

1.2 Lehrstückbericht

1.2.1 Lehrstückkomposition

Das Lehrstück umfasst eine Abend- bzw. Nachtextkursion. Der Unterricht unter freiem Himmel ist phänomenorientiert und widmet sich dem mit Sternen besetzten Nachthimmel. Der Unterricht ist auch produktorientiert: Er beginnt mit dem Anfertigen einer Horizontkarte und schliesst mit dem Zusammensetzen und Anwenden einer selbst gebauten Sternkarte. Entscheidend für das Gelingen des Lehrstücks ist eine detaillierte Planung der abendlichen Ereignisse: Sie orientieren sich an den natürlichen Rahmenbedingungen, der handwerklich erforderlichen Reihenfolge für das schrittweise Erstellen des Produktes, an einer stimmigen Platzierung und Gestaltung der inhaltlichen Erarbeitungsphasen und schliesslich auch an den physischen Bedürfnissen der Beteiligten.

Das Lehrstück konzentriert sich auf das Erschliessen der himmelskundlichen und astronomischen Grundlagen, die etwa jenen der griechischen Antike zur Zeit des Eratosthenes entsprechen. Dabei werden am heimatlichen Sternenhimmel grundlegende Orientierung auf dem Globus sowie eine geo- und egozentrische Welt-Anschauung gewonnen. Die kopernikanische Wende wird angesetzt.

1. **Willkommen:** Die Eröffnung des Lehrstücks findet vor der Dämmerung statt, da hier der umgebende Horizont noch bei Tageslicht verlässlich gezeichnet werden kann. Ziel der Eröffnung ist es, Eratosthenes einzuführen und die Horizontkarte anzufertigen. Die Klasse versammelt sich an einem gut erreichbaren Standort, der eine ausgezeichnete und weite Sicht in mehrere Himmelsrichtungen erlaubt. Hier begrüsst der mit einem Bettlaken verkleidete Lehrer als Eratosthenes die Schülerinnen und Schüler und verkündet, wo der inhaltliche Schwerpunkt des Abends liegen wird. Bei seinem ersten Auftritt kündigt Eratosthenes an, dass er noch einige Male in Erscheinung treten wird.

2. **Den Himmel plätten:** Der für gewöhnlich als flache Kuppel wahrgenommene Himmel stellt das kartographische Problem, ob und wie man es erreichen kann, den ganzen, gewölbten Himmel auf einem flachen Papier abzubilden. Lax formuliert lautet die Leitfrage dieser ersten Sequenz analog zu Daniel Ahrens' Formulierung: „Wie kriegen wir den Himmel platt?“ Im Gespräch findet sich bald die Lösung, dass man nach oben schauend zeichnen muss: den Zenit im Zentrum eines Kreises, den Horizont und seine Bäume, Berge, Häuser oder Masten von aussen nach innen hineinragend an seinem Rand. Um die Aufgabe schliesslich auch zeichnerisch bewältigen zu können, muss geklärt werden, wo die Himmelsrichtungen sind und wie man die etwaige Höhe des Horizontes bestimmen kann. Wenn es um die Himmelsrichtungen geht, sollte der Sonnenlauf noch einmal vor Augen geführt werden. Daraus lässt sich der Süden annäherungsweise bestimmen, Norden, Osten und Westen können dann abgeleitet werden. Mit zu den Seiten ausgestreckten Armen wird die Windrose gezeigt – die Nase deutet nach Süden. Pragmatischerweise wird der Norden am einfachsten schon bei der Vorbereitung der Exkursion mit einem Kompass genau bestimmt und nach dem gemeinsamen Orientieren bzw. kurz vor dem Zeichnen wird lediglich das Ergebnis verkündet.

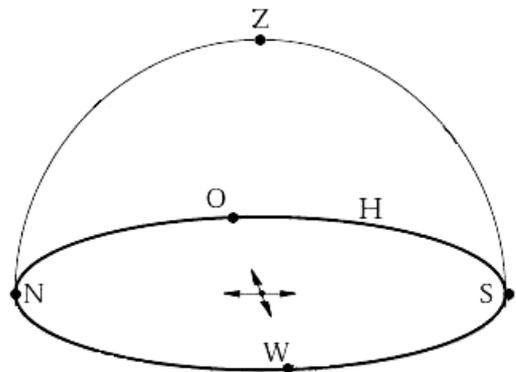


Abbildung 10: Die Horizontkuppel mit Himmelsrichtungen und Zenit

Es kann nützlich sein, die Himmelsrichtungen mit Markierungen auf den Boden zu fixieren, bei älteren Jugendlichen reicht der deutliche Hinweis auf eine Horizontmarke, von der aus die anderen Himmelsrichtungen jederzeit wieder abgeleitet werden können. Zum Messen der jeweiligen Höhe des Horizontes können am einfachsten Körpermasse herangezogen werden: Peilt man mit seitlich (!) ausgestrecktem (!) Arm die Spitzen des überstreckten (!) Daumens und kleinen Fingers an, überspannt man mit vier Schritten einen 90° -Winkel vom Zenit zum idealen Horizont auf Augenhöhe, jeder Schritt entspricht etwa einem Viertel des Viertelkreises. Die gleiche Technik kann auch horizontal angewendet werden, um Distanzen zwischen den an den Himmelsrichtungen orientierten Fixpunkten zu bestimmen. Natürlich wird alles etwas schief aussehen, denn alle Senkrechten weisen zum Zenit – daher sind gerade Hausdächer auf der Horizontkarte konkav gebogen. Es ist nützlich, das Papier immer wieder einmal über den Kopf zu halten und dann zum Horizont herunter zu bewegen. Norden und Süden liegen jeweils an einer schmalen Kante eines blauen Papiers. Auf dem Papier befinden sich ein Punkt im Zenit sowie ein starker und ein schwacher Kreis als Zeichenhilfen. Der starke Kreis bildet den idealen Horizont ab, der schwache stellt eine Hilfslinie innerhalb des Horizontkreises dar. Zusätzlich zu diesen Kreisen sind acht Punkte auf dem Papier zu sehen. Später werden an diesen Punkten in Drei-Stunden-Schritten die Uhrzeiten eingetragen: Im Norden steht 0 Uhr, im Süden 12 Uhr, im Osten und Westen 6 bzw. 18 Uhr. Der Abstand der Uhrzeiten hängt vom Radius der Sternenfolie ab, die später mit dem Horizont zusammengesetzt werden soll. Uhrzeit und Monat bzw. Tag müssen zur Deckung gebracht werden können. Nun startet jeder einen ersten Zeichenversuch auf Papier. Wer es sich zutraut, kann seinen Horizont direkt auf dem stärkeren himmelblauen Karton zeichnen, in der Regel üben alle zuerst auf normalem Papier, bevor sie das wertvollere Material bekommen. Wenn alle ihren selbstgezeichneten Horizont auf blauem Karton in der Hand haben, ist den ersten schon lange aufgefallen, dass die Himmelsrichtungen auf der frisch erstellten Karte verkehrt sind. Bei einem kurzen Nachgespräch wird klar, dass Grund dafür darin liegt, dass der Horizontkreis nur über Kopf gehalten korrekt gelesen werden kann.

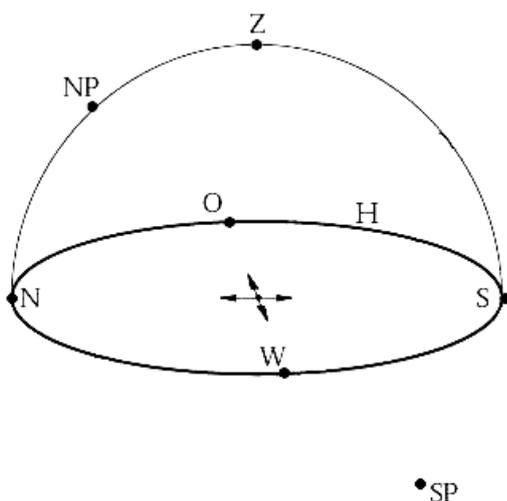


Abbildung 11: Die Horizontkuppel mit Himmelsrichtungen, Zenit und Nordpol. Der Südpol wird angedeutet.

3. Sternenspaziergang: Mit dem Einsetzen der Dämmerung beginnt der Akt I, der Sternenspaziergang, in dem die Hauptakteure der Nacht eingeführt und vorgestellt werden. Die ersten Sterne (und Planeten) scheinen auf und liefern Anlass zum Erzählen ausgewählter Sagen⁴⁹⁴ zu den für die heutige Exkursion bedeutsamen Sternbildern. Hier müssen zuerst der grosse Wagen und die grosse Bärin sowie die Kassiopeia, das Himmels-W kennengelernt werden. Greift man anschließend die Bärin und die ihr gegenüberliegende Kassiopeia mit je einer Hand und schaut in den Himmel, zeigt die Nasenspitze genau auf den Polarstern mit dem kleinen Bären, der erst später ganz deutlich sichtbar werden wird. Die Haltung der Arme soll eingepägt werden, sie hilft später, die Drehung nachzuvollziehen. An dieser Stelle sollte auch die Position jenes Sternbildes fixiert

⁴⁹⁴ Die Sagen müssen nicht der griechischen Antike entstammen. Es können auch indianische, afrikanische, chinesische Sagen sein. Geschichten, die sich um den sternbesetzten Himmel ranken, sind in fast allen Kulturen vorhanden. Entscheidend ist, dass die Geschichten ermöglichen, dass sich die Schülerinnen und Schüler die Sternbilder und ihre Position und ihre Lage zueinander einprägen. Dabei kommt es nicht zentral darauf an, dass es der griechische „Orion“ ist – es darf auch die chinesische „Himmelssänfte“ sein.

werden, das näher zum Horizont steht. Genau gegenüber des Polarsterns, einmal mitten unter uns hindurch, kommen wir zum Südpol. Und der Polarstern vollzieht eine bemerkenswerte Veränderung, wenn man nach Süden oder Norden reist. Auf dem Weg nach Norden wandert er zum Zenit, auf dem Weg nach Süden zum Horizont. Man nennt das „Polsternhöhe“ oder „geographische Breite“ und drückt es in Grad aus. Am Pol sind es also 90° , im Kongo 0° . Hier deutet sich bereits die Rundung an, sie ist aber mit ihrer 90° -Veränderung noch nicht ausgeführt und wird erst in der grossen Umwälzung von Ost nach West vollzogen. Hier darf auch schon das meridionale Denken geübt werden. Was sieht ein Bewohner des Kongos jetzt? Und jemand in Kapstadt? Und was sieht einer aus Oslo oder von Spitzbergen aus? Gegenüber vom Polarstern erscheint im Kongo fast genau gegenüber am Südhorizont ein anderes bekanntes Sternbild, in dessen Nähe der Himmelsüdpol liegt: das Kreuz des Südens. Gehen wir in Gedanken noch weiter nach Süden, steigt es beständig weiter auf und der Polarstern verschwindet im gleichen Mass unter dem Nordhorizont. Im Zwischenspiel wird Eratosthenes auf diese Bewegung des Polarsterns zurückkommen. Dann müssen wir auf jeden Fall noch das Sommerdreieck mit Leier, Schwan und Adler anschauen und auch ihre Sagen kennenlernen und erinnern. Der Lehrer weist auch hier auf die jeweilige Position der Sternbilder oder der Konstellationen über dem Horizont hin. In welche Richtung zeigt die Adler-Spitze des Sommerdreiecks? Hier, in der Nähe des Himmelsäquators, wird später die grösste Sternbewegung festgestellt werden. Schliesslich werden vom Grossen Wagen aus Orientierungslinien am Himmel aufgezeigt. Von seiner Rückwand aus finden wir in fünf Verlängerungen zum Kleinen Wagen und durch ihn hindurch zum Himmels-W. Über die Deichsel des Wagens gelangt man aber auch im Bogen zum Arkturus im Bärenhüter Bootes und zur Spica in der Jungfrau.⁴⁹⁵ Und verlängert man die Basis des Grossen Wagens erreicht man etwa Stier oder Orion. Spica, Stier oder Orion sind vielleicht noch nicht zu sehen, es darf aber dennoch darauf hingewiesen werden, wo sie in etwa stünden. Speziell der Orion wird von den Schülerinnen und Schülern regelmässig als bekannt benannt und zu jeder Jahres- und Nachtzeit am Himmel gesucht. Der Hinweis auf die Position soll dem späteren Runden des Himmels aber nicht vorgreifen, daher ist hier didaktisches und dramaturgisches Feingefühl gefordert. Um die Erinnerung an das Gesehene und Gehörte zu festigen, erzählen die Schülerinnen und Schüler einander die Sagen nach und zeigen sich die immer deutlicher hervortretenden Sternbilder. Am Schluss des ersten Aktes kann die Drehung angelegt werden, wenn wir noch einmal zur Bärin oder zur Kassiopeia zurückkehren – je nachdem welches Sternbild näher am Horizont steht. Fällt jemandem etwas auf? Wer hat genau hingesehen? Schon nach dieser kurzen Zeit hat sich die Position leicht verändert, wie ein erneutes Greifen nach den Sternen sinnfällig macht: Eine Hand ist jetzt ein kleines bisschen höher, die andere ist etwas tiefer. Darauf kommen wir später zurück. Als Übergang zum Zwischenspiel kündigt der Lehrer an, dass Eratosthenes im Zwischenspiel auch eins der Zentren der Stationenarbeit sein wird. Dort wird klar werden, wodurch er seine ausserordentliche Berühmtheit erlangt hat und was ihm als ersten gelungen ist. Dort steht Eratosthenes auch gerne für Gespräche bereit.



