



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“

KNOCHENARBEIT

ID 891

Bastian Stukenkemper

Wirtschaftskundliches Realgymnasium Salzburg

Salzburg, April, 2008

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
1.1 Ausgangssituation.....	5
1.1.1 Problem- und Aufgabenstellung.....	5
1.2 Ziele des Projekts	5
2 DURCHFÜHRUNG	7
2.1 Theoretischer Hintergrund	7
2.1.1 Aufbau eines Experimentes	8
2.2 Phase 1: Annäherung an eine statische Fragestellung.....	9
2.2.1 Methodik	9
2.3 Phase 2: Untersuchung von Knochen hinsichtlich ihrer Belastbarkeit und Ableitung statischer Erkenntnisse	10
2.3.1 Mechanische Untersuchung der Knochen	10
2.3.2 Experiment zur Auslösung der anorganischen Salze aus dem Knochen.....	11
2.3.3 Experiment zur Auslösung der organischen Komponenten aus dem Knochen	11
2.4 Phase 3: Erarbeitung unterschiedlicher Lösungs- vorschläge zur Überbrückung einer Distanz (Modellbau).....	12
2.4.1 Methodik	12
2.5 Phase 4: Umsetzung der in Phase 3 gewonnenen Erkenntnisse in einer tragfähigen Brückenkonstruktion (Gruppenarbeit)	13
2.5.1 Methodik	13
2.5.2 Exkursion zu den Brücken Salzburgs	14
2.6 Phase 5: Erarbeiten einer Brückenkonstruktion, die die ganze Klasse tragen kann (Klassenarbeit)	15
2.6.1 Methodik	15
3 EVALUATION	16
3.1 Evaluationsarten	16
3.1.1 Durchführung	16
3.1.2 Ergebnisse und Interpretation	16

4	ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	20
5	REFLEXION UND AUSBLICK	21
5.1	Interpretation der Ergebnisse.....	21
5.1.1	Modellarbeiten und Knochenanalyse	21
5.1.2	Brückenkonstruktionen.....	22
5.1.3	Abschlussarbeit.....	22
5.1.4	Evaluationen	22
5.2	Ausblicke.....	22
6	LITERATUR.....	23
7	ANHANG	24
7.1	Arbeitsanweisung zum Experiment Brückenbau (Bewertungsrelevante Kriterien):	24
7.2	Arbeitsblatt zur Exkursion „Brücken Salzburgs“:	25
7.3	Eingangs- bzw. Ausgangstest zum Thema Bionik	27
7.4	Fragebogen zur persönlichen Einstellung von Josef Kriegseisen	28

ABSTRACT

Bei dem Projekt „Knochenarbeit“ handelt es sich um ein Projekt zum Thema Statik, das im Unterrichtsfach Technisches Werken durchgeführt wurde. Die Innovation des Projektes findet sich vor allem in der Verbindung naturwissenschaftlichen Denkens und dem Fach Technisches Werken. Dazu wurde ein Unterrichtsprojekt in 5 Phasen durchgeführt, das sich dadurch auszeichnet, dass jede Phase nach anderen methodischen Gesichtspunkten strukturiert ist:

- 1. Annäherung an eine statische Fragestellung (Einzelarbeit)*
- 2. Untersuchung von Knochen hinsichtlich ihrer Belastbarkeit und Ableitung statischer Erkenntnisse (Experimente)*
- 3. Erarbeitung unterschiedlicher Lösungsvorschläge zur Überbrückung einer Distanz (Modellbau und Dokumentation in Einzelarbeit)*
- 4. Umsetzung und Dokumentation der im Punkt 3 gewonnenen Erkenntnisse in einer tragfähigen Brückenkonstruktion (Gruppenarbeit)*
- 5. Erarbeiten einer Brückenkonstruktion, die die ganze Klasse tragen kann (Klassenarbeit)*

Zur Evaluation der Ziele wurde der gesamte Arbeitsprozess mit Fotos dokumentiert, weiters wurden von den Schülern zwei Fragebögen erarbeitet, jeder der Fragebögen wurde vor dem Projekt als Eingangserhebung und nach dem Projekt als Ausgangserhebung durchgeführt. Ein Fragebogen befasst sich mit grundsätzlichen Verständnis- und Transferfragen zum Thema Statik und Bionik, der andere mit der Einstellung der Schüler gegenüber technisch orientierten Berufen.

