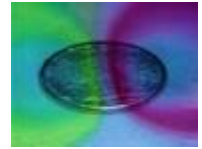




IMST – Innovationen machen Schulen Top

Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterricht



FORSCHEN UND ENTDECKEN IN DER 7. SCHULSTUFE

Wir verwenden und bauen Messgeräte und lernen ihre Grenzen kennen

ID 1261

Dipl. Päd. Ewald Hosemann

Dipl. Päd. SR Johann Kern

NMS Passail 8162

Passail, Mai, 2014

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Ausgangssituation und Rahmenbedingungen	4
1.2 Inhalte	4
1.3 Pädagogische Fragestellungen	5
2 PROJEKTVERLAUF	6
2.1 Unterrichtsmethoden und Durchführung	6
2.2 Messgeräte und Messmethoden	6
3 ERGEBNISSE	14
3.1 Genauigkeit der Messmethoden und Messergebnisse.....	14
3.2 Ergebnisse zur Fragestellung- „ Verbesserung der Handlungskompetenz Messen“..	18
3.3 Ergebnisse zum „Lernen durch Lehren“	20
3.4 Ergebnisse -„Transfer – Tag der Vermessung der (Schul)Welt“	24
3.5 Ergebnisse von Interviews mit der Forschergruppe	26
3.6 Präsentation ausgewählter Projektkomponenten	27
4 ANHANG	28
4.1 Arbeitsblätter.....	28
4.2 Aufgaben zur Überprüfung von Verständnis	39

ABSTRACT

Im Rahmen des Wahlpflichtfachs "Naturwissenschaftliches Experimentieren" auf der 7. Schulstufe der NMS Passail bauen und verwenden die SchülerInnen der so genannten Forschergruppe einfache Messgeräte für ausgewählte physikalische Größen gemäß des Lehrplans der sechsten und siebenden Schulstufe, wobei die einzelnen Messverfahren in der Anwendung mathematischer Methoden nach Bedarf variieren. An einem Forschertag "Die Vermessung der (Schul)Welt" sollen die erworbenen Kompetenzen sinnvoll angewendet und die Ergebnisse hinsichtlich der Genauigkeit und Sinnhaftigkeit kritisch beleuchtet werden. In der letzten Schulwoche des zweiten Semesters werden ausgewählte Messverfahren als Präsentation der Projektarbeit von der Forschergruppe in Form eines Stationenbetriebs anderen Schulklassen der NMS Passail dargeboten.

Das "Forschende Lernen" in Verbindung mit einfachen naturwissenschaftlichen Messungen soll zusätzlich Verstehen physikalischer Zusammenhänge und Prinzipien als heuristischer Zirkel (ev. unter Anwendung dialogischer Lerntechniken) vertiefen, was das Präsentieren und Teilen von Ergebnissen mit SchülerInnen anderer Schulstufen im Sinne von Peer-Tutoring oder Lernen durch Lehren mit einschließt. Der Grad an Verständnis wird jeweils über schriftliche oder grafische Verstehensaufgaben erhoben und verglichen

Schülerinterviews sollen ferner Aufschluss über Befindlichkeiten der SchülerInnen im kognitiven und sozialen Bereich während des Projektzeitraums geben.

Schulstufe: 7
Fächer: Physik, Mathematik, IT
Kontaktperson: Ewald Hosemann
Kontaktadresse: NMS Passail 8162

1 EINLEITUNG

„Messen“ von physikalischen Größen mit zum Teil selbst gebauten Messgeräten im kompetenzorientierten, naturwissenschaftlichen Unterricht deckt im Rahmen des Anforderungsniveaus 1-2 und der inhaltlichen Dimension des Lehrplans der sechsten und siebenten Schulstufe aus Physik und Mathematik ein breites Spektrum an Handlungskompetenzen der SchülerInnen ab. Dabei steht das Beobachten, Erfassen und Beschreiben (H1), aber auch auf das Stellen von Fragen zu, und das Untersuchen und Interpretieren von Messergebnissen (H2) im Vordergrund. Verschiedene, zum Teil ungewöhnliche Messmethoden, werden durch einfache, der Schulstufe entsprechende mathematische Verfahren ergänzt.

Allerdings ist das „Verstehen“ von physikalischen und mathematischen Zusammenhängen eine wesentliche Vorstufe zur Erreichung von naturwissenschaftlicher Handlungskompetenz an sich. Deshalb müssen im Unterricht zu den einzelnen Themenbereichen wiederholte „Verstehenskontrollen“ integriert sein. Auch das so genannte „Lernen durch Lehren“ (Peer Tutoring) und eine Projektpräsentation in Form eines Stationenbetriebs sollen diesbezüglich hilfreich sein. Um Modifizierungen der Inhalte und der Unterrichtsmethoden für die Zukunft zu erleichtern, sind auch Schülerinterviews vorgesehen.

1.1 Ausgangssituation und Rahmenbedingungen

Für das Schuljahr 2013/14 wurden aus dem Stundenkontingent jeweils eine Wochenstunde in Physik und eine Wochenstunde in Mathematik für den forschenden Unterricht (Fachbezeichnung „Naturwissenschaftliches Experimentieren“) in geblockter Form bereitgestellt. Diese Doppeleinheiten fanden jeweils am Montag in der fünften. und sechsten Unterrichtsstunde (11.35 Uhr – 13.10 Uhr) statt, wobei wochenweise zwischen Mathematik und Physik gewechselt wird, da jeweils nur eine Lehrerwochenstunde zur Verfügung steht.

Teamteaching war leider nicht vorgesehen, konnte aber, da vom Stundenplan her möglich, gelegentlich durchgeführt werden.

Die Gruppenzusammensetzung (Forschergruppe: zwei Mädchen, vierzehn Knaben) ergab sich aus der Erhebung zu den „Vertiefenden Wahlpflichtfächern“ im sprachlichen, naturwissenschaftlichen und sportlich-kreativen Bereich der dritten Klassen NMS, die am Ende des Schuljahres 2012/13 erfolgte. Da der Zuspruch für den naturwissenschaftlichen Bereich, insbesondere bei den Knaben, sehr groß war, musste leider auch in Hinblick auf die Gruppengröße eine Auswahl nach den letzten Zeugnisnoten in Mathematik und Physik getroffen werden, wobei allerdings Mädchen (Quotenregelung) bevorzugt ausgewählt wurden.

1.2 Inhalte

Die knappen zeitlichen Ressourcen machten eine altersgemäße und der begrenzten Erfahrungswelt der SchülerInnen angepasste Auswahl von Lehrinhalten (N1 - N2) notwendig:

Inhalte -(Physik):

- Messen von Zeit mit verschiedenen Messgeräten in verschiedenen Einheiten; Bau von einfachen Zeitmessern

- Messen von Längen, Breiten, Höhen, ... mit verschiedenen, zum Teil selbstgebauten Messgeräten und speziellen Methoden in alten und modernen Maßeinheiten
- Messen, Berechnen und Vergleichen von Geschwindigkeiten mit verschiedenen Methoden
- Teilchenbewegung; Temperaturbegriff; Messen von Temperatur mit selbst geeichten Messgeräten
- Messen von Volumina mit verschiedenen, zum Teil selbst gebauten und geeichten, Messgeräten
- Massenbegriff; Vergleichen von Massen über das Gewicht eines Körpers; Drehmomente am Hebel
- Messen von Dichte bei Flüssigkeiten, Bau von Aräometern
- Messen von Spannung an Galvanischen Elementen

Inhalte (Mathematik):

- Arbeiten mit Zahlen und Maßen: Rechnen mit Maßen und Umwandlungen; Erkennen und Beschreiben von Kleiner- Größer Beziehungen
- Arbeiten mit Variablen: Aufstellen von Formeln in Sachsituationen und in der Geometrie, Lösen von Aufgaben aus Anwendungsbereichen und aus der Geometrie durch Umformungen von Formeln, Verhältnisgleichungen aufstellen und lösen
- Arbeiten mit Figuren und Körpern (Strahlensatz): Ähnliche Figuren erkennen und beschreiben;
- Arbeiten mit Modellen: Funktionale Abhängigkeiten erkennen, formelmäßige und graphische Darstellung; Untersuchen und Darstellen von Datenmengen.

1.3 Pädagogische Fragestellungen

Lässt sich die Handlungskompetenz „Messen“ mit verschiedenen Geräten und Methoden im Projektzeitraum fördern?

Erhöht „Lernen durch Lehren“ den Grad an Verständnis für physikalische und mathematische Prinzipien?

Sind SchülerInnen dieser Altersstufe in der Lage, erworbene Fähigkeiten sinnvoll anzuwenden und zu präsentieren (Tag der Vermessung der (Schul) Welt / Projektpräsentation)?

2 PROJEKTVERLAUF

In der Folge wird chronologisch der Verlauf des Projekts dokumentiert, wobei Messmethoden und verwendete Geräte genauer beschrieben werden.

2.1 Unterrichtsmethoden und Durchführung

Die wöchentliche Doppelstunde wurde von den Lehrern, wenn möglich, als Teamteachingeinheit geführt. Die SchülerInnen arbeiteten prinzipiell in Kleingruppen zu zwei bis drei SchülerInnen pro Gruppe, wobei es jeweils eine Mädchengruppe gab. Die Sicherung der Ergebnisse fand in schriftlicher Form auf Arbeitblättern, im so genannten Forscherheft, bzw. in digitaler Form am PC statt. Ergebnisse wurden im Plenum von den einzelnen Gruppen jeweils mündlich präsentiert, wobei auf das „Erklären“, insbesondere beim Lernen durch Lehren als Indikator für das Verständnis zum Messprozess in mathematischer und physikalischer Hinsicht Wert gelegt wurde. Bekannte Messgeräte (z.B.: Uhren) wurden in verschiedenen Variationen von den Lehrern exemplarisch dargeboten, und auf das wesentliche Prinzip (z.B.: Pendelschwingung) reduziert, wobei Frontalunterricht die Ausnahme blieb. Da mit den WerklehrerInnen leider keine Kooperation zustande kam, waren die SchülerInnen angehalten, Messgeräte als Hausaufgabe vereinfacht nachzubauen, die dann mit Hilfe der Lehrer geeicht und in der Folge sinnvoll angewendet werden sollten. Messergebnisse waren zu protokollieren, wobei die Variation der Messungen hinsichtlich des „Objekts“, bzw. auch der „Messmethode“ im Sinne heuristischer Kreisläufe im Vordergrund stand, was bedeutet, dass Vorgangsweisen und physikalische oder mathematische Gesetzmäßigkeiten in ähnlicher, aber leicht veränderter Form, immer wieder Anwendung fanden.

2.2 Messgeräte und Messmethoden

Ein wesentlicher Bestandteil des Projekts waren Messungen zu den fachspezifischen Inhalten aus Physik, unterstützt durch mathematische Verfahren, die mit speziellen Geräten und Methoden durchgeführt wurden. Alle zum besseren Verständnis dargebotenen Fotos wurden während der Projektarbeit von den unterrichtenden Lehrern gemacht, zum Teil der Anschaulichkeit halber etwas nachgebessert, und werden bezüglich der Urheberrechte nicht näher bezeichnet.

a) Zeitmessung:

Folgende Zeitmessgeräte wurden gebaut und verwendet (Bild 1-3): Feueruhr, Sanduhr, Wasseruhr.



Bild 1



Bild 2



Bild 3

Obwohl das "Sekundenpendel" nicht im Lehrplan der Sekundarstufe I vorgesehen ist, wurde es als Messinstrument aufgrund der höheren Genauigkeit verwendet:

Bild 4



Bild 5



Die Länge des Sekundenpendels wurde empirisch im Vergleich mit einer Quarzuhr ermittelt. Ferner konnten die SchülerInnen das Verhalten eines Pendels bei geringerer Schwerkraft (im freien Fall) beobachten (Bild 5)

Eine genaue mathematische Ableitung der Pendelschwingung und des mathematischen Zusammenhangs zwischen Pendellänge und Schwingungsdauer war natürlich auf dieser Schulstufe unmöglich, daher wurde mit Tabellen (Bild 6) gearbeitet:

Bild 6



Wichtig war die Unabhängigkeit vom jeweiligen Massestück des Pendels, wenn man den Faden als relativ masselos und den Luftwiderstand unberücksichtigt lässt.

