- BAU EINER SONNENUHR –

Ein Unterrichtsvorschlag zum Themenbereich

Mikrokosmos und Makrokosmos

mit einfachen Hilfsmitteln erschließen

anlässlich des NWA-Tags am 01.06.2005

im Rahmen des staatlichen
Seminars für Didaktik und Lehrerbildung
(Realschulen) in Reutlingen

Erstellt von Indra Banica und Simone Egetenmeyer

Inhaltsverzeichnis

Geschichte der Zeitmessung:

Entwicklung der Zeitmessung: 3

Sachliche Grundlagen:

Der Breitengrad 5

Wahre Ortszeit (WOZ) oder Zonenzeit (ZZ) 5

Die mittlere Ortszeit 6

Der Längengrad 6

Unterrichtsvorschlag:

Bezug zum Bildungsplan 7

Ausblick: 8

Methodische Aspekte und Durchführung:

Verlaufsskizze

Einstiegsfolie

Quellen

Bau einer Sonnenuhr:

Geschichte der Zeitmessung:

Die Sonnenuhr ist als ältestes Zeitmessinstrument schon seit 5000 v. Chr. bekannt. Zunächst wurde sie in Ägypten und China verwendet. Die einfachste – und damit auch ungenauste Möglichkeit, Zeit zu messen, bestand darin, die jeweilige Länge des Schattenwurfs des eigenen Körpers zu messen. Der Schatten wurde dafür einfach mit den eigenen Füßen abgelaufen. Dieses Messverfahren ist, auch bei unterschiedlicher Körperlänge allgemein gültig, da ein festes Verhältnis zwischen durchschnittlicher Körpergröße und der Fußlänge eines Menschen besteht.

Entwicklung der Zeitmessung:
Die Zeit kann über zwei unterschiedliche Größen bestimmt werden. Zum Einen über die Richtung, in welche der Schatten jeweils fällt – das ist durch die Tatsache möglich, dass die Erde sich im Laufe des Tages um die eigene Achse dreht und die das Sonnenlicht somit aus unterschiedlichen Himmelsrichtungen auf den Körper fällt. Zum Anderen kann die Schattenlänge zur Messung der Zeit herangezogen werden, da die Erde sich so dreht, dass die Sonne zu unterschiedlichen Zeitpunkten jeweils unterschiedlich hoch am Horizont steht. Der Sonnenstand ist jedoch nicht nur tageszeitabhängig, er hängt auch vom Standort des Betrachters, genauer von seinem Längen- bzw. Breitengrad auf der Erdoberfläche, ab. Zu beachten: Die Zeit, welche sich aus der Beobachtung des Verlaufs eines Schattenwurfs ergibt, ist die jeweilige wahre Ortszeit, welche an jedem Punkt auf der Erde eine andere ist.

Die Einfache Sonnenuhr entwickelte sich im Laufe der Zeit weiter. Zunächst wurde nur ein einfacher Stab (Gnomon – vom griechischen „Weiser“) verwendet, welcher senkrecht auf einem Gegenstand (z. B. der Erdoberfläche) stand oder waagrecht aus einer Wand ragte. Ab dem 15 Jahrhundert wurden die Stäbe der Sonnenuhren so konstruiert, dass sie parallel zur Erdachse angeordnet waren, so ergab sich eine Neigung gegenüber der Ebene, welche der geographischen Breite des jeweiligen Ortes entsprach.

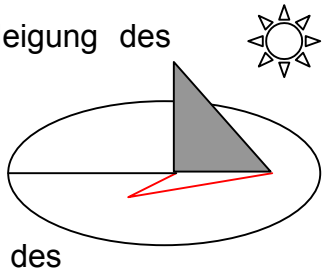
Zu Beginn stellte sich die Schwierigkeit, dass Sonnenuhren mit Hilfe eines Kompasses genau ausgerichtet werden mussten. Später im 15. und 16. Jahrhundert wurden dann so genannte „Vielflächen-Sonnenuhren“ verwendet. Jede Flächen, dieser Sonnenuhr musste in einer Himmelsrichtung ausgerichtet werden. Wenn alle Flächen die gleiche Uhrzeit anzeigten, so war die Uhr richtig ausgerichtet. Jede Sonnenuhr zeigte jedoch nur auf einem geographischen Breitengrad die genaue Zeit an und war somit auf diesen Breitengrad geeicht. Sehr ausgetüftelte Sonnenuhren besaßen die Möglichkeit, auf unterschiedliche Breiten eingestellt zu werden.

Die Tageszeiteinteilung wurde über die Jahrhunderte hinweg immer wieder verändert. Unsere Einteilung in 24 Stunden geht vom Grundgedanken bis in die Antike zurück. In dieser Epoche wurden die Tag- und die Nachtzeit jeweils in 12 gleiche Teile eingeteilt. Daraus ergab es sich, dass die Tagstunden im Winter kürzer waren als im Sommer.