Die Ergebnisse der Evaluation weisen auf eine deutliche Steigerung kognitiven und angewandten Wissens hin, allerdings ist an dieser Stelle anzumerken, dass ein notwendiger Vergleich mit einer nach anderen methodischen Gesichtspunkten unterrichteten Kontrollgruppe fehlt.

Schulstufe: 8. Schulstufe
Fächer: Technisches Werken
Kontaktperson: Bastian Stukenkemper
Kontaktadresse: Kirchenstr.17, 5072 Siezenheim

1 EINLEITUNG

Die Idee zum Projekt „Knochenarbeit“ entstand während einer Vorlesung zur allgemeinen Biomechanik bei Prof. Schwameder. Die Faszination über die belastungsbedingte Anpassungsfähigkeit unserer Knochen stellt die Initialzündung für dieses Projekt dar.

1.1 Ausgangssituation

Im Zuge meines Studiums in der Vorlesung zur allgemeinen Biomechanik bei Prof. Schwameder hörte ich zum ersten Mal von der belastungsbedingten Anpassungsfähigkeit unserer Knochen. Aufbauend auf dem erworbenen Wissen arbeitete ich gemeinsam mit meinem Studienkollegen Wolfgang Reingruber innerhalb eines fachdidaktischen Seminars an einem fächerübergreifenden Projekt zum Thema Osteoporose, diese Arbeit verblieb aber rein im Theoretischen. Immer noch im Studium adaptierte ich die theoretische Arbeit für den Werkunterricht und startete in einem schulpraktischen Seminar bei Magister Neubacher (meinem jetzigen Betreuungslehrer) den Unterrichtsversuch in einer vierten Klasse am WRG Salzburg (meiner jetzigen Stammschule). Erkenntnisse aus diesem Seminar beeinflussten die vorliegende Arbeit maßgeblich.

Die Idee, die Architektur unserer Knochen als Vorbild für statisch anspruchsvolle Bauwerke zu verwenden wurde natürlich schon früher entdeckt. Beispielsweise wurde der zur Weltausstellung 1900 in Paris von Gustave Eiffel erbaute Eiffelturm nach den von dem Mediziner Wyman entdeckten und dem Ingenieur Culmann veranschaulichten Kraftlinien im menschlichen Oberschenkelknochen konstruiert.

1.1.1 Problem- und Aufgabenstellung

Statische Konstruktionen waren und sind ein fixer Bestandteil im Stundenplan des Faches technisches Werken. Ziel des Projektes ist es, über das reine Erarbeiten einer Konstruktion hinauszugehen und die statische Konstruktion in einen größeren Zusammenhang zu stellen. Knochen sind ein Meisterwerk der Natur, was ihre Statik angeht. Zudem ist es eine wissenschaftliche Tatsache, dass Ernährung und Bewegung maßgebliche Einflussfaktoren für die Stabilität unserer Knochen darstellen.¹ In diesem Unterrichtsprojekt soll den Schülern einerseits die Möglichkeit gegeben werden die gesundheitlichen Aspekte des Knochenwachstums zu verinnerlichen und andererseits sollen sie lernen aus der Bauweise eines Knochen statische Prinzipien abzuleiten. Daraus leiten sich also folgende Ziele des Projektes ab:

1.2 Ziele des Projekts

Fünf Ziele auf Schülerebene sind:

1. die Schüler (die Klasse besteht aus 15 Knaben) sollen den Zusammenhang zwischen Knochenmineraldichte und Bewegung erklären können
2. die Schüler sollen die Ableitung einfacher statischer Prinzipien aus dem im Knochen gefundenen Strukturen selbst erarbeiten

¹ Schwameder

3. die Schüler sollen die Hauptbestandteile aus denen Knochen bestehen kennen
4. die Schüler sollen statische Prinzipien der praktischen Arbeit Brückenbau aus Wellpappe anwenden
5. die Schüler sollen sich mit persönlichen Berufswünschen auseinandersetzen

2 DURCHFÜHRUNG

Das Projekt wurde in fünf Unterrichtsphasen durchgeführt. Die einzelnen Phasen werden im Folgenden detailliert erläutert.