Besondere Aufgabe: Mit Hilfe eines Pendels ($T=6s$), das vom Schuldach hing, wurde die Höhe der Schule ermittelt.

Bild 7



Bild 8



Besondere Aufgabe: Mit der selben Methode sollte es auch möglich sein, die Raumhöhe des Turnsaals abzuschätzen. Dazu wurde die Periodendauer der Schaukelringe verwendet.

Bild 9



b) Längenmessung:

Die SchülerInnen erstellten aus durchschnittlich gemessenen (historischen) Längenmaßen, wie zum Beispiel Elle, Spanne, Fuß, Schritt...etc. ein so genanntes "Passailer Forschermaß" (Bild 12):



Bild 10



Bild 11

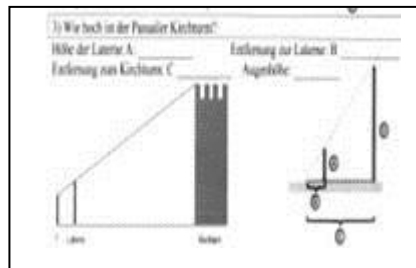


Bild 12

Einzelne Maßeinheiten wurden in der Folge in einander umgerechnet und bezüglich ihrer Verwendbarkeit für verschiedenen Messungen überprüft. Die Genauigkeit der Messungen war nicht sehr groß, dafür aber umso mehr der Eifer, mit dem die Schüler ans Werk gingen.

Besondere Aufgabe: Mit Hilfe des Strahlensatzes ermittelten die SchülerInnen die Höhen verschiedener Objekte in der Umgebung der Schule, wie zum Beispiel die Höhe des Passsailer Kirchturms.

Skizze 1



Dabei wurde aus Augenhöhe über ein bekanntes Objekt (Laterne) gepeilt. Die Entfernung Standort – Kirchturm wurde mittels GPS- Daten bestimmt. Laut Strahlensatz ist das Verhältnis der Abstände zum jeweiligen Peilobjekt gleich dem Verhältnis der Höhen der beiden Peilobjekte.

Besondere Aufgabe: Der Durchmesser dünner Drähte und Kabel sollte aus ihrer, mit dem Lineal gemessenen, Schattengröße (Bild. 13-14) bestimmt und mit der Messung mittels Schiebelehre verglichen werden.

Bild 13

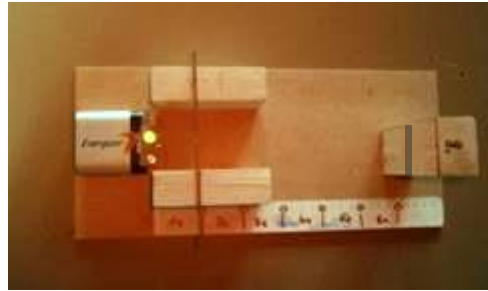


Bild 14



Dabei wird der zu messende Gegenstand von einer punktförmigen Lichtquelle in einem definierten Abstand beleuchtet. Der Schatten des Gegenstands fällt in einem (variablen) Abstand auf einen mit Millimeterpapier beklebten Schirm.

Bild 15



Je weiter der Schirm von der Lichtquelle entfernt ist, desto größer wird der Schatten. Der Abstand des Gegenstand von der Lichtquelle zum Abstand des Schirms von der Lichtquelle verhält sich gleich wie der Querschnitt des Gegenstands zur projizierten Schattenhöhe auf dem Millimeterpapier.

Aus diesem Verhältnis lässt sich leicht der Querschnitt des aufgelegten Gegenstands errechnen, vor allem dann, wenn der Schirm „intelligent“ platziert wird. Man kann ferner durch Verändern des Schirmabstands auf mehrere Arten zum gleichen Ergebnis gelangen.

Besondere Aufgabe: Das Messen großer Raumhöhen ohne Leiter, nur mit Hilfe eines Laserpointers, eines Spiegels, eines längeren Maßbands und des Prinzips der ähnlichen Dreiecke war für die SchülerInnen eine ungewöhnliche Methode (Bild 16-17). Natürlich bot sich wieder der Turnsaal an. Die SchülerInnen konnten auf diese Art und Weise dieses Ergebnis mit demjenigen, das mit den Schaukelringen erzielt wurde, vergleichen.

Bild 16



Laser

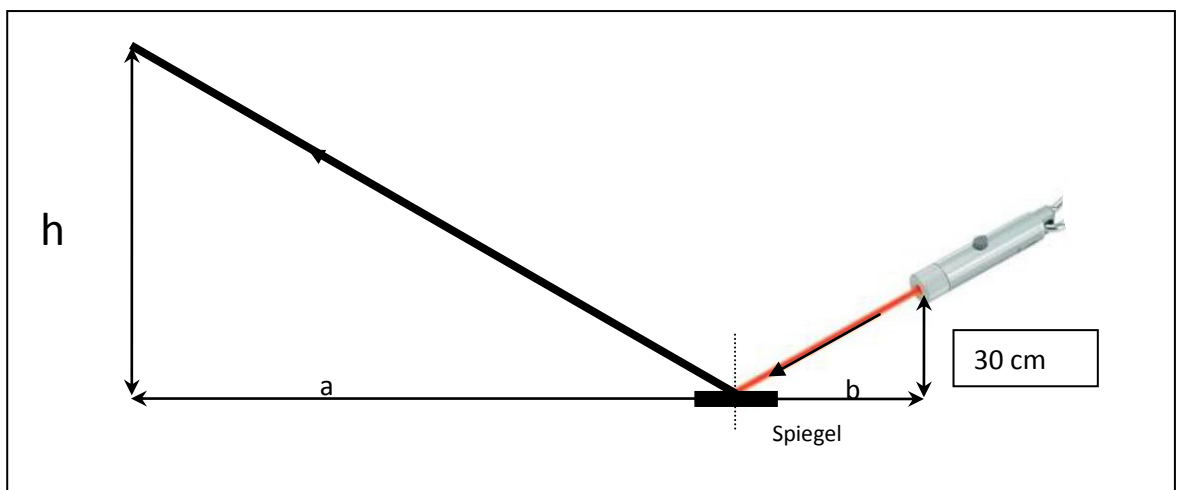
Bild 17



Spiegel

Das Prinzip der ähnlichen Dreiecke ermöglicht wieder das Aufstellen einer Verhältnisgleichung. Die beiden Höhen verhalten sich wie die Abstände zum Spiegel:

Skizze 2



Netzwerktag:

Am Netzwerktag (17. 1. 2014) in Leoben wurde ein Teil des Projektverlaufs (Messen von Zeit und Länge) als Plakat ausgestellt, wobei auch aufgenommene Videomitschnitte präsentiert werden konnten. Eine mitgelieferte Powerpoint-Präsentation wurde aus "technischen" Gründen leider nicht gezeigt.

Bild 23



d) Messen von Temperatur:

Mit selbst gebauten Thermometern wurden verschiedene Messungen, wie die Wassertemperatur (Bild 24) oder Raumtemperatur (Bild 25) in der Schule gemessen und verglichen:

Bild 24



Bild 25



Das „Eichen“ der Thermometer erfolgte mit Hilfe handelsüblicher Zimmerthermometer (Bild 26-27) im Wasserbad.

Bild 26



Bild 27



e) Messung des Volumens:

Die SchülerInnen verwendeten einfache Hohlkörper, die jeweils auf Liter oder Milliliter geeicht wurden und als Messinstrumente zur Bestimmung des Volumens verschiedener Trinkgefäße Verwendung fanden. Das Eichen und das Anbringen einer Skala standen im Vordergrund der Tätigkeiten.

Bild 28



Auf das Verwandeln der jeweiligen Maßeinheiten wurde besonderer Wert gelegt.

f) Messen von Masse:

Als Messinstrument wurde die "Balkenwaage", also ein so genannter "Zweiseitiger Hebel", verwendet. Die SchülerInnen bestimmten die Massen verschiedenster Gebrauchsgegenstände mit selbstgebauten Balkenwaagen.



Bild 29



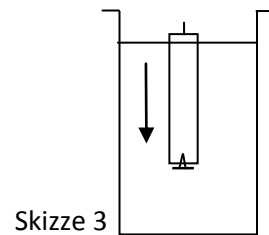
Bild 30

In der Folge wurde das Gleichgewicht am Hebel zur Herleitung von einfachen Gleichungssystemen mit jeweils einer unbekanntem Größe verwendet, die dann mittels Äquivalenzumformung berechnet werden konnte.

g) Messen der Dichte:

Über das Archimedische Prinzip "*Auftrieb = Gewicht der verdrängten Flüssigkeit*", das aus der zweiten Klasse noch großteils bekannt war, versuchten die SchülerInnen so genannte "Crazy Candles" zu bauen:

Dabei wird eine Kerze mit Hilfe eines Nagels, einer Schraube, oder mehrerer Stecknadeln so weit beschwert, dass sie im kalten Wasser gerade noch untergeht. Im warmem Wasser geht sie selbstverständlich auch unter, taucht aber nach mehreren Minuten wieder auf, da sich das Volumen der Kerze durch die Erwärmung im Wasser vergrößert und somit ihr Auftrieb steigt.



Ähnliches Verhalten zeigt auch der "Kartesianische Taucher", der allerdings sein Volumen durch Erhöhung des Drucks im Wasser verkleinert und daher untergeht.

Hier wurde einfach eine Proberöhre, die zum Teil mit Luft gefüllt war, als Taucher benutzt. Die Verkleinerung des Luftvolumens in der Proberöhre ist bei dieser Anordnung gut zu beobachten.



Bild 31

Das Archimedische Prinzip beinhaltet aber nicht nur das Volumen (Verdrängung) des eingetauchten Körpers, sondern auch die Flüssigkeit (Gewicht der verdrängten...) selbst. Da die Masse (Gewicht) von 100 ml einer Zuckerlösung größer ist als die Masse von 100 ml reinen Wassers, muss auch der Auftrieb größer sein, den ein eingetauchter Körper erfährt.

Mit Hilfe der von den SchülerInnen gebauten und auf Dichte = 1 g/ml geeichten "Aräometer" konnten somit verschiedene zuckerhaltige Getränke in ihrem Zuckergehalt verglichen werden.



Bild 33



Bild 34



Bild 32

h) Messen von Spannung an Galvanischen Elementen:

Die SchülerInnen verwendeten handelsübliche Multimeter zur Messung von Spannung an verschiedenen Galvanischen Elementen. Dabei konnten die SchülerInnen zwischen drei verschiedenen Elektrolyten und mehreren Metallen als Elektroden wählen (Bild 35 -36).

Bild 35



Bild 36



Die Daten wurden in eine Tabelle eingetragen und es wurde versucht, diese zu interpretieren.

Elektrolyt:	Metall 1:	Metall 2:	VOLT:
			U=V
			U=V

Tabelle 2

Das Interpretieren von Messwerten, bzw. aus den Messwerten Schlussfolgerungen ziehen ist ein wichtiger Teilaspekt auf dem Weg zu mehr Wissen. Daher wurde darauf des Öfteren in mündlicher Form (Interaktion Lehrer- SchülerInnen, bzw. auch SchülerInnen- SchülerInnen) besonderer Wert gelegt.

Hier konnten auch Elemente des „Dialogischen Lernens“ nach Urs Ruf und Peter Gallin als Teil dieser Prozesse einfließen. Dabei sollte der Weg zur Erreichung eines Lernziel, einer Erkenntnis, mittels „reizvoller“ Aufgaben und durch lernförderliche Rückmeldungen erfolgen, wobei Verständnis für ein Problem oder die Lösung eines Problems entstehen kann, bevor die SchülerInnen „belehrt“ werden.