Abbildung 12: Der Grosse Wagen dreht sich um den Himmelspol beim Polarstern. (Wagensein 1955, S. 19)

4. Zwischenspiel: Das Zwischenspiel zur Sternenkultur hat neben der Erarbeitung von Inhalten auch die Funktion, den Blick vom Himmel abzuwenden, sodass sich das Drama der Drehung relativ unbemerkt vollziehen kann. In der Kurzversion teilt sich die Klasse in 3er- oder 4er-Gruppen auf und arbeitet in eineinhalb Stunden mehrere Stationen ab. Neben zwei

⁴⁹⁵ Vgl. die Wegleitung zum Erinnern der Sternbilder im Begleitheft zur Sirius-Sternkarte. Suter-Haug, Hans (1967): „Allgemeine Erläuterungen und Anleitung zum Gebrauch der drehbaren Sternkarte ‚Sirius‘.“

inhaltlich relevanten Stationen gibt es auch eine Station, die es erlaubt, sich in Ruhe zu verpflegen. Die erste unverzichtbare Station widmet sich einer vertieften Erarbeitung einer oder mehrerer selbst gewählter Sternensagen mit dem Ziel, diese später vor der Gruppe oder zuhause erzählen zu können. Die zweite unverzichtbare Station beinhaltet die Auseinandersetzung mit Eratosthenes und besonders seiner Berechnung des Erdumfangs. An den beleuchteten Arbeitsstationen befinden sich Eratosthenes Sternsagen, Werner Perreys vierseitige Sternbilderheftchen⁴⁹⁶ bzw. Materialien zu Eratosthenes' Biographie und zu seinen Beobachtungen. Die beiden Stationen repräsentieren die poetische und die wissenschaftliche Betrachtung des Himmels. An der Station ‚Sternsagen‘ wird der Sagenschatz erweitert und individualisiert. Die angeeigneten Sagen strahlen auch in ausserschulische Lebensbereiche aus, wenn sich die Jugendlichen etwa die Geschichte ihres astrologischen Sternzeichens aneignen. Die Station um Eratosthenes führt dazu, dass die bisher als flach wahrgenommene Erde sich bereits – mit Beweis – zur Kugel runden muss. Um auch einen emotionalen Bezugspunkt zu dem griechischen Gelehrten zu schaffen, sollen die Schülerinnen und Schüler mit dem grossen Bettlaken, das über die Schulter geworfen wird, nun selbst in die Rolle des Eratosthenes schlüpfen und z. B. ihren Partnern in der Gruppe erklären, auf welche Weise der Erdumfang von Eratosthenes berechnet worden ist. Es kann auch notwendig werden, dass der Lehrer noch einmal diese Rolle übernimmt, wenn ergänzende Erklärungen gewünscht sind oder bestimmte Fragen höchstpersönlich beantwortet werden sollen. Die Begegnung oder Identifikation mit Eratosthenes hat das Potential eine bleibende Erinnerung zu werden.

Wer beide Stationen bearbeitet hat, bekommt eine Sternenfolie, auf der jene Sterne mit silbernem Marker hervorgehoben werden, die bis jetzt bekannt sind. Wer will, kann die Sterne auch mit wasserlöslichem Stift zu Sternbildern verbinden. Wenn alles richtig ist, können die Linien mit einem wasserunlöslichen Stift nachgezogen werden. Auf diese Weise wird vermieden, dass falsche und ärgerliche Verbindungen fixiert werden.

Wenn genügend Zeit ist oder eine Gruppe besonders schnell fertig wird, kann eine weitere Station bedient werden, in der sich die Lernenden mit grossen Gedichtbänden in die Sternepoesie vertiefen – auch Aratos findet hier mit seinen *Phainomena* seinen Platz neben anderen Lyrikern. Während des gesamten Abends dürfen jederzeit eigene Sternengedichte entstehen und eigene Sternbilder gefunden werden. Falls sehr viel Zeit ist, weil zum Beispiel die gesamte Nacht zur Verfügung steht, können weitere gemeinsame Aktivitäten oder auch eine Pause zum Schlafen eingeplant werden. Je mehr Zeit verstreichen darf, umso umfangreicher und dramatischer ist die Bewegung der Sterne am Himmel. Das Ende dieses Zwischenspiels

geben letztlich die beiden folgenden Akte vor, die eine bis eineinhalb Stunden direkt vor Ende der Exkursion in Anspruch nehmen.

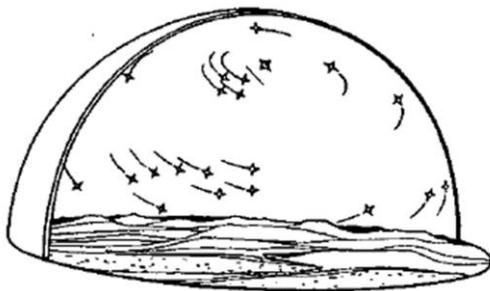


Abbildung 13: Die Sterne bewegen sich auf der Himmelskuppel um den Polarstern.
(Wagenschein 1955, S. 17)

5. Der gedrehte Himmel: Der Himmel hat sich im Lauf der verstrichenen Zeit verändert, wenn wir im zweiten Akt zum zweiten Mal die Sterne in Augenschein nehmen. Es ist nicht immer einfach, die vorher gesehenen Bilder wiederzufinden, es beginnt eine kurze, aber heftige, jagdgleiche Suche nach den Bekannten. Einzelne Sterne werden schnell wiedergefunden, andere sind anschei-

⁴⁹⁶ Eratosthenes Sternsagen. Pämias, Jordi; Geus, Klaus (Hrsg.) 2007. Siehe auch Kap. 1.1.4.2. Werner Perrey 2004: Sternbilder und ihre Legenden. Die Sternbildersagen liegen heute leider nur noch als gebundene Ausgabe vor, so dass es notwendig ist, das Taschenbuch aufzuschneiden und die Sagen als Heftchen wieder zusammenzukleben. Jedes vierseitige Heftchen hat den gleichen Aufbau und ist sehr attraktiv gestaltet.

nend verschwunden. Was ist da los? Die Veränderung löst einen eigendynamischen Prozess aus. Erneut greifen wir Bärin und Kassiopeia und stellen fest, dass die leichte Bewegung vom der ersten Sternbeobachtung sich fortgesetzt hat, der Polarstern steht aber immer noch an der gleichen Stelle. Die Inuit nennen ihn daher „Himmelsnagel“: Er steht fest am Himmel, die anderen Sternbilder bewegen sich. Die Spitze des Sommerdreiecks steht nun weiter westlich. Gemeinsam müssen wir überlegen, wie wir die verschiedenen Bewegungen ineins setzen können. Jedesmal wird an das jeweilige Sternbild oder der jeweilige Stern zuerst an der vorherigen Stelle gezeigt und dann der Weg zur aktuellen Position mit den Händen beschrieben. Eine besondere Herausforderung besteht darin, die Rotation der Zirkumzenitalsterne mit der Bewegung in polferneren Bereichen in Einklang zu bringen. In einzelnen, sich nach und nach mehr vom Pol entfernenden Schritten wird es nachvollziehbar.

6. Die schwebende Erde: Nun stellt sich die Erkenntnis ein, dass der Sternenhimmel jenseits des Horizonts weiter gedacht werden kann und muss. Der Lehrer geht behutsam vor und weist mit seinen Fragen in die erwünschte Richtung: Was vorhin im Westen stand, ist jetzt unter dem Horizont, was nachher im Osten aufgehen wird, befindet sich noch dahinter. Die Schülerinnen und Schüler beginnen zu realisieren, was das bedeutet, und versuchen, das Gedachte in Sprache zu fassen. Der Himmel rundet sich. Unter Anleitung kann nun noch einmal alles gemeinsam formuliert und fachsprachlich geschliffen werden. „Wo sind also jene Sterne jetzt, die erst in einer Stunde aufgehen werden? Wo sind jene, die bei unserem ersten Himmelsblick bereits unter dem Horizont im Westen waren? Wo ist die Sonne jetzt?“ Allen muss mit grosser Ruhe klar werden, dass sich die leicht verlängerte Himmelskuppel im Weiterdenken zum Umhimmel rundet: Auch genau unter uns müssen sich jetzt Sterne befinden. Die Erde schwebt!

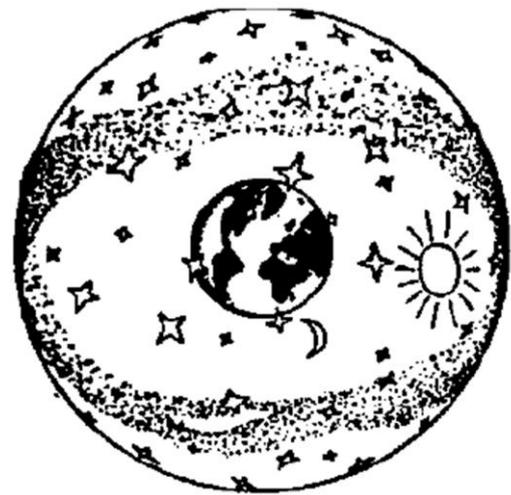


Abbildung 14: Die schwebende Erde im Umhimmel (Wagenschein 1955, S. 14)

7. Der Erdglobus: Die Erde schwebt, die Sterne vollführen kreisförmige Bewegungen um sie herum. Die grösste Strecke hat der Adler zurückgelegt, auf dem grössten Kreis am Umhimmel. Dieser Kreis verläuft genau zwischen den beiden Polsternen, die die Endpunkte einer Achse markieren, welche durch unsere Erde führt und um die sich alles beständig dreht. Dieser grösste Kreis teilt die Umhimmelskugel in zwei genau gleich grosse Hälften – er wird Äquator genannt: der Gleichmacher. Genau darunter liegt der Äquator der Erde. Schnell werden ein paar Orte zusammengetragen, die auf dem Äquator liegen: Amazonasdelta, Ecuador und Galapagos, Singapur und Kilimandscharo. Wir folgen auch dem eigenen Breitenkreis nach Westen und Osten (Neufundland $+60^\circ$, Vancouver $+130^\circ$, Ulan Bator -100° Aläuten $\pm 180^\circ$). Die Sprünge müssen nicht von allen mitvollzogen werden – es ist zu dieser Zeit schon spät und es kommt noch einmal im Unterricht.

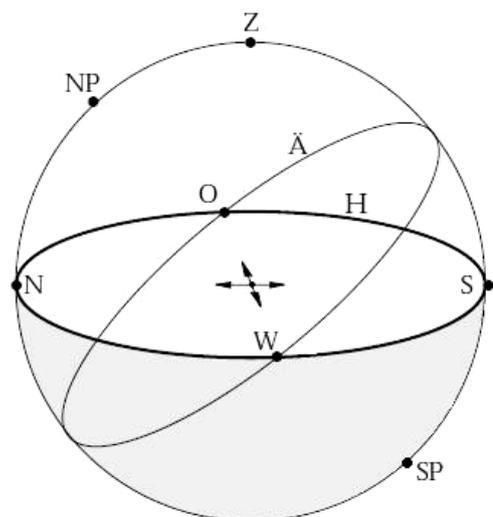


Abbildung 15: Die Umhimmelsphäre mit Himmelsrichtungen, Zenit, Polen und Äquator. Auf dem Äquator verläuft zur Tag-und-Nacht-Gleiche die Sonnenbahn.