2.1 Theoretischer Hintergrund

Die dem Projekt zugrundeliegenden didaktischen Prinzipien wurden auf der Grundlage neurophysiologischer Erkenntnisse gewonnen und sind in meiner Diplomarbeit genauer erläutert.² Es können elf Prinzipien formuliert werden:

1. Das Prinzip des aktiven Lernens
2. Das Integrationsprinzip
3. Das Prinzip des sachstrukturellen Aufbaus
4. Das Prinzip der Zielangabe
5. Das Prinzip der Lebensnähe und Aktualität
6. Das Prinzip des individuellen Eingehens auf jeden Einzelnen
7. Das Prinzip der differenzierten Unterrichtsgestaltung
8. Das Prinzip der ständigen Wiederholung
9. Das Prinzip der Wissenschaftlichkeit des Lehrens
10. Das Prinzip der Gestaltung von Edutainment
11. Der hermeneutische Zirkel

Die für die jeweilige Phase entscheidenden Prinzipien ändern sich natürlich. So orientiert sich Phase 1 vor allem an den Prinzipien Aktives Lernen, Integration, Individualität und Differenzierung. Phase 2 hat als Grundlage hauptsächlich das Prinzip des sachstrukturellen Aufbaus, und in Form der durchgeführten chemischen Versuche auch Anteile des Edutainments. Je weiter das Projekt fortschreitet desto mehr vermischen sich die einzelnen Prinzipien. Als für das Projekt wichtigste Prinzipien können der hermeneutische Zirkel und das Prinzip der Wissenschaftlichkeit des Lehrens angesehen werden. Während des ganzen Projektes kreisen die Schüler um ein Thema und dringen somit immer tiefer in die Materie ein. Aber die prozesshafte Entwicklung eines Sachverhaltes oder eines Produktes ist auch immer wissenschaftliches Arbeiten. Die Arbeit von Bünning³ diente als Grundlage zur Entwicklung der folgenden Unterrichtsmittel, mit Hilfe derer die Schüler ab Phase 3 arbeiteten.

² STUKENKEMPER, 2007

³ BÜNNING, 2004

2.1.1 Aufbau eines Experimentes

1. Problemsituation:

Was ist das Problem? Was weiß ich darüber, was kann in Erfahrung bringen?

2. Überlegungen zur Problemlösung (Hypothesenformulierung):

Handlung mit vorweggenommener Annahme des Ergebnisses. Problemlösungstheorien.

3. Durchführung eines Lösungsvorschlages (Methodik):

Überprüfung der Annahme.

4. Ergebnisse:

Kann ich meine Annahme bestätigen oder muss ich sie verwerfen?

5. Interpretation:

Wie bin ich zu diesem Ergebniss gekommen? Was folgt daraus?

6. Ausblick:

Und jetzt?

2.2 Phase 1: Annäherung an eine statische Fragestellung



Bild1: Statikmodell aus Papier

Aufgabe der Schüler in dieser Phase ist es, einen Streifen Papier auf der Länge eines Din-A4 Blattes so zu stabilisieren, dass es eine möglichst große Last tragen kann. Die Schüler bekommen zur Durchführung keine weiteren Arbeitsanweisungen. In Bild1 ist ein Beispiel einer Vielzahl von Lösungsvorschlägen zu sehen.

2.2.1 Methodik

Die Schüler arbeiten in dieser Phase ganz bewusst ohne theoretischen Input. Dadurch kann die Lehrkraft leicht den jeweiligen Wissensstand der Schüler zum Thema herausfinden. Die Schüler arbeiten in Einzelarbeit.

2.3 Phase 2: Untersuchung von Knochen hinsichtlich ihrer Belastbarkeit und Ableitung statischer Erkenntnisse



Bild2: "Knochenarbeit", Untersuchung eines Rinder Oberschenkelknochens

Diese Phase gliedert sich in drei Teile: im ersten Teil untersuchen die Schüler selbst gereinigte Rinderknochen, in Teil zwei und drei wird jeweils ein chemisches Experiment durchgeführt, das Aufschluss über die Bestandteile aus denen Knochen bestehen, gibt. Die drei Teile werden im Folgenden detailliert beschrieben. Ziel dieser Phase ist es, den Schülern das statische Meisterwerk Knochen näherzubringen und das Bewusstsein für den gesundheitsbewussten Umgang mit den eigenen Knochen zu stärken. Das Geheimnis der Stabilität eines Knochen liegt zum einen in den kräfteübertragenden Strukturen und zum anderen in den zwei Komponenten aus denen ein Knochen besteht. Sowohl Struktur als auch Zusammensetzung können durch Ernährung und Bewegung maßgeblich verändert werden.