3 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse zu den fachbezogenen Inhalten werden in der Folge exemplarisch aus Mitschriften, oder Protokollen der SchülerInnen im Forscherheft dokumentiert. Ergebnisse hinsichtlich der eingangs angeführten pädagogischen Fragestellungen sind als Kopien von Schülerarbeiten, Verständnisüberprüfungen, Fragebögen, bzw. transkribierte Interviews und als Tabellen vorhanden. Ein beträchtlicher Teil der im Unterricht verwendeten Arbeitsblätter ist gesammelt im Anhang zu finden. Die in der letzten Schulwoche anberaumte Präsentation einzelner Projektkomponenten in Form eines Stationenbetriebs durch die Forschergruppe wird überblicksartig in Text und Bild dokumentiert.

3.1 Genauigkeit der Messmethoden und Messergebnisse

Zeitmessung:

Die Genauigkeit der gebauten Zeitmessgeräte war allgemein gering. Mit dem Pendel war es allerdings möglich, in den Sekundenbereich zu gelangen. Die SchülerInnen waren auch durchaus in der Lage, ein Sekundenpendel so genau zu bauen, dass man damit eine Minute in genau 30 Hin- und Herbewegungen ($T = 2s$) auflösen konnte. So war es beispielsweise möglich, mit Hilfe dieses „Sekundenpendels“ auch Geschwindigkeiten zu messen

Die Höhe eines Gebäudes aus der Periodendauer einer Pendelschwingung zu ermitteln war natürlich etwas Besonderes. Dazu wurde folgende Tabelle verwendet:

Zeit	Pendellänge
1 s	$\frac{1}{4}$ m
2 s	1 m
3 s	$2\frac{1}{4}$ m
4 s	4 m
5 s	$6\frac{1}{4}$ m
6 s	9 m

Tabelle 3

usw.

Bei einer Periodendauer von $T = 6s$ musste die Pendellänge 9m betragen. Das Massestück hing dann noch in einer Höhe von 2.5m. Daraus ergab sich eine Gebäudehöhe von 11,5m.

Für die ungefähre Bestimmung der Höhe des Turnsaalinnenraums wurden die herunterhängenden Schaukelringe verwendet. Die Schwingungen pro Minute wurden gezählt. Bei 12 Hin- und Herbewegungen ergab sich eine Periodendauer von 5s, was einer Pendellänge von etwa 6 Metern entspricht. Die Halterung für die Ringe befand sich ca. einen Meter unter der Turnsaaldecke, was eine Gesamthöhe von ca. 7 Metern ergab.

Längenmessung:

Das Erstellen des „Passailer Forschermaßes“ war durch Sammeln der Körpermaße der Schüler und der Berechnung der Durchschnittswerte möglich. Die Genauigkeit im Einsatz war pro Schüler natürlich unterschiedlich, weil manche Schüler bezüglich ihrer persönlichen Körpermaße beträchtlich über oder unter dem Durchschnittswert lagen.

Ein Beispiel für das Messen mit den eigenen Körpermaßen, in diesem Fall mit der Schrittlänge, liefert das folgenden Messprotokoll. Die Durchschnittswerte errechneten die SchülerInnen, die Abweichung vom Idealwert wurde vom Lehrer berechnet. Sie war im Durchschnitt ganz beträchtlich.

Messprotokoll für das Messen mit Körpermaßen									
Forscher	Schnur 10m	Wand 9,67m	30 Meter	Sportplatz 80m	Abw.				
Caroln	10,36	3,6	9,20	5,6	31	1	68	12	22,20
Georg	9,91	0,9	9,80	0,4	35	5	75	5	11,30
Hans-Christian	9,67	3,3	9,80	0,4	34	4	69	11	18,70
Jakob Haf	9,67	3,3	9,56	2,0	36	6	67	13	24,30
Jakob Har	10,20	2,0	9,95	1,9	33	3	73	7	13,90
Johann	9,47	5,3	9,40	3,6	38	8	68	12	28,90
Joseph	9,39	6,1	9,50	2,6	35	5	77	3	16,70
Kevin	9,39	6,1	10,56	8,0	35	5	65	15	34,07
Lukas P.	9,69	3,1	10,00	2,4	32	2	69	11	18,50
Lukas T.	10,12	1,2	10,36	6,0	32	2	70	10	19,20
Mario G.	9,64	3,6	9,80	0,4	35	5	64	16	25,00
Michael	9,60	4,0	10,33	5,7	36	6	68	12	27,70
Philipp	9,39	6,1	9,84	0,8	35	5	64	16	27,90
Stefan	9,85	1,5	9,90	1,4	34	4	68	12	18,90
Verena	9,92	0,8	10,69	9,3	31	1	78	2	13,10
Mittelwert:	9,75	3,39	9,91	3,36	34,13	4,13	69,53	10,47	21,36

Tabelle 4

Die Höhenmessungen von Gebäuden und von Innenräumen waren überraschend genau. So ergab sich für die Höhe des Passailer Kirchturms ein Wert von 60 m, was der Realität ziemlich genau entspricht.

Natürlich wurden weitere Objekte mit dieser Methode vermessen. Die Werte der einzelnen Gruppen wurden protokolliert und gemittelt (siehe Tabelle). So entsprach der Wert für die Höhe des Schulgebäudes ziemlich genau dem Wert, der zuvor mit Hilfe des Pendels ermittelt wurde.

1) Wie hoch ist unser Schulhaus					
	A	B	C	Auge	D
Gruppe 1	2,12	0,50	10,4	1,46	15,19
Gruppe 2	2,10	0,73	11,3	1,49	10,93
Gruppe 3	2,02	0,74	10,4	1,49	8,94
Mittelwert	2,08	0,66	10,7	1,48	11,26

2) Wie hoch ist der Baum					
	A	B	C	Auge	D
Gruppe 1	2,73	2,60	28,7	1,46	15,48
Gruppe 2	2,80	2,60	31	1,4	18,09
Gruppe 3	2,67	2,70	30,2	1,49	14,67
Mittelwert	2,73	2,63	30	1,45	16,05

Tabelle 5

Mit der Lasermethode konnte auch die Höhe des Turnsaals mit beispielsweise 7,2m recht exakt ermittelt werden. Der Pendelwert der Schaukelringe wurde damit ziemlich gut bestätigt.

Man verwendet einen Laserstrahl und einen ebenen Spiegel, um die Höhe (h) eines Raumes (Innenhofes) zu bestimmen. *Achtung! Nicht in den Strahl blicken!*

Man sieht hier 2 ähnliche Dreiecke. Dabei verhält sich h zu 30 cm gleich wie Länge a zu Länge b.
 Das mathematisch ausgedrückt: $h : 30 = a : b \rightarrow h \cdot b = 30 \cdot a \rightarrow h = \frac{30 \cdot a}{b}$

Aufgabe: Bestimme die Höhe (h) des Turnsaals.
 Raumbreite = 30 cm a = 340 cm b = 21 cm

$h = \frac{30 \cdot a}{b}$ $h = \frac{30 \cdot 340}{21} \text{ cm} = 4828,57 \text{ cm}$
 Die Höhe des Raumes beträgt: ... 7,2 m

Tabelle 6

Auch die Messung des Querschnitts von dünnen Gegenständen mit der „Schattenmethode“ war recht genau. Vergleichsmessungen mit modernen Messgeräten, wie beispielsweise einer digitalen Schiebelehre, wichen nur im Zehntelmillimeterbereich ab.

Aufgabe :

Du hast 3 sehr dünne Gegenstände. Versuche mit Hilfe einer Lampe und eines Lineals die Stärke (Durchmesser) der Gegenstände zu ermitteln. Der Abstand Lampe - Gegenstand beträgt 4 cm.

Ergebnisse in mm:

Gitarrensaiten:	Zwirnfäden:	Schweißstab:
0,95 mm	0,20 mm	2,7 mm

Überprüfe mit einem modernen Messgerät!

Gitarrensaiten:	Zwirnfäden:	Schweißstab:
1,2 mm	0,25 mm	2,7 mm

Tabelle 7

Geschwindigkeitsmessung:

Die Genauigkeit der Pendelmethode reichte immerhin aus, einige Verkehrssünder vor dem Schulgebäude zu überführen:

Aus Weg und Zeit lässt sich die Geschwindigkeit berechnen.

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$$

Fahrzeug	Schritte	Weg (m)	Pendelausschläge	Zeit (s)	S/P	m/s	km/h
LKW	50	39 m	4	4	12,5	9,85	35,1
Hauke	50	39 m	5	5	10	7,8	28,08
YHobus	50	39 m	5	5	10	7,8	28,08
Silberfink	50	39 m	5	5	10	7,8	28,08
Silber	50	39 m	4	4	13,5	9,85	35,1
Andi	50	29 m	3	3	16,6	7,8	28,08
Fisch	50	29 m	4	4	12,5	7,8	28,08
Speichel	50	29 m	6	6	8,33	6,5	23,6
Schnee	50	29 m	5	5	10	7,8	28,08
Hülse	50	29 m	5	5	10	7,8	28,08
Weiß	50	29 m	3	3	16,6	7,8	28,08
Silber	50	29 m	3	3	16,6	7,8	28,08

Tabelle 8

Die Messung der Geschwindigkeit eines bewegten Objekts mit Hilfe der Länge der Flugspur auf einem Foto war ungenau.

Die Ungenauigkeit ist vor allem dann groß, wenn sich Schussbahn und Messlatte nicht in der selben Ebene befinden (vgl. Tabelle)

Um größere Genauigkeit zu erzielen, müsste man den realen Durchmesser des Balls verwenden. Wenn man annimmt, dass die Flugspur des Balls ein Rechteck darstellt, kann man aus der mit einem Lineal gemessenen Breite der Flugspur auf die reale Länge (Weg des Balls in der jeweiligen Verschlusszeit) schließen.

Gruppe	Schutterbreite	Schutterlänge	reale Spurlänge	wirkliche Länge	cm/s	m/s	km/h	Länge auf der Messlatte	Messfehler
Gruppe 1	2,5	8	5,3	44	1320	13,2	47,5	88	60%
Gruppe 2	2,2	7	4,8	43,6	1309	13,1	47,1	87	36%
Gruppe 3	2,2	7	4,8	43,6	1309	13,1	47,1	87	36%
Gruppe 4	1,9	4	2,4	25,3	757,9	7,6	27,3	44	43%
Gruppe 5	1,8	6	4	44,4	1333	13,3	48,0	75	41%
Gruppe 6	1,6	6	3,9	48,8	1463	14,6	52,7	73	33%
Gruppe 7	2	9	7	70	2100	21,0	75,6	96	26%
Gruppe 8	1,8	7	5,55	68,7	1671	16,7	60,0	87	17%
Mittelwert	2,0	6,7	4,7	46,9	1407	14,1	50,7	72	35%

Tabelle 9

Volumsmessung, bzw. Temperaturmessung:

Die Ergebnisse bezüglich dieser beiden Themenbereiche beschränkten sich auf das Eichen der Messgeräte. Dabei waren Vergleichskörper mit klar definiertem Volumen, bzw. Referenztemperaturen notwendig. Die Genauigkeit der gebauten Messgeräte war nicht sehr hoch. Die SchülerInnen übten aber das Erstellen von Skalen und das Umrechnen zwischen verschiedenen Einheiten recht intensiv.

m ³	dm ³ (l)	cm ³ (ml)	mm ³		Gefäß	Messung
	1000	1000	1000		Kaffeehäferl	
0,5 m ³	500 dm ³				Schöpflöffel	
		10200 dm ³				
	200 l					
		2000 ml				

Tabelle 10

Bestimmen der Masse:

Hier ein Beispiel zur Herstellung von Gleichgewicht am zweiseitigen Hebel:
Aus der Gleichgewichtsbedingung konnte man mathematische Gleichungen mit jeweils einer Unbekannten aufstellen. Durch Äquivalenzumformung ließ sich die unbekannte Größe, in diesem Fall ein bestimmtes Objekt X, berechnen.

Tabelle 11

Zeichne die Massestücke nach folgender Gleichung richtig ein:
 $(2 \cdot 4) + (2 \cdot 4) = (1 \cdot 12) + (1 \cdot 2) + (2 \cdot 2)$

Teste dein Ergebnis!
Besteht Gleichgewicht?