Sachliche Grundlagen:

Der Breitengrad

Eine der wichtigsten Informationen für den Sonnenuhrbauer: Es müssen der Längen- und Breitengrad des Standortes, wo die Sonnenuhr aufgebaut wird, auf jeden Fall bekannt sein. Ohne diese Information kann man zwar die Zeit einteilen, jedoch würde dies nicht unserer heutigen Zeiteinteilung entsprechen. Unabhängig von der Bauform der Sonnenuhr, muss der Schattenwerfer (Gnomon) die Neigung des Breitengrades in Bezug zur Waagerechten haben.



Im nebenstehenden Bild, wird ein senkrecht stehender Schattenwerfer dargestellt, der dem entsprechenden Breitengrad angepasst ist. In diesem Fall zeigt die Spitze des Schattenwerfers die Zeit an. Die Zeit wird bei den üblichen Sonnenuhren durch die gesamte Kante angezeigt.

Wahre Ortszeit (WOZ) oder Zonenzeit (ZZ)

Die üblichen Sonnenuhren zeigen die wahre Ortszeit an. Solch eine Uhr funktioniert entlang des Breitengrades für den sie berechnet und konstruiert wurde. Um 12 Uhr zeigt sie den Sonnenhöchststand an. Faltet man das Zifferblatt genau an der 12 Uhrlinie (Nord-Süd Achse), erkennt man, dass die Vormittags- und Nachmittagsstunden übereinander liegen. Es herrscht also eine symmetrische Anordnung. Diese Symmetrie erleichtert natürlich die Zifferblattberechnung.

Anders funktionieren die Sonnenuhren, die die jeweilige Zonenzeit anzeigen. Diese sind ortsgebunden. Zonenzeituhren gehen nur auf dem Schnittpunkt des Längen- und Breitengrades für den sie berechnet wurden genau. Da die 12 Uhr Linie nicht mehr nach Norden weist, ist eine Symmetrie nicht mehr gegeben. Die Berechnung des Zifferblattes ist dadurch komplizierter. Die Vor- bzw. Nachmittagsstunden sind nicht mehr deckungsgleich. Dies bedeutet, dass sie einzeln berechnet werden müssen.

Die mittlere Ortszeit

Die von der Sonne vorgegebenen Stunden und Tage sind von unterschiedlicher Länge. Dafür sind zwei Vorgänge verantwortlich:

- Die Erde bewegt sich um die Erde auf einer elliptischen Bahn. Dadurch ist die Umlaufgeschwindigkeit nicht konstant.
- Außerdem dreht sich die Erde um eine schiefe Achse.

Diese Vorgänge führen dazu, dass es immer eine kleine Abweichung von unserer üblichen Zeitrechnung gibt. Unsere Zeitrechnung ist das arithmetische Mittel aller Stunden und Tage eines Jahres. Diese Tatsache lässt sich an einer Sonnenuhr nicht so einfach ausgleichen.

Der Längengrad

Man kann die Ortszeit in eine Zonenzeit mithilfe des Längengrades umrechnen. Der Längengrad verläuft von Nord nach Süd.

Unterrichtsvorschlag:

Bezug zum Bildungsplan[1]

Die Schülerinnen und Schüler sollen nach Abschluss der Einheit folgende Kompetenzen erreicht haben: Die Schülerinnen und Schüler können:

- Antworten und Erkenntnisse durch Primärerfahrungen
- Gesetzmäßigkeiten vermuten
- Daten erheben durch Messen, Beobachten, Beschreiben, Vergleichen
- Gesetzmäßigkeiten überprüfen
- Ergebnisse dokumentieren
- in der Teamarbeit Kooperations- und Kommunikationsformen für zielgerichtetes Arbeiten erwerben
- naturwissenschaftliche Erkenntnisse in Alltagssituationen nutzen und anwenden
- weitgehend selbstständig ein Alltagsproblem so einkreisen, dass es mit Messmethoden und Messinstrumenten quantifizierbar wird
- sich mit Leistungen und Auswirkungen moderner Technologien und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse kritisch auseinandersetzen.
- die Geschichte einer bedeutenden naturwissenschaftlichen Entdeckung wiedergeben.

Stellung im Unterrichtsverlauf

Der Bau einer Sonnenuhr soll in den Themenbereich „Mikrokosmos – Makrokosmos“ des Fächerverbundes NWA in Klasse 7 eingebunden werden. Vorausgehend sollte geklärt werden, wie unsere Zeitrechnung funktioniert. Dazu gehören der Tages- und Jahresablauf, sowie die Einteilung des Jahres in einzelne Monate und der Verlauf der Sonnen im Bezug auf die Himmelsrichtungen. Bei Bau einer Sonnenuhr wird von der wahren Ortszeit ausgegangen, deshalb sollten die Schülerinnen und Schüler auch über die verschiedenen Zeitzonen informiert sein. Des Weiteren sollte die Entstehung von Schattenbildern im Vorfeld geklärt worden sein.

