kaum noch Vorstellungen verbinden. Außerdem ist es umständlich, mit diesen riesengroßen Zahlen zu rechnen.“*[122]

In der Astronomie werden also größere Vergleichsstrecken als Einheiten verwendet. Für Entfernungen in unserem Sonnensystem ist es üblich, den mittleren Abstand der Erde zur Sonne zu wählen. Diesen Abstand bezeichnet man als Astronomische Einheit (AE). [123]

Aufgabenstellung:

Die Umlaufzeit des Planeten Mars um die Sonne beläuft sich auf 1,88 Jahre. Verwende diese Informationen, um die (mittlere) Entfernung des Planeten zur Sonne zu berechnen! [56]
[W2 N2 A2]

Lösung:

Die (mittlere) Entfernung der Erde zur Sonne, also die Astronomische Einheit, und die Umlaufzeit sind bekannt.

Das 3. Keplersche Gesetz lautet:

> *„Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen ihrer Bahnen.*
>
> $$\frac{{T_1}^2}{{T_2}^2} = \frac{{a_1}^3}{{a_2}^3}$$
>
> *T_1, T_2… Umlaufzeiten*
>
> *a_1, a_2… große Bahnhalbachsen“*[124]

[122] [56], S. 59
[123] Es ist gebräuchlicher, die Abkürzung AU zu verwenden. Sie leitet sich von der englischen Bezeichnung „Astronomical Unit“ ab.
[124] [28], S. 38

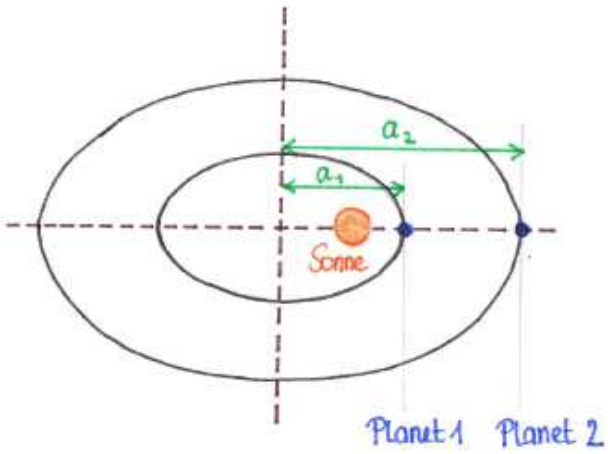


Abbildung 45 - Das dritte Keplersche Gesetz.

Im Folgenden wollen wir annehmen, dass sich die Planeten auf einer Kreisbahn ($a = r$) um die Sonne bewegen – daher kann man auch schreiben:

$$\frac{{T_1}^2}{{T_2}^2} = \frac{{r_1}^3}{{r_2}^3}$$

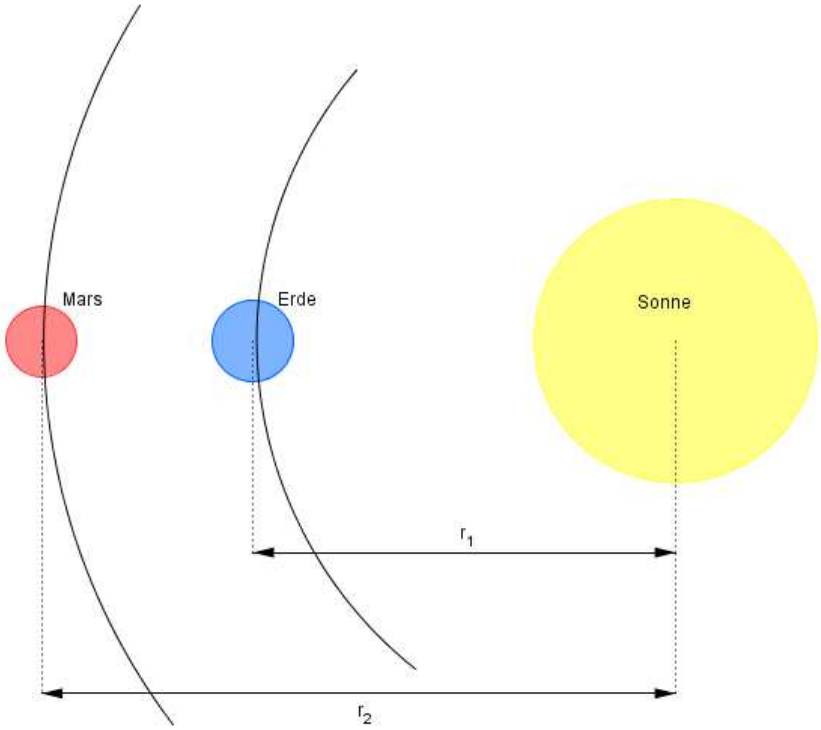


Abbildung 46 - Skizze zur Bestimmung der Entfernung des Planeten Mars von der Sonnet.[125]

[125] Die Abbildung wurde mit der Software *GeoGebra 4* erstellt.

Dabei bezeichnen r_1 die Entfernung der Erde zur Sonne und r_2 den Abstand zwischen Mars und Sonne.

Nun wird schrittweise nach r_2 aufgelöst:

$$\frac{{T_2}^2}{{T_1}^2} = \frac{{r_2}^3}{{r_1}^3}$$

$$\sqrt[3]{\frac{{T_2}^2}{{T_1}^2}} = \frac{r_2}{r_1}$$

$$\sqrt[3]{\frac{T_2^2}{T_1^2}} * r_1 = r_2$$

Wir wissen:

$$T_2 = 1{,}88\ a$$

$$T_1 = 1\ a$$

$$r_1 = 149{,}598 * 10^6\ km.$$

[26]

Dadurch ergibt sich für die Entfernung des Mars zur Sonne:

$$r_2 = 227875527{,}5\ km \cong 2{,}2788 * 10^8\ km.$$ [126]

[126] Der Literaturwert beläuft sich auf $r_2 = 2{,}279 * 10^8\ km.$ [26]

5. Ausblick

Das österreichische Bildungssystem befindet sich derzeit im Umbruch. Erst vor kurzem wurde im Parlament beschlossen, dass alle Hauptschulen ab Herbst 2012 in *neue Mittelschulen (NMS)* umgewandelt werden sollen. Den allgemein bildenden Schulen wird die Entscheidung selbst überlassen, ob sie ihre Unterstufe ebenfalls zu einer NMS machen wollen oder nicht. Das große Ziel der NMS ist die pädagogische und organisatorische Neugestaltung des gemeinsamen Lernprozesses aller Schülerinnen und Schüler im Alter von 10-14 Jahren. Dabei basiert das Konzept der neuen Mittelschule auf den zwei Säulen Leistung und Förderung. Individualisierung und Differenzierung sollen im Vordergrund stehen, sodass jedes Kind die Möglichkeit hat, im eigenen Lerntempo zu arbeiten und trotzdem gezielt unterstützt wird. Durch die zusätzliche pädagogische Betreuung auch am Nachmittag soll außerschulische Nachhilfe nur mehr in Ernstfällen benötigt und dadurch stark eingeschränkt werden. Im Zuge der Differenzierung sollen die Jugendlichen vermehrt in flexiblen Kleingruppen arbeiten, die sich je nach Problemstellung oder Gegenstand ändern können. Auf diese Weise kann auf die individuellen Stärken und Schwächen der Kinder eingegangen werden. Einen weiteren Schwerpunkt der NMS stellt der stark fächerübergreifende und projektorientierte Unterricht dar. Einzelne Fragestellungen oder Themenbereiche sollen in mehreren Gegenständen aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet werden und so das vernetzte Denken fördern. [32]

Die neue Mittelschule hat also auch als großes Ziel, die Problemlösekompetenzen und das vernetzte Denken der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Auch der fächerübergreifende Unterricht steht im Mittelpunkt. In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass in den 3. und 4. Klassen der NMS je drei Wochenstunden für Wahlfächer zur Verfügung stehen. Es wäre also durchaus denkbar, hier ein Wahlfach Astronomie als Schwerpunkt unterzubringen, welches mit seinem integrierenden Charakter gerade darauf abzielt, die einzelnen Unterrichtsfächer zu verbinden. [A2]

Auch bei den Oberstufenklassen soll sich in Zukunft einiges ändern. Es ist geplant, dass schon bald alle allgemeinbildenden Schulen das modulare System übernehmen und ihre Sekundarstufe II in eine *modulare Oberstufe (MOst)* umwandeln. Derzeit handelt es sich bei der MOst noch um einen Schulversuch, der durch die komplett neuen Organisationsstrukturen eine inhaltliche und strukturelle Reform des Oberstufensystems anstrebt. In den Klassen wird der Unterricht eines Gegenstandes jeweils als Modul abgehalten, wobei jedes Modul ein Semester dauert und auch semesterweise beurteilt wird. Ab der sechsten Klasse (10. Schulstufe) müssen die Schülerinnen und Schüler nicht mehr das gesamte Jahr wiederholen, wenn sie in einem Gegenstand negativ beurteilt werden. Positiv absolvierte Module bleiben erhalten, lediglich negativ beurteilte Module müssen im Laufe der restlichen Oberstufenlaufbahn wiederholt oder ersetzt werden. Die modulare Oberstufe bietet den Jugendlichen die Möglichkeit, sich einen individuellen Schwerpunkt je nach

Interesse zu setzen. Das GRG Draschestraße im 23. Bezirk in Wien bietet den Schülerinnen und Schülern jedes Jahr einen Katalog mit den nächstjährigen Modulen an, für die sie sich inskribieren können. Die Jugendlichen haben somit die Möglichkeit, ihren Bildungsweg individuell zu gestalten. Eine sorgfältige Auswahl der Pflicht- und Wahlmodule fördert die Eigenständigkeit und die Selbstverantwortung. [33]

Wie bereits erwähnt, habe ich im Zuge der Recherche und Vorbereitung für diese Arbeit alle Wiener modularen Oberstufen kontaktiert, um zu erfahren, wie viele ein Wahlmodul Astronomie und Astrophysik angeboten haben bzw. anbieten. Von sieben Schulen, die ich angeschrieben habe, antworteten mir nur vier. Wiederum nur eine einzige MOst hat vor einigen Jahren ein solches Wahlmodul im Programm gehabt. Das GRG Draschestraße hat in dieser Hinsicht eine Vorreiterrolle inne, denn hier wird jedes Jahr im Sommersemester ein Wahlmodul Astronomie, Astrophysik, Raumfahrt und Kosmologie für alle Schülerinnen und Schüler ab der 10. Schulstufe angeboten. In einem Interview mit Mag. Robert Pitzl-Reinbacher habe ich gefragt, welche Inhalte in einem solchen Wahlmodul behandelt werden.

> *„Im letzten Jahr habe ich mit den Himmelskoordinaten angefangen, obwohl ich ganz am Anfang angefangen habe mit dem heliozentrischen und geozentrischen Weltbild – aber nur ganz kurz. Und dann habe ich eben die ganzen Sachen mit der Himmelskugel, Ekliptik, Himmelsäquator, Zusammenhang mit der Achsenneigung der Erde und dann auch die äquatorialen Koordinaten besprochen.[…]Dann kam der Umgang mit der Sternenkarte, wie man die verschiedenen Objekte findet und danach habe ich Sterne behandelt. Zuerst einmal das Hertzsprung-Russel-Diagramm, Zustandsgrößen von Sternen, wie man Sterne einordnet, die Entwicklung von Sternen abhängig von der Masse und welche Endstadien sie erreichen können. Dann habe ich im Zusammenhang mit diesem kosmischen Materiekreislauf auch die Entstehung von Sternen gemacht… Entstehung von Planeten und ganz, ganz kurz auch wie sich das dann auf die Entstehung des Lebens auswirkt. In dem Zusammenhang bin ich dann zur Physik des Planetensystems über gegangen, wobei aber das sehr schülerzentriert war. Da habe ich dann in der Form von Kurzreferaten und Kurzpräsentationen die Himmelskörper von den Schülern erarbeiten lassen. […] Dann habe ich die Newtonsche Gravitation besprochen – also eh das aus dem Basismodul wiederholt. Also Newtonsche Gravitation, Keplerschen Gesetze.[…] Dann Kreisbahngeschwindigkeit, Fluchtgeschwindigkeit und das letzte war dann Raumfahrt: Also wie die Bahnformen im Planetensystem sind und […] ich habe dann ganz am Schluss, […] besprochen wie das mit Swing-By Manövern ist, also bei Raummissionen, die Marsmission und so weiter.“*[127]

Das modulare System bietet also die Möglichkeit, Wahlmodule zur Astronomie und Astrophysik anzubieten. Um diese Kurse abhalten zu können, benötigt man jedoch

[127] [A1], Interview mit Mag. Pitzl-Reinbacher

Lehrpersonal, welches sich entweder durch eigenes Interesse und Engagement die Thematik aneignet oder gezielt Fort- und Weiterbildungen besucht. Außerdem wäre es ratsam, den Lehrkräften professionelle Astronomen und Amateurastronomen zur Seite zu stellen, um sie bei der fachlich und fachdidaktischen Erarbeitung zu unterstützen.

Wie man nur unschwer erkennen kann, bieten diese neuen Schulmodelle ungeahnte Möglichkeiten, die Astronomie in die Schulbildung der Kinder und Jugendlichen einzubeziehen.

Zusammenfassend könnte man folgendes sagen:

> *„Eine Reform des Bildungswesens sollte die Sicherung von Nachwuchs im Bereich Wissenschaft, Forschung und Ingenieurswesen mit sich bringen.“* [128]

Denn:

> *„Kinder sind schon in jungen Jahren die wichtigsten Adressaten einer zukunftsorientierten Weltraumwissenschaft.“* [129]

[128] [58], S.35
[129] [58], S.35

6. Resümee

> *„Die Wissenschaft Astronomie besteht aus Fakten wie ein Haus aus Backsteinen, aber eine Anhäufung von Fakten ist genauso wenig Astronomie wie ein Stapel Backsteine ein Haus ist.“ Henri Poincaré*[130]

Ich vertrete die These, dass die Physik, die Mathematik und alle anderen Natur- und Geisteswissenschaften von der Astronomie profitieren können. Leider sind astronomische Inhalte im österreichischen Lehrplan nur spärlich vertreten und werden daher oft im Unterricht übergangen. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die Lehrkräfte während des Studiums kaum mit Astronomie und Astrophysik konfrontiert werden. Dadurch fühlen sich viele Lehrerinnen und Lehrer nicht fachkompetent genug, um eine solche Thematik anzusprechen, wohlwissend, dass die Kinder Fragen über Fragen haben. Es hat sich im Zuge meiner Arbeit herausgestellt, dass dieses Problem weltweit besteht, denn die österreichische Ausbildung der Lehrkräfte ist eigentlich überall unzureichend. Trotzdem besteht in den meisten Ländern die Möglichkeit, sich in astronomischer Hinsicht fort- und weiterzubilden. In einigen Ländern, wie den Niederlanden, ist die Absolvierung solcher Kurse für Mathematik- und Physiklehrkräfte der Sekundarstufe sogar verpflichtend. Bis ungefähr 1978 waren verpflichtende Astronomie- und Darstellende Geometrie-Lehrveranstaltungen Teil der Lehramtsausbildung in Österreich. Die Wiedereinführung dieser Pflichtlehrveranstaltungen wäre ein erster Schritt in die richtige Richtung. Es hat sich des Weiteren herausgestellt, dass astronomische Inhalte in den meisten Staaten in den Geografie- und Physikunterricht eingebunden werden. Nur vereinzelte Länder bieten unabhängige Astronomiekurse an und haben dafür speziell geschultes Personal.