3) Messungen:

100g	10cm	10cm	2,000...g	Objekt X ₁
100g	16cm	20cm	74,500...g	Objekt X ₂
100g	9cm	3,6000	2,217...g	Objekt X ₃
100g	20cm	42	2,000...g	Objekt X ₄

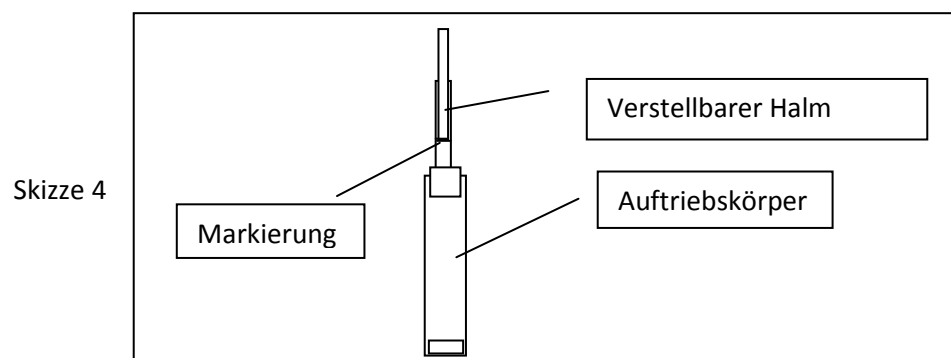
4) Gleichungen:

100	• 10	=	10	• x ₁ (100g)
100	• 16	=	20	• x ₂ (74,5g)
100	• 9	=	3,6	• x ₃ (2,217g)
100	• 20	=	42	• x ₄ (200g)

Dichtevergleich:

Die selbstgebauten Aräometer waren nicht sehr genau. Auch war eine Einstellung auf die Dichte von Wasser kompliziert, da man mit einem Stift knapp über der Wasseroberfläche eine permanente Markierung am Strohhalm anbringen musste.

Bessere Ergebnisse erzielte man mit dieser einfachen Konstruktion:



Der Vorteil liegt in der Verstellbarkeit der Markierung. Dabei sind zwei Strohhalme ineinander verschiebbar. So kann eine Grundeinstellung für die Dichte von Wasser sehr leicht durchgeführt werden. Hat man identisch gebaute Aräometer, so kann man verschiedene Flüssigkeiten messen und die Aräometer einfach nebeneinander legen und vergleichen.

Spannungsmessung:

Die Genauigkeit der Voltmeter war selbstverständlich hoch. Da es sich aber um digitale Messinstrumente handelte, schwankten die Werte naturgemäß ständig. Größere Probleme gab es bei der Bedienung des Multimeters nur dann, wenn die SchülerInnen den Messbereich aus „Forscherdrang“ verstellten. Dies passierte trotz wiederholter Hinweise immer wieder und liefert in der Folge falsche Ablesedaten. Aber, „Practice makes perfect“!

Hier ein Beispiel für ein Messprotokoll.

Es ergab sich beispielsweise die Erkenntnis, dass der jeweilige Elektrolyt nicht so sehr ausschlaggebend für die jeweilige Spannung war, wie die jeweilige Kombination zweier unterschiedlicher Metalle. Die höchste Spannung ergab sich aus der Kombination von Kupfer und Magnesium.

3) Messungen: (Schutzhülle verwenden)

Elektrolyt:	Metall 1:	Metall 2:	VOLT:
Berg	Kupfer	Magnesium	U=0,46 V
Schleimsäure	-II-	-II-	U=0,11 V
Zitronensäure	-II-	-II-	U=0,05 V
Essigsäure	-II-	-II-	U=0,05 V
Essig	-II-	-II-	0,16 V
Salzsäure	-II-	Nickel	0,01 V
Essig	-II-	-II-	0,02 V
Essig	Aluminium	Nickel	0,13 V
Schleimsäure	Magnesium	Aluminium	0,42 V
Essigsäure	Kupfer	Aluminium	0,39 V


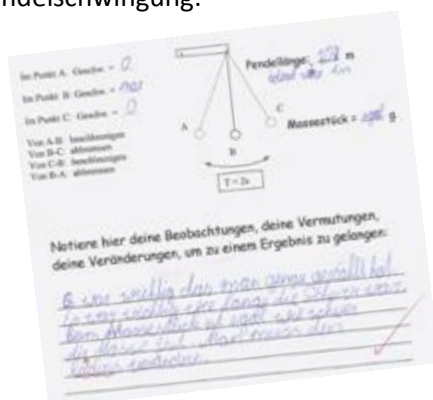


Tabelle 12

3.2 Ergebnisse zur Fragestellung- „ Verbesserung der Handlungskompetenz Messen“

Das Ausformulieren von Beobachtungen und das Protokollieren von Ergebnissen bereitete den SchülerInnen große Probleme. Vor allem gab es hinsichtlich der sprachlichen Kompetenzen beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen SchülerInnen, was auf die Klassenzusammenstellung mit Auflösung der HS II Passail und der Übernahme der Klassen in die NMS Passail, ehemals HS I Passail, zusammenhängt.

z.B.: Pendelschwingung:



Notiere hier deine Beobachtungen, deine Vermutungen, deine Veränderungen, um zu einem Ergebnis zu gelangen:

B. wie schnell das Pendel von A nach B geht, wie schnell es von B nach C geht, wie schnell es von C nach B geht, wie schnell es von B nach A geht.

Notiere hier deine Beobachtungen, deine Vermutungen, deine Veränderungen, um zu einem Ergebnis zu gelangen:

Das Pendel von A nach B geht am schnellsten und am langsamsten. Das Pendel von B nach C geht am langsamsten und am schnellsten. Das Pendel von C nach B geht am schnellsten und am langsamsten.

Notiere hier deine Beobachtungen, deine Vermutungen, deine Veränderungen, um zu einem Ergebnis zu gelangen:

Das Pendel von A nach B geht am schnellsten. Das Pendel von B nach C geht am langsamsten. Das Pendel von C nach B geht am schnellsten. Das Pendel von B nach A geht am langsamsten.

Die Arbeitsblätter und Messprotokolle wurden im Allgemeinen während des gesamten Beobachtungszeitraums sehr schlampig und unvollständig ergänzt. Berechnungen ergaben häufig recht unterschiedliche Resultate. Das kritische Überprüfen eines Ergebnisses im Vergleich zur Realität fehlte oft. Auch einfache Rechnungen waren bei so manchen SchülerInnen äußerst mangelhaft ausgeführt:

z.B.: Messprotokoll zur Längenmessung:

Versuch	Länge von 10 Schritten
1	7,8 m
2	7,8 m
3	8,0 m
4	8,2 m
5	8,4 m
6	8,6 m
7	8,8 m
8	9,0 m
9	9,2 m
10	9,4 m
Summe:	85 m
Mittelwert:	8,5 m

Mittelwert: Summe der Messungen dividiert durch die Anzahl (10) der Messungen!



z.B.: Berechnung der Turnsaalhöhe

Wir sehen hier 2 ähnliche Dreiecke. Dabei verhält sich h zu 30 cm gleich wie Länge a zu Länge b .
 Oder mathematisch ausgedrückt: $h : 30 = a : b \rightarrow h \cdot b = 30 \cdot a \rightarrow h = 30 \cdot a / b$


Aufgabe: Bestimme die Höhe (h) des Turnsaals.
 Laserhöhe = 30 cm $a = 4,5$ cm $b = 2,2$ cm

$h = 30 \cdot \frac{a}{b} = 30 \cdot \frac{4,5}{2,2} = 61,36$ m

Die Höhe des Raums beträgt: m

Das Beschreiben relativ einfacher Skizzen passierte oft in unzureichender Form und konnte im Beobachtungszeitraum nicht signifikant verbessert werden.

Was stellt folgende Skizze dar?



Bei 4 cm ist der Schatten dreifach so groß wie bei 12 cm ist der Schatten fünfmal so groß.

Das Interpretieren von Messergebnissen, bzw. das Ziehen von Schlussfolgerungen aus den Messwerten war für die SchülerInnen teilweise problematisch. In manchen Protokollen waren sie auch aufgrund mangelhafter Messungen gar nicht möglich. Eine Wiederholung der Messungen wurde von den SchülerInnen recht unwillig durchgeführt. Auch passierte es häufig, dass sich SchülerInnen innerhalb der Gruppe über Schlussfolgerungen nicht einig waren und es so zu Unstimmigkeiten kam.

Überblicksmäßig war bis Ende des Beobachtungszeitraums keine nennenswerte Steigerung in der Genauigkeit der Messungen oder beim Protokollieren erkennbar. Es kam von den SchülerInnen mit Fortdauer des Projekts sogar die Kritik, dass zu viel geschrieben und gerechnet würde, und dies mühsam wäre und keinen Spaß bereite.

Zusammenfassende Bemerkungen:

Trotz der sehr großen Unterschiede in den sprachlichen und mathematischen Fertigkeiten gelang es den SchülerInnen sehr gute Messergebnisse zu erzielen.

3.3 Ergebnisse zum „Lernen durch Lehren“

Das Konzept des „Lernens durch Lehren“ geht auf Jean Pol Martin zurück. Dabei soll die Herausforderung, Mitglieder einer so genannten „Peer Group“ (peer = der Ebenbürtige) Wissensstoff zu vermitteln, bei den Lehrenden zu mehr Selbstbewusstsein und sozialer Anerkennung führen. Die verstärkte Kommunikation innerhalb der Gruppe soll gemeinsames Problemlösen möglich machen. Die begleitenden PädagogInnen steuern die Interaktionen nur durch kleine Impulse oder Ratschläge. Inwieweit diese Form des Unterrichts auch zu mehr Verständnis für physikalische und mathematische Prinzipien führen kann ist unklar.

Daher durften mehrmals im Projektzeitraum die SchülerInnen ihre gewonnenen Erkenntnisse mit SchülerInnen anderer Klassen teilen. Die SchülerInnen der Forschergruppe unterrichteten in Zweiergruppen die SchülerInnen einer höheren Schulstufe, die einzeln oder auch in Zweiergruppen an sechs bis sieben Stationen zum jeweiligen Thema arbeiten durften (Bild 37-39). Zuvor wurden allerdings anonyme Verstehensaufgaben allen beteiligten SchülerInnen vorgelegt, um ein „Referenzniveau“ zu erhalten. Nach dem „SchülerInnenunterricht“ wurden diese Tests jeweils wiederholt. Erst nach deren Auswertung wurden den SchülerInnen die Gesamtergebnisse bekannt gegeben.

Die Verständnisaufgaben sind im Anhang gesammelt aufgelistet.

Stationenbetrieb zur Pendelschwingung:



Bild 37



Bild 38

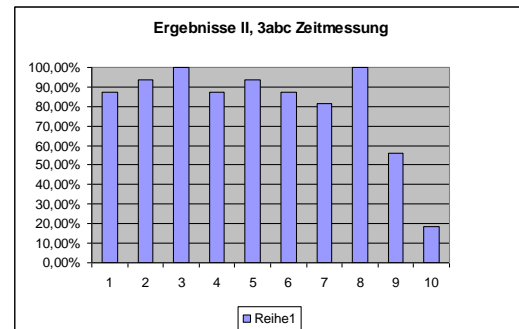
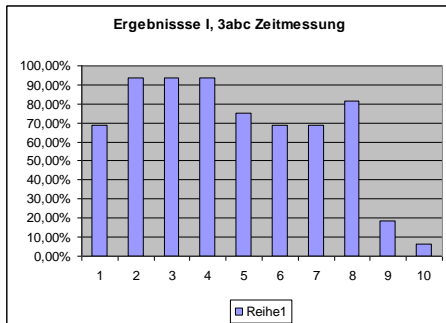


Bild 39

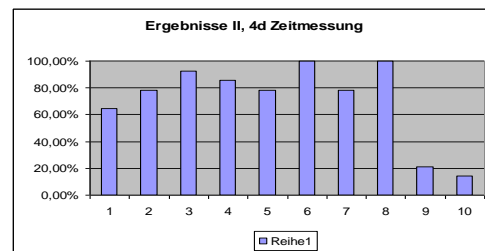
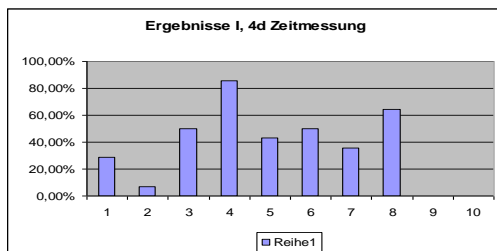
Ergebnisse – Pendelschwingung:

Es zeigte sich an diesem Beispiel, dass beide Gruppen vom Peer Group Unterricht profitiert hatten. Die Zahl der richtigen Lösungen der Verständnisaufgaben hatte sich im zweiten Durchgang signifikant erhöht.