Abschluss dieser Phase bildet eine zusammenfassende Power-Point-Präsentation, die in einem Anhang (Link auf Dokument) zu finden ist.

2.3.1 Mechanische Untersuchung der Knochen

Die Schüler bekommen jeweils zu viert an einem Tisch einen oder mehrere (je nach Größe) gereinigte Rinderknochen. Die Knochen unterscheiden sich stark in der Form: Oberschenkelknochen, Schulterblatt, Rippenbogen, Beckenschaufel. Die Schüler haben in dieser Phase zwei Aufgabenstellungen: erstens welche unterschiedliche Strukturen sind im Knochen zu finden und diese zu skizzieren, und zwei-

tens welche unterschiedlichen Formen weisen die Knochen auf und welche Gründe könnte es für diese Formenvielfalt geben (siehe Bild 2).

In einem anschließenden Unterrichtsgespräch präsentieren die Schüler ihre Ergebnisse. Innerhalb einer entstehenden Diskussion kommen die Schüler selbst zu der Erkenntnis, dass die Form der Knochen von ihrer Funktion abhängig ist, genauso verhält es sich mit den im Knochen gefundenen Strukturen.

2.3.2 Experiment zur Auslösung der anorganischen Salze aus dem Knochen

Legt man Knochenstücke in Salzsäure ein, so werden die anorganischen Salze aus dem Knochen herausgelöst. Es bleiben die organischen Komponenten (vorwiegend Kollagene) zurück. Der Knochen hat zwar noch die gleiche Form aber er ist jetzt flexibel.

Die Schüler arbeiten in 4er Gruppen. Jede Gruppe hat ein Reagenzglas, einen Hühnerknochen und einen Moosgummiblock zur Verfügung.

2.3.3 Experiment zur Auslösung der organischen Komponenten aus dem Knochen

Die Auslösung der organischen Elemente erfolgt im Emailleofen, da dieser die notwendigen Temperaturen erzeugen kann. Bei einer Temperatur von ca. 600°C kommen die Knochen in den Ofen. Es dauert ca. 10 min. bis die Knochen vollständig ausgeglüht sind (Vorsicht gut lüften: starke Rauchentwicklung in den ersten Minuten, starke olfaktorische Belastung während des Experimentes und danach. Nachdem die Knochen ausgeglüht sind werden sie aus dem Ofen geholt und müssen abkühlen. Sind die Knochen abgekühlt bekommt jede Schülergruppe einen Knochen. Die Knochen haben noch ihre alte Form, zerfallen aber bei leichter Druckeinwirkung zu Asche.

2.4 Phase 3: Erarbeitung unterschiedlicher Lösungsvorschläge zur Überbrückung einer Distanz (Modellbau)



Bild3: Konstruktionsmodell

Die Schüler haben in dieser Phase die Aufgabe unterschiedliche Konstruktionsprinzipien zur Überbrückung einer Distanz von 40cm zu entwickeln (siehe Arbeitsanweisung im Anhang 7.1). Dazu steht ihnen einfachgewellter Karton zur Verfügung. In ihren Ausführungen sollen sich die Schüler einerseits an den im Knochen gefundenen Strukturen orientieren, andererseits sollen sie Prinzipien zur Stabilisierung aus der Materialbeschaffenheit ableiten. Wichtiger Bestandteil in dieser Phase ist die Dokumentation der Arbeitsschritte. In dieser Phase sind Fehler erwünscht: die Fehler sollen dokumentiert, analysiert und im nächsten Modell sollen Verbesserungsvorschläge erarbeitet werden. Bild 3 zeigt einen Schüler mit einem sehr gut gelungenen Modell, auf das er, wie man sieht (zu recht) sehr stolz ist.

2.4.1 Methodik

Einzelarbeit. Wichtiger Bestandteil in dieser Phase ist die Dokumentation der Arbeitsschritte und die damit verbundene bewusste Auseinandersetzung mit den eigenen Ideen und Umsetzungen.