8. **Das Himmelsjahr:** Jetzt muss der Schritt zur Zeitmessung, zum Kalender und zur Uhr folgen. Zu später Stunde wird das Abstraktionsvermögen der Jugendlichen auf die Probe gestellt. Wir müssen vorausdenken: Ist morgen alles, was wir am Himmel sehen können, gleich? Fangen wir einmal mit der Sonne an: Wenn die Sonne heute Mittag an ihrem höchsten Punkt im Süden gestanden hat, wann steht sie wieder dort? Sie kreist von Mittag zu Mittag in 24 Stunden um uns: ein Tag, genauer gesagt: ein Sonnen-Tag.⁴⁹⁷ Der Mond zeigt uns täglich etwas mehr oder weniger von sich. Jeden Tag bleibt er 50 Minuten hinter der Sonne zurück. Ein Mond-Tag dauert also 24 Stunden und 50 Minuten. So kommt es, dass von Vollmond zu Vollmond 29,5 Tage vergehen: ein Monat. Die Veränderungen bei den Sternen sind kleiner, aber bemerkbar. In 23 Stunden und 56 Minuten vollzieht sich eine ganze Drehung der Sterne, man nennt dies einen Stern-Tag. Das gleiche Sternbild steht morgen also vier Minuten früher an der gleichen Stelle, geht vier Minuten früher auf und geht vier Minuten früher unter. Jeden Tag vollzieht der Sternenhimmel einen solchen Vier-Minuten-Schritt – und ‚Schritt‘ heisst im Lateinischen *gradus*. Ein Grad ist also ein Sternenschritt von etwa vier Minuten. Das erkannten schon die alten Babylonier vor 3000 Jahren, deren Astronomen und Mathematiker die Erde mit 360 solcher Grade von Pol zu Pol der Länge nach überzogen haben. Ein Längengrad für (fast) jeden Tag des Jahres. Ein Viertelgrad entspricht unserer heutigen Minute, eine Zeiteinheit, die wie die Einteilung des Tages und der Nacht in zwölf Stunden ebenfalls auf die Babylonier zurückgeht. Wenn auch dieser Kreis geschlossen ist und sich ein Stern genau zur gleichen Uhrzeit wieder am gleichen Ort befindet, ist ein Jahr vergangen. Der Kalender ist entstanden. Wie kann man sich das alles bloss merken? Eratosthenes wird zum Retter in der Not, indem er auf eine einfache und doch so komplexe Erfindung hinweist, die er gerne schon zur Verfügung gehabt hätte: das Astrolab. Etwas in dieser Richtung wäre sicher praktisch, aber woher nehmen??

9. **Die ganze Nacht für die Westentasche:** Den letzten Höhepunkt und den Abschluss der Exkursion bildet das Zusammensetzen und Ausprobieren der drehbaren Sternkarte. Der blaue Karton mit der Horizontkarte und den Uhrzeiten wird hervorgeholt und sorgfältig mit der Sternfolie, auf der Monatsmarken eingetragen sind, verbunden. Die goldene Rundkopfklemme, der Himmelsnagel, muss zwischen Zenit und Nordhorizont entsprechend der Polsternhöhe eingesteckt werden. Der Drehpunkt befindet sich also wie beim echten Nachthimmel auch im zweidimensionalen Modell (fast) im Polarstern. Mit wenigen Handgriffen ist die selbst gebaute drehbare Sternkarte funktionstüchtig und beinahe fertig. Die überstehenden Ränder der Sternfolie sollten zuhause noch abgeschnitten werden und Uhrzeiten und Monate müssen noch eingetragen werden. Jetzt kann man nicht nur die Ereignisse des Abends, sondern auch alle anderen Himmelsituationen im Verlauf eines Jahres einstellen. Bringt man Datum und die Uhrzeit zur Deckung, zeigt die Sternkarte an, wo welcher Stern sich über dem heimatischen Horizont befindet. Stellt man den sichtbaren Himmelsausschnitt ein und kennt das Datum, kann man die Uhrzeit ablesen – eine Himmelsuhr! Das ganze Sternenjahr ist in einem Produkt begreifbar geworden.

⁴⁹⁷ Jemand aus der Klasse denkt vielleicht auch daran, dass sich die Höhe der Bahn der Sonne jeden Tag leicht ändert. Sie steigt von Dezember bis Juni und sinkt von Juni bis Dezember. Zur Tag-und-Nacht-Gleiche läuft sie genau von Osten nach Westen über den Äquator, am 21. Juni ist sie auf dem höchsten nördlichen Punkt, am 21. Dezember am tiefsten südlichen Punkt. Dort, wo sie an jenen Tagen im Zenit steht, liegen die Wendekreise, die gesamte Bewegung vom nördlichen Wendekreis über den südlichen zurück zum nördlichen findet in genau einem Jahr statt. Diese Erklärung kann bei Bedarf gleichrangig zur Erklärung des stellaren Jahres angeführt werden. Die Ursache, die zur Veränderung der Höhe führt, die Revolution der Erde, sollte m. E. zu einem späteren Zeitpunkt erläutert werden. Das gleiche gilt für die Erklärung der Mondphasen.

1.2.2 Inszenierungsbericht

Das vorliegende Kapitel umfasst drei Teile. Der erste Teil legt die Lehrstückstruktur offen. Dann thematisiere ich Vorarbeiten und Vorüberlegungen, welche ich angestellt habe, um einen reibungsarmen Ablauf meines Lehrstücks zu ermöglichen. Dieser Teil hat insbesondere Bedeutung für Kolleginnen und Kollegen, die sich dafür interessieren, das Lehrstück in ihrem eigenen Unterricht nachzuspielen.

Der dritte Teil bildet das Herzstück des Kapitels: der Bericht einer Inszenierung von *Himmelsuhr und Erdglobus* in einer Neunten Klasse des Gymnasiums Köniz-Lerbermatt aus dem Jahr 2006. Seither hat sich das Lehrstück in Einzelheiten weiterentwickelt, wie zum Beispiel in der personellen Einbindung von Eratosthenes. Der Inszenierungsbericht ist daher als realistisch, jedoch nicht als naturalistisch aufzufassen. Die Darstellung der Geschehnisse im Juni 2006 wurden drei Veränderungen unterworfen. Zum einen sind die Auftritte des Eratosthenes während der Aufführung hinzugefügt. Sie haben in einer vergleichbaren Form stattgefunden, aber mit anderen, achten Klassen innerhalb der letzten drei Jahre. Das gleiche gilt für die Lernstation „Eratosthenes' Erdmessung“, die an die Stelle der Station „Sternbilder finden und erfinden“ gerückt ist. Zum dritten war der Inszenierung nicht das erwünschte Wetterglück beschieden: Im Verlauf der Nacht nahm die Bewölkung bis zum Gewitter zu, so dass der zweite Himmelsblick auf die veränderten Sterne nahezu entfallen musste. Nur einzelne Sterne waren zu sehen, Sternbilder, die die Drehung des Himmels als Ganzes aufgezeigt hätten, waren verdeckt. Im Bericht ist die Bewölkung schwächer, als sie es tatsächlich war, so dass die gewünschte Erfahrung möglich war.

1.2.2.1 Lehrstückstruktur

Mein Lehrstück *Himmelsuhr und Erdglobus* findet in einer Nacht statt und soll als erster Teil einer Lehrstück-Trilogie aufgefasst werden. Die folgenden Teile der Trilogie (mögliche Titel lauten „Die Wende, mit Kopernikus, Kepler und Galilei, nach Wagenschein“ und „Die grösste Explosion, mit Hubble“) sind noch nicht ausgearbeitet (vgl. Kap. 1.3.3 dieses Teils der vorliegenden Arbeit).

Das von mir geplante Lehrstück weist folgende Struktur auf:

Eröffnung	„Wie kriegen wir den Himmel platt?“ Eratosthenes erscheint. Die Horizontkarte wird angefertigt.
I. Akt	Sternenspaziergang Mit Sagen bedeutende Einzelsterne und Sternbilder kennenlernen. Die Drehung wird angelegt. Der Himmel wird nach Norden und Süden gekippt.
Zwischenspiel	Sternenkultur Mit Eratosthenes in die Sternenpoesie und die Sternenwissenschaft eintauchen.
II. Akt, 1. Szene	Erfahrung des Umhimmels Die Sterne haben ihre Position verändert. Die Bewegung wird geklärt und zum Umhimmel weitergedacht.
II. Akt, 2. Szene	Erdglobus Gedankenreise zum Sternhimmel im Kongo, in New York, auf den Aläuten. Die Erde wird zur Kugel.
II. Akt, 3. Szene	Himmelsuhr Aus den Bewegungen der Gestirne leiten wir den Kalender und die Zeitmessung ab.
Finale	Das Sternjahr für die Westentasche Die Horizontkarte wird zur drehbaren Sternkarte erweitert.

An einen dieserart eröffneten Himmelskundeunterricht kann sich eine zusammenhängende oder lockere Reihe von Lektionen anschliessen, in der Nachklärungen stattfinden. Diese Reihe kann sich auch über das ganze anschliessende Schuljahr erstrecken und mit Beobachtungsaufträgen zu Sonne, Mond und Planeten verknüpft werden. Eine herausragende Bedeutung in der unterrichtlichen Fortführung haben bis zur Ausarbeitung der gesamten Trilogie der „Lift“ und die kopernikanische Wende, die mit Kopernikus, Kepler und Galilei den Weg in die moderne Astronomie und die Astrophysik bahnt.

1.2.2.2 Vorarbeiten und Vorüberlegungen

Damit die Inszenierung, insbesondere die Himmelsnacht, reibungslos gelingen kann, müssen einige Vorbereitungen getroffen werden. Die Vorbereitungen stehen in direktem Zusammenhang mit dem geplanten Verlauf der abendlichen oder nächtlichen Exkursion.

Da die Himmelskunde die Lehrsätze der Mathematik bestätigt und bildlich erläutert, ist eine Kooperation mit diesem Fach während des unterrichtlichen Weitergangs sinnvoll. Obwohl die Himmelsnacht insgesamt fächerverbindend gestaltet ist, ist hier aber die Zusammenarbeit mit Kolleginnen oder Kollegen optional.

Information: Wenn die Himmelsnacht am Schulort stattfindet und nicht in einer Landschulwoche, ist das rechtzeitige Einholen einer Genehmigung durch die Schulleitung unabdingbar. Bei dieser Gelegenheit können auch rechtliche Unklarheiten beseitigt werden. Wenn die Exkursion eine Übernachtung einer 7. oder 8. Klasse einschliesst, müssen am Gymnasium Köniz-Lerbermatt beispielsweise eine weibliche und eine männliche Begleitung teilnehmen. Falls der Termin innerhalb einer laufenden Woche stattfindet, kann sich die Schulleitung auch beispielsweise dafür einsetzen, dass der Unterricht am folgenden Tag erst in der dritten Lektion beginnt. Auch die Schülerinnen und Schüler müssen frühzeitig informiert werden. Wird ein Freitag oder Samstag für die Himmelsnacht gewählt, müssen eventuell andere Termine abgesagt werden. Die Eltern werden am besten schriftlich in Kenntnis gesetzt. Sie müssen ihr Einverständnis zu dieser Sonderveranstaltung geben und lassen sich auf diese Weise auch direkt zum Abholen ihrer Kinder in der späten Nacht oder am frühen Morgen einladen.