Grafische Übersicht - Forschergruppe 3 abc:



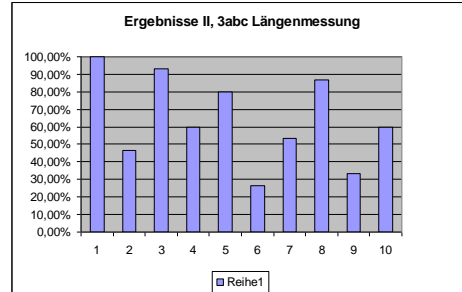
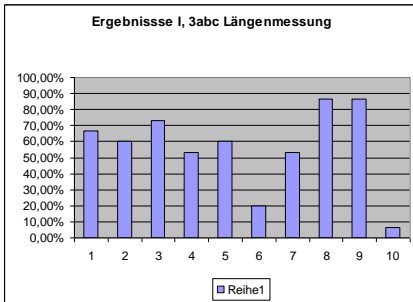
Grafische Übersicht - Unterrichtete Schüler 4d:



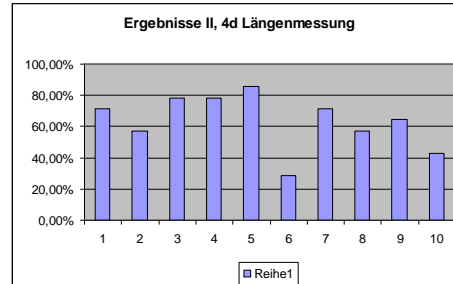
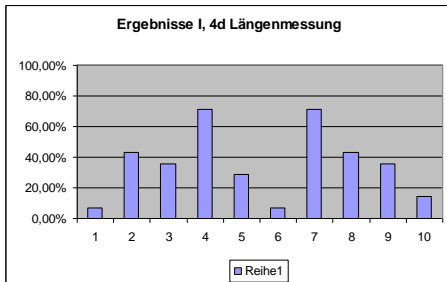
Ergebnisse – Längenmessung:

Auch an diesem Beispiel erkennt man eine Erhöhung der Zahl an richtigen Lösungen im zweiten Durchgang, wenngleich der durchschnittliche Unterschied in der Forschergruppe relative niedrig ausfällt, was wahrscheinlich auf die Art und Weise der Aufgabenstellung zurückzuführen ist (siehe Anhang).

Grafische Übersicht – Forschergruppe 3 abc:



Grafische Übersicht – Unterrichtete Schüler 4d:

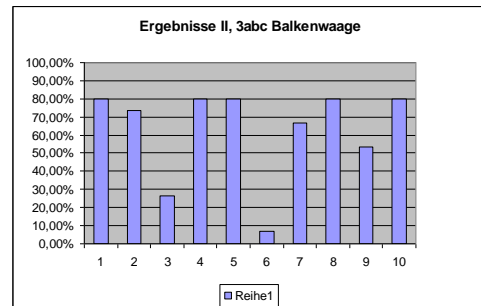
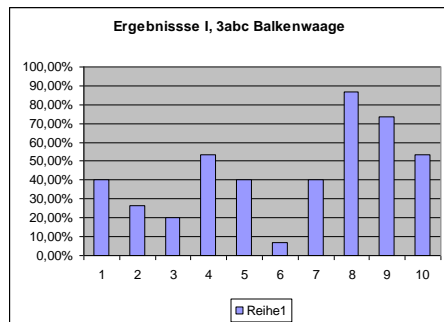


Ergebnisse – Massenbestimmung:

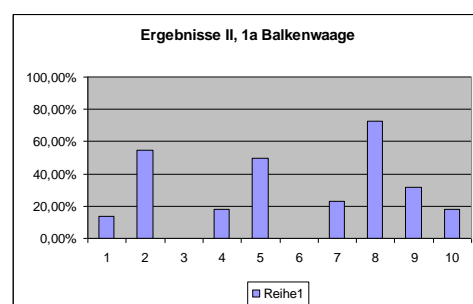
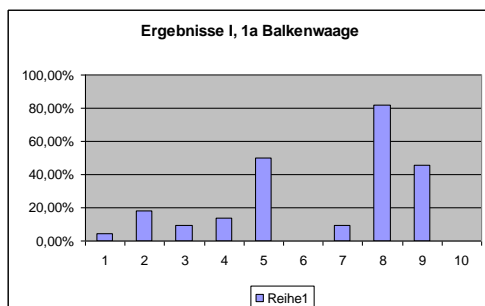
In diesem Fall wurde eine 1. Klasse mit geringen Vorkenntnissen von der Forschergruppe unterrichtet.

Grafische Übersicht – Forschergruppe 3 abc:

Die signifikante Erhöhung der durchschnittlichen Zahl an richtigen Lösungen bei der unterrichtenden Forschergruppe ist auch an diesem Beispiel zu sehen.



Grafische Übersicht – Unterrichtete Schüler 1a:



Die erste Klasse hatte offensichtlich vom Unterricht wenig profitiert. Beobachtungen bezüglich der Kommunikation zwischen Lehrenden und unterrichteten SchülerInnen zeigten, dass die SchülerInnen von höheren Schulstufen eher in der Lage waren, sinnvolle Fragen während des Stationenbetriebs zu stellen, und so die gegenseitige Kommunikation weit intensiver betrieben wurde. In der niedrigeren Schulstufe glichen die Interaktionen eher einem Frontalunterricht.

Es könnte aber auch durchaus sein, dass das Verständnis für dieses Themengebiet bei den unterrichtenden SchülerInnen eher niedriger war, da die Fähigkeit etwas zu erklären Verständnis voraussetzt.

Zusammenfassende Bemerkungen zum Lernen durch Lehren:

Es hat sich an diesen 3 Beispielen gezeigt, dass diese Art des Unterrichts, bei der SchülerInnen die Verantwortung für den Erkenntnisgewinn einer anderen Schülergruppe übernehmen, ein durchaus geeignetes Instrument zur Verbesserung der eigenen Kenntnisse oder des Verstehens von Sachzusammenhängen in der Interaktion mit den zu unterrichtenden SchülerInnen sein kann.

Allerdings ist diese Unterrichtsform sehr zeitaufwendig und führt bei der zu unterrichtenden Gruppe anscheinend nicht immer zum gewünschten Ziel.

3.4 Ergebnisse - „Transfer – Tag der Vermessung der (Schul)Welt“

Mit Ende des 1. Semesters, am Tag der Vermessung der (Schul)Welt, durften die SchülerInnen innerhalb des Schulgeländes selbständig verschiedenste Längen, Zeiten, Geschwindigkeiten oder Temperaturen messen. Die Ergebnisse mussten in der Folge protokolliert und digitalisiert werden.



Bild 40



Bild 41

Dabei ließ die Genauigkeit der Messungen und die äußere Form der Protokollierung immer noch einiges zu wünschen übrig. Erst die digitalisierte Form brachte ein befriedigendes Ergebnis. Die SchülerInnen zogen einfache Messungen ohne besondere mathematische Verfahren den anspruchsvolleren vor. Außerdem fiel es den SchülerInnen ausgesprochen schwer, sinnvolle Messungen von eher sinnlosen zu unterscheiden.



Bild 41



Bild 42


Beispiele zur Protokollarbeit:

Tabelle 13

Gruppe: 5		Die Vermessung der Schulwelt – Protokollblatt Nr. 1							Neue Mittelschule Passail	
Fragestellung	Länge, Breite, Höhe	Fläche	Volumen	Zeit	Geschw.	Temperatur	Mass	Foto (Ja/Nein)		
Wie groß ist der Turnsaal: • Fläche • Volumen Welche Temperatur hat der Turnsaal?	a=36,24m b=18m h=6,7	A=652,32m ²	V=370,544m ³	0	0	16°C	0	ja		
Wie groß ist die Spint Gruppe: • Fläche • Volumen	a=5,61m b=0,50m h=1,92	A=1,805	3,4656	0	0	16°C	0	ja		
Wie lange braucht Herr Winter bis in die 3.? • Größe • Zeit, Masse	G=1,76	0	0	45s vom Konferenzzimmer	0	0	82 kg	ja		
Platz für kleine Nebenrechnungen:										

Gruppe: 2

Die Vermessung der Schulwelt - Protokollblatt Nr.: 2



Fragestellung	Länge, Breite, Höhe	Fläche	Volumen	Zeit	Geschw.	Temperatur	Masse	Foto (ja/nein)
Wie lange dauert es zum 1 Klo?	L: 24m			16.56 h	1,45 km/h			
Wie schwer ist das Wörterbuch? Welche h,b,l,A,V hat es	L:21.5cm B:14.5cm H:4cm	A = 311.75cm ²	V = 1247cm ³				1,51 kg	
Wie hoch ist der Kloraum?	H : 2,4m							
Welche A,l,b hat die Tafel ?	L : 200 cm B : 120 cm	A = 2,4m ²						
Platz für kleine Nebenrechnungen:								

Tabelle 14

Die Motivation der SchülerInnen für das Protokollschreiben am Computer war recht hoch. Allerdings hatten einige das Problem, ihre zuerst handschriftlich verfassten Messprotokolle richtig zu lesen und in die vorgefertigten Masken am PC einzutippen.

Das Vergleichen der eingeholten Messdaten mit anderen Objekten, die zum Teil auch über das Internet recherchiert wurden, wie zum Beispiel der Vergleich der Turnsaalflächen mit anderen Räumlichkeiten in öffentlichen Gebäuden, war für die Schüler mühsam und ihre Motivation dafür eher gering.

Zusammenfassende Bemerkungen:

Wenn man von den ungenauen Aufzeichnungen während der jeweiligen Messungen absieht, konnten die SchülerInnen die von ihnen gewählten Messaufgaben einigermaßen korrekt durchführen, wobei sie allerdings versuchten, komplexe Messungen, kombiniert mit mathematischen Methoden zu vermeiden.

3.5 Ergebnisse von Interviews mit der Forschergruppe

Die unterrichtenden Lehrer befragten die SchülerInnen in Interviews zu folgenden Befindlichkeiten bezüglich der Projektarbeit:

- Was war für dich interessant, was war schwierig ?
- Was hast du gelernt ?
- Wie hast du die Arbeit in den Kleingruppen empfunden ?
- Was waren deine Erfahrungen als „Lehrer“ ?
- Wie hast du deine Lehrer erlebt ?
- Was würdest du für das nächste Jahr ändern ?

Zusammengefasste Meinungen:

Sehr viele SchülerInnen fanden den „Tag der Vermessung der (Schul)Welt“ als besonders interessant. Von den einzelnen Themenbereichen wurden die Experimente zur Dichte, Messungen zur Geschwindigkeit und bei den Galvanischen Elementen hervorgehoben. Auch das Bestimmen der Höhe des Kirchturms wurde mehrmals als interessant hervorgehoben. Als schwierig wurde die Verwendung mathematischer Formeln und das Rechnen an sich erachtet. Auch über Probleme beim Bau von Messgeräten als Hausübung wurde geklagt. Protokollieren sei allgemein fad gewesen.

Die meisten SchülerInnen waren der Meinung, etwas über Messmethoden und Berechnungen gelernt zu haben, ohne dies zu präzisieren. Manche SchülerInnen waren der Meinung, dass sie besser denken gelernt hatten.