2.5 Phase 4: Umsetzung der in Phase 3 gewonnenen Erkenntnisse in einer tragfähigen Brückenkonstruktion (Gruppenarbeit)

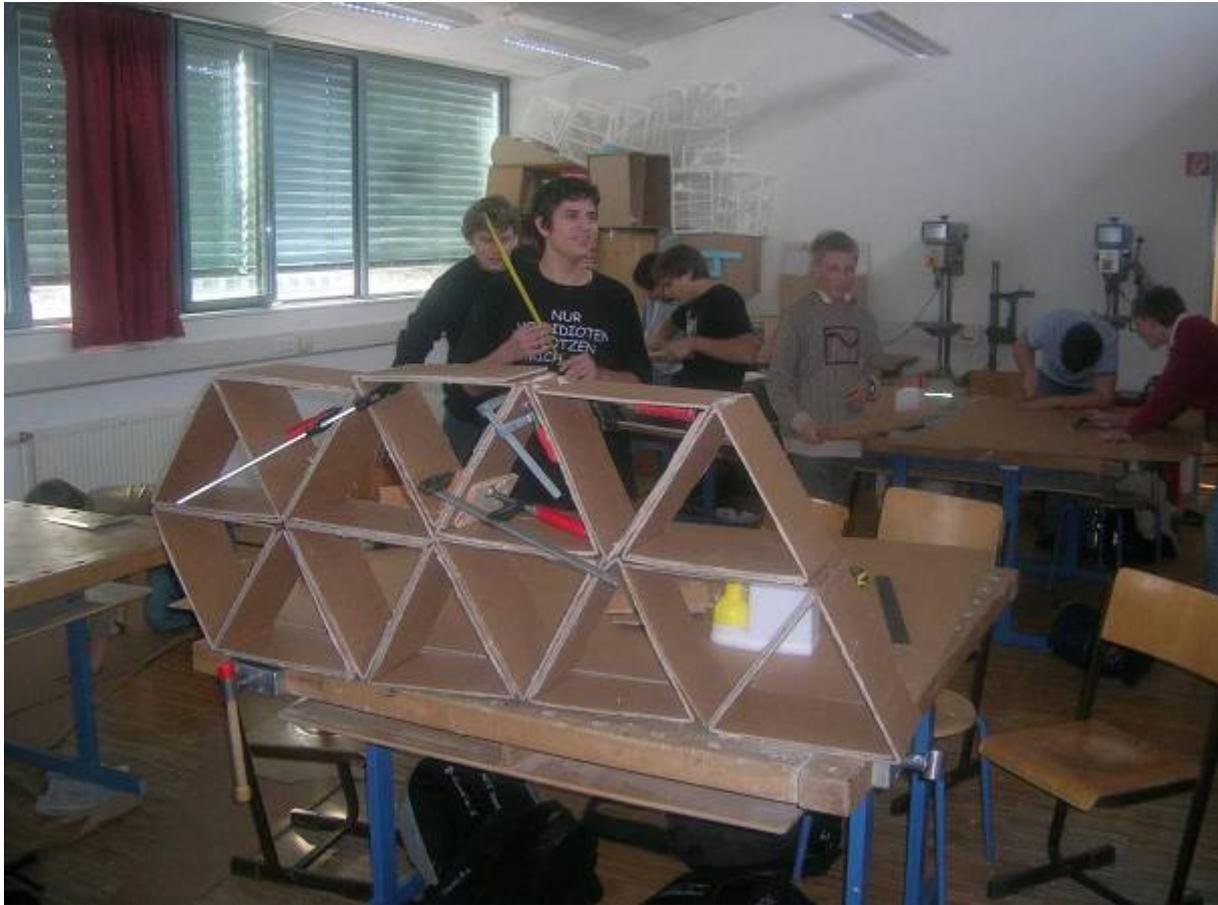


Bild 4: Arbeitsphase an der Brückenkonstruktion der Gruppe „brothers of destruction“

In dieser Phase setzen die Schüler ihre Ideen in einer großen Konstruktion um (siehe Bild 4). Ziel dieser Phase ist eine tragfähige Konstruktion die alle Gruppenmitglieder tragen kann. Den Schülern stehen Kartonplatten aus doppelt gewelltem Wellkarton zur Verfügung.

2.5.1 Methodik

Schüler arbeiten in Kleingruppen (drei 4-er Gruppen, eine 3-er Gruppe). Zu Beginn dieser Phase stellen die Schüler ihre drei Konstruktionsprinzipien der Gruppe vor. Die Gruppe entscheidet sich für eine Konstruktion. Diese Konstruktion wird von der Gruppe gemeinsam in einem Modell verwirklicht. Das Modell soll die Abmessungen 1,5m mal 60 cm haben und eine Dicke von 20 cm nicht überschreiten.