Ortswahl: Sehr wichtig ist auch die Wahl des Beobachtungsortes. Ein über die Landschaft erhobener Ort, der einen möglichst unverbauten Horizont und wenig Lichtverschmutzung bietet, ist sicher am günstigsten. Optimal ist die Wahl eines nahe gelegenen Hügels. Wenn eine solche Erhebung nicht in Reichweite ist, müssen Abstriche gemacht werden. Von hohen Gebäuden muss abgeraten werden: Ein Gebäude könnte zwar theoretisch eine Alternative bieten, es ist aber fraglich, ob es erstens gelingt, die Eigentümer oder die Verwaltung des Hauses von der Idee zu überzeugen, zweitens würde das Streulicht der umliegenden Siedlung die Beobachtungen in Horizontnähe stören. Die zweite Wahl stellen daher alle anderen naturnahen, möglichst wenig verbauten und – wenn möglich – kulturell bedeutsamen Plätze dar. Ist hinsichtlich des Horizontes mit massiven Abstrichen zu rechnen, sollten mindestens der Nord- und der West- oder Osthimmel sichtbar sein. Ohne Südhimmel verzichtet man auf ein einfaches Erfassen des Himmelsäquators, der gedankliche Sprung zum Äquator wird zusätzlich erschwert, sodass ein Globus (s. u.) unbedingt vorhanden sein muss. Es ist auch möglich, das Lehrstück vom Schulgelände aus zu inszenieren und ihm damit den Nimbus einer Sonderveranstaltung zu nehmen: Die Sterne können an den mir vertrauten Orten – mit Abstrichen – mühelos beobachtet werden – es muss kein aufwändiger Ausflug damit verbunden sein. Falls eine Sternwarte zur Verfügung steht, darf natürlich auch diese aufgesucht und genutzt werden, allerdings sollte das Verfolgen des Himmelsgeschehens vorrangig unmittelbar, also direkt mit offenen Sinnen stattfinden. Das technische Hilfsmittel verstellt die direkte Begegnung und muss daher bei der Erstbegegnung gezielt und spärlich dosiert eingesetzt werden. Es darf auf keinen Fall dazu führen, dass die Jugendlichen schlussfolgern, Astronomie ginge nur mit Teleskop. Das Eintauchen in die Tiefen der modernen astronomischen Welten kann später jederzeit nachfolgen und baut *dann* auf einer soliden Grundlage auf.

Material: Für das Anfertigen der Horizontkarte werden pro Schülerin (sicherheitshalber) zwei azurblaue A4-Photokartons benötigt. Um Arbeitsaufwand vor Ort zu reduzieren, sollte auf diese Photokartons bereits der ideale, kreisförmige Horizont mit den Uhrzeitpunkten kopiert sein. Achtung: Die Grösse des Horizontes und der Abstand der Uhrzeitpunkte hängen vom Durchmesser der Sternenscheibe bzw. der geographischen Breite ab. Eine schwache Hilfslinie, ein Kreis, der den Radius halbiert, hilft den Schülerinnen und Schülern beim Zeichnen des Horizontes. Zusätzlich werden benötigt: ein Klassensatz Folienkopien der Sternkarte, ein Satz goldene Rundkopfklemmen als Polarsterne, ein Klassensatz gelochte Kartonstücke (mit der Lochzange auf die Breite der Klemmerbeine abstimmen. Sie dienen zur rückseitigen Verstärkung der Klemmen, da andernfalls die Sternkarte bereits bei der ersten Drehung anfängt zu eiern), Leimstifte, ein halbes Dutzend Silberlackstifte zum Markieren der wiedererkannten Sterne, eine gekaufte Sternkarte (Kosmos oder Sirius, falls es notwendig wird zu spicken) und eine sehr starke Taschenlampe bzw. ein sehr starker Laserpointer zum Zeigen auf die Sternbilder am Himmel. Ein Globus kann sehr hilfreich sein, die räumliche Vorstellung an einem bekannten Modell zu prüfen und zu verfeinern. In der Nacht soll unter Umständen auch Zeit mit Gedichten verbracht werden, die in Gedichtbänden mit Post-its markiert mitgebracht werden sollten: Ingeborg Bachmanns „Anrufung des grossen Bären“, Conrad Ferdinand Meyers „Schwüle“ oder Rainer Maria Rilkes Sternengedichte „Überfließende Himmel verschwendeter Sterne“ und „Unwissend vor dem Himmel meines Lebens“ sollten älteren Jahrgängen nicht vorenthalten werden. Bekannter und auch für jüngere geeignet sind Matthias Claudius’ „Der Mond ist aufgegangen“ und Wilhelm Heys „Weisst du, wie viel Sternlein stehen“.

Vorbereitende Literatur: Es ist sinnvoll, ein Dutzend oder wenigstens ein halbes Dutzend Sagen oder Sagenkomplexe vorzubereiten, die vor Ort frei erzählt werden können. Eine vorausgehende Übungsrunde im Kreis von Freunden oder Familie garantiert einen kurzweiligen Abend. Klassisch sind die „Sternensagen“ von Wolfgang Schadewaldt, mir gefällt der etwas saloppere und modernere Tonfall in Michael Köhlmeiers „Das grosse Sagenbuch des klassischen Altertums“ besser. Unverzichtbar ist in jedem Fall das Buch „Sternsagen“ von Werner Perrey: Dieses Buch widmet jedem Sternbild mit einem zuverlässigen Aufbau genau zwei Doppelseiten. Ich habe mein Exemplar am Rücken aufgeschnitten und jedes Sternbild als vierseitige Minibroschüre zusammengeklebt und wieder hinein gelegt. Wenn sich jemand im Verlauf der Sternennacht für eine bestimmte Konstellation interessiert, kann ich ihm oder ihr einfach das entsprechende Heftchen geben.

Wetter: Das Wetter ist der grösste Unsicherheitsfaktor bei der ganzen Unternehmung. Wolken oder Niederschlag können das mühevoll organisierte Programm gefährden. Bleibt es trocken, kann man in allergrösster Not durch die Wolkenlücken spähen oder, wenn es gar nicht anders geht, sagen, was man sehen würde, wenn man etwas sehen würde. Falls wechselhaftes Wetter angesagt ist und es nur phasenweise bewölkt sein oder regnen soll, sollte ein Dach in erreichbarer Nähe sein. Im ungünstigsten Fall muss alles kurzfristig abgeblasen und neu aufgezäumt werden. Bitte den lokalen Wetterbericht genau studieren!

1.2.2.3 Köniz, 2006

Der Schauplatz

Leider war diese Nacht vom 26. auf den 27. Juni nicht in allen Belangen so, wie ich sie mir gewünscht hatte: Es bestand Gewittergefahr, so dass wir nicht – wie es ursprünglich geplant war – „open-air“ auf dem Gurten, sondern von der Schule aus unsere Sternennacht begingen. In der Nacht zuvor hatte es in Teilen der Schweiz golfballgrosse Eisklumpen gehagelt – nicht auszudenken, wenn wir bereits die gestrige Nacht im Freien durchwacht hätten... Allerdings blieben wir diesmal weitgehend verschont: Heftige Entladungen in riesigen Cumulonimben, unerbittlich zunehmende Nimbostratusdecken und nur wenige Nieseltröpfchen waren die einzigen Störenfriede.

Die Schule liegt am Nordhang des Berner Hausbergs Gurten. Vorgängig galt es einen Ort zu finden, der dem Blick vom Gurten standhält. Er sollte im Westen und Osten markant horizontalisiert sein und im Süden ermöglichen, den Jupiter zu sehen. Dabei sollte der Ort nur wenige Minuten von der schützenden Schule entfernt sein – falls es doch noch Überraschungen von Seiten des Wetters gibt.

Nachspiel

Die Erinnerung an die Sternennacht vor nicht einmal 26 Stunden ist noch frisch und die Eindrücke sind sicher bei allen noch lebhaft. In der Zwischenzeit gab es nur einen freien Tag, der von vielen verschlafen wurde, um den Ruhemangel der gemeinsam verbrachten, langen Nacht auszugleichen.

Ich danke der Klassenlehrerin für die Möglichkeit einer kurzen „Ansprache“, die ich noch kurz vor der Zeugnisvergabe halten kann und sage: „Während der Ferien solltet ihr die Gelegenheit nutzen, dass ihr teilweise an anderen Orten seid: Meine erste Aufgabe ist für jene, die nach Norden oder Süden fahren: Findet den Polarstern – ihr wisst wie – und schaut, wo genau er steht. Vergewissert euch vorher noch einmal, wo er hier in Bern steht, und prägt euch eure Körperhaltung ein. Die zweite Aufgabe ist für jene, die nach Westen oder Osten fahren: Fragt euch, was von dem, das ihr über euch seht, jetzt, in genau diesem Moment, im Zenit über Köniz stehen muss und wie lange es dauert, bis es bei euch ist oder wann es vorher euren Zenit verlassen haben muss. Bleibt ihr während der Ferien zuhause, dann ist die dritte Aufgabe für euch: Sucht euch einen Stern, z. B. in eurem Lieblingssternbild, und fixiert ihn mit der Uhr in der Hand über einem markanten Punkt am Horizont, vielleicht, wenn er aufgeht. Oder sucht einen aus, der untergeht. Merkt euch die Uhrzeit! An einem anderen, vielleicht am nächsten Tag schaut ihr noch einmal: Wann geht mein Stern heute auf? Wann ist er untergegangen (dann müsst ihr natürlich früher als beim ersten Mal schauen, da doch die Sterne etwas schneller sind). Die Sternenbegeistertsten unter euch werden vielleicht auch alle drei Aufgaben bearbeiten wollen. Ich gebe euch die Aufgaben für eure Notizen noch einmal schriftlich mit.“

Niemand in der Klasse protestiert über die unüblichen Ferienaufgaben. Vielleicht beisst ja jemand an: Es wäre schön, wenn ich am Anfang des nächsten Jahres Sternengeschichten und neue Erkenntnisse berichtet bekomme. Ich verteile den Auftrag, wünsche allen angenehme Ferien und verabschiede mich von der Klasse.

Eröffnung: Die Horizontkarte

Am 26. Juni 2006 ging es los. Mein Fachkollege Sascha war schon da, langsam kamen die 20 Geografieschülerinnen und schüler der 9. Klasse an. Via Telefon oder von Mund zu Mund

waren alle informiert worden, dass wir uns nicht um 19.15 Uhr am Gurtenbähnli treffen, sondern um 20.00 Uhr vor dem östlichen Eingang der Schule. Kurz nach Acht waren alle da und ich begann den Ablauf des Abends zu schildern. Zuerst galt es, die Rucksäcke zu verstauen und eventuell etwas zu essen. Einige haben schon grösseren Hunger mitgebracht. Ich vertröste sie, dass wir erst später grillen werden (auf dem grossen Grill, den das Mensa-Bistro so freundlich zur Verfügung gestellt hat). Stärkt euch also schon jetzt: In 20 Minuten geht es los!

Nach besagten zwanzig Minuten ging ich zur Klasse, die sich im Foyer eingerichtet hatte, und teilte mit, dass nun das Klemmbrett, Stifte und Radiergummis benötigt würden. Dann ging es zu dem von mir ausgelesenen Beobachtungsort – einem Fahrweg zwischen zwei Bauernhöfen, an Streuobstwiese, Maisfeld und zu jener Zeit von Rindern besetzten Weideflächen. Die Schülerinnen und Schüler stehen um mich herum, als ich ein grosses weisses Bettlaken aus meinem Rucksack ziehe, es mir über die eine Schulter werfe und über der anderen wie ein Chlamys zusammenklammere. Diese Eigenart meines Unterrichts, dass ich mich in andere Personen verwandle, kennen sie bereits aus dem Lehrstück „Howards Wolken“. „Auch ich begrüsse euch herzlich. Mein Name ist Eratosthenes und ich stamme aus Kyrene, einer Stadt, die in einem Land liegt, das ihr heute Libyen nennt. Ich bin ägyptischer Grieche und beschäftige mich mit Philosophie, Geographie und Mathematik. Hat jemand schon einmal von meiner Erfindung gehört, die es erlaubt, Primzahlen zu finden? Nein? Schade. Vielleicht lernt ihr das ‚Sieb des Eratosthenes‘ später noch kennen. Heute bin ich hier, weil ich auch eine ganze Zeit lang in Alexandria gelebt habe und dort etwas besonderes entdeckt habe. Ihr werdet später davon mehr erfahren. Von Alexandria habt ihr sicher gehört, jener Stadt, in der die grösste Bibliothek der Welt stand. Ich war einmal ihr Direktor – und ich habe zu meinem grössten Entsetzen erfahren, dass sie vom Feuer verschlungen wurde. Das ist wirklich eine Katastrophe, wenn ich an all die seltenen Pergamente und Papyri denke, die wir aus der ganzen gelehrten Welt zusammengetragen hatten.“ Eratosthenes berichtet noch ein paar Minuten von der etwa 300'000 Einwohner zählenden Stadt (sie ist mehr als doppelt so gross wie Bern), vom Leuchtturm von Pharos, dem antiken Weltwunder und von der Bedeutung des alexandrinischen Museion. Von der weltbewegenden Entdeckung verrate ich noch nichts. Eratosthenes ist bereit auf Nachfrage über das Beschriebene Auskunft zu geben und kündigt an, dass er später wieder kommen wird. Dann verschwindet er wieder, indem ich die Chlamys ablege.