Der Gruppenarbeit stellten sie durchwegs gute Zeugnisse aus, wenngleich das Arbeitstempo und der zeitweise höhere Lärmpegel von leistungsstärkeren SchülerInnen kritisiert wurden. Es hätte aber fast nie Streit gegeben. Zitat: „Bei Dreiergruppen haben meist nur zwei gearbeitet, der dritte war witzig.“

Als LehrerInnen machten die ForscherInnen einen großen Unterschied zwischen der 4d Klasse und der 1a Klasse. Sie waren einhellig der Meinung, dass es in der höheren Schulstufe einfacher gewesen sei, zu unterrichten. Die erste Klasse sei sehr unkonzentriert und mit geringen Vorkenntnissen ausgestattet gewesen. Daher mussten sie sich auf einfachste Grundlagen beschränken (auch was die Wortwahl betraf), die in der höhern Schulstufe vorausgesetzt werden konnten. Eine gewisse Überheblichkeit der SchülerInnen der höheren Schulstufe sei zwar vorhanden gewesen, aber auch Interesse.

Die Lehrer wurden als okay, fair und vergleichsweise als lustig bezeichnet. Manchen SchülerInnen waren Erklärungen zu langatmig.

Als überflüssig für das kommende Schuljahr erwähnten die SchülerInnen die Hausübungen. Manche SchülerInnen würden gerne öfter im Freien arbeiten. Auch wurde die Bitte nach mehr verschiedenen Experimenten zu verschiedenen Themenbereichen geäußert. Nur von einem Schüler kam der Wunsch nach mehr Mathematik.

3.6 Präsentation ausgewählter Projektkomponenten

Mit Ende des 2. Semesters, präsentierte die Forschergruppe einen Teil ihrer Arbeit des vergangenen Schuljahres in Form eines Stationenbetriebs für interessierte Klassen der NMS Passail.



Bild 40



Bild 41



Bild 42



Bild 43



Bild 44



Bild 45



Bild 46



Bild 46

4 ANHANG

4.1 Arbeitsblätter

Zu jeweils einem Unterrichtsthema, bei dem Messungen durchgeführt wurden, ist mindestens ein Arbeitsblatt exemplarisch angehängt. Die Arbeitsblätter enthalten fast alle Tabellen, um Messwerte eintragen zu können. Das bedeutet, dass Messungen in unterschiedlicher Form öfters wiederholt werden konnten. In der Folge waren entweder Berechnungen anzustellen, aus den Beobachtungen und gemessenen Werten eine Vermutung zu formulieren, oder auch eine Interpretation oder Schlussfolgerung aufzuschreiben.

Übersicht:

- Wir messen kürzere Zeitabschnitte (Sekundenpendel) /Aufgabe
- Wir messen die Längen, Breiten, Höhen von Gegenständen /Aufgabe
- Wir messen die Geschwindigkeit /Aufgabe
- Wir messen die Geschwindigkeit durch Unschärfe /Aufgabe
- Wir messen die Temperatur
- Wir messen das Volumen / Aufgaben
- Wir messen die Masse / Aufgaben
- Wir vergleichen die Dichte / Aufgaben
- Wir messen elektrische Größen / Aufgaben

Wir messen kürzere Zeitabschnitte

Bestandteile eines so genanntes „Sekundenpendels“.



Es besteht nur aus einem Massestück, das an einem dünnen Faden hängt. Wenn es schwingt, muss eine Hin- und Herbewegung genau 2 s dauern. Um das Pendel richtig abzustimmen, verwendest du eine alltägliche Uhr. Wenn das Pendel richtig misst, ergänze die Skizze:

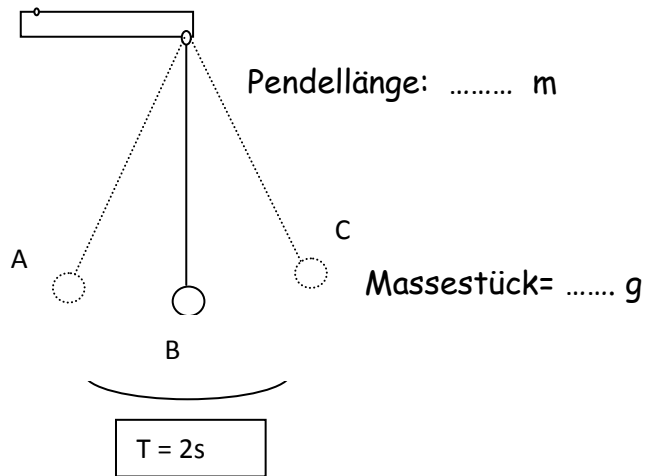
Im Punkt A: Geschw. =

Im Punkt B: Geschw. =

Im Punkt C: Geschw. =

Von A-B: beschleunigen

Von B-C: abbremsen



Notiere hier deine Beobachtungen:

Ergebnisübersicht:

Gruppe 1	Pendellänge:	Massestück:
Gruppe 2	Pendellänge:	Massestück:
Gruppe 3:	Pendellänge:	Massestück:
Gruppe 4	Pendellänge:	Massestück:
Gruppe 5	Pendellänge:	Massestück:

Was vermutest du ? Die Schwingungsdauer hängt ab von

.....

Aufgabe: Versuche herauszufinden, welche Pendellängen notwendig sind, damit ein Pendel für eine Hin- und Herbewegung genau 4 s oder 5 s oder 6 s braucht !
 Es ist gar kein Experiment notwendig, wenn du dir die folgende Zahlen genau anschaust:

Zeit (T)	Länge (l)
1 s	0,25 m
2 s	1,00 m
3 s	2,25 m
4 s m
5 s m
6 s m

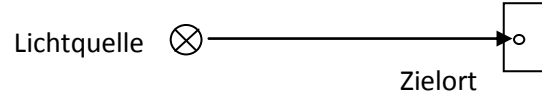
0,75 m	0,5 m
1,25 m	0,5 m
1,75 m m
..... m m

Wie geht es hier weiter ?
 Zeige dein Zahlenverständnis !

Diese Zahlen gelten für unseren Planeten „ERDE“.
 Auf dem Mond pendeln alle Dinge viel langsamer.
 Was vermutest du, warum das so ist ?

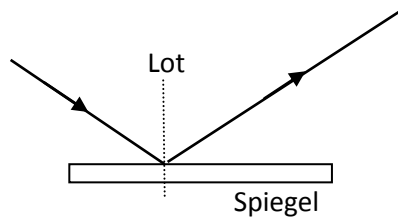
Wir messen die Höhe mit Hilfe von Licht

Lichtstrahlen breiten sich geradlinig aus:



Trifft ein **Lichtstrahl** auf einen ebenen Spiegel, wird er geradlinig abgelenkt (reflektiert).

Zeichne die beiden Winkel ein:



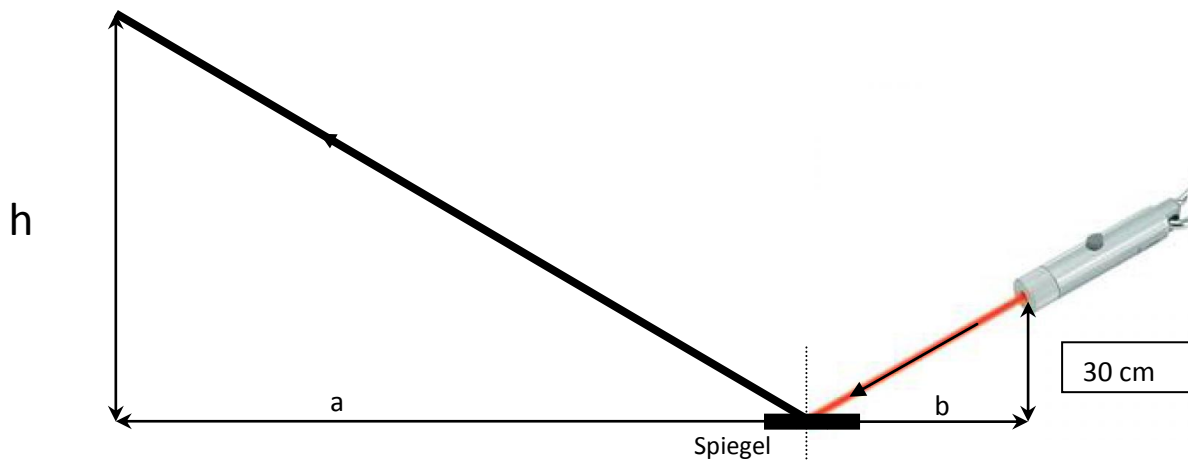
Dabei hält sich der Lichtstrahl an das **Reflexionsgesetz**:

$$\text{Winkel } \alpha = \text{Winkel } \beta$$

Damit sind die Winkel zwischen (gedachter) Lotlinie und dem Lichtstrahl gemeint.

Natürlich sind die beiden anderen Winkel (zwischen Spiegel und Lichtstrahl) dann auch gleich groß.

Wir verwenden einen **Laserstrahl** und einen ebenen Spiegel, um die Höhe (h) eines Raumes (Gebäudes) zu bestimmen. **! Achtung ! Nicht in den Strahl blicken !**



Wir sehen hier 2 ähnliche Dreiecke. Dabei verhält sich **h zu 30 cm** gleich wie **Länge a zu Länge b**.

Mathematisch ausgedrückt:

$$h : 30 = a : b$$

$$\rightarrow h \cdot b = 30 \cdot a$$

$$\rightarrow h = 30 \cdot a / b$$

Aufgabe : Bestimme die Höhe (h) des Turnsaals.

Laserhöhe = 30 cm

a = cm

b =cm

$$h = 30 \cdot \frac{a}{b}$$

$$h = \text{..... cm} = \text{..... m}$$

Wir messen kürzere Längen und Breiten

Im Internet findet man folgende Angaben:

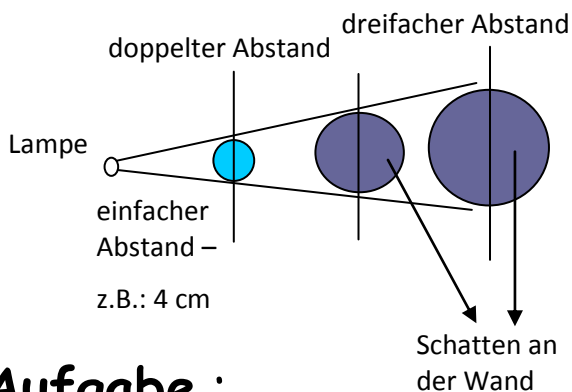
Durchschnittliche Stärke (Durchmesser) eines Menschenhaares: **0,05 - 0,1** mm

Durchschnittliche Dicke (Durchmesser) einer Gitarrensaite : **0,25** mm

Durchschnittliche Dicke (Durchmesser) eines Zwirnfadens: **0,5** mm

Mit einer „Schiebelehre“
oder einer „Mikrometerschraube“
komfortabel zu messen. Mit einem Lineal
unmöglich, oder doch nicht ?

Ein Gegenstand ● wirft Schatten:



Versuche, die Skizze mit eigenen Worten zu beschreiben:

Aufgabe :

Du hast 3 sehr dünne Gegenstände. Versuche mit Hilfe einer Lampe und eines Lineals die Stärke (Durchmesser) der Gegenstände zu ermitteln.
Der Abstand Lampe - Gegenstand beträgt 4 cm.

Ergebnisse in mm:

Gitarrensaite:	Zwirnfaden:	Schweißstab:

Überprüfe mit einem modernen Messgerät !