Das Interesse der Schülerinnen und Schüler an astronomischen Inhalten ist sehr groß. Das spiegelt sich in einer hohen Lernmotivation und Lernbereitschaft wider. Die Beliebtheit dieser Wissenschaft kann genutzt werden, um die Jugendlichen auf „unauffällige“ Art und Weise an naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen heranzuführen. Die Ergebnisse der PISA-Studie haben gezeigt, dass bei den Schülerinnen und Schülern Mängel in der naturwissenschaftlichen Bildung vorhanden sind und dass vernetztes Denken ein großes Problem darstellt. Die Astronomie bietet hier die Möglichkeit, in der Form eines trojanischen Pferdes eine Brücke zwischen den Wissenschaften zu schlagen und die fächerübergreifenden, fächerverbindenden Zusammenhänge aufzuzeigen.

Um Astronomie im österreichischen Bildungssystem stärker etablieren zu können, gibt es mehrere Möglichkeiten. Ein einstündiges, unabhängiges Fach in der 8. oder 9. Schulstufe hätte den Vorteil, großflächig und österreichweit einen großen Prozentanteil aller Schülerinnen und Schüler zu erreichen. Eine Alternative dazu stellt das Wahlmodul oder Wahlfach Astronomie dar, das ab der 10. Schulstufe für alle Jugendlichen zugänglich sein

[130] [31], S.4

sollte. Ab Herbst 2012 werden alle Hauptschulen in Österreich systematisch in neue Mittelschulen umgewandelt. In der 7. und 8. Schulstufe sind jeweils drei Wochenstunden für freie Wahlfächer vorgesehen. Diese freien Wahlfächer würden sich vorzüglich für ein einstündiges Fach Astronomie eignen, welches die Kinder als Schwerpunkt besuchen könnten.

Des Weiteren ist die Astronomie die einzige Naturwissenschaft, die eine flächendeckende, dichte und lebendige Amateurszene hat. Allein in und um Wien bieten Hobbyastronomen Schulen immer wieder an, mit Kindern Exkursionen oder Beobachtungen durchzuführen. So erzählte mir Mag. Robert Pitzl-Reinbacher im Interview folgendes:

> *„Also ich habe die letzten Jahre, immer wenn ich einen Astronomiekurs gemacht habe, auch versucht etwas Praktisches zu machen. Und zwar habe ich das im Zusammenhang mit dem Wiener Arbeitskreis der Astronomie gemacht. Da gibt es einen sehr netten Herrn, der bereit ist mit einem ziemlich großen Teleskop, ähm, für die Schüler so einen Beobachtungsabend zu machen.“* [131]

Auch Privat- oder Vereinssternwarten und Planetarien bieten die Möglichkeit, praktische Einheiten mit Lehrausgängen zu verbinden. Es besteht kein Zweifel daran, dass Planetarien die am stärksten besuchten Einrichtungen sind, in denen astronomische Themenbereiche und Inhalte vermittelt werden. [58] Im Planetarium im Wiener Prater gibt es, beispielsweise, in regelmäßigen Abständen Vorträge zu den unterschiedlichsten Themen, wie zum Beispiel der SETI-Forschung. Da die Amateurastronomen auch einen wesentlichen Beitrag zur Forschung leisten, könnten sie auch zu Expertengesprächen in Schulen eingeladen werden.

Die Astronomie und Astrophysik stehen immer wieder im Zentrum des medialen Interesses. Erst vor kurzem, am 6. August 2012, landete die Marssonde *„Curiosity“* am Mars. Bei dieser Sonde handelt es sich um ein Labor auf Rädern, das unter anderem nach Spuren früheren Lebens auf dem Mars suchen soll. Da die „*Curiosity*“ schon im November 2011 gestartet und das Landemanöver äußerst spektakulär und kompliziert war, ging die Nachricht über die geglückte Landung um die Welt. [68] Das öffentliche Interesse an solchen Themen ist groß. Leider verbinden viele Menschen im Gegensatz dazu die Mathematik, Physik und Chemie mit schlechten Erinnerungen aus der Schulzeit. Die Astronomie kann einen sanften, naturwissenschaftlichen Zugang zu Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen eröffnen, wenn sie richtig und spannend dargebracht wird. Meiner Meinung nach sollte die Astronomie schon bald in das österreichische Bildungssystem als fixer Bestandteil aufgenommen werden, da sich auf diese Weise die Möglichkeit bietet, den Kindern und Jugendlichen die Naturwissenschaften schmackhaft zu machen.

[131] [A1], Interview mit Mag. Robert Pitzl-Reinbacher

RÉSUMÉ

I am a mathematics and physics student at the University of Vienna. At the moment I am working on my diploma thesis on astronomy. During my time at school I became interested in astronomy, partly as a result of movies I had seen on TV. As astronomical topics were not taught at school and my teachers could not answer my questions, I occupied myself in my free time with books and documentations. After one year of studying at University I then started visiting astronomy and astrophysics lectures regularly. In 2011 I finally graduated as a bachelor in astronomy.

In September 2011 I also started my teaching career at a school in the 23rd district of Vienna. While teaching physics I often noticed that students are extremely interested in astronomy topics, regardless of age or gender. My attempts to teach Newton's gravitational law and its applications usually ended in a discussion about life in outer space, cosmic catastrophes, black holes and extra solar planets. As a result of my passion for the subject I found myself answering more and more questions about it. In Hollywood movies children are confronted with the worst scenarios at an early age. Meteors crashing to Earth and destroying life, aliens landing on our planet and either trying to take power or being hunted down by humans. In "Deep Impact" and "Armageddon" they learn about the possibility of huge asteroids threatening Earth and all its inhabitants. In these two particular movies humans use nuclear bombs to destroy the asteroids and thereby save the human race. There are many other possible themes and in any case it is not surprising that children have questions about a human being's position in life and in the universe. At some point these questions enter the class room and teachers are confronted with them. And this is exactly the point. Most of the teachers I asked said that they are not very confident when it comes to these issues and don't have enough professional competence to cover astronomical and astrophysical topics, despite the fact that students are eager to learn and ask questions.

The situation in Austria is similar to other countries throughout the world where astronomy is not taught separately at school. Astronomy and astrophysics topics are rarely included in the syllabus of the different subjects and are therefore only taught if the teachers are personally interested in them. Most people might think that astronomy should be included in physics lessons, as those two sciences are closely related to each other. The Austrian physics syllabus provides for some astrophysics topics in fourth grade (age 14) and in seventh to eight grade (age 17-18). Unfortunately, many physics teachers skip even these few obligatory parts. One of the basic problems is the fact that physics students who want to become teachers don't have obligatory courses on astronomy and astrophysics. During my time at university I took many courses on modern astronomy at schools, held by Univ. Doz. Dr. Franz Embacher. A different course Dr. Embacher offers at the University of Vienna is a lecture on technical didactics of astronomy and astrophysics. Those courses were voluntary

and only 10-15 students visited the lectures every semester. Teachers are simply not sufficiently prepared for students' questions.

This is another reason why I chose to write this thesis. In certain parts of my thesis I cover possible practical units on astronomy topics which can easily be taught without a telescope or the usual astronomy instruments. This means that the students only have to be able to work out a scientific protocol, draw sketches and then interpret their findings.

Furthermore I try to show that astronomy and astrophysics topics are able to bring together the natural sciences, the humanities and arts and thereby form the connection between the different subjects children learn at school. Thousands of years ago the people looked at the sky, followed the continuous movements of the stars and the planets, took notes for decades and then found regularities. They used those regularities to create calendars, predict eclipses and plan sowing and harvest patterns. Some civilizations aligned their entire cultural life with the perpetual movement of the stars and therefore built complex special instruments for priests, who would then spend all their life observing. In addition, I believe that astrophysics will be more and more important in the future. Almost everyone in our modern society has a mobile phone and wants to be able to receive a call at any time. Many cars nowadays have GPS systems. Those things only work because of satellites. But satellites are also used for weather forecasts and advance notices in case of tropical storms or hurricanes. The network coverage and the GPS systems are improving every day and we therefore require specialised professionals. Unfortunately there are only a few astronomy students in Austria every year – so something needs to be done!

At some point I took an interest in the situation of astronomy at schools in other countries around the world. During the research for my diploma thesis I stumbled upon the website of the International Astronomical Union (IAU). Some members of the IAU have formed the group Commission 46. These people are interested in astronomy education in schools and astronomy and astrophysics at universities around the world. Furthermore, they try to investigate the presence of astronomy topics in media or in the public. As I wanted to write about astronomy at school, I contacted the members of Commission 46 via email and was very pleased to receive numerous replies. In this context I wanted to thank the following ladies and gentlemen for their help:

- **Jay Pasachoff**, America
- **John Percy**, Canada
- **Wen Ping Chen**, Taiwan
- **Ilgonis Vilks**, Latvia
- **Magda Stavinschi**, Romania
- **Hannu Karttunen**, Finland
- **Julio A. Fernandez**, Uruguay
- **Alexei Pace**, Malta

- **Fredy Doncel**, Paraguay
- **Gordana Apostolovska**, Macedonia
- **Legesse W. Kebede**, Ethiopia
- **Silvia Torres-Peimbert**, Mexico
- **Chris Corbally SJ**, Vatican
- **Sergei Andrievsky**, Ukraine
- **Moedji Raharto**, Indonesia
- **Barrie W. Jones**, Great Britain
- **Junichi Watanabe**, Japan
- **Margarita Metaxa**, Greece
- **Chantal Levasseur-Regourd**, France
- **Graeme White**, Australia
- **Zeki Aslan**, Turkey

They all replied with information concerning their home countries. This information was completely new to me and inspired me in my working process. I found out that astronomy and astrophysics are not taught separately in most countries, but are rather integrated in different subjects. In most of the countries astronomy subjects are covered in geography and physics. There are, however, some countries around the world that have separate courses on astronomy. The following table shows a summary:

Country	Hours per week	Grade at school
Germany (few federal states)	1	10.
Paraguay	unknown	Secondary schools
Russia	unknown	End of secondary school
Ukraine	1	11.
Uruguay	1	10.
Greece (as an option)	1	11.
Mexico (in some schools)	unknown	End of secondary school

Furthermore, I found it very interesting that astronomy was taught independently in some countries for a rather long time and was then removed from the syllabus. The following table shows all the countries where astronomy was initially taught and then taken out of the syllabus.

Country	Cancelled in
Armenia	unknown
Germany (few federal states)	since 1990
Georgia	unknown
Latvia	1993
Serbia	1990
Turkey	1974

Above all I would like to thank **Lutz Clausnitzer**, who helped me right from the start and is one of the initiators of the protest movement "*ProAstro Sachsen*" in Germany (federal state: Saxony), which came into existence when the independent subject astronomy was removed from the syllabus. Mr. Clausnitzer was an astronomy teacher and therefore a very important source of information. He also maintains the website of the protest movement, which can be found at http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/. In addition, I want to thank **Mag. Robert Pitzl-Reinbacher**, **Dr. Gerhard Pfeiffer** and **Dr. Gerhard Rath,** who answered my questions very eagerly and are pioneers in astronomy education in Austria. Mag. Pitzl-Reinbacher has taught an elective astronomy, astrophysics and cosmology course (one semester) in the past. Dr. Pfeiffer developed his own elective astronomy, planetology, cosmology and astronautics course (four semesters) which was offered for ten years.

In a different part of my diploma thesis I worked on three different models which could be used to integrate astronomy and astrophysics as a separate subject in the Austrian educational system. The first model plans to have astronomy as an independent subject in fourth grade with one hour per week. The second model is proposed for fifth grade with one hour per week and the third model deals with the possibility of introducing an obligatory course open for all students from sixth to eight grade. These three models are then discussed using up-to-date data from "Statistik Austria". I looked at the advantages and disadvantages of all three models and found that the most promising one is the first model, whereas the third model is easier to realise and therefore feasible.

Astronomy and astrophysics are both mysterious and fascinating. They provide the opportunity for students to acquire a taste for natural sciences and their methods, instruments and working processes. Astronomy topics continuously enjoy media interest around the world, as the scientists' new findings are usually accompanied by spectacular pictures or simulations. Education systems, schools and especially teachers could use this to feed the students' interests and therefore enlarge and deepen their fascination for natural sciences.