Nun folgt der zweite Teil der Eröffnung. Ich beeile mich, denn die Wolken verheissen einen Regenguss: „Zuerst einmal müssen wir den Himmel festhalten. Welche Form hat denn eigentlich unser Himmel? Wie nehmt ihr ihn wahr?“ „Er ist so rund“, sagte Maria. „Ja, aber wie rund? Was meinst du?“ „Er ist so wie eine Kuppel“, meinte Sonja und formte mit zwei Händen eine nach unten offene Halbkugel. Es gibt zwei Rundungen des Himmels: Von unserem Zenit nach aussen nehmen wir eine Hohlform wahr, wie eine Kuppel, unter deren Dach wir uns befinden. Der Horizont um uns herum beschreibt einen zweiten Kreis, der in einer demonstrierenden Drehung von mir offenbart wird. „Das war jetzt sehr gerade, eine ideale Linie, wie wir sie auf dem Meer hätten. Der echte Horizont sieht aber anders aus. Da sind Häuser und Bäume und Hügel und Strommasten und Kirchtürme. – Nun aber meine Frage. Wir müssen nun den Himmel zeichnen, nicht nur die Wolken, sondern den ganzen Himmel. Wie machen wir das, wenn er auf ein flaches Blatt Papier gebracht werden soll? Ein flaches Papier und eine gewölbte Himmelskuppel: Was nun? Wie kriegen wir den Himmel platt?“ Einige schmunzeln kurz über die laxen Formulierung, reihen sich dann aber auch in jene ein, die für sich oder mit den Umstehenden grübeln, murmeln, Rat suchend oder ratlos blicken. „Wer hat eine Idee?“ „Das ist doch wie in der Kartografie mit der Erdkugel“, findet Tomas und greift auf den gemeinsamen Unterricht zur Kartographie zurück. „Ja, das stimmt.“

Auch in Projektionslehre haben wir darüber gesprochen, wie man etwas Dreidimensionales auf einer Fläche abbilden kann. Aber da haben wir von aussen drauf gesehen – hier sehen wir von innen...“ Tomas wendet ein, dass das Vorgehen ja das gleiche sein müsste. Gedanklich und verbal wird die Himmelskuppel in vier, sechzehn, hunderte von Streifen zerschnitten und als vielzackiger Stern visualisiert. „Geht das nicht auch anders? Muss denn das wirklich so brutal sein, dass wir den Himmel zerschneiden müssen? Könnten wir den Himmel nicht auch als zusammenhängendes Ganzes abbilden?“ Die Kartografen haben das Unmögliche beim Globus ja auch bewerkstelligt – mit bekannten Abstrichen. Aber hier? Da keine weiteren Ideen kommen, helfe ich: „Was müsste denn eigentlich in der Mitte unserer Horizontkarte sein?“ Genau: der Punkt genau über mir, der Zenit. Und was wäre am Rand? Lia will immer wieder etwas sagen, ich nehme sie aber nicht dran, weil sie mir verraten hat, dass sie astronomische Vorkenntnisse mitbringt. Erst später erfahre ich im Zwiegespräch während der Arbeitsphase, dass die Aufgabe ihr völlig fremd war und sie doch auch nur ein paar kreative Lösungsvorschläge einbringen wollte. „Was also ist am Rand? Wie kriegen wir den Himmel platt?“

Rafael erlöst die Klasse: „Das ist doch ganz einfach. Man muss sich ja nur auf den Rücken legen und dann kann man es ja fast abzeichnen.“ Nun war das Eis gebrochen. „Wie muss man das also zeichnen, Rafael?“, hakte ich nach. Er erläuterte seinen Vorschlag, den ich vehement bekräftigte und ums Handwerkliche ergänzte. Der Zenit also in der Mitte, der Horizont am Rand. Damit alles gelingt, habe ich Papier mit einem Kreis von genau 13 cm Durchmesser angefertigt, der sich genau in der Mitte des Blattes befindet. Deborah fragt, warum es ausgerechnet 13 cm sind, und ich erwidere, dass sie das später genau verstehen wird.⁴⁹⁸

„Was unseren Himmel am Horizont verdeckt, muss also nach innen gezeichnet werden. Orientiert euch an vier deutlichen Punkten, Norden zeigt auf eurer Zeichnung zu einer kurzen Seite des Papiers.⁴⁹⁹ Dann füllt ihr die Bereiche zwischen den Punkten. Dabei muss das Blatt gedreht werden. Jetzt werdet ihr euch fragen, wie man die Höhe des Berges, des Baumes messen und einzeichnen soll? Ich habe euch eine Hilfslinie eingezeichnet, die genau durch den 45°-Winkel verläuft. Nun folgt ein Trick zum Abschätzen der Höhe.“ Mit meinem gerade zur Seite gestrecktem Arm und vollständig gespreizter Hand demonstriere ich das Erfassen eines Winkels von etwa 21-23°, vier gestreckte Spannen sind also recht überzeugend 90°. Alle probieren es aus, oft korrigiere ich die Armhaltung und die Spreizung der Hand. Bei den meisten sind es mehr oder weniger genau vier Spannen vom Horizont bis zum Zenit. So wird es gehen. Ich verteile ein weisses Übungspapier und das himmelblaue

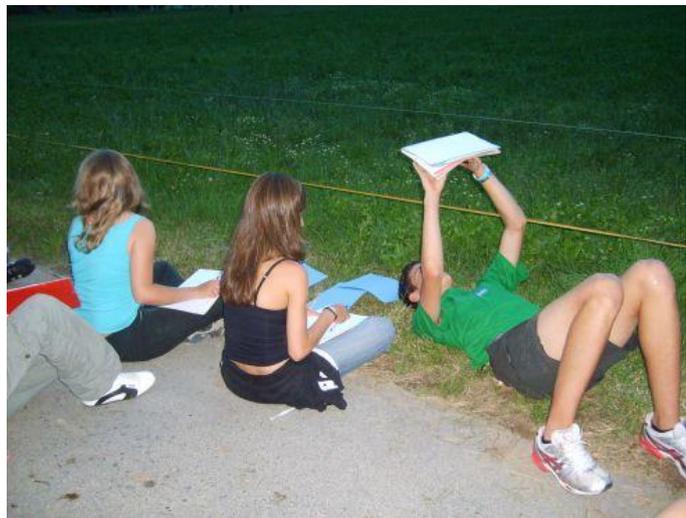


Abbildung 16: Neuntklässler beim Zeichnen der Horizontkarte

⁴⁹⁸ Der Horizontkreis muss proportional an die Sternkarte angepasst werden. So ergibt sich in meinem Fall ein Durchmesser von 13 cm. (Vgl. 1.2.2.2: „Vorüberlegungen und Vorarbeiten“)

⁴⁹⁹ An dieser Stelle kann es notwendig sein, gemeinsam zu überlegen, wo genau Norden ist. Vom Lauf der untergehenden Sonne lässt sich das relativ genau ableiten. In jedem Fall aber sollte der Lehrer vorher gemessen haben, wo Norden ist, damit die entsprechende Landschaftsmarke am nördlichen Rand der Horizontkarte zum Liegen kommt. Die Himmelsrichtungen sollten aussen am Horizont markiert werden.

Horizont-Papier für den ersten Versuch, dann wird geschätzt, gezeichnet und radiert, gedreht und entworfen, gefragt und gezeigt.⁵⁰⁰ Erst drei sind fertig, als es um kurz nach halb zehn aus dem immer stärker bewölkten Himmel zu regnen beginnt und wir, ohne einen einzigen Sternenaufgang gesehen zu haben, wieder in die Schule ziehen. Im Computerraum wird der Horizont von Peywand als der beste gekürt, auf Folie kopiert und von allen anderen von der Projektionsfläche abgezeichnet. „Wer damit ganz fertig ist, darf Pause machen. Es geht weiter, wenn die Wolken wieder weg sind!“

Das Kopieren von der künstlichen Vorlage ist einfacher, verleitet aber auch zu Unsauberkeiten und Eile. Der Niesel hat wieder aufgehört, jederzeit könnte es aber wieder losgehen. In der zunehmenden Dunkelheit verbergen die Gewitterwolken ihre Mächtigkeit, demonstrieren sie aber umso heftiger in den Blitzen, die in ihnen zucken und grollen. Ich beobachte mit meinem Kollegen das Spektakel, die Schülerinnen und Schüler spielen, reden, knabbern Mitgebrachtes. Mittlerweile ist die Klassenlehrerin eingetroffen, sie bereichert den Abend unter anderem mit Kerzen und Wasserkocher. Ich weihe sie kurz in das ein, was vorher geschehen ist, dann verlieren wir uns vorübergehend. Nach einer Dreiviertelstunde beginnen wir zu grillen und als wir um 23.15 Uhr gegessen haben, erlauben uns die Wolken einen ersten Blick zu den Sternen.

I. Akt: Sternenspaziergang

*Großer Bär, komm herab zottige Nacht
Wolkenpelztier mit den alten Augen
Sternenaugen
Ingeborg Bachmann*

Wir hatten nur eine kurze Strecke zurückzulegen, dann waren wir wieder am Feldweg, auf dem wir vorher unsere Karte gezeichnet hatten. „Ihr befindet euch jetzt wieder in der Mitte eures vorhin gezeichneten Horizontes und über euch ist die Himmelskuppel mit den Sternen. Das sind aber nicht einfach nur Sterne, sondern das ist das grösste Bilder- und Geschichtenbuch der Welt“, begann ich, als Stille eingekehrt war. Die Jugendlichen würden nun also Sternbilder kennenlernen, dazu einige der Sagen, die damit verbunden sind. „Kennt jemand von euch denn schon einige Sterne?“ Ich stelle die Frage bewusst offen, neben der astronomiebegeisterten Lia melden sich die aktiven Pfadfinder der Klasse und einige andere. Michel zeigt auf den Grossen Wagen, so dass ich direkt anknüpfen kann. Ich habe Taschenlampen verboten, nur ich darf meine Riesenstablampe anschalten und mit dem Lichtfinger die Sterne anstrahlen und die imaginären Linien dazwischen nachzeichnen. Ich schaue in die Runde und erkundige mich, ob alle die sieben deutlichen Sterne sehen. Ja, das Sternbild ist alle bekannt. Nun müssen wir als nächstes die Kassiopeia finden, das Himmels-W. Auch das gelingt auf mein Nachfragen schnell. „Den Wagen nehmt ihr jetzt in die linke Hand, so dass euer Daumen den äussersten Stern der Deichsel erfasst, der kleine Finger ist an der Rückwand des Wagens. Mit der rechten Hand greift ihr gleichermassen nach dem W.“ Ich drehe mich um und schmunzle: Die Klasse sieht aus, als befände sie sich in einem Beschwörungsritual... Nun aber wieder ernsthaft zugegriffen, links der Wagen, rechts das W „und dort wo eure Nasenspitze jetzt hinzeigt, ist ein recht kleiner und heller Stern. Das ist der Polarstern, den ihr auf diese Weise immer wieder finden könnt.“ „Ach – da ist der... So klein ist der?“, fragt Danielle. Ich erkläre, dass das der Himmelsnagel der Inuit, der Eskimos, ist. Jener Stern, der immer im Norden steht und dem wir folgen können, bis wir am Pol stehen. Darum heisst er ja auch Polarstern oder Nordstern. Auch er gehört zu einem Sternbild, dem kleinen Wagen. Es dauert, bis sich alle gegenseitig auch dieses dritte Sternbild gezeigt haben. Ich greife auf den

⁵⁰⁰ Wenn die Eröffnung vor dem Sternenabend stattfindet, verteile ich den blauen Karton mit der Hausaufgabe, den eigenen Horizont vom persönlichen Lieblingssternbeobachtungsstandort darauf zu zeichnen.