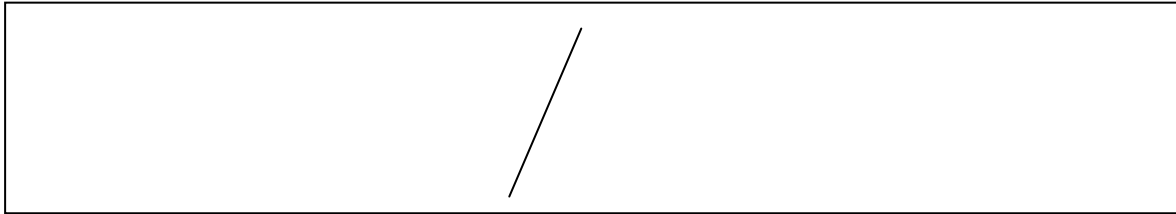
Gitarrensaite:	Zwirnfaden:	Schweißstab:

Genauigkeit der Messung: hoch mittel gering

Wir messen die Geschwindigkeit

ZEIT kann angegeben werden in: +

Eine **STRECKE** kann angegeben werden in +



etc.

Ergänze: Je mehr Zeit ein(e) Skirennläufer(in) für die jeweilige Strecke benötigt, desto ist er(sie) gefahren.
Je weniger Zeit, desto ist er (sie) gefahren.

Geschwindigkeit hängt also von der jeweiligen ab, die man für eine bestimmte Strecke (für einen bestimmten Weg) benötigt.

Im internationalen Maßsystem nimmt man als Einheit des **Wegs** das „METER (m)“.

Für die **Zeit** nimmt man die Einheit „SEKUNDE (s)“.

Um verschiedene Geschwindigkeiten vergleichen zu können, zählt man einfach die Sekunden, die man für so und so viele zurück gelegte Meter benötigt.

Dann rechnet man die in 1 Sekunde zurückgelegten Meter aus (Meter pro Sekunde):

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{WEG (m)}}{\text{ZEIT (s)}}$$

Aufgabe: Ein Fahrzeug brauchte für einen Weg von 60m genau 5s.
Mit welcher Geschwindigkeit war es unterwegs ?

Geschwindigkeit = _____ = _____ = _____
=====

Die Einheit **m pro s** (m/s) ist bei Fahrzeugen im Alltag eher unüblich.
Man misst die Geschwindigkeit in **km pro h** (km/h).

Umrechnung:

Wir messen Geschwindigkeit aus der Flugspur eines Balls

Balldaten: Durchmesser: 0,2 m

Belichtungszeit: 1/20 s

1. Wurf:



Durchmesser des Balls plus zurückgelegte Flugstrecke = 0,5m

Der Ball legte in 1/20 s eine Flugstrecke von 0,3 m zurück. Geschw = Weg / Zeit

Die Geschw. beträgt somit : $0,3\text{m} / 1/20\text{ s} = \dots\dots\dots\text{ m/s}$ oder $\dots\dots\dots\text{ km/h}$

2. Wurf:



Durchmesser des Balls plus zurückgelegte Flugstrecke = 0,7m

Der Ball legt in 1/20 s eine Flugstrecke von 0,5 m zurück. Geschw. = Weg / Zeit

Die Geschw beträgt somit:
.....

Wir messen die Temperatur

Alle Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen. Man nennt sie und
Diese Teilchen bewegen sich mehr oder weniger.
Die Bewegung dieser Teilchen ist verantwortlich für die Temperatur eines Stoffs.

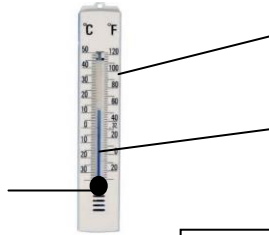
Je mehr Bewegung, desto ist ein Stoff.
Je weniger Bewegung, desto ist ein Stoff.

Bewegen sich die Teilchen überhaupt nicht mehr, so nennt man dies den
Er liegt bei einer Temperatur von - °C.

Das Thermometer:

a) **Funktionsweise:** Wenn sich Teilchen bewegen, brauchen sie mehr Platz.

b) **Bestandteile:**

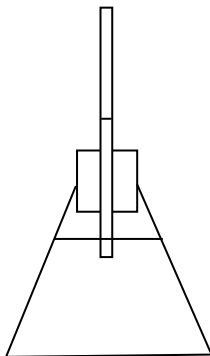


c) **Es gibt verschiedene Skalen:**

Für uns ist die °C – Skala wichtig.

Dabei wird der Abstand zwischen Gefrierpunkt und Siedepunkt von WASSER in hundert Abschnitte geteilt. Jeder Abschnitt entspricht 1 °C .

Ein Thermometer für kleine Temperaturunterschiede – selbst gebaut:



Bestandteile:

.....
.....

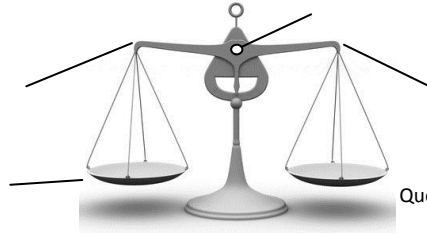
Was vermutest du ? Wovon hängt die Genauigkeit des Thermometers ab ?

.....
.....

Die Skala des Thermometers muss werden. Das bedeutet, dass man eine genaue Einteilung in gleich großen Abschnitten auf dem dünnen Glasröhrchen machen muss. Diese Abschnitte werden dann mit Zahlen und der Einheit °C beschriftet.

Wir messen Masse mit der Balkenwaage

1) Teile einer Balkenwaage:



Quelle: www.redensarten.net

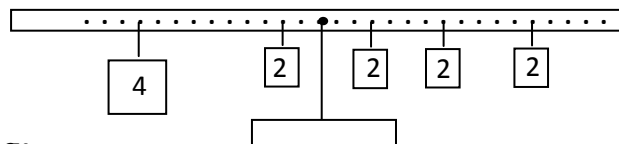
2) Funktionsweise:

Die Erdanziehung gibt den Massenstücken ein bestimmtes Gewicht. Diese Gewichtskraft dreht den jeweiligen Hebelarm um den Drehpunkt.

Für Gleichgewicht gilt:

Summe aller linken Drehmomente = Summe aller rechten Drehmomente

Ein Drehmoment ist das Produkt aus Gewichtskraft • Abstand zum Drehpunkt !!



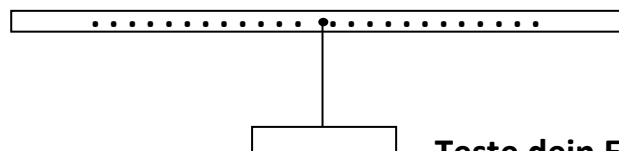
Gleichung:

$$(4 \cdot 10) + (2 \cdot 2) = (2 \cdot 3) + (2 \cdot 7) + (2 \cdot 12)$$

1. Drehmoment l) + (2. Drehmoment l) = (1. Drehmoment r) + (2. Drehmoment r) + (3. Drehmoment r)

Zeichne die Massestücke nach folgender Gleichung richtig ein:

$$(2 \cdot 6) + (2 \cdot 4) = (1 \cdot 12) + (1 \cdot 2) + (2 \cdot 2.)$$



**Teste dein Ergebnis .
Besteht Gleichgewicht ?**

3) Messungen:

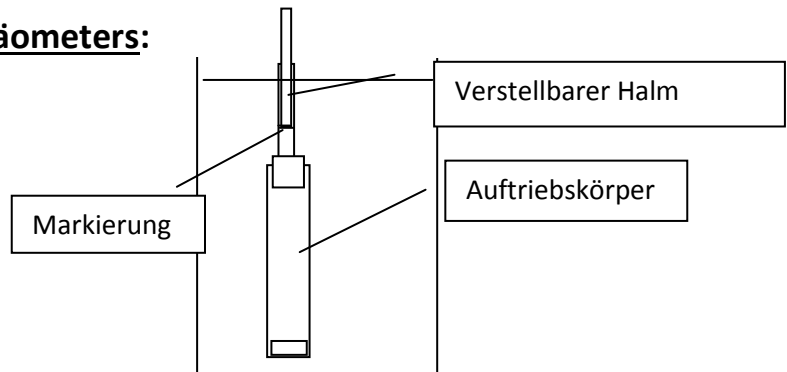
			? g	Objekt X ₁
			?..... g	Objekt X ₂
			?..... g	Objekt X ₃
			?..... g	Objekt X ₄

4) Gleichungen:

	=	
	=	
	=	
	=	

Wir messen Dichte mit dem Aräometer

1) Teile des Selbstbauaräometers:



2) Funktionsweise:

Das Aräometer taucht in die Flüssigkeit ein, geht aber nicht ganz unter. Der verstellbare Halm schaut aus der Flüssigkeit heraus. Die Markierung muss mit der Oberfläche der Flüssigkeit zur Deckung gebracht werden.

Je dichter eine Flüssigkeit ist, desto

Bringt man am Halm eine Skala an, kann man die DICHTE direkt ablesen.

WASSER hat eine Dichte vong/ml.

Wenn Zucker im Wasser gelöst ist, so ist die Dichte etwas !!

3) Gewichtsprozent:

Wenn sich 10 g Zucker in 100 g eines Getränks befinden, dann beträgt der Zuckergehalt genau 10% .

Wenn sich 5 g Zucker in 100 g eines Getränks befinden, dann

.....

Aufgabe: Stelle eine 10 % Zuckerlösung her. Vergleiche ein Erfrischungsgetränk mit dieser Lösung. Ergänze die Tabelle.



4) Vergleichen des Zuckergehalts verschiedener Getränke:

Getränk:	Dichte: (größer/kleiner als 1g/ml)	Zuckergehalt in %:
Wasser	1 g/ml	kein Zucker: 0 %
Cola		
Sprite		

5) Schlussfolgerung:

.....

Wir messen die Spannung an „Galvanischen Elementen“

1) Galvanische Elemente:

Definition bei Wikipedia:

.....

.....

2) Funktionsweise:

Zwei verschieden edle Metalle tauchen in einen so genannten „Elektrolyten“ (Säuren, Laugen, Salzlösungen) ein. Dabei reagiert eines der beiden Metalle schneller mit dem Elektrolyten als das andere. Das Metall, das schneller reagiert, löst sich (scheinbar) auf, man sagt es wird oxidiert. Dabei werden Elektronen frei, die das unedlere Metall zum – **Pol** machen.

Das edlere Metall reagiert nicht so schnell mit dem Dort werden nicht so vielefrei. Es ist daher im Vergleich zum unedlen Metall der Pol.

Je größer der Unterschied zwischen den beiden Metallen ist, desto mehr **Spannung** (VOLT) kann man messen, wenn man die beiden Metalle an ein Voltmeter anschließt.

3) Messungen: (Schutzbrille verwenden)

Elektrolyt:	Metall 1:	Metall 2:	VOLT:
			U=V
			U=V



4) Schlussfolgerungen:

.....

.....

.....