Literaturverzeichnis

[1] Lehrplan Unterstufe Physik; http://www.bmukk.gv.at/medienpool/791/ahs16.pdf; [Stand 28.3.2012]

[2] Lehrplan Oberstufe Physik; http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11862/lp_neu_ahs_10.pdf; [Stand 28.3.2012]

[3] Lehrplan Oberstufe Biologie und Umweltkunde; http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf; [Stand 28.3.2012]

[4] Lehrplan Unterstufe Geografie und Wirtschaftskunde; http://www.bmukk.gv.at/medienpool/784/ahs9.pdf; [Stand 28.3.2012]

[5] APOLIN, M., Big Bang 7, ÖBV-Verlag, Wien, 2008

[6] WALTHER, U., SCHNEIDER, H.-P., Zeitungsartikel: „Astronomieunterricht in der DDR und in den neuen Bundesländern“; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/AU_DDR_neue_Bundeslaender_S07-13.pdf; [Stand: 11.8.2012]

[7] CLAUSNITZER, L., Artikel: Astronomie für alle Schüler! – Was jeder über Astronomie wissen sollte. In: interstellarum 2012, Nr. 84

[8] „Rolle und Bedeutung des Faches Astronomie an den allgemein bildenden Schulen“ (Überarbeitete Fassung des gesamten Gutachten); http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/Gutachten_Astro_2001.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[9] COMMISSION 46 ASTRONOMY EDUCATION AND DEVELOPMENT - National Liaison Triennial Reports 2006-2008; Jahresbericht 2006-2008 (1); http://physics.open.ac.uk/~bwjones/IAU46/pdf/Triennial/Tri-reps_06-08%281%29.pdf; [Stand 28.3.2012]

[10] COMMISSION 46 ASTRONOMY EDUCATION AND DEVELOPMENT - National Liaison Triennial Reports 2006-2008; Jahresbericht 2006-2008 (2); http://physics.open.ac.uk/~bwjones/IAU46/pdf/Triennial/Tri-reps_06-08%282%29.pdf; [Stand 28.3.2012]

[11] Physik- Lehrplan von Malta; http://www.um.edu.mt/__data/assets/pdf_file/0016/66400/SEC24.pdf; [Stand: 22.5.2012]

[12] Newsletter IAU 71; http://physics.open.ac.uk/~bwjones/IAU46/pdf/IAUNL71.pdf; [Stand 28.3.2012]

[13] CLAUSNITZER, L., Artikel „Die Tugenden des Astronomieunterrichts“; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/Clausnitzer-Tugenden_des_AU_2003.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[14] Brief: Institut für Planetare Geodäsie; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/TU_Dresden_29.04.2002.pdf; [Stand: 22.5.2012]

[15] HAMEL, J., Geschichte der Astronomie, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, 2002

[16] Österreichisches Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe; http://www.ephysik.at/Portals/0/CPU/Didaktik/Bildungsstandards/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21%5B1%5D.pdf; [Stand 28.3.2012]

[17] Pressebericht zum Nobelpreis 1993, vergeben an Hulse und Taylor; press release; http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1993/press.html; [Stand: 9.3.2012]

[18] Pressebericht zum Nobelpreis 2006, vergeben an Mather und Smooth; public information; http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2006/popular-physicsprize2006.pdf; [Stand: 9.3.2012]

[19] SCHWAAR, I., Zeitungsartikel: „Sollte das Fach Astronomie in der Stundentafel der Klasse 10 an der Mittelschule und am Gymnasium erhalten bleiben?“; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/NSLZ_3_2006_S.17-20.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[20] Brief: Fachberater der Fächer Physik, Mathematik und Informatik des Regionalschulamtes Bautzen; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/FB-PA_Web.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[21] Die Funktionsweise des GPS; http://www.naviwelt-auto.de/allgemein/die-funktionsweise-von-gps/; [Stand: 31.3.2012]

[22] ZAMG; Satellitenbilder zur Wettervorhersage; http://www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder/satbild_welt/ ; [Stand: 31.3.2012]

[23] Brief der Mitglieder der sächsischen Initiative „Pro Astro 10“, Teil 1-4; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/Argumente.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[24] Daten von Statistik Austria; „Schülerinnen und Schüler im Schuljahr 2010/11 nach Schulstufen“http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbesuch/index.html; [Stand: 1.4.2012]

[25] Daten von Statistik Austria; „Übertritte von Abgängern der AHS (8. Schulstufe) in die Sekundarstufe II im Jahr 2010/11“ http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbesuch/index.html; [Stand: 1.4.2012]

[26] KELLER, H.U., Astrowissen, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, 2008

[27] Informationen vom Bundesministerium für Unterricht zu berufsbildenden mittleren und höheren Schulen, Kunst und Kultur; www.bmukk.gv.at/schulen/bw/bbs/bmhs_uebersicht.xml; [Stand: 31.3.2012]

[28] MEYER, L., SCHWARZ, O., Astronomie, DUDEN PAETEC Schulbuchverlag, Berlin Mannheim, 2011

[29] MEYER, L., SCHWARZ, O., Astronomie – Eine praktische Wissenschaft, DUDEN PAETEC Schulbuchverlag, Berlin Frankfurt a.M., 2008

[30] Informationen zur „Mondtäuschung“; http://www.psy-mayer.de/links/Mond/mond.htm; [Stand: 4.4.2012]

[31] Vorschlag für praktische Einheiten - Sternenkarte selber bauen; http://www.np-barnim.de/download/pdf/starcard.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[32] Informationen zur neuen Mittelschule vom Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur; Folder zur NMS: http://www.neuemittelschule.at/fileadmin/user_upload/pdfs/folder2011.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[33] Informationen zur modularen Oberstufe vom GRG Draschestraße (1230 Wien); http://www.grg23vbs.ac.at/most.html; [Stand: 1.4.2012]

[34] Daten von Statistik Austria; „Verteilung der Schülerinnen und Schüler in der 9. Schulstufe – Vergleich mit 1980, 1990 und 2000“ http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbesuch/index.html; [Stand: 1.4.2012]

[35] BERNHARD, H., Studie: „Zur astronomischen Bildung in Deutschland“; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/Bernhard_Studie_26.02.2005.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[36] Screenshot der Software „*Stellarium*“; http://www.stellarium.org/screenshots.html, [Stand: 2.4.2012]

[37] Aufnahme von Stonehenge; http://en.wikipedia.org/wiki/File:Stonehenge2007_07_30.jpg; [Stand: 16.8.2012]

[38] Kukulcàn-Pyramide der Maya in Chichén Itza in Mexiko; http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Chichen_Itza_3.jpg&filetimestamp=20090824213859; [Stand 11.3.2012]

[39] Eine Tafel des Dresdner Maya-Codex; http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Dresden_Codex_p09.jpg&filetimestamp=20070520195434; [Stand: 10.5.2012]

[40] Offender Brief der Sachverständigen an den Sächsischen Landtag; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/SV-MdL_12.09.2006_mit_Anlage.pdf; [Stand: 11.8.2012]

[41] HELLER, H., Kommentar zum Schreiben des Staatsministers Prof. Dr. Mannsfeld an die Mitglieder der CDU-Fraktion des Sächsischen Landtages vom 16. Jänner 2004; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/ProAstro10_Kommentar-zu-SMK_M%e4rz.pdf; [Stand: 11.8.2012]

[42] Kommentar der Fachleute und Betroffenen zur PM 047/2006 des SMK vom 28.04.2006 „Hintergrundinformation zum Astronomieunterricht“; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/ProAstro10-PM-SMK-047-2006.pdf; [Stand: 11.8.2012]

[43] CLAUSNITZER, L., Kurzbericht über die Anhörung zum Erhalt des Pflichtfaches Astronomie; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/Clausnitzer_Bericht__Anhorung_28.04.2006; [Stand: 11.8.2012]

[44] Antwort auf die Petition; http://www.prohlis-online.de/palitzschgesellschaft/download/petitionsantwort-1.pdf; [Stand: 11.8.2012]

[45] Stenografisches Protokoll der Anhörung des Ausschusses für Schule und Sport am 28.04.2006, Protokollgegenstand: „Grundsätzliche Neuausrichtung der astronomischen Grundausbildung an den allgemeinbildenden Schulen in Sachsen“; http://www.lutz-clausnitzer.de/as/ProAstro-Sachsen/anhoerung_astro.pdf; [Stand: 14.8.2012]

[46] Bilder von ZAMG; http://www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder/; [Stand: 31.3.2012]

[47] Bilder von ZAMG; http://www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder/satbild_welt/; [Stand: 31.3.2012]

[48] Bilder von ZAMG; http://www.zamg.ac.at/wetter/sat_bilder/wirbelstuerme/; [Stand: 31.3.2012]

[49] CLAUSNITZER, L., Artikel: „Vor fünf Jahren verlor Sachsen das Fach Astronomie – Hintergründe und Einschätzung der neuen Situation“, VdS-Journal für Astronomie 2012, Nr. 43, im Druck

[50] STADLER, H., Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt; erschienen in PLUS LUCIS 1/98; http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/981/stadler.pdf, [Stand: 5.8.2012]

[51] STADLER, H., Ein Unterrichtsmodell zum Thema Schwerelosigkeit; Beitrag aus der Reihe: Wege der Physikdidaktik – Band 5: Naturphänomene und Astronomie; http://www.solstice.de/cms/upload/wege/band5/Wege5-165-173.pdf, [Stand: 5.8.2012]

[52] MADER, O., Astronomieunterricht – Methodisches Handbuch für den Lehrer, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 1960

[53] VOIT, F., Astronomie – Grundlagen und Praxis für die Schule, Aulis Verlag Deubner & CO KG, Köln, 1969

[54] SCHLOSSER, W., SCHMIDT-KALER, T., Astronomische Musterversuche für die Sekundarstufe II, Hirschgraben-Verlag, Frankfurt am Main, 1986

[55] SCHWARZ, O., MEYER, L., Astronomie – Eine praktische Wissenschaft, Duden Paetec Schulbuchverlag, 2008

[56] HERRMANN, D. B., Astronomie, Paetec-Verlag, Berlin, 1994

[57] DAUDRICH, D., Ein Planetensystem im All, First Minute Taschenbuchverlag, Emsdetten, 2003

[58] HABISON, P., Himmel@All – Astronomie in Bildung und Kultur, Die Wiener Volkshochschulen GmbH – Edition Volkshochschule, Wien, 2010

[59] GOLLENZ, F., STUZKA, W., EDER, J., TENTSCHERT, H.H., Lehrbuch der Physik 4. Klasse, ÖBV-Verlag, Wien, 2000

[60] HOPF, M., SCHECKER, H., WIESNER, H., Physikdidaktik kompakt; Aulis Verlag, 2011

[61] Vorschläge zu praktischen Einheiten der Sternwarte Recklinghausen, Datei „Suche dir einen Ort“; http://www.sternwarte-recklinghausen.de/files/suche_dir_einen_ort.pdf; [Stand: 1.4.2012]

[62] Screenshot eines Suchlaufes der Software "Aladin previewer"; http://aladin.u-strasbg.fr/java/alapre.pl?-c=crab+nebula&button=RGB; [Stand: 12.8.2012]

[63] Screenshot eines Suchlaufes in der SIMBAD – Datenbank zur Galaxie M31; http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-plot?target=_BLANK&ident=M++31&coo=00+42+44.330%2B41+16+07.50&radius.unit=arcmin&x=68&y=63&radius=10; [Stand: 14.8.2012]

[64] Screenshot eines Suchlaufes in der SIMBAD – Datenbank, http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-id?Ident=M31&NbIdent=1&Radius=2&Radius.unit=arcmin&submit=submit+id; [Stand: 14.8.2012]

[65] Zeitungsartikel zur schriftlichen Reifeprüfung: http://diepresse.com/home/politik/innenpolitik/forumbildung/757547/Kaum-Laender-ohne-einheitliche-Matura; [Stand: 14.8.2012]

[66] Homepage der ESA – „Teacher's Corner": http://www.esa.int/esaMI/ESERO_Project/SEM0LW4KXMF_0.html; [Stand: 14.8.2012]

[67] Homepage der NASA – Unterrichtsmaterialien: http://www.nasa.gov/audience/foreducators/index.html; [Stand: 14.8.2012]

[68] Informationen zu den „Mars Science Labratory Investigations": http://www.jpl.nasa.gov/news/press_kits/MSLLanding.pdf; [Stand: 14.8.2012]

[69] HAMEL, J., Meilensteine der Astronomie, Frankch-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, 2006

[70] Homepage des „Department for Education" in Großbritannien: http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum, [Stand: 3.10.2012]

[71] Homepage des „Department for Education" in Kalifornien – "Science Content Standards for California Public Schools": http://www.cde.ca.gov/be/st/ss/documents/sciencestnd.pdf, [Stand: 3.10.2012]

[72] Homepage des „Department for Education" in Washington State – Revised Washington State K-12 Science Standards: http://www.sbe.wa.gov/documents/WAScienceStandardsDec4.pdf, [Stand: 3.10.2012]

[73] Website mit Informationen zur Erdbahn: http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Perihel.html, [Stand: 4.10.2012]

[74] KIRCHNER, E., GIRWIDZ, R., HÄUßLER, P., Physikdidaktik, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007

Verweise auf den Anhang:

[A1] Interview mit Mag. Robert Pitzl-Reinbacher

[A2] Interview mit Dr. Gerhard Rath

[A3] Interview mit Dr. Gerhard Pfeiffer

[A6] Ekliptikmodell von Dr. Gerhard Pfeiffer

[A6] Emails der Mitglieder der „*Comission 46*“

LEBENSLAUF

Ich, Sarah Mirna, wurde am 4.Mai 1988 als Tochter eines gelernten Elektrikers und ORF-Mitarbeiters und einer Finanzbeamtin in Wien geboren. In den Jahren 1994 bis 1998 besuchte ich die Volksschule in Vösendorf. Die Unterstufe absolvierte ich im GRG Draschestraße im 23. Bezirk in Wien. Im Schuljahr 2002/2003 wechselte ich im GRG Draschestraße von einer Regelklasse in eine bilinguale Klasse, die ich im Juni 2006 mit der bilingualen Reifeprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg abschloss. Vom anschließenden Wintersemester an studierte ich Mathematik und Physik auf Lehramt. Zusätzlich zu meinem Lehramtsstudium inskribierte ich 2007 das Bakkalaureatsstudium der Astronomie, welches ich im September 2011 erfolgreich abschließen konnte.

ANHANG

A1 – Interview mit Mag. Robert Pitzl-Reinbacher

Interview mit Herrn Mag. Pitzl-Reinbacher

Interviewer (Sarah Mirna) … I

Interviewter (Mag. Pitzl-Reinbacher) … P

I: Prinzipiell, nur ganz kurz: Ich führe dieses Interview, um mir Ideen und Argumente für meine Diplomarbeit zu besorgen, du und hast mir schon im Vorfeld zugesichert, dass das aufgezeichnet werden kann…

P: Ja, genau.

I: Okay, passt, super. Du hast schon einmal ein Wahlmodul Astronomie gehalten und jetzt wollte ich dich fragen, was du denn da alles behandelt hast.

P: Also ich habe folgendes behandelt… Die Themen habe ich immer in unterschiedlicher Reihenfolge behandelt. Im letzten Jahr habe ich mit den Himmelskoordinaten angefangen, obwohl ich ganz am Anfang angefangen habe mit dem heliozentrischen und geozentrischen Weltbild – aber nur ganz kurz. Und dann habe ich eben die ganzen Sachen mit der Himmelskugel, Ekliptik, Himmelsäquator, Zusammenhang mit der Achsenneigung der Erde und dann auch die äquatorialen Koordinaten besprochen. Das hat ungefähr zwei Stunden gedauert. Dann kam der Umgang mit der Sternenkarte, wie man die verschiedenen Objekte findet und danach habe ich Sterne behandelt. Zuerst einmal das Hertzsprung-Russel-Diagramm, Zustandsgrößen von Sternen, wie man Sterne einordnet, die Entwicklung von Sternen abhängig von der Masse und welche Endstadien sie erreichen können. Dann habe ich im Zusammenhang mit diesem kosmischen Materiekreislauf auch die Entstehung von Sternen gemacht… Entstehung von Planeten und ganz, ganz kurz auch wie sich das dann auf die Entstehung des Lebens auswirkt – echt ganz kurz. In dem Zusammenhang bin ich dann übergegangen zur Physik des Planetensystems, wobei aber das sehr schülerzentriert war. Da habe ich dann in der Form von Kurzreferaten und Kurzpräsentationen die Himmelskörper von den Schülern erarbeiten lassen. Also die Planeten habe nicht ich vorgestellt, sondern das haben die Schüler gemacht und auch andere spezielle Himmelskörper haben die Schüler vorgestellt. Und dann habe ich die Newtonsche Gravitation besprochen – also eh das aus dem Basismodul wiederholt. Also Newtonsche Gravitation, Keplersche Gesetze, wobei das im letzten Jahr ein bisschen speziell war, weil da auch Fünftklässler dabei waren, die das im Physik-Basismodul noch nicht gehabt haben – aber die haben das auch gut verkraftet. Dann

Kreisbahngeschwindigkeit, Fluchtgeschwindigkeit und das letzte war dann Raumfahrt: Also wie die Bahnformen im Planetensystem sind und ich glaube ich habe dann ganz am Schluss, und das ist sich dann nicht mehr ganz ausgegangen, besprochen wie das mit Swing-By ist, also bei Raummissionen, die Marsmission und so weiter. Das war im Großen und Ganzen der Kurs vom letzten Jahr.