[1] Auszug aus dem Bildungsplan Baden- Württemberg 2004

Ausblick:

An die Konstruktion und den Bau einer einfachen Sonnenuhr könnte ein Projekt zum Thema: „Sonnenuhrbau auf dem Schulgelände“ von den Schülern initiiert werden – oder projektorientierter Unterricht zum Thema durch den Lehrer vorgeschlagen und durchgeführt werden. Folgende Fachbereiche könnten dabei mit eingebunden werden: Technik, Kunst,...

Didaktische Reduktion

Die Berechnung einer Sonnenuhr über Längen- und Breitengrad ist für Schülerinnen und Schüler der Klasse 7 zu kompliziert. Sicherlich kann man mit ihnen nur eine ganz einfache Sonnenuhr konstruieren, wobei die Stunden von ihnen selbst markiert werden. Es kann jedoch der Bezug zu anderen Bereichen der Erde hergestellt werden, unsere Sonnenuhr also nicht universell einsetzbar ist.

Methodische Aspekte und Durchführung:

Einstieg:

Eine alltagsrelevante Problemstellung, aus welcher sich für die Schülerinnen und Schüler die Notwendigkeit des Baus einer Sonnenuhr ergibt, ist heute leider kaum zu finden. Deshalb verwenden wir in unserem Einstieg eine historische Problemstellung. Die beiden Indianermädchen Chi und Cho, welche in zwei Dörfern leben, die ein größeres Stück voneinander entfernt liegen, treffen sich alle 20 Tage an einem geheimen Treffpunkt. Die 20 Tage lassen sich leicht über die Anzahl der Sonnenaufgänge oder die Zahl der Nächte bestimmen. Bleib nur noch die Frage nach dem genauen Zeitpunkt des Treffens. Gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern werden in einem Brainstorming Möglichkeiten dazu gesammelt, die Schülerinnen und Schüler schreiben diese in Partnerarbeit auf Kärtchen und heften sie an die Tafel.

Erwartete Nennungen durch die Schülerinnen und Schüler:

- „wenn die Sonne am höchsten steht“
- „loslaufen, wenn der Hahn gekräht hat“
- „nach dem Mittagessen“
- „Wenn die Sonne 2 Fuß lange Schatten hinter dem Haus wirft“
- „Strichliste für die einzelnen Tage“

Problemlösung:

An der Tafel werden die unterschiedlichen Lösungsvorschläge sortiert. Die Kriterien werden von den Schülerinnen und Schüler selbst gefunden. Mögliche Überschriften:

- Ereignisse im Dorf
- Ereignisse in der Natur

Dabei wird festgestellt, dass sich die Ereignesse, welche im Dorf zur zeitlichen Orientierung herangezogen werden können, sehr stark unterscheiden. Eine genauere Zeitbestimmung ergibt sich über Ereignisse, welche regelmäßig in der Natur stattfinden. Eventuell können zur Verdeutlichung wiederkehrende Ereignisse gesammelt werden, die unser Leben prägen und ihm einen Rhythmus geben. Ein Globus als Modell der Erde und eine feste Lichtquelle als Sonne eignen sich dafür sehr gut. Im Unterrichtsgespräch wird die Sonnenuhr als ein Mittel der Zeitbestimmung erarbeitet, welches in einem engen geographischen Raum gut vergleichbare Ergebnisse hervorbringt.

Praktische Umsetzung:

Die Schülerinnen und Schüler überlegen eigenständig in Kleingruppen, wie eine Sonnenuhr konstruiert werden kann. Die Vorschläge werden jeweils auf Folie festgehalten und von den Gruppen präsentiert. (Gruppen à 4 Personen, jeweils eine Folie) Der Lehrer/Lehrerin gibt noch zusätzlich Hilfestellung. Am Tageslichtprojektor werden die unterschiedlichen Vorschläge besprochen und die Pro und Contras diskutiert.

In einer weiteren Unterrichtsstunde/Doppelstunde bekommen die einzelnen Gruppen die Zeit und das Material, ihre eigens konstruierte Sonnenuhr selbst zu erstellen. Es wird ein Ordner bereit gelegt, welcher zusätzliche Anregungen zum Thema bietet.

Nach Abschluss der Gruppenarbeiten wird eine Sonnenuhr an einem sonnigen Platz im Klassenzimmer oder dem Schulhof aufgestellt. Einzelne Schülerinnen und Schüler bekommen die Aufgabe, an einem sonnigen Tag die Skala stündlich zu erweitern. Als Hausaufgabe erarbeiten die anderen Gruppen an einem sonnigen Wochenende die Skalen ihrer Sonnenuhren.