Kartographieunterricht zurück und erkläre, dass die Polsternhöhe nichts anderes als die geographische Breite ist. Was aber genau 0° bedeutet, durchdenkt in diesem Moment noch niemand.

Jemand lässt den Begriff „Grosser Bär“ fallen, was ich dankbar aufnehme. Ja, der ist doch auch da irgendwo beim Grossen Wagen. Was hat er mit dieser riesigen Schöpfkelle – so nennen die Amerikaner den Wagen, *Big Dipper* – zu tun? Bei meiner Beschreibung wächst der Unterleib zum ganzen Himmelsgrimm: Dort an der Rückwand geht also der Vorderkörper weiter, noch weiter folgt die Schnauze. Hinten gibt's ein langes Bein mit den kräftigen Laufmuskeln, vorne ein gleich langes. Habt ihr jeweils die zwei Krallen funkeln sehen? Gut. Das ist schon ein merkwürdiger Bär dort. Im Vergleich zu jenen, die im Berner Bärengraben zu sehen sind, gibt es doch einen sehr auffälligen Unterschied. „Der Schwanz ist viel zu lang“, merkt jemand an. Ich bestätige dieses anatomische Kuriosum: „...und das hat eine Geschichte...“, jene von Artemis' Priesterin Kallisto, die unwissentlich ihr Keuschheitsgelübde bei einem Besuch des himmelsbevölkernden Zeus bricht. Sie wird daraufhin mit der Amme ihres halbgöttlichen Sprosses verbannt und schliesslich zur Bärin (!) verwandelt, die durch die Wälder streift.⁵⁰¹ Fast wäre sie auch noch von ihrem eigenen Sohn erlegt worden. „Aber als Zeus das sah, nahm er die Bärin beim Schwanz und schleuderte sie...“ (nun drehte ich mich wie ein Hammerwerfer und schleudere die imaginäre Bärin unter aufkommendem Lachen der Schülerinnen und Schüler in die Luft) „...an den Himmel, wo sie bis heute brav herumtapst und die Menschheit an diese Geschichte erinnert. Dass ihr Schwanz dabei derart gedehnt wurde, ist bestens nachvollziehbar, oder?“, schob ich schmunzelnd hinterher. Als alle wieder ruhig waren, wird die Bärin noch einmal nachgezeichnet: Wo war noch die Schnauze, wo die Krallen?

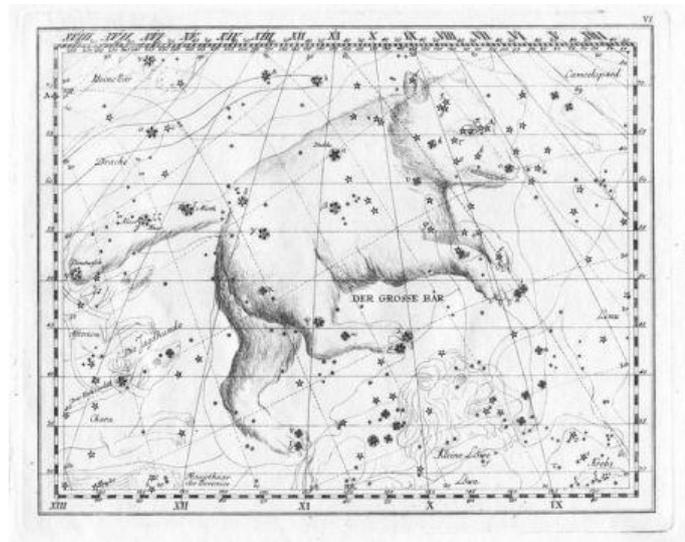


Abbildung 17: Ursa major in Johann Elert Bodes Sternatlas, 1782 (de:wikipedia)

Der Horizont ist gleichmässig etwa 20° hoch zugezogen, auch der Standort auf dem Gurten hätte kaum Sichtgewinn gebracht. Es gibt aber doch zu viel störendes Licht, daher verlagern wir unseren Standort zurück auf den dunkleren Schulsportplatz. Dort lenke ich den Blick auf das Sommerdreieck, das an jeder Ecke drei wundervolle Sternbilder erkennen lässt, oben (noch deutlich im Osten) steht die Leier, deren Sterne ich erkläre und zeige. Dort ist noch der Adler und da der Schwan, der mit seinem langgezogenen Hals über den Gurten fliegen will. Der Adler macht am meisten Mühe. Wie ist das mit den Flügeln? Wo ist der Schwanz? Ich leuchte mit dem Lichtfinger die Sterne an, wer es gesehen hat, zeigt es seiner Nachbarin oder

⁵⁰¹ „Nun gibt es einen olympischen Slapstick: Zeus will Kallisto vor der Rache seiner Gattin Hera verstecken – indem er sie in eine Bärin verwandelt. Hera wiederum will Kallisto etwas Böses tun – indem sie sie in eine Bärin verwandelt. Artemis will sich für den gebrochenen Eid rächen – indem sie Kallisto in eine Bärin verwandelt. Drei Götter verfluchen ein Menschenkind, und alle drei verfluchen es in einen Bären. Dreimal Bär hält wohl besser. Zeus wollte schützen; Hera wollte demütigen; Artemis wollte abschiessen.“ Köhlmeier, 2002, S. 201. Die Sagen von Köhlmeier sind humorvoll und süffig, ohne dem klassischen Gut Gewalt anzutun. Durch seinen modernen Stil hat er an vielen Stellen das Potenzial, den erzählenden Lehrer zu lockern und ihm eine freie und spannende Erzählung zu ermöglichen, die auch Jugendliche des 21. Jahrhunderts mitreisst.

seinem Nachbarn über angepeilte Finger oder als Zeichnung Stern für Stern auf dem Rücken oder auf der Hand. Als ich den Eindruck habe, dass alle die Bilder gesehen und figürlich belebt haben, erzähle ich in grösster Kürze von Leda und dem leberliebenden Adler, den schon viele aus dem Disney-Film „Hercules“ kennen. Dann folgt die zweite längere und scherzhaft erzählte Geschichte zur Leier. Von Hermes' frecher Kindheit, die schliesslich in dem besänftigenden Geschenk für Apollon mündet, der es seinerseits an den berühmten Sänger Orpheus weitergibt. Zur Sicherheit suchen und finden wir noch einmal die Sternbilder. Es sitzt bei allen sicher, nun springe ich in eine andere Kultur der Sternbildergeschichten.

„Im 17. Jahrhundert versuchte man diese schrecklich heidnischen Geschichten zu verbannen und man hat daher den Himmel mit christlichen Symbolen angefüllt. Was meint ihr, welches christliche Symbol hat man wohl für den verliebten Schwan gewählt?“ Natürlich das Kreuz, es kommt wie aus der Pistole geschossen. Das Schiff Argo wurde zur Arche Noah, Orion zu Joseph. Dass das Sternbild Jungfrau (die Göttin Demeter) zu Maria wurde, ist auch allen sofort einsichtig. Aber wo ist eigentlich die Jungfrau? Über den Schwanz der Bärin kommen wir zum ihr treu folgenden Bärenhüter Bootes mit seinem leuchtenden Stern Arktur. Fahren wir in leicht geschwungener Linie weiter, landen wir in ihrer Nähe, die liegende Jungfrau hat sich aber leider schamhaft mit Wolken verhüllt. Stattdessen kommen wir zu einem anderen leuchtend hellen Stern: Es ist der Jupiter. Dennoch: Auf diese Weise würden wir die Spica, die Ähre in der Hand der Göttin, finden. „Versucht es später von zu Hause aus einmal so – es wird klappen!“⁵⁰² Bereichert mit sieben Sternbildern, Sagenfragmenten der Kassiopeia, des Schwans, des Adlers und des Bootes und den umfangreichen Geschichten zur Bärin und der Leier beenden wir unseren ersten Spaziergang um etwa halb eins mit einer letzten Wiederholung, bei der sich wieder alle gegenseitig helfen. Eratosthenes kommt wieder, indem ich mir erneut das Bettuch umwerfe. Er berichtet stolz, dass er alle bekannten Sagen seiner Zeit zusammengestellt hat und damit wahrscheinlich den ersten Sagenkatalog der Welt mit 44 Sagen erstellt hat. „Aber auch das ist noch nicht die grösste Leistung, die ich erbracht habe – ihr werdet sie aber schon sehr bald kennen lernen. Lasst uns hineingehen!“

Zwischenspiel

Die sechs Gruppen Schülerinnen und Schüler verteilten sich auf die zwei Mal drei Stationen „Eratosthenes' Erdmessung“, „Sternbilder-Literatur“ und „Sternbilder-Sagen“. An allen drei Stationen wurde etwa eine halbe Stunde benötigt: Wir haben es in dieser Nacht ja nicht eilig...

Bei „Eratosthenes' Erdmessung“ war ich bei jeder Gruppe zuerst kurz als Eratosthenes anwesend und stellte mich den Fragen der Schülerinnen und Schüler, dann liess ich sie mit dem von mir ausgeteilten, dreiseitigen Dossier vorläufig alleine. Nach etwa 15 Minuten forderte ich aber die Gruppe an der Station auf, nun selber Eratosthenes zu werden. Jede und jeder sollte einmal mit eigenen Worten erklären, wie die Messungen und Berechnungen zustande gekommen sind.

In einer zweiten Gruppenecke sollte die Bekanntschaft mit den bekannten Sternbildern vertieft werden. Hier sollten die gefundenen Sternbilder auf eine Sternfolie übertragen werden, die ich kopiert hatte. Es lagen leuchtend silberne Marker bereit, mit deren Hilfe alle bekannten Sterne überdeckt werden durften. Von Verbindungslinien riet ich ab – wenn sie

⁵⁰² Spätestens hier sollten die Schülerinnen und Schüler ermuntert werden, eigene Sternbilder zu entdecken um so der eigenen Kreativität und den eigenen Geschichten Platz zu machen. Die erfundenen Sternbilder müssen gezeigt und mit einer kurzen Geschichte erklärt werden. Die Lernenden bauen eine persönliche Beziehung zu den Sternen auf. Am Abend der Inszenierung habe ich es im Vorwissen um eine der Lernaufgaben in der Stationenarbeit leider nicht wie beschrieben umgesetzt.



Abbildung 18: Zwischenspiel: Finden von Sternbildern



Abbildung 19: Zwei Gruppen treffen sich am Sternsagenbuffet.

falsch gezogen sind, ist der Ärger gross. Als die Sternbilder angezeichnet waren, durften die Jugendlichen ans mythische Buffet: Die Sternsagen von Perrey lagen als aus dem Buch herausfiletierte und zusammengeklebte Einzelsagen bereit, ausserdem noch Eratosthenes' Sternsagen. Alle Sagen zu den Sternbildern und Sternzeichen waren auf diese Weise zugänglich, besonders die Sternzeichen hatten Hochkonjunktur. Über die Hälfte der Jugendlichen war mit den Geschichten von Löwe, Waage, Jungfrau, Stier und den anderen acht Sternzeichen beschäftigt, mein Nachfragen zeigte, dass es in der Regel die eigenen Sternzeichen waren, die besonders interessierten. War eine Sage gelesen, sollte sie erzählt werden. Einige sollten doch die neu erworbenen Geschichten beim zweiten Sternspaziergang zum Besten geben. Die Gruppen gingen unterschiedlich mit der Station um. Teilweise lasen alle für sich, teilweise wurde diskutiert oder laut vorgelesen. Die Gruppen verliessen diese Station meist nur zögerlich, wenn ich bekanntgab, dass gewechselt werden sollte.