I: Super, das heißt, diese Wahlmodule sind immer offen für alle Klassen?

P: Nein, an und für sich sind sie offen ab der sechsten Klasse, nur letztes Jahr waren aus der fünften Klasse sehr gute Schüler dabei. Da gibt es eben die Sonderregelung, wenn Schüler einen ausgezeichneten Erfolg haben, dann können sie auch schon Wahlmodule aus der sechsten Klasse inskribieren, im Sommersemester, und da haben sich einige eben für Astronomie entschieden.

I: Und wie reagieren Schülerinnen und Schüler generell auf astronomische Inhalte? Also auch im Physikunterricht?

P: Naja, sehr interessiert. Bei allem was etwas mit Astronomie zu tun hat, werden generell irrsinnig viele Fragen gestellt. Ja, das auf jeden Fall.

I: Glaubst du, hilft Astronomie dem Physikunterricht und in welcher Weise?

P: Naja, bei Themen der Mechanik kann man sicher viele Dinge an der Astronomie aufhängen. Also ich habe die Astronomie am Beginn prinzipiell sehr gerne als Einstieg in die sechste Klasse. Und ich mache die astronomischen Themen klarerweise für die Newtonsche Gravitation, aber auch zum Beispiel bei Kreisbahnbewegungen – die habe ich heuer fast ausschließlich mit Beispielen aus der Astronomie gemacht. Orbital motion und Kreisbahnbewegungen – also ich habe das gar nicht viel abstrakter gemacht. Ich meine das ist eh abstrakt genug, aber… Ja. Ansonsten glaube ich schon, dass man viele Sachen mit astronomischen Sachen verknüpfen kann. In der Mechanik… Bei anderen Themen kann man das sicher auch gut einbringen. Bei der Elektrodynamik könnte man das Magnetfeld der Erde besprechen und solche Sachen geben auch immer viel her, wo Schüler dann auch sehr viele Fragen stellen. Es ist also, sozusagen, für die Interessensbildung und die Schülerinteressen ein wichtiger Punkt.

I: das heißt die Schüler reagieren prinzipiell gut darauf und sind auch sehr interessiert, oder? Bei diesen Wahlmodulen – wo haben die Schüler und Schülerinnen das meiste Interesse?

P: Naja, am Anfang haben sie zu allen Kapitel Interesse. Nur bei den Sachen, die dann mühsam werden, wie zum Beispiel das mit den, ähm, mit den vielen Begriffen im Zusammenhang mit den Himmelskoordinaten. Also Ekliptik und Meridian, Zirkumpolarstern und diese ganzen Fachbegriffe, das wird ihnen dann relativ bald mühsam – aber da müssen sie halt einfach durch. Das ist so wie in jedem Fach, wo dann halt… Es ist wichtig, dass das erarbeitet wird und, ähm, bei der Sternentstehung, das ist halt der Teil, der halt, ähm,

mathematisch am unaufwendigsten ist und wo auch nicht so viele Begriffe vorkommen. Da ist das Interesse am konstantesten.

I: Glaubst du sollte Astronomie nur theoretisch vermittelt werden, oder machst du auch praktische Einheiten?

P: Naja, das hängt vom Wetter ab. Also ich habe die letzten Jahre, immer wenn ich einen Astronomiekurs gemacht habe, auch versucht etwas Praktisches zu machen. Und zwar habe ich das im Zusammenhang mit dem Wiener Arbeitskreis der Astronomie gemacht. Da gibt es einen sehr netten Herrn, der bereit ist mit einem ziemlich großen Teleskop, ähm, für die Schüler so einen Beobachtungsabend zu machen. Das haben wir immer am Maurerberg gemacht und das hängt halt sehr stark vom Wetter ab. Letztes Jahr ist es gar nicht zustande gekommen, weil das eben nur bis zur Zeitumstellung möglich ist und wenn dann gerade immer an den Kurstagen das Wetter schlecht ist, dann hat der keine Zeit oder ich keine Zeit und deshalb ist das dann nicht zustande gekommen.

I: Das heißt, ihr habt das dann immer spontan gemacht?

P: Ich plane das so, dass ich den anrufe und ihm sage „ich habe jetzt wieder einen Astronomiekurs.“. Dann machen wir uns einmal aus, nächste Woche und dann weiß er eh schon, wenn es die Woche nicht geht, dann wird es die nächste Woche und dann sagt er mir zum Beispiel: in zwei Wochen geht es nicht, da hat er eine Veranstaltung und dann ergeben sich halt gewisse Termine die möglich sind und wenn die alle nicht gehen, dann kommt es nicht zustande. Dann gehe ich halt mit ihnen…Also letztes Jahr waren wir stattdessen im Planetarium, bei einem Vortrag über SETI-Forschung, der aber ziemlich abstrakt und trocken war. Das möchte ich zumindest mit einer Klasse heuer noch nachholen und, ja, schauen wir mal. Ganz am Anfang habe ich auch einen Experten gehabt, das war der Herr… Wie hat der nochmal geheißen?... Das war der Herr Teimer, der hat über Raumfahrt und Antriebstechnologie gesprochen. Aber der ist jetzt nicht mehr in Österreich, der hat glaube ich einen Lehrstuhl in Korea angenommen. Das heißt, der ist jetzt nicht mehr bei uns. Also man zu dem sicher auch viele Experten in die Schule holen.

I: In Deutschland funktioniert das so, da haben sie Schulsternwarten. Und die haben auch in manchen Bundesländern verpflichtend Astronomie als Schulfach. Könntest du dir vorstellen, dass es in Österreich ein verpflichtendes Wahlmodul Astronomie gibt?

P: Naja, vorstellen kann ich es mir schon, aber das wird vorher sehr schwer zu realisieren sein, fürchte ich. Also rein organisatorisch! Aber vorstellen… Inhaltlich kann ich es mir schon vorstellen. Das einzige was ich halt glaub, wo das eventuell schwierig ist, dass einfach viele Physikerkollegen, die das halt unterrichten würden, wenig Bezug haben, beispielsweise zur beobachtenden Astronomie. Was dann passieren wird, wenn man das den vielen Kollegen gibt, ist, dass das Wahlmodul Astronomie eine Rechnerei mit Fluchtbahngeschwindigkeit und Kreisbahngeschwindigkeit wird. Das wird also in Rechnereien ausarten. Wobei das auch eher der Extremfall sein wird und ich das auch nicht unbedingt glaube. Das würden dann

wahrscheinlich eh nicht alle unterrichten, sondern nur die, die es auch interessiert. Man bräuchte sicher eine extra Ausbildung.

I: Ja, ja, also immer unter der Voraussetzung, dass es eine Ausbildung gibt. Also vielleicht so eine Art Drittfach, wie es das früher für Informatik gegeben hat. Gut, dann noch eine kurze Frage. Was glaubst du, welche astronomischen Inhalte sollten Kinder am Ende der Schulpflicht kennen? Was gehört zur Allgemeinbildung, was sollten sie mindestens wissen, am Ende der Schulpflicht?

P: Also was sie auf jeden Fall wissen sollten ist, dass sie den ungefähren Aufbau von unserem Sonnensystem beschreiben können, Planetennamen, aber vielleicht auch die Reihenfolge. Was sie auf jeden Fall wissen sollten ist der Zusammenhang zwischen den Jahreszeiten und der Achsenneigung – also die Entstehung der Jahreszeiten erklären können. Also in der AHS sollten sie auf jeden Fall auch die Entwicklung vom heliozentrischen Weltbild ansatzweise historisch einordnen können. Und, naja, schön wäre es natürlich auch, wenn sie ein bisschen eine Ahnung davon hätten, wie das Universum im Großen aufgebaut ist. Also vor allem welche Modelle man sich heute vorstellt und, dass das alles vorläufiges Wissen ist. Gerade im Zusammenhang mit Kosmologie ist die größte Gefahr, dass das was in den Medien oder von den Experten verbreitet wird, dass das von den Kindern als Wahrheit hingenommen wird. Der Modellcharakter und die Vorläufigkeit von diesem Wissen kommt nicht zu ihnen rüber.

I: Danke, das war es dann schon!

P: Bitte!

A2 – Interview mit Dr. Gerhard Rath

Interview mit Herrn Dr. Gerhard Rath

Interviewer (Sarah Mirna) … I

Interviewter (Dr. Gerhard Rath) … R

I: Astronomische Inhalte werden im österreichischen Bildungssystem nur spärlich behandelt. Welche Probleme ergeben sich dadurch?

R: Ich sehe das Problem, dass in diesem Bereich wenig Wissen vorhanden ist. Die Welt endet 2 Meter über dem Boden, überspitzt gesagt. Der Nachthimmel ist auch durch die Beleuchtung in den Städten fast völlig ausgeblendet. Einfache Phänomene wie Mondphasen oder Jahreszeiten werden nicht verstanden. Dies alles wäre nicht so schlimm, ABER: Damit ist mancher Esoterik und Scharlatanen Tür und Tor geöffnet (z.B. der Astrologie). Damit kann kaum zwischen Fiktion und Wirklichkeit unterschieden werden. Ein „Planet“ in einem Film (z.B. Star Wars) hat den gleichen Realitätsgehalt wie ein tatsächlicher Planet – von beiden sind nur elektronische Bilder geläufig, wo ein Planet wirklich zu sehen ist, ist wenig bekannt.

I: Welche astronomischen Inhalte sollten, Ihrer Meinung nach, in der AHS als allgemein bildende höhere Schule behandelt werden?

R:

- Überblick über Objekte und Größenordnungen im Universum (quasi „von Außen“ gesehen): Sterne, Planeten, Kleinkörper, Galaxien
- Kenntnis des Aufbaus unseres Sonnensystems und seiner Dynamik
- Orientierung am Nachthimmel mit freiem Auge
- Fähigkeit zur Erklärung von beobachteten Phänomenen und Bewegungen durch Bezug auf die obigen Modelle
- Kenntnis wesentlicher Verfahren und Techniken der Astronomie
- Diskussion von Möglichkeiten und Grenzen der Astronomie vor dem Hintergrund von Weltbild- und religiösen Fragen.

I: Gehören auch praktische Fertigkeiten, wie die Bedienung eines Teleskops, zu diesen Grundkompetenzen? Wieso?

R: Teleskop: Nein. Außer es ist eines vorhanden. Sonst maximal Feldstecher. Beobachtungen mit freiem Auge: Ja. Einsatz von Sternkarten – möglicherweise, nicht unbedingt.Diese Fertigkeiten können nicht zu Grundkompetenzen gehören, da sie nur bei ständiger Übung und Anwendung Sinn machen.

I: In welcher Weise könnte ein Unterrichtsfach Astronomie zur Verbesserung der österreichischen Bildungssituation beitragen?

R: Es könnte die Ausrichtung von Oberstufenschwerpunkten spezifischer machen.

Es könnte gegen den Mangel an naturwissenschaftlich-technischem Nachwuchs helfen, da Astronomie großes Interesse hat und so manche Jugendliche zu den Naturwissenschaften führen könnte.

I: Bzgl. PISA, etc.: Glauben Sie, dass astronomische Inhalte den Horizont der Schüler und Schülerinnen erweitern könnten?

R: Nicht die Horizonte erweitern, aber die Ergebnisse verbessern. Immerhin gibt es dort einen Bereich von Erd- und Weltraumwissenschaften.

I: Für meine Diplomarbeit habe ich drei mögliche Modelle entwickelt die Astronomie als eigenständiges Unterrichtsfach zu realisieren: a. als einstündiges Fach in der vierten Klasse (8. Schulstufe), als einstündiges Fach in der fünften Klasse (9. Schulstufe) oder als Wahlmodul in einer modularen Oberstufe bzw. als freies Wahlfach in der AHS. Welche Vor- und Nachteile haben die einzelnen Modelle? Welches Modell könnte am ehesten realisiert werden?

R: Realistisch sind nur a. und c.

Grundsätzlich machen einstündige Fächer nur Sinn, wenn sie geblockt werden, z.B. Eine Doppelstunde über ein Semester. Einstündige Wochenfächer bringen gar nichts.

a.: Im Rahmen der Unterstufenautonomie können Stunden umgeschichtet werden (und werden auch). Wir haben wie viele z.B. ein naturwissenschaftliches Labor installiert, in dessen Rahmen auch Astronomie gemacht wird. Natürlich geht dies auf Kosten anderer Fächer, die Gesamtstundenzahl bleibt ja – also z.B. eine Stunde Physik weniger.

Hier muss besonders erwähnt werden, dass die NMS in der 3. Und 4. Klasse je 3 Wochenstunden Wahlfächer haben. Gerade hier ließe sich die Astronomie unterbringen als Schwerpunkt!

b.: Für mich die realistischste Möglichkeit, gibt es auch schon öfters. Z.B. an unserer Schule ein Semester. Die AHS hat sowieso Wahlfächer oder Kurse, da geht das immer, wenn die Bedingungen passen. Kann Wahl- oder Freifach sein.

I: Wäre es, Ihrer Meinung nach, sinnvoll ein unabhängiges Fach Astronomie in Österreich einzuführen oder sollen astronomische Inhalte weiterhin in andere Fächer integriert werden? Was spricht für die beiden Möglichkeiten, was spricht dagegen?

R: Sinnvoll aus der Sicht der Astronomie: Ja – denn nur dann kann eine vernünftige Systematik aufgebaut werden. Ich halte es aber nicht für realistisch durchsetzbar. Genauso sinnvoll und wahrscheinlich viel wichtiger wären Fächer wie Medizin oder Jus.

I: Um Astronomie in Österreich als Unterrichtsgegenstand einführen zu können, müsste es eine Ausbildung für Lehrerinnen und Lehrer geben. Wie könnte die aussehen?