2.5.2 Exkursion zu den Brücken Salzburgs

Nachdem sich die Schüler in Phase 3 intensiv mit der Ableitung entstehender Kräfte in Modellkonstruktionen auseinandergesetzt haben, können sie ihre eigenen Erkenntnisse mit denen eines Fachmanns vergleichen. Dazu haben die Schüler die Möglichkeit bei einer Exkursion zu vier Brücken Salzburgs unter der Leitung von Dipl. Ing. Johann Lienbacher. Johann Lienbacher arbeitet als Zivilingenieur in Salzburg und realisierte unter anderem mit den Architekten Halle 1 den Markatsteg. Die Schüler hatten die Möglichkeit eigene Fragen zu stellen und erarbeiteten ein zuvor erstelltes Arbeitsblatt (siehe Anhang 7.2). Außerdem ermöglichte Johann Lienbacher den Schülern einen groben Einblick in das Berufsfeld eines Statikers.



Bild 5: Dipl. Ing. Johann Lienbacher im Gespräch mit den Schülern

2.6 Phase 5: Erarbeiten einer Brückenkonstruktion, die die ganze Klasse tragen kann (Klassenarbeit)



Bild6: gemeinsames Arbeiten an der Abschlussarbeit

Die ganze Klasse arbeitet gemeinsam an einer großen Brückenkonstruktion die gleichzeitig den Abschluss des Projektes darstellt.

2.6.1 Methodik

Zu Beginn dieser Phase arbeiten diejenigen Schüler am Abschlussprojekt, die schon mit der Arbeit in den Kleingruppen fertig waren. Peu a peu stieg die Zahl der arbeitenden Schüler bis alle in die Klassenarbeit integriert waren. Die Größe und Vielzahl der zu bearbeitenden Teile machte für ein effizientes Arbeiten Arbeitsteilung notwendig. Die Einteilung der Arbeitsgruppen wurde größtenteils von den Schülern selbst vorgenommen. Außerdem konnten die Schüler bei der Erstellung der Einzelteile der Tragbögen Erfahrungen im Bereich der Serienfertigung sammeln.

3 EVALUATION

3.1 Evaluationsarten

Es kamen zwei Fragebögen zum Einsatz: erstens ein Fragebogen zum Verständnis über die Grundlagen der Statik (siehe Anhang 7.3) und zweitens ein sehr ausführlicher Fragebogen zur persönlichen Einstellung der Schüler gegenüber technischen Berufen (siehe Anhang 7.4). Weiters wurden natürlich Ergebnisse und Dokumentationen der praktischen Arbeit in die Evaluation mit einbezogen. Außerdem erfolgte eine freie Schlußevaluation

3.1.1 Durchführung

Die Fragebögen wurden jeweils mittels Eingangstest am Beginn des Projektes und Ausgangstest am Ende des Projektes erhoben.

Die Dokumentation der praktischen Arbeiten erfolgte fortlaufend mittels Photos. Die Dokumentationen der Schüler wurden eingesammelt und ausgewertet.

3.1.1.1 Auswertung

Der Statiktest wurde mittels eines einfachen T-Tests statistisch ausgewertet.

Für die Auswertung des tests zur persönlichen Einstellung wurde jeder Antwort der Schüler ein Zahlenwert zugeteilt. Die Werte von Ein- und Ausgangstest wurden in einer Korrelation statistisch ausgewertet.

Die Ergebnisse der freien Abschlussevaluation wurden in einer Tabelle zusammengefasst.

3.1.2 Ergebnisse und Interpretation

Die fünf Ziele auf Schülerebene:

1. Schüler sollen den Zusammenhang zwischen Knochenmineraldichte und Bewegung erklären können
2. Schüler sollen die Ableitung einfacher statischer Prinzipien aus den im Knochen gefundenen Strukturen selbst erarbeiten
3. Schüler sollen die Hauptbestandteile, aus den Knochen bestehen, kennen
4. Schüler sollen statische Prinzipien bei der praktischen Arbeit Brückenbau aus Wellpappe anwenden
5. Schüler sollen sich mit persönlichen Berufswünschen auseinandersetzen

können nach der Aus- und Bewertung der Fragebögen, der praktischen Arbeiten und der Dokumentationen der Schüler als erreicht angesehen werden.

Das in Ziel eins und drei geforderte Wissen wurde im ersten Fragebogen abgefragt und von fast allen Schülern im Ausgangstest richtig beantwortet.