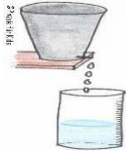
4.2 Aufgaben zur Überprüfung von Verständnis

Wir messen die Zeit – Zeige dein Verständnis

- 1) Ordne folgende Uhren der Genauigkeit nach (genau = 1 , ungenau = 4): 1P

Sanduhr Pendeluhr Atomuhr Quarzuhr

- 2) Benenne folgende Uhren mit Namen: 1P



Quellenangabe: Physik für Kids.de



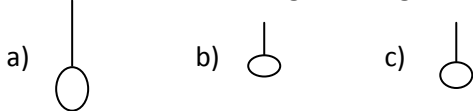
Quellenangabe: hood.de



Quellenangabe: kowoma.de

- 3) Ein so genanntes „Sekundenpendel“ mit einer Fadlänge von 1m benötigt für eine Hin- und Herbewegung (Periodendauer) ziemlich genau s. 1P

- 4) Welches Pendel schwingt am langsamsten ? 1P



- 5) Ergänze: Für die Dauer einer Hin- und Herbewegung eines Pendels mit festem Standort auf der ERDE ist in erster Linie nur seine ausschlaggebend. 1P

- 6) Auf dem Mond schwingt ein Pendel - langsamer schneller gleich schnell 1P
wie auf der Erde

- 7) In einem Lift, der sich rasch nach unten bewegt, schwingt ein Pendel -
 langsamer schneller gleich schnell wie auf festem Standort 1P

- 8) Ein Fadenpendel mit einer Länge von 0,25 m schwingt in 1 s genau einmal hin und her. 1P
Wie lange muss der Faden sein, damit es für eine Hin- und Herbewegung genau 2s braucht ? m

- 9) Ergänze die folgenden Pendelraten: 1P

Schwingungsdauer (T)	Länge (l)
1s	0,25 m
2s m
3s	2,25 m
4 s m
8 s m

- 10) Vom Flachdach eines Gebäudes hängt ein Pendel genau 1 m über dem Boden. 1P
Es schwingt in 6 s genau einmal hin und her. Wie hoch ist das Gebäude ? m

Gesamtpunktezahl: von 10 P

Abschnitt 1 - Zeitmessung - Ergebnis 1

3abc Forschergruppe 16 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	11	68,75%
Aufgabe 2	15	93,75%
Aufgabe 3	15	93,75%
Aufgabe 4	15	93,75%
Aufgabe 5	12	75,00%
Aufgabe 6	11	68,75%
Aufgabe 7	11	68,75%
Aufgabe 8	13	81,25%
Aufgabe 9	3	18,75%
Aufgabe 10	1	6,25%

Durchschnitt:	66,88%
---------------	--------

Abschnitt 1 - Zeitmessung - Ergebnis 1

4d Klasse 14 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	4	28,57%
Aufgabe 2	1	7,14%
Aufgabe 3	7	50,00%
Aufgabe 4	12	85,71%
Aufgabe 5	6	42,86%
Aufgabe 6	7	50,00%
Aufgabe 7	5	35,71%
Aufgabe 8	9	64,29%
Aufgabe 9	0	0,00%
Aufgabe 10	0	0,00%

Durchschnitt:	36,43%
---------------	--------

Abschnitt 1 - Zeitmessung - Ergebnis 2

3abc Forschergruppe 16 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	14	87,50%
Aufgabe 2	15	93,75%
Aufgabe 3	16	100,00%
Aufgabe 4	14	87,50%
Aufgabe 5	15	93,75%
Aufgabe 6	14	87,50%
Aufgabe 7	13	81,25%
Aufgabe 8	16	100,00%
Aufgabe 9	9	56,25%
Aufgabe 10	3	18,75%

Durchschnitt:	80,63%
---------------	--------

Abschnitt 1 - Zeitmessung - Ergebnis 2

4d Klasse 14 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	9	64,29%
Aufgabe 2	11	78,57%
Aufgabe 3	13	92,86%
Aufgabe 4	12	85,71%
Aufgabe 5	11	78,57%
Aufgabe 6	14	100,00%
Aufgabe 7	11	78,57%
Aufgabe 8	14	100,00%
Aufgabe 9	3	21,43%
Aufgabe 10	2	14,29%

Durchschnitt:	71,43%
---------------	--------

Wir messen die Länge – Zeige dein Verständnis

- 1) Ordne die Körpermaße Elle, Fuß, Klafter, Schritt der Länge nach. Beginne mit dem kürzesten: 1P
- 2) Vergleiche die Längenmaße. Setze das richtige Zeichen $> = < :$ 1P
 Klafter Körpergröße, Kilometer Meile Elle Fuß
- 3) Schreibe die Namen der alten Maße dazu: 1P
-
- 4) Ordne die Maße richtig zu: 1P
- | | |
|---------|-----------|
| Elle | Bauer |
| Fuß | Pilot |
| Meile | Schneider |
| Schritt | Seemann |
- 5) Die Schuhgröße wird nach folgender Formel berechnet: (Fußlänge + 1,5 cm). 1,5 Welche Schuhgröße braucht jemand mit einer Fußlänge von 26,5 cm ? 1P
- 6) Die Schuhgröße wird nach folgender Formel berechnet: (Fußlänge + 1,5 cm). 1,5 Welche Fußlänge hat eine Person mit Schuhgröße 45 ? 1P
- 7) Das „Passailer Forschermaß“ 1 Schritt ist 77 cm lang. Kreuze richtig an ! Wie viele Schritte benötigt man für 10 m ? 1P
- 7,7 Schritte 10 Schritte 12,9 Schritte
- 8) Das „Passailer Forschermaß“ 1 Schritt ist 77 cm lang. Kreuze richtig an ! Wie weit kommt man mit 50 Schritten ? 1P
- 38,5 m 50,7 m 64,9 m
- 9) Ordne die alten Maße den richtigen Gruppen zu. Schreibe sie in die Tabelle. 1P
- Morgen, Hektar, Joch, Faden, Meile, Unze, Pfund, Zoll, Zentner, Fuß

Längenmaße	Flächenmaße	Massemaße

- 10) Kreuze an was richtig ist: 1P
- Die Pausenhalle im 2. Stock ist ca. 15 Schritt lang
 - Der Schöckel ist ca. 5000 Ellen hoch
 - Die Entfernung von Passail bis Fladnitz beträgt ca. 10000 Fuß
 - Unsere Turnhalle ist ca. 23 Klafter lang

Gesamtpunktezahl: von 10 P

Abschnitt 2 - Längenmessung - Ergebnis 2

3abc Forschergruppe - 15 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	15	100,00%
Aufgabe 2	7	46,67%
Aufgabe 3	14	93,33%
Aufgabe 4	9	60,00%
Aufgabe 5	12	80,00%
Aufgabe 6	4	26,67%
Aufgabe 7	8	53,33%
Aufgabe 8	13	86,67%
Aufgabe 9	5	33,33%
Aufgabe 10	9	60,00%

Durchschnitt: 64,00%

Abschnitt 2 - Längenmessung - Ergebnis 2

4d Klasse - 14 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	10	71,43%
Aufgabe 2	8	57,14%
Aufgabe 3	11	78,57%
Aufgabe 4	11	78,57%
Aufgabe 5	12	85,71%
Aufgabe 6	4	28,57%
Aufgabe 7	10	71,43%
Aufgabe 8	8	57,14%
Aufgabe 9	9	64,29%
Aufgabe 10	6	42,86%

Durchschnitt: 63,57%

Abschnitt 2 - Längenmessung - Ergebnis 1

3abc Forschergruppe - 15 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	10	66,67%
Aufgabe 2	9	60,00%
Aufgabe 3	11	73,33%
Aufgabe 4	8	53,33%
Aufgabe 5	9	60,00%
Aufgabe 6	3	20,00%
Aufgabe 7	8	53,33%
Aufgabe 8	13	86,67%
Aufgabe 9	13	86,67%
Aufgabe 10	1	6,67%

Durchschnitt: 56,67%

Abschnitt 2 - Längenmessung - Ergebnis 1

4d Klasse - 14 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	1	7,14%
Aufgabe 2	6	42,86%
Aufgabe 3	5	35,71%
Aufgabe 4	10	71,43%
Aufgabe 5	4	28,57%
Aufgabe 6	1	7,14%
Aufgabe 7	10	71,43%
Aufgabe 8	6	42,86%
Aufgabe 9	5	35,71%
Aufgabe 10	2	14,29%

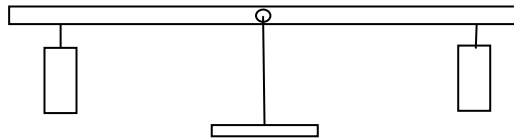
Durchschnitt: 35,71%

Wir messen die Masse mittels Balkenwaage

(Zeige dein Verständnis)

- 1) Kreuze an: Die Balkenwaage ist prinzipiell - 1P
ein Hebel eine Uhr eine Federwaage ein Vergleichsgerät

- 2) Benenne die Teile einer einfachen Balkenwaage mit Namen: 1P



- 3) Kreuze an: Eine Balkenwaage funktioniert – 1P
nur auf der Erde auch in der Schwerelosigkeit nur auf dem Mond auf Erde und Mond

- 4) Masse wird angegeben in: Gramm (g) Dekagramm (dag) Kilometer (km) Tonne (t) 1P

- 5) Die Massen, die auf einer Balkenwaage hängen, haben ein Gewicht durch die Erdanziehungskraft. 1P

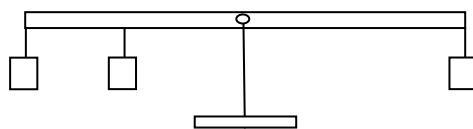
Das Gewicht wird in Newton N angegeben. Ist das Gewicht links und rechts vom Drehpunkt gleich, so:

neigt sich der Waagebalken nach rechts neigt sich der Waagebalken nicht neigt er sich nach rechts
hängt es davon ab, wie weit es vom Drehpunkt entfernt aufgehängt ist

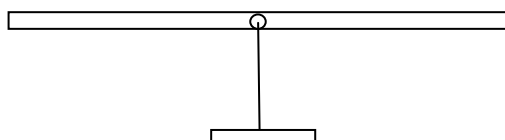
- 6) Ergänze das Hebelgesetz: Kraft \cdot = \cdot Lastarm 1P

- 7) Berechne die fehlende Größe: **3 N \cdot 40 cm = N \cdot 60 cm** 1P

- 8) Ergänze und bringe so diesen Hebel (Waagebalken) ins Gleichgewicht ! 1P



- 9) Hänge mindestens 2 unterschiedliche Massen auf, und erzeuge Gleichgewicht: 1P



- 10) Was ist richtig ? Gleichgewicht am Hebel herrscht sicher dann, wenn: 1P
+ die Massen am linken Hebelarm gleich groß sind wie am rechten Hebelarm
+ die Massen am linken Hebelarm gleich groß sind wie am rechten und ihre Abstände vom Drehpunkt jeweils gleich sind.
+ die Summe aller linksdrehenden Momente gleich der Summe aller rechtsdrehenden Momente ist.

Gesamtpunktezahl: von 10 P

Abschnitt 3 - Die Balkenwaage - Ergebnis 1

3abc Forschergruppe - 15 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	6	40,00%
Aufgabe 2	4	26,67%
Aufgabe 3	3	20,00%
Aufgabe 4	8	53,33%
Aufgabe 5	6	40,00%
Aufgabe 6	1	6,67%
Aufgabe 7	6	40,00%
Aufgabe 8	13	86,67%
Aufgabe 9	11	73,33%
Aufgabe 10	8	53,33%
Durchschnitt:		44,00%

Abschnitt 3 - Die Balkenwaage - Ergebnis 1

1a Klasse - 22 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	1	4,55%
Aufgabe 2	4	18,18%
Aufgabe 3	2	9,09%
Aufgabe 4	3	13,64%
Aufgabe 5	11	50,00%
Aufgabe 6	0	0,00%
Aufgabe 7	2	9,09%
Aufgabe 8	18	81,82%
Aufgabe 9	10	45,45%
Aufgabe 10	0	0,00%
Durchschnitt:		23,18%

Abschnitt 3 - Die Balkenwaage - Ergebnis 2

3abc Forschergruppe - 15 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	12	80,00%
Aufgabe 2	11	73,33%
Aufgabe 3	4	26,67%
Aufgabe 4	12	80,00%
Aufgabe 5	12	80,00%
Aufgabe 6	1	6,67%
Aufgabe 7	10	66,67%
Aufgabe 8	12	80,00%
Aufgabe 9	8	53,33%
Aufgabe 10	12	80,00%
Durchschnitt:		62,67%

Abschnitt 3 - Die Balkenwaage - Ergebnis 2

1a Klasse - 22 Schüler

	richtig	
Aufgabe 1	3	13,64%
Aufgabe 2	12	54,55%
Aufgabe 3	0	0,00%
Aufgabe 4	4	18,18%
Aufgabe 5	11	50,00%
Aufgabe 6	0	0,00%
Aufgabe 7	5	22,73%
Aufgabe 8	16	72,73%
Aufgabe 9	7	31,82%
Aufgabe 10	4	18,18%
Durchschnitt:		28,18%

ERKLÄRUNG

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge. Ferner erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit unter hohem Zeitaufwand und in meinem Fall auch unter Zeitdruck erstellt wurde. Allfällige Unzulänglichkeiten inhaltlicher oder formaler Art und Weise sind in keiner Weise vorsätzlich passiert und werden hoffentlich keine rechtlichen Konsequenzen haben.