R: Muss kein eigenes Studium sein, könnte im Physikstudium integriert sein. Funktioniert ja auch so bei Geometrisch Zeichnen im Rahmen der Mathematik. Allerdings müsste dort schon ein fachlicher und ein fachdidaktischer Teil spezifisch sein, z.B. mit ca. 10 ECTS

- Astronomische Grundlagen, Himmelsmechanik
- Astrophysik, Sterne, Galaxien, Kosmologie
- Astronomisches Praktikum
- Fachdidaktik

Würde dem Lehramt Physik nicht schaden.

I: Ist, Ihrer Meinung nach, eher ein vollwertiges Lehramtsstudium oder eine Zusatzausbildung als Drittfach realisierbar? Wieso?

R: Vollwertiges Lehramtsstudium ist bildungs- und schulpolitisch sicher nicht drinnen. Minimal- Einzelfach ist derzeit PuP (Psychologie/Philosophie) mit 4 Stunden. Die Lehrkräfte sind schon schwer einsetzbar, einer pro Schule reicht und ist erst halb beschäftigt, wer vertritt bei Fehlen etc. Also: Ich würde voll auf eine Integration setzen. Aber dort möglichste Eigenständigkeit anstreben, also z.B. Ein einheitliches (Teil) Curriculum wie bei 7.

I: Sollte Astronomie nur theoretisch vermittelt werden oder sollte es auch praktische Einheiten geben?

R: Grundproblem der Astronomie bzw. des wenigen Wissens ist das anfänglich erwähnte Fehlen der phänomenologischen Basis. Die Jugendlichen haben KEINE Erfahrung. Bei Mechanik und Optik z.B. haben sie phänomenologische Erfahrung. Bei Elektrizität kaum, die lässt sich aber leicht herstellen, mit Experimenten.Bei Astronomie fehlt die – und sie lässt sich schwer herstellen. Eigentlich müsste man z.b. über ein Jahr immer wieder selbst beobachten. Praxis also: Ja, unbedingt, so viel wie möglich. Möglichkeiten:

- Beobachtungen am Tag: Sonne, Sonnenuhren, Schattenstab
- Zugänge über elektronische Medien, PC, Handy: Google Earth, Stellarium etc. (Nach meiner Erfahrung kann man Jugendliche über ihre Erfahrungswelt (PC) für die „echte“ Welt interessieren – also zuerst PC, dann Sterne schauen…)
- Sternkarten bauen und verwenden; Hausaufgaben: Mit Sternkarte; Mond verfolgen über eine Woche; Helligkeiten und Farben von Sternen; Planeten suchen; Himmelsfotos und –videos machen…
- Exkursionen zu Planetarien und Sternwarten. Gemeinsame Beobachtungsabende: Bei Schikursen, Schullandwochen am besten. Sonst schwierig, wegen dem Wetter!

I: Welche Inhalte könnten praktisch vermittelt werden? Was sind Grundkompetenzen?

R: Orientierung am Himmel, Kenntnis der Grundphänomene, Objekte und Bewegungen von der Erde aus (Sonne, Mond, Sterne, Bewegungen).

I: Welche praktischen Fertigkeiten sollten Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Schullaufbahn diesbezüglich haben?

R: Sich am Himmel orientieren können, Objekte identifizieren.

I: Könnten Sie sich vorstellen, dass es in Österreich Schulsternwarten gibt, die mit Klassen regelmäßig besucht werden?

R: Wir haben eine BRG Kepler – „www.keplersternwarte.at“. Ich glaube noch immer die einzige. Es kommen Klassen, aber eher unregelmäßig.

I: Wäre es möglich und sinnvoll in Österreich ein solches Netzwerk von Schulsternwarten einzurichten?

R: Mit einigen, wo es definitive astronomische Schwerpunkte an der Schule gibt. Und entsprechende Lehrkräfte. Ist nicht so einfach, das sollten zugleich Amateurastronomen sein. Dann bringt es den eigenen Schülern etwas. Eigentlich gibt es genug Privat- und Vereinssternwarten, wenn es nur ums Besuchen geht.

I: In welcher Weise haben astronomische Erkenntnisse unser physikalisches Weltbild verändert?

R: Die Frage würde ich anders stellen, ohne „physikalisches“. Denn astronomische Erkenntnisse haben unser Weltbild mehrfach entscheidend beeinflusst. Schon bei den Babyloniern und Griechen, Zahlensystem, Kalender… dann natürlich die kopernikanische Revolution, zuletzt die Kosmologie – das Urknallmodell… Die Physik und auch Astronomie selbst erzeugen keine Weltbilder, sondern Modelle. Ein Modell beschreibt Objekte wie Sterne, Planeten, oder den Kosmos (da wird es schon haarig, ob das noch ein Objekt ist), Weltbilder sind für mich etwas Ganzheitliches. In diesen muss der Mensch als Ganzes integriert sein, so etwas erzeugt explizit die Religion und die Philosophie.

I: Welchen Stellenwert nimmt die Astronomie in der Gegenwart ein? Warum können wir nicht auf sie verzichten?

R: Sie steht absolut an der Front der naturwissenschaftlichen Forschung. Sie erweitert unser Wissen im Größten und im Kleinsten. Gerade ihre Verbundenheit mit der Weltbildfrage macht sie so wichtig. Sie ist auch eine der medial am stärksten vertretenen Naturwissenschaften, z.B. durch besondere Ereignisse (Sonnenfinsternis…) oder durch die spektakulären Bilder, die sie produziert. Weiters hängt sie mit der Raumfahrt zusammen, und die bestimmt unsere technische Zivilisation mit (Satelliten, Kommunikation, GPS…). Und sonst sage ich nur: Weltuntergang 2012… Sie ist die einzige Naturwissenschaft mit einer lebendigen, dichten Amateurszene.

I: Welchen Stellenwert wird die Astronomie in der Zukunft für unsere Gesellschaft haben?

R: Wird eher noch wichtiger werden.

A3 – Interview mit Dr. Gerhard Pfeiffer

Interview mit Herrn Dr. Gerhard Pfeiffer, am

Interviewer (Sarah Mirna) … I

Interviewter (Herr Pfeiffer) … Pf

I: Also dieses Interview soll mir helfen Inspirationen, Ideen, etc. für meine Diplomarbeit zu liefern.

Pf: Also ich bin Physiker und mein Weg zur Astronomie, mich hat immer das da oben interessiert, was auch immer sich da oben tut. Was tut sich da oben? Nicht so sehr die „Sterndal". Ich meine, ich habe schon ein Erlebnis gehabt mit Sternen, im Familienkreis, wir sitzen am Abend da, sehen die Sterne und ich sage „Unterrichten tue ich die zwar, Kernfusion blablabla, aber auskennen tu ich mich nicht da oben. Ergebnis war, dass ich zum 50. Geburtstag von der Familie ein Teleskop geschenkt bekommen habe. Dann musste ich mich notgedrungen ein bisschen damit auseinandersetzen und jetzt kenne ich mich aus – sowohl mit den Geräten, als auch mit den Bewegungen am Himmel. Ja, das war eigentlich so mein Einstieg in die Astronomie. Von der Verwertbarkeit der Astronomie im engeren Sinne, also Sterne, Sternbilder, blablabla, muss ich sagen: ungünstig. Ich habe es mit Schülern gemacht, aber: theoretisch ist eine Sache, praktisch ist eine andere Sache. Da machst du dir vier Treffen aus und an allen vieren ist es bewölkt. Es klappt nicht und die Schüler kommen bei uns von sehr weit her, müssen oft hergebracht werden. Dann sagt man in letzter Sekunde ab, du fahrst hin um auch den Letzten zu sagen, dass es nicht stattfindet. Es ist ein irrer Aufwand, mit wenig Erfolg. Das heißt das praktische Beobachten der Sterne und alles drum herum: vergiss es, es zahlt sich nicht aus! Aber: ohne praktischen Bezug bringt es nichts. Was zwar interessant ist, ist die Theorie. Warum leuchten Sterne, Kernfusion, vor allem was wird aus den Sternen, Roter Riese, Schwarze Löcher, blablabla, das interessiert – keine Frage. Das heißt alles, was eine Anwendung der Relativitätstheorie ist, Raumkrümmung, Schwarze Löcher, das kommt gut an. Und nach langer, langer Zeit, habe ich dann auch tatsächlich in diese Richtung unterrichtet. Ich habe Kernfusion in Sternen nach Lehrbuch unterrichtet, solche Sachen gibt es, aber dann habe ich weiter gearbeitet mit Veranschaulichungen zur Raumkrümmung und Ähnlichem – das gibt es hervorragende Comics von Jean Pierre Petit: „*Die Abenteuer des Anselm Wüßtegern*". Die sind sehr alt, ich habe diese alten Bücher-Comics zu Hause, hatte sie mühsam kopiert und dann kommt ein Schüler vor einigen Jahren zu mir und sagt „Die gibt es jetzt auch im Internet!". Genial! Jean Pierre Petit ist ein hervorragender Wissenschaftler, der es sich zum Ziel gemacht hat, die Welt zu verbessern, die Bildung in die Welt zu tragen und, weil die Urheberrechte für seine Werke nach 30 Jahren abgelaufen sind, hat er die jetzt ins Internet gestellt, mit der Einladung, alle Menschen dürfen die alle verwenden.

I: Also ihr Wahlfach hat schon etwas Besonderes!

Pf: Ja, ja, also ich zeige ihnen später ein wenig davon. Englisch ist ein großer Schwerpunkt bei mir. Erstens habe ich einen gewissen Bezug zu Englisch, weil ich Freunde in England habe, bei denen ich regelmäßig bin. Eigentlich sind es Freunde meiner Frau, die aber auf Schüleraustausch bei uns waren und das hat sich fortgesetzt bis heute, in die übernächste Generation. Wie sind jetzt das zweite Jahr in England, wohnen dort gratis, wir sind auch oft in Amerika, weil wir dort herumreisen, … Ich war auch bei der NASA auf Hobbyastronautenausbildung.

I: Wirklich? Das kann man machen?

Pf: Ja!

I: Toll! Was lernt man dort?

Pf: Naja, man soll das jetzt nicht so übertreiben! Es war ein Lehrerkongress. Es ist so, die NASA lädt ein für alles Mögliche. Und zwar zwanzig westliche Länder eingeladen, je einen Vertreter zu senden und auch Schüler. Da gibt es ja Wettbewerber, dass jedes Jahr zwei Schüler dahin fahren, ein Bursche und ein Mädchen und irgendein Lehrer muss sie begleiten. Das heißt sie fliegen da nicht ganz alleine hinüber, werden aber drüben komplett getrennt und total extra behandelt und die Lehrer… Da gibt es eben das International Space Camp für Lehrer. Das ist eigentlich eine Belohnungsaktion für amerikanische Lehrer. Und zwar gibt es bei denen den „Teacher of the Year“, so Elektionsverfahren typisch Amerika und von jedem Bundesstaat wird einer eine Woche dahin auf Urlaub geschickt. Eben NASA kennenlernen, Raumfahrt und so weiter, das ist aber irgendeiner, das kann von einer Hilfsschule der Leselehrer sein, irgendeiner der „Teacher of the Year“ geworden ist in dieser State Election. Der wird dann halt dort hingeschickt und kommt dort mit den zwanzig Internationalen zusammen, um einen gewissen Erfahrungsaustausch zu haben. Nur die Internationalen sind eigentlich immer Physiker und Anglisten und die sind irgendetwas. Na gut, und dann gibt es dort ein Projekt – eine Woche Raumfahrt. Ich meine, wir haben eine Simulation eines Spaceshuttlefluges gehabt, mit allem Drum und Dran. Also das war wirklich gut – es gibt auch einen Bericht von mir im Internet und da kann man sich auch bewerben. Da gibt es jedes Jahr eine Ausschreibung, die extrem knapp kommt und die man erst einmal bekommen muss. Aber ich bekomme sie jetzt immer, weil ich bin in der Datenbank drinnen. Und dann muss man ein Motivationsschreiben verfassen - ich hab damals geschrieben ich habe ein Wahlpflichtfach Astronomie eingeführt und so habe ich ganz gut Karten gehabt. Naja, und ich bin dann tatsächlich eingeladen worden und, ja, das war wirklich ein tolles Erlebnis.

I: Das glaube ich! Spannend!

Pf: Und jetzt habe ich mich gerade bei der ESA beworben und spätestens morgen kommt die Antwort. Ich bin gespannt. Da gibt es auch so etwas von der europäischen, die

Einsendeschluss am 12. Dezember haben und bis 16. bekommt man anscheinend eine Antwort. Eine Woche bei der ESA mitmachen – das ist schon etwas Tolles für einen Lehrer. Ich habe mich beworben – keine Ahnung was mich da erwartet und wie viele sich beworben haben. Ich habe auf jeden Fall ein wenig Erfahrung mit Weltall und so! Gut, aber das ist eine andere Geschichte – das können Sie ja gerne im Internet nachlesen.

I: Das habe ich gar nicht gewusst, dass es bei der ESA und der NASA solche Sachen gibt!

Pf: Ja, ja, die sind sehr interessiert an allem Möglichen. Nur, sollen sie das in der Kronen Zeitung schreiben? Irgendwo gibt es immer Ausschreibungen, die irgendwer liest und irgendwer bekommt. Dass da zwei zusammen kommen ist so selten… Das heißt, wenn sich da drei bewerben, dann ist einer schon sicher dort. Und wenn Sie dann einmal in der Datenbank drinnen sind, dann haben Sie wirklich gute Chancen. Ich bin ein Jahr später gefragt worden, ob ich nicht noch einmal fahren möchte, weil sich dieses Mal keiner gemeldet hat. Ich habe aber leider absagen müssen, weil ich schon etwas anderes vor gehabt habe. Aber sonst wäre ich glatt noch einmal hin gefahren. Jetzt habe ich eine Einladung von der NASA bekommen, aber für eine *Reunion*. Warte, wie haben sie das genannt… *For Senior Astronaut Teachers*… Ob ich nicht einen Fortsetzungskurs machen will – da habe ich sofort geschrieben JA!

I: Und da fahren Sie jetzt hin?

Pf: Naja, ich weiß noch nicht ob das überhaupt zustande kommt. Das ist gerade so die letzte Email. Wir sind wieder im G-Accelerator und im MAT. Kennen Sie den? Das sind drei so Ringe ineinander und in der Mitte ist der Sitz festgeschnallt und dann wird das eingeschaltet und das rotiert dann so herum. Das ist so gut!

I: Da sind Sie schon einmal drinnen gesessen?