Verlaufsskizze – Sonnenuhr – NWA Klasse 7

Zeit / Phase	Unterrichtsgeschehen / Tafelanschrieb	Medien	SF / Methoden
10 min	Problemstellung („Chi-Cho-Folie“): Wie könnten die beiden Mädchen einen genauen Zeitpunkt für das Treffen ausmachen? Brainstroming: Partnerarbeit: je zwei Kärtchen pro Paar – Vorschlagsammlung [erwartete Vorschläge: „wenn die Sonne am höchsten steht“, „loslaufen, wenn der Hahn gekräht hat“, „nach dem Mittagessen“, „Wenn die Sonne 2 Fuß lange Schatten hinter dem Haus wirft“, „Strichliste für die einzelnen Tage“]	Tageslichtprojektor, „Chi-Cho-Folie“ Zettel für Brainstorming, Magnete	UG PA
5 min	Sortieren der Vorschläge nach: Ereignisse im Dorf Ereignisse in der Natur → genauere Zeitbestimmung über regelmäßige Ereignisse.	Tafel, Kreide,	UG
Rest der Stunde	In Gruppen à 4 Personen überlegen die Schülerinnen und Schüler selbst, wie eine Sonnenuhr konstruiert werden müsste. Präsentation der Vorschläge mit Zeichnung auf Folie (pro Gruppe eine Folie) Die Vorschläge werden diskutiert, L. gibt noch zusätzlich Hilfestellung und Anregungen zur Konstruktion (evtl. Globus, Lampe).	Tageslichtprojektor, Folien, Folienstifte	GA
	2. Stunde		
Volle 45 min	Die Schülerinnen und Schüler konstruieren in Gruppenarbeit eine Sonnenuhr. Es liegt ein Ordner mit Anregungen im Klassenraum bereit. Parallel dazu: Die Schülerinnen und Schüler könnten evtl. an einem geeigneten Platz im Klassenzimmer jeweils stündlich den Lichteinfall der Sonne markieren. – eine ganz einfache Sonnenuhr entsteht. Als Hausaufgabe wird die Skala der Sonnenuhr an einem sonnigen Wochenende zu Hause erarbeitet.	Ordner mit Materialien, Holz, Papier, Pappe, Säge, Utensilien aus den Technik-Räumen	

Chi-Apachi und Cho-Apachi sind zwei Indianermädchen, die in zwei unterschiedlichen Dörfern wohnen.

Indianertipis:

Siehe:
Tandem TOP-Stars: 30 000 Super-Cliparts, Tandem Verlag Königswinter - Tandem Verlag multimedia line - CD2

Die beiden Dörfer sind 1000 Steinwürfe (ungefähr 15 km) voneinander entfernt.

Indianertipis:

Siehe:
Tandem TOP-Stars: 30 000 Super-Cliparts, Tandem Verlag Königswinter - Tandem Verlag multimedia line - CD2

Treffpunkt

Die beiden Mädchen haben einen geheimen Treffpunkt zwischen den beiden Dörfern.

Alle 20 Tage nehmen sie den weiten Fußmarsch auf sich und treffen sich dort – irgendwann zwischen Sonnenauf- und Sonneuntergang. Meist ist eine von beiden schon viel früher am Treffpunkt als die andere. Die beiden langweilen sich in der Zeit des Wartens immer sehr! …

Materialien für den Ordner:

- Hans Backe, Rolf Backe, Helmut Giegengack: Das Physik-Experimentierbuch, Verlag Harri Deutsch, 1. Auflage 1987: S. 207-208: Eine Sonnenuhr, die Tages- und Jahreszeiten angibt.
- Hans Jürgen Press, Spiel das Wissen schafft, Ravensburger Buchverlag, 2004: S.11, S.12

Quellen

Hans Backe, Rolf Backe, Helmut Giegengack: Das Physik-Experimentierbuch, Verlag Harri Deutsch, 1. Auflage 1987: S. 207-208: Eine Sonnenuhr, die Tages- und Jahreszeiten angibt.

Yves Opizzo: Die Schatten der Zeiten: Geschichte und Entwicklung der Sonnenuhr, Stuttgart, Verlag Sven Millei, 2001

Arnold Zenkert: Faszination Sonnenuhr, Verlag Harri Deutsch, 3. Auflage 2000, Frankfurt am Main

Hans Jürgen Press, Spiel das Wissen schafft, Ravensburger Buchverlag, 2004: S.11, S.12

http://www.sonnenuhren.at/

http://www.planet-interkom.de/ludwig.engelhardt/geschich.htm

http://www.planet-interkom.de/ludwig.engelhardt/sachinfoneu.htm

Tandem TOP-Stars: 30 000 Super-Cliparts, Tandem Verlag Königswinter - Tandem Verlag multimedia line - CD2