Der dritte Tisch war ebenfalls reichhaltig gedeckt: Hier lagen drei grosse Sammlungen deutscher Gedichte (Gedichtbände aus der Schulbibliothek), in denen die Seiten mit Sternensymbolik durch Post-its markiert waren. Darunter natürlich die „Anrufung des Grossen Bären“ von Ingeborg Bachmann, die Volkslieder „Der Mond ist aufgegangen“ und „Weisst du, wie viel Sterne stehen“, „Schwüle“ von C. F. Meyer und viele andere. Das Arrangement erlaubte auch, von der markierten Spur abzuweichen und ein bisschen in den Gedichtbänden zu stöbern, das lyrische Kulturgut wird leise „angewärmt“. Es durfte und sollte daher mussevoll zugehen: ein bisschen schmökern, etwas Schönes vorlesen, einsinken... Wer will, darf sich auch selber versuchen! Michel verfasst tatsächlich eine „Ode an die Leier“:

*Naht des Abends Dunkelheit
Höre meinen Rat gescheit
Schau zum Himmel in die Ferne
Wie gruppieren sich die Sterne?
Siehst dort oben etwas hängen,
was erfüllt die Welt mit Klängen
Nein, sag ja nicht: „Hols der Geier“
Was du siehst, das ist die Leier*

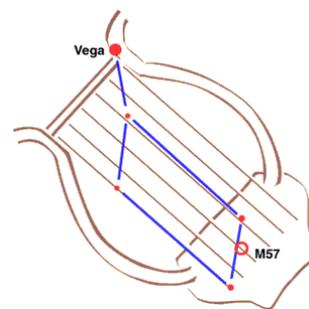


Abbildung 20: Leier

In den während der Vorbereitung mühsam durchforsteten Gedichtbänden wurde teilweise schwunglos geblättert, eine gewisse Abneigung gegen Lyrik schien bei einigen vorhanden zu

sein. Manchmal wurde ein Gedicht vorgelesen, Begeisterung oder Inspiration war dennoch nicht rauszuhören. Insgesamt kam es einerseits hin und wieder zu störenden und sehr lauten Albereien, es gab aber auch einmal Gesänge der bekannten Lieder zu hören, die durch die fast leere Schule hallten.

Als um 2 Uhr alle Gruppen einmal alle Tische besucht haben, starten wir ein zweites belebendes Grillen, denn die lange Zeit bis zum zweiten Himmelsblick muss überbrückt werden. Eine Schülerin schlief so gut, wie sie gelassen wurde. Unermüdliche spielten Mitternachts-Basketball und einige wenige durchforsteten im geöffneten Computerraum das Internet nach Sternbildern, Planetenbeschreibungen und Horoskopen und bezogen mich dabei in ihre Recherche ein. Ursprünglich war noch ein Gruppenspiel für diese „tote“ Zeit geplant, aber ich vergass es vor lauter Eifer schlicht. Als es mir doch noch einfiel, wäre ich Gefahr gelaufen, den vielleicht aufreissenden Himmel zur rechten Zeit zu verpassen.

II. Akt, 1. Szene: Himmelsblick an den Umhimmel

Mein Kollege verlässt uns um kurz vor halb vier, lässt sich aber zunächst noch den genauen Weitergang erläutern. Er will mit seiner Zehnten im Rahmen der Astronomie auch eine solche Himmelsnacht verbringen. Der Himmel erlaubte mir bis dahin nur selten, eine Sternengruppe oder einen Sternbildteil durch kleine Wolkenlücken zu erkennen. Ich setzte darauf, dass die verstreichende Zeit die Wolken hoffentlich noch verscheuchen sollte. Um vier war es soweit, ich musste aber bei schwacher Sternensicht etwas improvisieren!

Um halb fünf würde es im Osten langsam heller werden, jetzt sahen wir vom Nachthimmel immerhin ein wenig. Ich trommelte die verständlicher Weise zunehmend träger werdenden Jugendlichen zusammen und trieb sie noch einmal auf den Sportplatz. Kaum angekommen, legten sich die ersten auf den Boden. Einmal konnte ich sie noch zum Aufstehen bewegen, später gelang es mir nicht mehr – vielleicht auch aus Mitgefühl für die Strapazen der ungewohnten Nachtaktionen. Am Pol war es wenig bewölkt. Immer wieder funkelten die Sterne hindurch, sodass sich mit etwas Geduld der ganze Wagen am Nordhorizont und das Himmels-W in der Nähe des Zenits ausmachen liessen. „Die stehen ja ganz anders!“, stellte Sonja als erste fest und motivierte die anderen dazu, noch einmal genauer hinzuschauen. „Stimmt“, bestätigte Phillip und andere folgten ihm. „Was ist denn dort geschehen?“, fragte ich. „Die Sterne haben sich bewegt – irgendwie so“, sagte Sonja wieder und bewegte ihre beiden Hände in Teilkreisen.⁵⁰³ Können alle sehen, wie es sich dort bewegt haben muss? „Stellt euch noch einmal in die Richtung, wie ihr vorhin beim ersten Mal standet – greift den Wagen und die Kassiopeia und folgt eurer Nasenspitze zum Polarstern.“ Die Klasse tarierte sich aneinander aus, bis alle ihre Haltungen eingenommen hatten. „Gut – wie standen die beiden Sternbilder denn beim ersten Mal?“ Alle bewegen ihre Arme zurück in die Position, die sie durch ihre Körperhaltung von vorher gut erinnern konnten. Ich lasse die Klasse ein paar Mal die Arme vor und zurück bewegen. Es ist klar, dass das ein Teil einer Kreisbewegung ist. „Sie kreisen um den Polarstern“, sagt Antoni. Ich erinnere daran, dass er ja auch Himmelsnagel genannt wird, was sich nun am Himmel auch deutlich nachvollziehen lässt.

Mittlerweile hat Tomas die Verlängerung der Deichsel des Wagens überprüft und streut ein, dass Bootes verschwunden ist. „Was ist da los?“, frage ich. „Der Himmel hat sich gedreht.“ „Die Erde hat sich gedreht!“ Ich liess die zweite Äusserung vorläufig abgleiten, ich will noch nicht auf sie eingehen – dieser Schluss kann nicht gesehen werden und Galilei sollte erst im Unterricht zum Zuge kommen. „Wie hat sich denn der Himmel gedreht?“ „Er dreht sich ganz

⁵⁰³ An dieser Stelle regt sich gewöhnlich Protest. Die Schülerinnen und Schüler bringen vor, dass es doch wir sind, die sich drehen. Die Einwürfe sollten nicht aufgegriffen werden, dazu ist später genug Gelegenheit. In dieser Inszenierung kam der Widerspruch etwas später.

um den Polarstern, darum ist auch der Bootes weg.“ „Hat der Bootes die gleiche Bewegung vollzogen wie Kassiopeia und Bärin?“, hake ich nach. Einige versuchen zu rekonstruieren, wo der Bootes vorher etwa gewesen sein muss, dann sagt Michel: „Der Bootes hat einen grösseren Kreis beschrieben als die Bärin, aber es ist der gleiche Teil eines Kreises. Die Kassiopeia hat sich andersherum gedreht, weil sie auf der anderen Seite des Polarsterns steht.“⁵⁰⁴ Ich bin zufrieden, fasse aber noch einmal nach, um festzustellen, ob auch die Bewegung im dick bewölkten Süden gedacht werden kann. Wir müssen wir uns nach Süden wenden, damit der Himmel nicht zur Scheibe oder zum Deckel eines Zylinders wird. Wo steht denn jetzt ungefähr die Leier? Die verschiedenen Richtungen, in die die Arme weisen, zeigen, dass die Jugendlichen eher raten als wissen. Einige diskutieren, andere geben schnell auf – diese Gedankenübung ist ihnen um diese Zeit wohl zu viel. Nach einiger Zeit hat sich der harte Kern geeinigt und beschreibt die richtige Richtung. Passt das zu den anderen Bewegungen? Ja, auch hier hat sich die Drehbewegung fortgesetzt, der Bogen aber ist ein ganz anderer, viel weiterer. „Wie geht es weiter?“, frage ich. „Wie dreht sich der Himmel weiter?“ „Der Bär steht irgendwann auf dem Kopf und das W ist am Horizont“, behauptet Lia, eins der wenigen unermüdbaren Mädchen. Als ich frage, wo dann der Bootes sein müsste, verlängert sie den Bärinnenschwanz und zeigt auf einen Punkt beim Zenit. Ich lasse sie es noch einmal vorführen, damit die anderen folgen können, dann fahre ich weiter.

„Also vorhin war der Bootes dort (noch deutlich über dem Horizont), jetzt ist er etwa hier (knapp unter dem Horizont), später wird er irgendwann einmal dort sein (im Zenit). Ich zeige einen Kreis, der den Horizont unterschneidet. Und wie ist das mit dem Sommerdreieck? Es war dort im Osten, jetzt ist es etwa im Zenit und und dann?“ „Irgendwann taucht das Sommerdreieck auch unter den Horizont – alle Sterne verschwinden im Westen. Ausser die beim Pol“, sagt Susanne. „Jetzt wird’s interessant: Wie geht es mit den Sternen vom Sommerdreieck, die dann am Horizont verschwinden, weiter?“ Ein Viertel der Klasse ist noch aktiv dabei. Sonja fragt nach kurzer Zeit des Überlegens: „Gehen die unter uns hindurch?“ Vielleicht lese ich in den Unglauben, der in ihrer Frage mitschwingt, die Erschütterung hinein, die ihr widerfahren sein kann. Ich lasse ihr noch ein paar Sekunden mit dem Gefühl, ein paar andere nicken oder blicken ernst grübelnd drein. „Ja. Das, was wir jetzt sehen, ist vorher im Osten aufgegangen, es zieht über den Himmel und geht im Westen unter. Ganz regelmässig. Dann zieht es jenseits des Horizonts unter uns die Bahn, bis es wieder im Osten auftaucht.“ Dabei beschreibe ich mit dem Arm eine Kreisbewegung etwa entlang des Himmelsäquators in der Nähe des Adlers. Erneut lasse ich eine Pause zu. „Der Himmel kreist um uns herum, wir befinden uns auf unserer Erde sozusagen in einem Umhimmel, der beständig seine Kreise um uns zieht.“ Das Wort ‚Umhimmel‘ betone ich – es soll haften bleiben. Diese Erkenntnis müssen alle noch einmal mitvollziehen. Hier, auf dem Sportplatz, kann ich die Klasse nicht mehr erreichen. Es bleibt vorerst eine Erfahrung Einzelner. Wir müssen zurück in die Schule. Es dämmert.

II. Akt, 2. Szene: Erdglobus

Der kurze Weg ins Schulhaus und mein Versprechen, dass jetzt nur noch drei kleine Sachen kommen, hat die Lebensgeister kaum belebt. Ich beschliesse, dass wir die Sternennacht unter uns Wachen zu Ende führen, das Ganze aber im Unterricht nach den Ferien noch einmal wiederholen müssen, damit es wirklich allen zur Verfügung steht.

„Sonja hat etwas besonderes bemerkt“, setze ich ein und fahre so zügig wie es geht fort: „Im Osten tauchen Sterne auf, sie ziehen über Himmel und versinken im Westen, bevor sie unter

⁵⁰⁴ Mit einem sternenknopfbenähten, schwarzen Regenschirm, wie ihn Daniel Ahrens einsetzt, liesse sich die zirkumpolare Drehung an dieser Stelle sehr gut deutlich machen. Ich hatte an diesem Abend keinen zur Verfügung.

uns hindurch wieder nach Osten ziehen. Die Sterne beschreiben alle eine Kreisbewegung. Den grössten Kreis macht der Adler und das hat einen Grund.“ Mit dem Globus in der Hand erkläre ich, wie diese Kreisbewegung zustande kommt. Über unserem Pol ist der Polarstern. Er sitzt in der Verlängerung der Erdachse, die durch unseren Erdmittelpunkt verläuft. Auf der anderen Seite der Erde läuft er durch den Südpol bis zum Pol des Südhimmels, wo leider kein Stern steht. Wenn man die Himmelskugel nun in zwei gleich grosse Teile teilt, kommt man auf eine Linie, die man Gleichteiler nennen könnte – auf lateinisch: Äquator! Unter diesem Himmelsäquator liegt unser Erdäquator. Wer dort steht, sieht den Adler im Zenit. Bei uns ist er ziemlich genau zwischen dem Zenit und dem Südhorizont.