Pf: Aber natürlich! … Das ist genial! … Also ich liebe das. Es schaut total wild aus, ist aber total harmlos. Der Magen ist genau im Schwerpunkt, dem passiert nichts. Das schaut viel wilder aus, als es tatsächlich ist. … Das ist so gut! Er hat eh gesagt, dass er uns alle 10 Minuten fragt, ob es noch weiter gehen soll. „*If I hear a NO – it's a stop. If I hear nothing – it's a stop. Only with YES you will have 10 more seconds!"*Na dann hat das angefangen und er hat gefragt „*Shall I continue*?" und mir hat es so getaugt. Die Leute haben mich später gefragt wie ich das ausgehalten habe, die haben alle gelacht, weil ich immer weiter fahren hab dürfen. (lacht) Das war schon gut!

I: Wieso verwendet man das? Was trainiert man mit dem?

Pf: Naja, jetzt müssen wir die Geschichte der Raumfahrt ein bisschen machen. Ganz am Anfang der Raumfahrt wurden die Astronauten ja mit den wildesten Dingen gequält, weil man nicht wusste, was da oben passiert. Ich weiß nicht, inwieweit Sie mit der Geschichte der Raumfahrt vertraut sind?

I: Gar nicht, eigentlich!

Pf: Na gut! Ich hab es auch unterrichtet – habe Materialien und so. Noch in den 1950er Jahren, sogar 1965er Jahren, gab es Meinungen, in Schwerelosigkeit wird der Mensch sofort sterben, oder verrückt, oder Ähnliches. Heute undenkbar. Aber darum waren die amerikanischen Konstrukteure so sehr dagegen, Menschen da mitzuschicken. Die ganzen Kapseln, das waren Toppiloten, die sie da hinein gesetzt haben, die nichts tun durften. Ein Affe hätte genauso drinnen sitzen können – die Kapseln waren ja ursprünglich für Affen designt. Die haben echt nichts tun können, die waren einfach angeschnallt und die haben extra geschaut, dass die Piloten nicht irgendwie einen Knopf antatschen können. Und ansonsten war das nicht geplant, dass die irgendetwas tun, weil die ja vollautomatisch waren, da man dachte, dass Lebewesen vielleicht gar nicht wieder zurückkommen. Und das ist ja lange vorher designt worden und wie die dann drinnen gesessen sind... Naja, die erste Meldung vom Gagarin war *„I feel fine!“*, also *„Mir geht es gut, ich bin noch nicht gestorben!“.*Naja, also *„I feel fine!“* hat er natürlich nicht gesagt, den Satz habe ich von den BBC Dokumentationen, die ich immer vorführe, übernommen. Und die sind auf Englisch – deswegen habe ich die ganzen Berichte immer auf Englisch! Das ist also eigentlich alles BBC, was ich schaue. Und da hab ich die besseren Serien für den Unterricht bearbeitet. Wobei alles echte, oder dokumentierte Aussprüche sind, das heißt das ist wahr, was da drinnen steht. Und der „Right Staff“ ist ein super Kinofilm, den ich da immer vorführe. Ich weiß nicht, ob Sie von dem schon einmal was gehört haben?

I: Nein.

Pf: Der „Right Staff“ ist auch so eine Sache. Wie bin ich zu diesem Film gekommen? Also in diesem Space-Camp da gab es alle möglichen Ausbildungen. Und am Schluss gab es dann einen Programmpunkt, bei dem man dann ausgemustert wurde und da hat dann jeder den Titel „Hobby-Astronaut“ bekommen – „Astronaut-Teacher“ – und dann haben sie gesagt, dass jetzt ein Programmpunkt kommt, der nicht auf dem Programm steht. Oh, was ist das? Der „Right Staff Award“ wird verliehen! ... Aha, was ist das? …. Amerikanische Sitte, von vielen Betrieben übernommen, dass es einen „Right Staff Award“ gibt, der verliehen wird. Das heißt irgendein Mitarbeiter der Firma ist der „Right Staff“ für seine Position… Das kann eine Putzfrau sein, oder ein Direktor. Irgendeiner, der „Right Staff“ ist. Und das hat eine Vorgeschichte, die auf den Film „Right Staff“ zurückgeht. Und zwar: was macht einen Astronauten aus? Was muss der können, damit er wirklich hinauf gesendet wird? Na gut: Er muss alles Mögliche können, er muss kooperativ sein, er muss sich auf allen Gebieten auskennen, er muss sozial sein, blablabla. Aber das ist alles nicht ganz klar und da gibt es ein klassisches Gespräch, das wirklich stattgefunden hat und, das in diesem Film „Right Staff“ auch zitiert wird. Da kommen die Reporter hin und fragen sich so untereinander was den „Right Staff“ ausmacht. Und dann sagt er: „Sie reden nicht darüber, die Astronauten!“. Und er sagt: „Was, zu Außenstehenden?“ und darauf er „Nein, untereinander! Und zu Außenstehenden sagen sie noch weniger!“. (lacht) Und nach dem ist dieser Film benannt – was macht den „Right Staff“ aus – und in Anlehnung an das wurde der „Right Staff Award“ in

allen möglichen amerikanischen Filmen und so weiter eingeführt. Und danach haben sie beim Space-Camp auch für den „Right Staff Award“ einen Kursteilnehmer ausgewählt und der bin ich gewesen! Und daraufhin habe ich mir natürlich den Film kaufen müssen. (lacht) Und hab dann gelernt, dass das ein Kinofilm ist. Der hat acht Oscar-Nominierungen gehabt. Sehr alt…

I: Wirklich? Ok.

Pf: Und den habe ich. Den zeige ich Ihnen später und dazu zeige ich Ihnen gleich meine englischen Unterlagen, weil da habe ich Vokabeltraining gemacht. Teilweise arges amerikanisches Englisch…. Mit Anspielungen, die kein Mensch versteht – die habe ich dann ausgearbeitet. Da haben wir im Wahlfach dann wirklich zwei Stunden Englisch gemacht – zwischendurch, mit allen möglichen Ausschnitten. Da haben wir sogar einige Anglisten gefragt, bzw. einige Schüler haben diese Anglisten gefragt und die waren sehr frustriert, dass sie nicht gewusst haben was da gemeint ist damit. Da habe ich eh gefragt, ob wir fächerübergreifend arbeiten und die Antwort war: *„Nein, ich versteh nichts davon!“*. Ja, gut, ist eine Anglistin! (lacht) Ja und, quasi, die Anfangsszene in diesem „Right Staff“ da sieht man so Wüste, Cowboys, Reiter, da reitet einer dahin. Und dann siehst du so ein Düsenflugzeug. Naja, und dann geht der hinein in die Bar, so typisch Western-Manier, und das ist das Insidertreffen der Cowboys, die die Topflieger in dem Testgelände dort sind. Also das ist der Hintergrund von denen. Ja da reden sie drinnen, es gibt nämlich eine neue Maschine, die möglicherweise die Schallmauer durchbrechen wird. Und da sind ja schon viele abgestürzt und gestorben. Und der Chuck Yeager, der tatsächlich die erste Person war, wird da gefilmt da drinnen, wie er da an der Bar steht und sich unterhält – der echte Chuck Yeager ist in dem Film als Barman drinnen – und die sprechen. Und dann kommen jedenfalls ein paar Militärs hinein und fragen den besten Zivilpiloten, ob er die Schallmauer durchbrechen will und der sagt ziemlich teuer und so. Also er meint das können sie sich nicht leisten. Und dann kommen sie auf den Top-Militärpiloten, den Chuck Yeager, und, naja, dann reden sie. Dann kommt einen Frau herein, stellt sich an die Bar, hört sich das Gespräch an und dann machen die dem das Angebot und er sagt einfach *„Ok.“*. Sie fragen ihn wann *„Wäre morgen ok?“* und er sagt *„Gut.“*. Also wenn man weiß, dass schon etliche abgestürzt und tot sind, dann… Na dann geht der an die Bar und spricht die schöne Frau an, flirtet mit der und dann fragt er: *„Honey, have you ever been cought in the desert alone?“.* Sie antwortet draußen: *„Can’t be done!“*. *„I’m half check rabbit!“* Das verstehen viele nicht – also: ich bin ein halber Hase, ich bin schnell wie ein Hase. Na gut, und dann reitet sie auf jeden Fall davon und er galoppiert nach. Nein, ganz vorher geht sie einfach davon, lasst ihn abblitzen, so ungefähr. Kommt ein anderes Girl, denkt sich *„Cooler Typ, würde mich interessieren!“* und fragt die Barfrau, wer das ist. Sagt die drauf wer er ist und er *„Vergiss es!“*. Darauf sagt die Barfrau: *„Forget it sweety, she’s his wife!“*. Und das hat wörtlich so stattgefunden. Und es war der echte Chuck Yeager, der dann beim Reiten einen Unfall gehabt hat und mit gebrochenen Rippen den ersten Überschallflug gemacht hat.

I: Und er ist nicht gestorben dabei?

Pf: Nein, er ist nicht gestorben dabei. Und diese Top-Piloten wurden dann gefragt, ob sie Astronauten werden wollen, haben aber alle abgelehnt, weil man dort ja nicht fliegen konnte – die waren ja nur Insassen. Und diese ganzen Geschichten sind aufbereitet und gehören zur Geschichte der Astronautik, mit englischen Videos.

I: Super! Sehr spannend!

Pf: Ja, das ist alles da.

I: Und bis wann ist das gegangen, dass die eigentlich nicht fliegen konnten, mit diesen Kapseln?

Pf: Das war so: Es gab dann einen vehementen Zwist wischen den Konstrukteuren der Kapseln, die ja noch Affen hineinsetzen wollten. Es war ja alles fertig, im Wesentlichen, die Kapseln. Nur, man wollte Astronauten haben, weil das publikumswirksamer ist. Und die Astronauten, die Top-Piloten, wollten ja fliegen und genau das wollten die Konstrukteure nicht. Die wollten, dass die Astronauten nur drinnen sitzen. Darum gab es hinter den Kulissen einen fürchterlichen Streit – dürfen die jetzt fliegen oder nicht. Und der wurde dann auf brutale Art und Weise entschieden: Die Astronauten sind an die Öffentlichkeit gegangen und haben sich als Flieger vorgestellt und dann hätten es die Konstrukteure nicht ausgehalten, dass sie sie wirklich nicht fliegen lassen. Und darum sind dann gewisse Steuerungsmechanismen eingebaut worden, in die Kapseln. Und was sich dann tatsächlich beim Glenn dann als lebensrettend erwiesen hat, weil bei dem dann das automatische System versagt hat und der musste dann manuell weiterfliegen. Sonst wäre der nämlich gestorben. Und dieser Superfilm dauert ewig und wir haben ihn auf drei Raten gesehen und immer wieder besprochen.

I: das klingt ja super!

Pf: Ich habe das hier zufällig drüben liegen – also nicht wegen ihnen, wir schlichten nämlich gerade alles in Kisten. Und da habe ich aus dem Film so ein paar coole Sprüche herausgeschrieben, so „Memorable Quotes“, und dann mit den Schülern halt besprochen. Zum Beispiel sagt die Barfrau „Der Erste, der die Schallmauer durchbricht bekommt ein freies Steak.“. Darauf steht Chuck Yeager auf und sagt „Ich hätte meines gerne Medium-Rare!“. (lacht)

I: Super!

[Anm.: Pf geht kurz weg und holt eine Kiste mit Materialien, darunter die DVD zum besagten Film.]

Pf: Das war eben eine Sammlung von coolen Sprüchen. Und da haben wir Kontrollfragen. Natürlich, man muss immer die wichtigsten Sachen herausschreiben, was vielleicht nicht jeder versteht.

I: Super! Slang vor allem, oder?

Pf: Ja. Das ist eben das *„I am half check rabbit!“*. Also es ist nicht so, als ob ich mit Englisch nichts am Hut hätte. Es gibt das volle Filmskript – es ist also nicht so, als ob wir keine Materialien hätten.

I: Spitze, und alles zu dem einen Film? Das ist toll!

Pf: Das ist zu dem Film, ja!

I: Ich glaube ich werde mir den auch ansehen.

Pf: Man darf sich aber nicht täuschen lassen. Der Film ist in allen Sprachen auf der DVD.

I: Ausgezeichnet mit vier Oscars. … Und ich habe noch nie etwas davon gehört. … (lacht)

Pf: Ich glaube zum Thema Raumfahrt kann ich einiges erzählen und habe auch genügend Materialien.

I: Steht da auch drauf von wann der ist? … Aja, 1983. Spitze, werde ich mir besorgen.

Pf: Auf Amazon gar kein Thema und keine Sorge, er ist auf allen Sprachen drauf. Ich mein es gibt ihn in Englisch auch, aber warum sollte es denn den nicht in allen Sprachen geben. … Ich führe im Unterricht immer wieder einen Film auf Englisch vor, mit englischen Untertiteln. Und das klappt hervorragend.

I: Damit man mitlesen kann?

Pf: Ja, ja, also nur so ist es ein bisschen gar schnell.

I: Naja, und der Dialekt ist sicher auch nicht einfach zu verstehen.

Pf: Naja, erstens ist der Dialekt nicht einfach zu verstehen …

[Anm.: Pf geht kurz weg und holt eine Kiste mit DVDs.]

Pf: Nur damit Sie wissen was für Materialien es gibt. Kunterbunt durcheinander gewürfelt!

I: Ich bin ja ein Fan von BBC- Dokumentationen. Die sind wirklich gut, da gibt es keine groben Fehler. Das ist wirklich gutes Material. Space Race, …

Pf: „Space Race“ ist eine der besten BBC-Dokumentationen, die es gibt. Da geht es um den Wettlauf der Russen und der Amerikaner bei ihrem Wettrennen zum Mond. Diese Dinge sind alle historisch belegt. Man kann theoretisch parallel die Schüler etwas googeln lassen und man wird sehen, dass das alles stimmt. Der Schüler die Person, der Schüler die Person, der Schüler die Person im Wikipedia.

I: Ja, Englisch ist wirklich wichtig, allein für das Studium. Beim Studium kommt man nicht mehr aus ohne Englisch.

Pf: Das stimmt.

I: Dann bedanke ich mich für das Interview. Sie waren mir wirklich eine große Hilfe!

Pf: Gerne!

A4 – Interview mit ehemaliger Schülerin

Interview mit Anja, am 1.12.2011

Interviewer (Sarah Mirna) … I

Interviewte (Anja – fiktiver Name) … A

[Die Schülerin war zum Zeitpunkt des Interviews bereits volljährig, daher musste keine Erlaubnis der Erziehungsberechtigen eingeholt werden.]

I: Ich möchte dich darüber informieren, dass es das Ziel dieses Interviews ist, mir Ideen und Argumente für meine Diplomarbeit zu liefern. Es wird nicht quantitativ ausgewertet, sondern nur qualitativ. Das heißt, wenn du mir irgendwelche guten Argumente lieferst, dann werde ich die aufgreifen und einbauen. Ich werde das natürlich absolut anonym halten und werde keine Namen nennen – wenn du irgendwelche Namen nennen solltest mache ich daraus Person A und B. Ist es für dich in Ordnung, dass dieses Interview aufgezeichnet wird?

A: Ja.

I: Gut, also, du hattest in der Schule ein Wahlmodul Astronomie. Weißt du welche Klasse das war?

A: Ich glaube das war in der sechsten Klasse.

I: Und was habt ihr in dem Wahlmodul gemacht?

A: Gelernt! (lacht) Naja, im Endeffekt haben wir uns in Gruppen zusammen getan und haben Poster gestaltet, über die verschiedenen Planeten. Wir haben auch eine Exkursion gemacht.

I: Wohin?

A: Auf den Maurer Berg, mit Teleskopen und allem anderen dabei. Wir haben im Endeffekt Fotos vom Mond gemacht, so gut es halt ging. Ich weiß aber nicht, was wir sonst noch alles gemacht haben.

I: Das ist doch aber schon einiges. Das heißt, ihr habt auch praktische Einheiten gehabt.

A: Ja, absolut, wir haben auch Laufbahnen von Planeten berechnet und uns mit Längen- und Breitengraden beschäftigt – was mit einer Linie auf einer Kugel passiert und so weiter. Also eigentlich eh eine ganze Menge.

I: Und hat dir das Spaß gemacht?

A: Ja, voll, das war wirklich voll interessant.

I: Interessiert dich Astronomie allgemein?

A: Ja, schon.

I: Hast du in Physik astronomische Inhalte gehabt, an die du dich erinnern kannst?

A: Ja, eigentlich, ich mein jetzt nicht großartig viele, aber die Grundsachen auf jeden Fall und wahrscheinlich auch ein bisschen darüber hinaus. Ich weiß nicht genau was man alles lernen muss, so im Basisunterricht, aber einige Sachen waren sicher dabei.

I: Okay. Glaubst du sollte man mehr astronomische Inhalte in Physik und andere Gegenstände einbauen oder reicht das so wie es derzeit ist?

A: Nein, ich denke es wäre schon interessant, wenn man da mehr Astronomie dabei hätte, weil ganz ehrlich, wen interessiert das nicht? Was da draußen im All alles vor sich geht und so, keine Ahnung. Was es da draußen alles so gibt, weil es sind schon außergewöhnliche Sachen, die du auf der Erde einfach nicht findest.

I: Glaubst du, besteht prinzipiell Interesse bei Schülerinnen und Schülern?

A: Also ich kann mir das schon gut vorstellen, auch, wenn das vielleicht einige nicht zugeben, weil sie cool sein müssen, oder so. Ich glaube im Endeffekt interessiert es schon jeden.

I: Du hast ja auch praktische Einheiten erwähnt. In Deutschland ist es so, dass es Schulsternwarten gibt und, dass die Klassen immer wieder zu Sternwarten gehen und mit großen Teleskopen auch arbeiten dürfen. Glaubst du, würde da prinzipiell Interesse bestehen?

A: Definitiv! Auf jeden Fall! Und wenn das nicht in der Oberstufe, so wie bei mir geht, dann zumindest mit der Unterstufe, weil das sicher total faszinierend für die ist. Ich kann es mir auf jeden Fall nicht anders vorstellen. Ich hätte das sicher super gefunden, wenn wir das öfter gemacht hätten, als das eine Mal auf dieser Exkursion.

I: Spitze. In Deutschland machen sie das so, dass sie Astronomie in der Unterstufe unterrichten und in der Oberstufe freiwillig, mit dem Vorsatz, dass Astronomie zur Allgemeinbildung dazugehört und, dass Schülerinnen und Schüler mit Abschluss ihrer Schulpflicht auf jeden Fall ein bisschen Astronomie gehört haben sollten. Unterstützt du das?

A: Ja, also ich denke mir das ist auf jeden Fall gescheiter das hauptsächlich in der Unterstufe zu machen, als in der Oberstufe. In der Oberstufe ist das Interesse dann vielleicht schon wo anders gelegen, als in der Astronomie, aber in der Unterstufe ist das sicher faszinierend. Und auch förderlich, denke ich mir. Wenn man nicht nur die Erde als solches kennt, sondern auch das Gesamtbild, dann glaubt man vielleicht nicht mehr, dass man der wichtigste auf der Welt ist. Ich denke das ist allein schon für den philosophischen Aspekt wichtig – das kann nur gut sein.

I: In der modernen Physik werden jetzt immer öfter Erkenntnisse durch die Astronomie gewonnen. Beispielsweise wurde der Nobelpreis 2011 für Physik für Astronomie verliehen und viele davor auch. Glaubst du wäre das ein Grund, um die Astronomie verstärkt im Unterricht einzubauen? Vor allem im Physikunterricht…

A: Ja, wieso nicht. Klar, also das Interesse wecken kann es bestimmt. Da sieht man dann auch, dass man es mit Astronomie weit bringen kann, dass es auch noch viel zu erforschen gibt. Wenn jemand zum Beispiel gar nicht weiß, um was es da geht und was man da alles tun und erforschen kann und was es da für Möglichkeiten gibt, dann kann man das Interesse leichter wecken, wenn man es schon im Basisunterricht hat. Wenn man den Schülern zeigt: >Das ist Astronomie, das gibt es in der Astronomie, seht es euch doch einmal an, vielleicht interessiert es euch ja…<, dann kann das sicher auch zu etwas führen. Werden dann extra Wahlmodule angeboten, dann ist das Interesse sicherlich auch größer.

I: Angenommen es hätte in der Oberstufe ein verpflichtendes Wahlmodul Astronomie gegeben, beispielsweise ein einstündiges. Wärst du da dafür, oder eher dagegen? Also beispielsweise in einer Klasse, sagen wir in der fünften Klasse, einmal die Woche eine Stunde Astronomie.

A: So wie ein Basisfach? So wie Deutsch, Mathe, …

I: Ja genau!

A: Ja, weiß nicht genau, wenn es nicht zu viel ist, dann wäre das sicher gut und würde sicher gut gehen. Ja, klar, wieso nicht! Schaden würde es sicher nicht. Ich denke es ist alles gut, was irgendwie die Naturwissenschaften mehr herausbringt. Also allgemein würde ich mehr naturwissenschaftliche Fächer ganz gut finden.

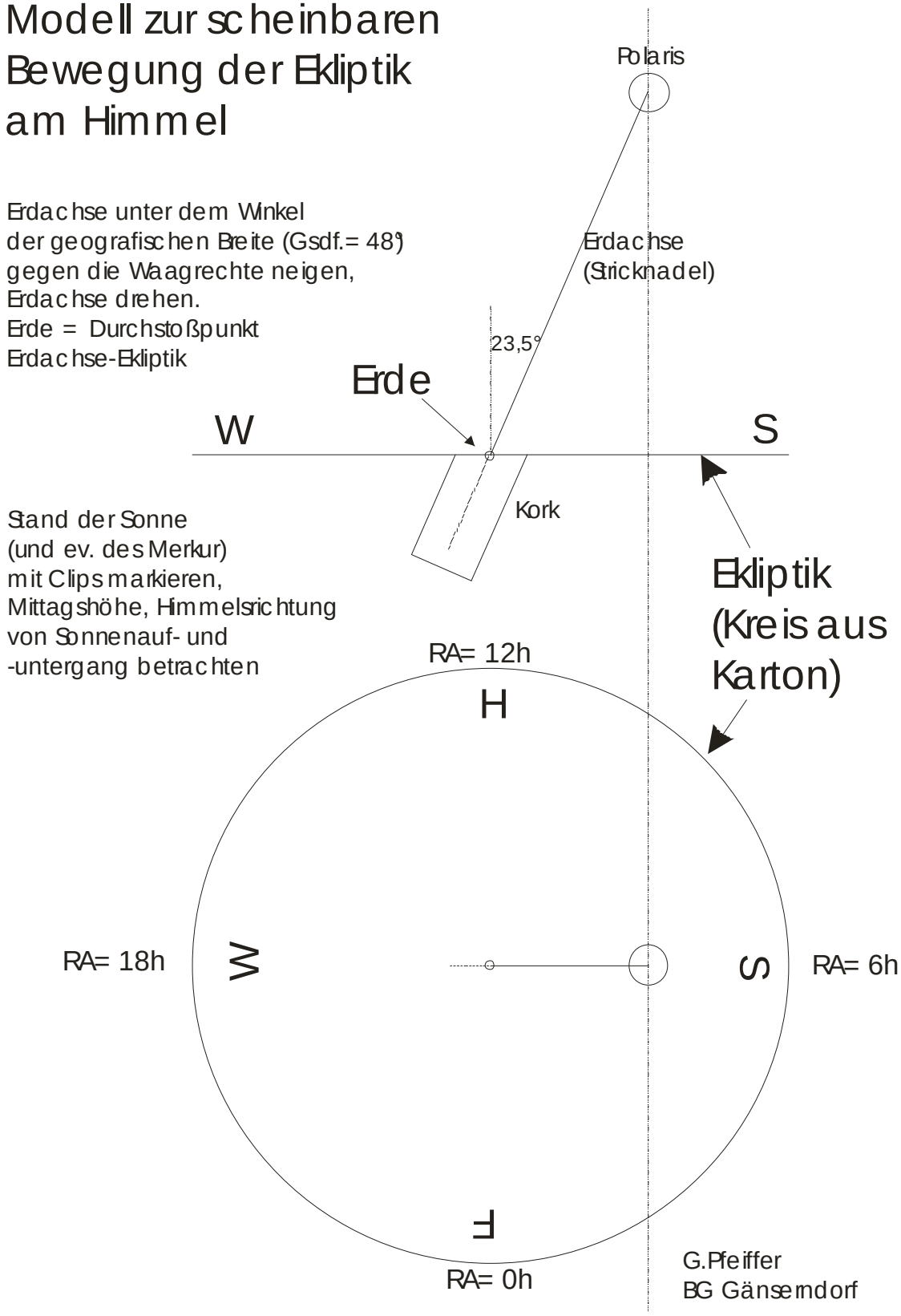
I: Glaubst du, ist deine naturwissenschaftliche Schulbildung gut gewesen?

A: Ja! Absolut! Nachdem wir in Physik, Biologie und Chemie sehr kompetente Lehrer gehabt haben: auf jeden Fall ja.

I: Spitze, dann sage ich danke. Das war’s schon!

A: Gerne.

A5 – Ekliptikmodell von Dr. Gerhard Pfeiffer



A6 – Emails der Mitglieder der International Astronomical Union (IAU)

On Feb 20, 2012, at 3:05 PM, Sarah Mirna wrote:

Dear ladies and gentlemen!

I am bachelor of astronomy and at the moment I am working on my diplomathesis on "Astronomy as a subject at school".
Concerning my thesis I am currently doing researches on countries, whereastronomy and astrophysics are obligatory subjects at school. The researchis rather difficult as most available information is in the local languageand not in English.Therefore I wanted to ask you, whether astronomy is being taught in yourcountry, in which classes and how many hours per week are invested inastronomical education.

I hope you can help me with my diploma thesis!
Best regards,

Sarah Mirna, Bakk. nat.
(University of Vienna)

Von: "Jay Pasachoff" <Jay.M.Pasachoff@williams.edu>
Datum: Mo, 20.02.2012, 22:42

I suggest you look at my triennial reports every 3 years for 15 years or so from the International Astronomical Union's Working Group on Eclipses. Go to www.astronomyeducation.org. You should find that information for dozens of countries.

Goodluck.
Jay Pasachoff

Von: "John Percy" <john.percy@utoronto.ca>
Datum: Di, 21.02.2012, 01:55

Dear Sarah,

In Canada, curriculum is a provincial responsibility, so it varieswith province. However, a document called the Pan-Canadian ScienceProtocol means that there are considerable similarities between thecurriculum in different provinces; see

http://www.cascaeducation.ca/files/teachers_curriculum.html

for a summary.

In my province of Ontario (the most populous), there is a smallamount of astronomy in grade 1 (age 6). In grade 6 (age 11),astronomy should make up 1/5 of the year's science course. Ingrade 9 (age 14), it should make up 1/4 of the year's sciencecourse. These astronomy "units" are compulsory. There is also afull-year Earth and Space Science course in grade 12 (age 17) but very few schools offer this course.

I can give you much more information if you wish. There is someinformation for teachers on my Education and Public Outreach webpage:

http://www.astro.utoronto.ca/~percy/EPOindex.htm

John Percy
PProfessor Emeritus, Astronomy & Astrophysics, and Science Education

==========
John R. Percy, PhD
Professor Emeritus: Astronomy & Astrophysics john.percy@utoronto.ca
University of Toronto phone: (416) 978-2577
Toronto ON M5S 3H4 Canada fax: (416) 946-7287
==========

Von: "Wen-Ping Chen" <wchen@astro.ncu.edu.tw>
Datum: Di, 21.02.2012, 02:56

Dear MsMirna

Astronomy is not taught separately in school, from K-12. The basic is covered in "Nature" in the elementary, and part of the "Earth Science" curriculum in junior and senior high school.

In Earch Science, astronomy has about 1/4 to 1/5 coverage, so about 10 hours only in a semester. Because there is only two semesters for the Earth Science, the total time on astronomy is about 20 hours.

I hope this is useful to you.

Regards,

Wen Ping Chen

Von: "IlgonisVilks" <vilks@latnet.lv>
Datum: Di, 21.02.2012, 10:10

Dear Sarah Mirna,

Astronomy in Latvia is no more compulsory subject since 1993. Now only at 1% of secondary schools it is taught as separate subject by choice for 1 year, 2 hours per week. Astronomy elements are integrated in other subjects. For grades 1-6 it is Science course, 2 hours per week, approximately 10% devoted to astronomy. For grades 8-9 it is Physics, 2 hours per week, approximately 10% devoted to astronomy. At secondary stage (grades 10-12) are two branches - Physics as separate subject, 3 hours per week, approximately 7% devoted to astronomy. Other branch is integrated Natural Sciences, 3 hours per week, approximately 7% devoted to astronomy.
I would be grateful if you could let me know results of your survey on astronomy education after finishing your diploma thesis.

With best regards, Dr. paed. IlgonisVilks,
University ofLatvia

Von: "Magda Stavinschi" <magda_stavinschi@yahoo.fr>
Datum: Di, 21.02.2012, 10:19

Interesting subject. I am waiting for the final result.
Unfortunately, astronomy is not more taught in Romania, at any level, even we have golden medals for the international Olympiads of astronomy.
Magda Stavinschi

Von: "Hannu Karttunen" <hankar@utu.fi>
Datum: Di, 21.02.2012, 10:23

Dear MsSmirna,

in Finland astronomy is not taught as a separate topic at school,but as part of physics and geography. The amount of time spenton astronomy depends on the teacher, and I'm afraid that thesubject is often skipped rather quickly. In fact, the teachers get very little education in astronomy unless they are interested in itand take voluntary courses.
Physics textbooks have short sections on astronomy, but theyconcentrate mainly on the solar system. Also the writers do notseem to know very much about astronomy but only copy the text(and errors) from earlier books.