Abbildung 21: Firmament
(de:wikipedia)

Wenn wir uns nun in die Richtung des Äquators bewegen, steigt der Adler und der Pol sinkt (ich kippe den Globus, bis die Erdachse waagrecht liegt. Wenn wir weiter gehen, sinkt der Adler nach Norden und der Polarstern verschwindet unter dem Nordhorizont – gleichzeitig steigt im Süden der Südpol im gleichen Mass Richtung Zenit (ich kippe den Globus weiter, bis der Südpol oben ist). Auch an diesem vollkommen gleichmässigen Heben oder Senken des Polarsterns hätte Eratosthenes seine Erdberechnung vollziehen können. Es ist genau das Gleiche. Um die Erde herum ist sozusagen eine Sternenkugel, die wir von unten als Himmelskuppel wahrnehmen. Je nachdem, wo wie

stehen, stehen Pol und Äquator mehr oder weniger hoch im Zenit, die Sterne am Pol beschreiben die kleinste Bewegung, jene am Äquator die grösste. Genauso ist unser Erdpol nur ein Punkt, der Erdäquator hingegen der grösste Breitenkreis. Auf der anderen Seite, gegenüber vom Adler, liegt der Orion. Der Globus hilft auch dieses Mal. Adler und Orion laufen also im Zenit über Singapur und den Amazonas. Stünden wir jetzt dort, wären die Pole also am Horizont und der Himmel wälzte sich gleichmässig über uns. Und wenn der Adler aufgeht, geht der Orion gerade unter. Geht jener auf, geht dieser unter. Die Gedankensprünge um die Erde verschiebe ich in den Unterricht, wenn wieder alle vollkommen aufnahmefähig sind und wir das Thema erneut aufgreifen. Ich bin zufrieden damit, dass sich Erde und Himmel in dieser Nacht spürbar gerundet haben.

II. Akt, 3. Szene: Himmelsuhr

Nun muss noch die Himmelsuhr zum Laufen gebracht werden. „Um wie viel Grad hat sich der Himmel vorhin etwa gedreht?“ Jonas schätzte: „Etwa 60 Grad?“ Ja, ungefähr. Und die Drehung wird noch weiter gehen, wir werden sie aber nach Sonnenaufgang gar nicht mehr an den Sternen wahrnehmen können. Innerhalb eines Tages beschreibt sie einen ganzen Kreis und noch ein kleines Bisschen mehr. Diese Drehung von 60° entspricht der Zeit, die verstrichen ist. Es waren etwa vier Stunden, also hat sich der Himmel um 15° pro Stunde gedreht – wir hatten über genau jene 15 Grad schon im Zuge der Kartografie gesprochen. Die Sonne dreht sich aus unserer Perspektive in 24 Stunden einmal um uns herum. Nach 24 Stunden hat sie wieder ihren Höchststand erreicht: Das ist ein Tag. Die Sterne sind ein kleines bisschen schneller: Sie brauchen für einen Sternentag nur 23 Stunden und 56 Minuten. Sie sind also vier Minuten schneller und das ist genau die Zahl, die schon die alten Babylonier am Himmel abgelesen und für die Zeiteinheit ‚Minute‘ festgelegt haben. Wenn sich die Sterne in einer Stunde um 15° drehen, drehen sie sich in vier Minuten um ein Grad. Die Sterne sind also jeden Tag einen Schritt schneller, denn das lateinische Wort für Schritt heisst *gradus*. Auf diese Weise haben die Babylonier das Gradnetz um die Erde entworfen. Was wir heute am Horizont aufgehen sehen, ist morgen schon seit vier Minuten am Himmel. Was heute zu einer

bestimmten Uhrzeit untergeht, ist morgen schon vier Minuten früher untergegangen. Die Summe aller täglichen Schritte oder Grade, führt zum Begriff ‚Jahr‘. In 365 Schritten, Graden oder Tagen (der Schritt ist ja ein täglicher) steht das Sternbild, das jetzt gerade über dem Horizont steht, genau an der gleichen Stelle. Es ist der Sonne jeden Tag vier Minuten vorausgeeilt und nun ist genau ein Jahr vorbei. Der Kreis hat sich geschlossen.

Finale: Die selbstgemachte, drehbare Sternkarte

Während die Klassenlehrerin mit ihrem Auto die bestellten Gipfeli abholt, fügen die Jugendlichen im Foyer nun die Teile zusammen, die sie im Lauf des Abends angefertigt haben: „Wir sind im Endspurt – es ist 5.10 Uhr und wir brauchen etwa noch 15 bis 20 Minuten.“ Nach meiner Aufforderung holten alle ihre Horizontkarte und ihre Sternfolie mit den markierten Sternepunkten heraus.

Ich verteile goldene Klammern und teile mit, dass die grosse goldene Kuppe unseren wichtigen Polarstern bezeichnen soll. Mit einem scharfen Messer werden kleine Schnitte durch den markierten Punkt beim Polarstern angefertigt und die Klammer durch die Folie gesteckt. Aber wo muss die Sternenscheibe auf der Horizontkarte befestigt werden? Überraschenderweise ergibt sich nach der anstrengenden Nacht noch ein reges Rätseln und Mitdenken: „In der Mitte!“, sagt Petra, die sich bislang fast nichts gesagt hat. Tomas protestiert, dass er doch im Norden bei 47 Grad, bei unserer Polsternhöhe bzw. unserer Breite, eingesteckt werden muss. Ich bestätige auch das, während die schnellsten schon die nächsten feinen Schnitte machen. Als ich es sehe, warne ich schnell und vehement davor, die Klammer bereits umzubiegen oder zu drehen. Ich verteile kleine Stücke Pappe, die ich mit einer Lochzange auf die Klammer passend gelocht habe. Vor dem Umbiegen muss dieses Stück Pappe auf der Rückseite der Horizontkarte geklebt werden – und dann kann man sicher drehen. Ich komme zurück zur Position des Polarsterns: „Wo wären wir denn, wenn der Polarstern in der Mitte, im Zenit, steckt?“, frage ich vergewissernd. „Am Nordpol!“, löst Dorene blitzartig auf. „Und wo müsste man den Polarstern einstecken, wenn man am Äquator wäre?“ „In den Horizont genau im Norden!“, sagt Rafael. Ich fasse zusammen: „Die Position des Polarsterns auf unserer Horizontkarte entspricht der geographischen Breite.“ Mittlerweile sind alle Sternkarten zusammengebaut und es wird fleissig gedreht? Funktioniert sie auch, diese selbstgemachte drehbare Sternkarte? „Stellt doch einmal den Bären so ein, dass er dort steht, wo wir ihn beim ersten Sternenspaziergang gesehen haben. – Und nun dreht die Sterne, bis sie so stehen, wie wir sie eben gesehen haben. Was ist mit dem Sommerdreieck passiert?“ Die Leier steht tatsächlich im Zenit. Es funktioniert! Nun wird auch klar, warum der Orion nicht immer zu sehen ist, ja überhaupt, warum die Sternkarte so gross ist, der Horizont aber so klein... Es ist ja immer nur ein Teil unseres nördlichen Sternenhimmels zu sehen.

Nun muss die Sternkarte noch geeicht werden. Wir haben zwar einen korrekten und drehbaren Sternenhimmel in unserem Horizont, aber wo ist denn wann genau was? Wir müssen noch die Uhrzeiten und die Daten ergänzen, dann zeigt die selbst gebaute Sternkarte das ganze Jahr hindurch die richtigen Sterne an. Entsprechend den Himmelsrichtungen, die ihr vorhin an der Horizontkarte eingezeichnet habt, könnt ihr jetzt an den Punkten auf dem Horizontblatt die Uhrzeiten eintragen. Die Sonne steht um 12 Uhr im Süden. Auf unserer Karte liegt genau gegenüber der Polarstern, dort im Norden ist 0 Uhr einzutragen. West und Ost liegen etwas verschoben zu 6 beziehungsweise 18 Uhr, schreibt die entsprechenden Uhrzeiten bitte jenseits des Randes der Sternfolie genau zwischen 0 und 12 Uhr – und denkt daran, dass Ost und West vertauscht sind.

Jetzt müssen wir noch dafür sorgen, dass wir das Datum einstellen können, denn wir müssen ja an jedem Tag unsere Sternkarte einen Schritt, ein Grad weiterdrehen. „Ihr findet den

1. Januar, wenn ihr vom Polarstern über die Vega, dem grössten Stern in der Leier, eine Linie zum Rand der Sternenfolie verlängert. Die Monate laufen dann im Uhrzeigersinn am Rand der Folie entlang – ich habe kleine Markierungen angebracht, die jeweils die Monatsgrenzen anzeigen. Tragt die Monate als Buchstaben oder Zahlen mit den Folienstiften ein, dann ist die Sternkarte fertig und funktioniert vollständig und das ganze Jahr hindurch!“

Die selbstgemachte Sternkarte ist drei in einem: Sie ist eine Sternkarte, denn wenn ihr Uhrzeit und Datum zur Deckung bringt, zeigt sie euch den gegenwärtigen Sternenhimmel. Sie ist auch ein Kalender, denn ist euch die gegenwärtige Stunde und der Stand der Sterne am Himmel bekannt, könnt ihr das Datum ablesen. Zuletzt ist sie auch eine Uhr, eine Himmelsuhr, denn wenn ihr das Datum kennt und die sichtbaren Sterne einstellt, erfahrt ihr die Uhrzeit. Und so haben es schon die alten Griechen nach Eratosthenes gemacht, wenn sie ihre Uhren stellen wollten.

Die Differenz zwischen der angezeigten Uhrzeit und Ortszeit werden wir in der Doppellektion nach den Ferien noch einmal aufgreifen und dann auch den Schritt zur kaufbaren, kopernikanisch gewendeten Sternkarte vollziehen. Für heute ist es erst einmal mehr als genug. Nach einer langen und ereignisreichen Nacht können alle ihre selbstgemachte und vor allem selbst-erfahrene Himmelsuhr mit nach Hause nehmen.

Nach dem Abschluss mit den duftend-warmen Gipfeli zieht es die ersten nach Hause – einige wollen noch bleiben. So sitzen wir zu neunt in kleiner Runde noch im Foyer und erwarten das Anklingen des neuen Tages. Es gibt ja auch keinen Grund zur Eile: Der heutige Tag ist frei und jeder kann den ganzen Tag verschlafen.

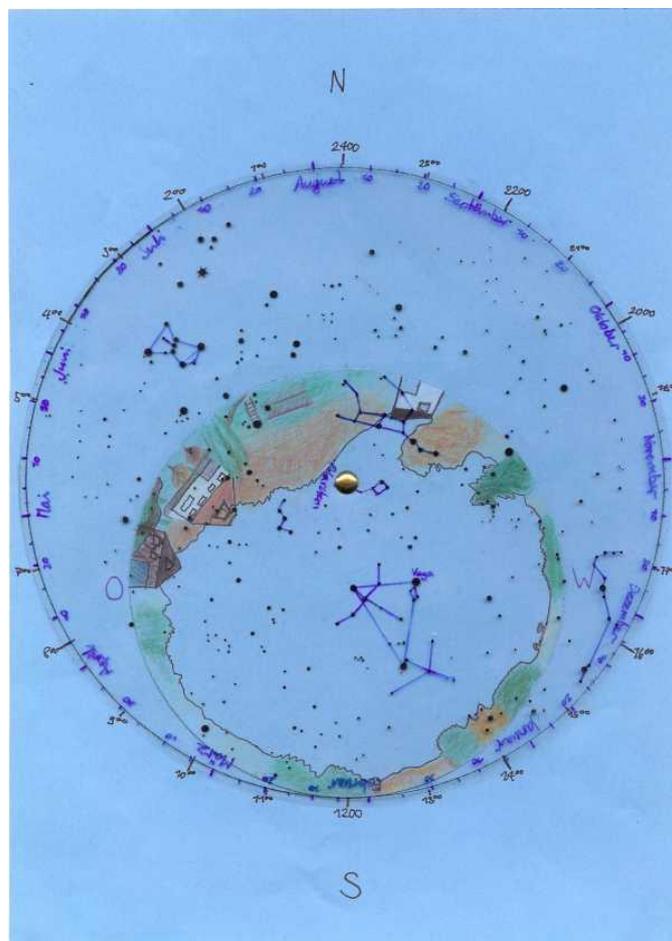


Abbildung 22: Jakobs drehbare Sternkarte (8. Klasse)