If you need more specific information, please do not hesitate to ask.
Best regards,
HannuKarttunen
adj.prof. of astronomy
Tuorla Observatory, University of Turku

Von: "Julio Fernandez" <julio@fisica.edu.uy>
Datum: Di, 21.02.2012, 12:58

Dear Sarah,

Congratulations for your choice of research subject! I find it very challenging to try to gather information all around the world. You will probably find some information in the IAU Commission 46 Triennial Reports.

As regards my country -Uruguay- I am happy to tell you that Astronomy is being taught as an independent subject in the "Liceo" (Lyceum, or high school) at the fourth year (for students 15-16 year old).Another interesting thing is that many liceos have now small observatories where students can go to do observations. The astronomy course is quite general with topics going from the celestial sphere, time, eclipses, lunar phases, planets, stars and galaxies. In elementary school, the school teachers have now in the program some basic notions about the universe (Sun, origin of the seasons) for children about 9-12 year old.The other thing that I can tell you is that astronomy is in our high school curriculum since 1889, inspired at that time in the French curriculum of an encyclopedic teaching.

If you need more information, please, don't hesitate to write to me. Goog luck with your work!

Best regards,

Julio A. Fernandez

Von: "Alexei Pace" <alexei.pace@gmail.com>
Datum: Di, 21.02.2012, 13:03

Good morning,

In Malta 14-16 year olds are taught astronomy as part of the Physics syllabus at secondary level.The content is on pages 43-45 from this document
http://www.um.edu.mt/__data/assets/pdf_file/0016/66400/SEC24.pdf

Good luck!
Regards,

Alexei Pace
Astronomical Society of Malta

Von: "FredyDoncel" <fdoncel@pol.una.py>
Datum: Di, 21.02.2012, 13:01

Dear Sarah
My name is FredyDoncel
I am the responsable of the National Astronomical Observatory "Alexis TrocheBoggino" of Paraguay.Unfortunatly Astronomy is not mandatory subject at school in my country, but is include in the program as optional subject, that mean we have astronomyclass in some high schoolIf you want more specific information do not hesitate to contact me.

Sincerelyyours
Fredy Doncel

Von: "GordanaApostolovska" <gordanaa@on.net.mk>
Datum: Di, 21.02.2012, 16:37

Dear Sarah

Situation with education in astronomy is almost the same as in Malta. There is no separate subject in Astronomy in schools.

Part of astronomy is taught in the course of Geography (first year at high school, having in mind that 4 years are primary school, and 4 secondary, and after that 4 years more before university education).Parts of astrophysics are included in Physics for last year of high school, but only for students who are in classes with orientation in natural sciences.

Competitions in astronomy are organized in state level for pupils from secondary and high schools (as project activities). One competition is organized by the Macedonian astronomical society where is tested general knowledge in astronomy. Usually high school students are learning without any help of their teachers (using internet), and their knowledge is full with "black holes".

Before ten years, students wanted to study Astronomy and it was wasacepted as selective subject. In the final moment, in the most final stage Astronomy was erased because minister's advisors told him that Astronomy is very difficult subject!

I am sorry but I could not download the book in Physics (uchebnikpoFizika but in cyrilic).

Maybe they have been removed.

http://ucebnici.mon.gov.mk/

mon.gov.mk

(official site of our Ministry of education and science)

Warm regards

GordanaApostolovska
President of Macedonian Astronomical society
and associate prof. at the Institute of Physics, Faculty of Natural Sciences, University Cyril and Methodius, Skopje,
The RepublicofMacedonia

Von: "legessekebede" <legesewk@yahoo.com>
Datum: Di, 21.02.2012, 17:22

Dear Sarah,

In my country, ETHIOPIA, there is no as such an established program in Astronomy at high

school level. Some introductory lessons on basic concepts are given to students. This is also true at University level even though **four courses** in Basic Astronomy and Stellar Astrophysics are being given as electives in the departments of physics. There is only one university in the entire country that currently offers a graduate program in Astronomy-Astrophysics, even though there is no a bachelor of science program in that university. This is the university I am working from, Addis Ababa University.
the oldest university - 63 years old - in the country. So far this group has trained over 40 MSc students in Astronomy-Astrophysics. These gradauates are the ones teaching the four courses I just mentioned above. Currently there are 8 MSc.students working on topics in Cosmology and Four PhD studentswokings in the fields of Pulsar Astronomy, Binary stars and accretion distk dynamics.

Of course, it looks strange but ever since I came to Ethiopia after completing my PhD in the US I have been struggling to make the subject matter known in the country in all the ways available to me. We just started afresh a national outreach program in basic astronomy. This program is in line with IAU's 10 year stratecgic plan for teaching astronomy to underdeveloped countries eventhough it was planned two years earlier. Our program is expected to be effectively running for the next 7 - 8 years. The program focuses on teaching astronomy to preparatory school students and the public at large.

I hope this information is helpful.

Wish you the best.
Legesse W. Kebede (PhD)

Von: "Silvia Torres Peimbert" <silvia@astro.unam.mx>
Datum: Di, 21.02.2012, 18:12

Dear Sarah,

I am from Mexico where astronomy and astrophysics are not obligatory subjects at school. There are a few topics that are presented isolated at differentlevels of schooling:

-- Solar system
-- Kepler laws
-- Law of gravitation
-- a few concepts of the Universe, galaxies and stars

But there is no systematic study of it.

Good luck with your work!

Saludos,

Silvia Torres-Peimbert

Von: "Chris Corbally" <corbally@as.arizona.edu>
Datum: Di, 21.02.2012, 18:42

Dear Sarah,

In the Vatican City State there are no "schools" such as you indicate unless you include those tertiary institutions in Rome which teach philosophy and theology, and I think you probably don't. Every two years the Vatican Observatory does run a month-long summer school in Astronomy for graduate students (see our website for details). And if you went back to the middle ages you would find that astronomy was part of the regular university curriculum; this included church-sponsored universities like the Collegium Romanum.

Every best wish in your bold project,

Chris Corbally SJ
vice director
Vatican Observatory

Von: "Sergei Andrievsky" <scan@deneb1.odessa.ua>
Datum: Mi, 22.02.2012, 00:18

Dear Sarah,

some info about Ukraine.We have astronomy as an independent subjectin the school (11 grade, children of 16-17 yearsold). For astronomy 0.5 academic hour per weekis allocated. The main problem is the lack ofteachers who can deliver high quality astronomicallectures. In some cases, astronomical classes aregiven by teachers of physics, or geography.
In some cases - by teachers of chemistry or mathematics.In some cases - by teachers of other subjects,or are not delivered at all (this is very common casein the schools of the countryside).

In the 5th grade of the school some elements of astronomyare given within the course of the knowledge about theNature.

Best wishes,

Sergei Andrievsky

Von: "MoedjiRaharto" <moedji@as.itb.ac.id>
Datum: Mi, 22.02.2012, 07:55

Astronomy Education in Indonesia
At University level we have Astronomy Study Program in Bandung Instituteof Technology, undergraduate (max 30 students/year), master (1 – 5students/year) and doctor program (1 - 3 students/year) depend on theavailability of scholarship. But in pre-university level from basicschool, junior high school and senior high school, astronomy is only smallpart in physics or geography or general science. Some school have theirown efforts to pay more attention to develop and extracurricularactivities. Every year there is a national astronomy Olympiad at seniorhigh school level organized by government. There are three level NationalOlympiad: city, province and national. The astronomy Olympiad help to find
candidates of good astronomy students (strong motivation in astronomystudy). We active to participate International astronomy Olympiad. Bestregards. Moedji

---

Von: "B.W.Jones" <b.w.jones@open.ac.uk>
Datum: Fr, 24.02.2012, 14:31

Dear Sarah

Astronomy is taught widely in the UK. It is available for study incourses which school pupils normally take at age 14-15, though the take upis rather low. Older school students would normally have astronomy as partof a physics course. There are no longer undergraduate degrees inastronomy, but astronomy is widely available as an option. For more onastronomy education in schools in the UK, including the under fourteens,you should contact the Society for Popular Astronomy. Peter Grego is afirst contact
Peter Grego<petermoon1@yahoo.co.uk>

Best wishes
Barrie W Jones
Emeritus Professor of Astronomy
The Open University
UK

Von: "Dr.Junichi Watanabe" <jun.watanabe@nao.ac.jp>
Datum: So, 26.02.2012, 07:12

Dear Sarah Mirna,

That is interesting reseach, which I would like to know the final result.

In Japan, we go elementary school in 6-12 years old(total 6years),junior high school in 13-15 years old(total 3 years), and high schoolin 16-18 years old(3 years). The high school is not DUTY, but nowadaysmost of students goes to high school.

In the 4th and 6th grades in the elementary school, we have program of basic of astronomy on Moon, Sun, and stars, withinthe science course.

In the 3rd grade in junior high school, we have a program ofastronomy as a part of science course.

For more detailed information, please ask h.agata@nao.ac.jpwho is specialist of astronomy education.

bestregards,

-Junichi Watanabe

Von: "Dr. Margarita Metaxa" <m-metaxa@otenet.gr>
Datum: So, 26.02.2012, 19:52

Dear Sarah,

excuse my late response.

In Greece we have the following:

1. at elementary school basic information about earth and its place in the solar system
2. at gymnasium earth and solar/lunar eclipses, seasons
3. atlyceoum till this year astronomy(all topics included) is an optional lesson at the second classfor next year I dont know yet!!!

all the best and inform us about when you have finished your diploma thesis and its content its really intresting,

margarita

Von: Chantal.Levasseur@aerov.jussieu.fr
Datum: So, 26.02.2012, 20:29

Dear Sarah

Nice to hear about your nice diploma subject.

In my country (France), there are no special courses devoted to astronomy.However
In elementary school, some basic ideas are proposed. In junior high school, examples taken from various domains of astronomyare given in maths and in physics. In high school, some elements of astronomy are studied, mostly in"physics-chemistry" courses and in "sciences of earth and life" (e.g.natural sciences) courses.

Best wishes
A.ChantalLevasseur-Regourd

PS. You might want to contact Commission 46 of the IAU (InternationalAstronomical Union), which is devoted Astronomy education and development(president, Rosa Ross, vice-president, John Hearnshaw)

Von: "Magda Stavinschi" <magda_stavinschi@yahoo.fr>
Datum: So, 26.02.2012, 20:45

Dear Sarah,
I look forward to the outcome that I would propose to be sent to the Newsletters of the IAU Commission 46.
Best regards,
Magda

Von: "Graeme White" <graemewhiteau@yahoo.com.au>
Datum: Di, 28.02.2012, 12:49

Dear Sarah,

Please find attached a word version of a paper that Therese Young and I presented to a workshop of the (G)HoU some years ago.

As you will read, this is relevant for the state of New South Wales (NSW), Australia. Other states in Australia have different curricula.

Full details of the NSW curriculum are available on

http://www.boardofstudies.nsw.edu.au/

There is a reorganisation underway of the education system in Australia. Starting in 2014, we are moving to a National Curriculum, which means that what is in the paper will then be obsolete - although I do believe that much of the curriculum from the state of New South Wales will reappear in the National Curriculum.

The full reference for the paper is:

Young, Therese M., & White, Graeme L., (2003). Astronomy in the New South Wales (Australia) Education Curriculum. In Global Hands-On-Universe 2002, Ed. Anne-Laure Melchior and Roger Feriet, (Frontier Group), p. 47-56.

Contact me for further details,

Cheers, GLW

Von: "Zeki Aslan" <z.aslan@iku.edu.tr>
Datum: Mi, 29.02.2012, 11:45

Dear Sarah,

I hope my reply is not too late.

In Turkey, there is no compulsory astronomy courses in secondary school.Astronomy topics are taught under the physics course.

- elementary school : basic information on earth and seasons
- at 7th grade (age 12): elementary information on Solar system and thegalaxy

Starting in 2010, we have also an elective (optional) astronomy course at 11th grade (age 17);

- basic astronomy introduction
- Solar system and motions of solar system bodies
- Stars and their evolution
- Basic information on galaxies and universe

I wish you success

ZekiAslan

A6 – Lizenzbestimmungen

Duden Schulbuchverlag

(honorare@cornelsen-schulverlage.de)

Sehr geehrte Damen und Herren!

Ich bin Studentin an der Universität Wien und arbeite derzeit an meiner Diplomarbeit zum Thema "Astronomie im Unterricht". Bei meinen Recherchen bin ich auf ihre Schulbücher gestoßen. Diesbezüglich wollte ich fragen, ob ich Bilder aus ihrem Schulbuch

Duden SI Astronomie von Prof. Dr. habil. Lothar Meyer und Prof. habil. Oliver Schwarz

in meine Diplomarbeit einbauen darf. Hier möchte ich hinzufügen, dass natürlich alle von mir verwendeten Auszüge ordnungsgemäß zitiert werden.

Ich bedanke mich schon im Voraus für Ihre Bemühungen!

MfG,

Sarah Mirna, Bakk.

Betreff: Ihre Anfrage vom 10.05.2012
Von: "Jäger, Claudia" <Claudia.Jaeger@cornelsen-schulverlage.de>
Datum: Mi, 16.05.2012, 13:06
An: "Sarah Mirna" <sarah.mirna@univie.ac.at>

Sehr geehrte Frau Mirna,

haben Sie vielen Dank für Ihre Anfrage.

Da Sie - wie in Ihrer E-Mail beschrieben - die Abbildungen für IhreDiplomarbeit nutzen möchten, also im Kontext Ihrer eigenen Darstellungen,können Sie diese (unter Angabe der vollständigen Quelle) in Ihre Arbeitjederzeit einbinden. Eine Erlaubnis ist unsererseits nicht erforderlich.

Jedoch dürfen Sie die fertige - digitale - Arbeit nicht verbreiten, d.h.ins Internet, Uni-server, etc. stellen.

Bei Rückfragen können Sie sich gerne jederzeit an mich wenden.
Mit freundlichen Grüßen
Claudia Jäger

Stabsbereich Medien
Cornelsen Schulverlage

Cornelsen Verlag GmbH
Mecklenburgische Straße 53
D-14197 Berlin
Tel.: +49 30 89785-8028

Fax.:+49 30 89785-8604
mailto:claudia.jaeger@cornelsen-schulverlage.de

AG Charlottenburg HRB 114796
Geschäftsführer: Hartmuth Brill; Wolf-Rüdiger Feldmann; Urban Meister