Die in Ziel zwei geforderte Fähigkeit der Anwendung des in den Experimenten aus Phase zwei erworbenen Wissens auf zu erarbeitende statische Konstruktionen in

Phase drei stellten die Schüler eindrucksvoll durch die Vielfältigkeit der Konstruktionen unter Beweis. (siehe Photos im Anhang).

Alle Gruppen haben eine stabile Brückenkonstruktion geschaffen, welche mindestens alle Gruppenmitglieder zu tragen im Stande war. Außerdem gab die Dokumentation der Arbeitsschritte Auskunft über das Verständnis der Kräfteverteilung und Kraftübertragung in den Brückenkonstruktionen.

Die Auswertung des Fragebogens bzgl. der persönlichen Einstellung zeigte, dass die Berufsvorstellungen der Schüler schon relativ stabil und gefestigt sind.

3.1.2.1 Statiktest

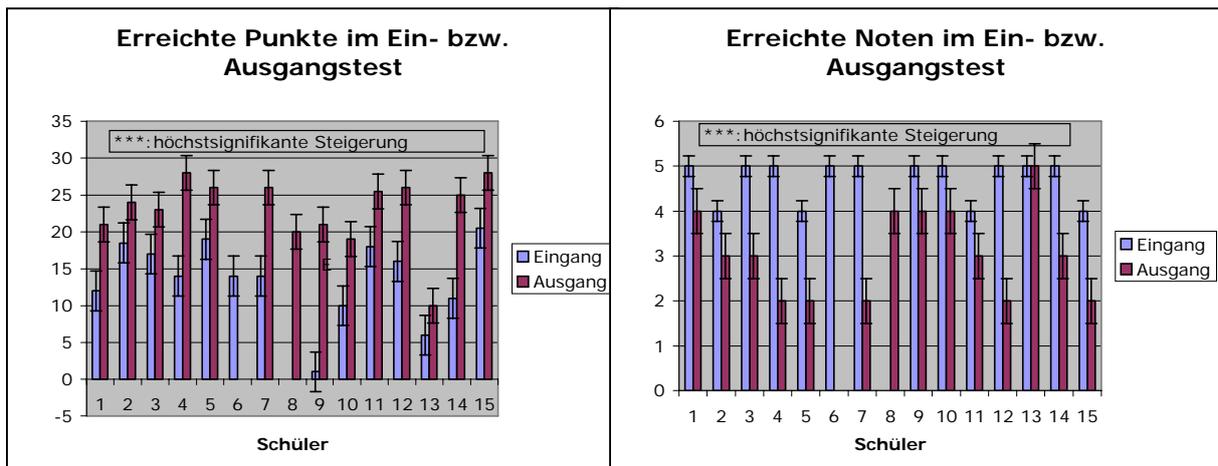


Bild7 :Punktevergleich

Bild8 :Notenvergleich

Die Auswertung des Ein- und Ausgangstests zum Statiktest ergab folgendes Ergebnis. Es kam zu einer höchstsignifikanten Verbesserung bei allen Schülern. Dieses Ergebnis ist zu relativieren: erstens fehlt eine Kontrollgruppe, die zum gleichen Thema nach anderen methodischen Gesichtspunkten unterrichtet wurde. Zweitens wurde der Eingangstest ohne Vorinformation durchgeführt.

Für die Ergebnisse der Untersuchung spricht, daß die Schüler keine Kenntnis über den Zeitpunkt des Ausgangstests hatten und die Inhalte vorher nicht mehr wiederholt wurden.

3.1.2.2 Einstellungstest

Es wurde auch ein Fragebogen zur persönlichen Einstellung gegenüber technischen Berufen durchgeführt. Der Fragebogen ist mit seinen 8 Seiten sehr umfangreich und gibt einen sehr detaillierten Einblick in die Vorstellungen der Schüler. Der Fragebogen wurde anonym und als Eingangs- und Ausgangstest durchgeführt. Über einen Code waren die beiden Tests genau einem Schüler zuzuordnen. Die Auswertung der Tests zeigte, dass ein geringer Zusammenhang zwischen der Einstellung der Schüler zu Beginn und zum Ende des Projektes besteht (Bild9). Bei mehr als 66% der Schüler lässt sich aus den Ergebnissen des Eingangstests zu mehr als 50% auf die des Ausgangstests schließen, d.h. mindestens 71 von 141 Fragen wurden gleich beantwortet. Bei drei Schülern beträgt der Korrelationskoeffizient über 70%.

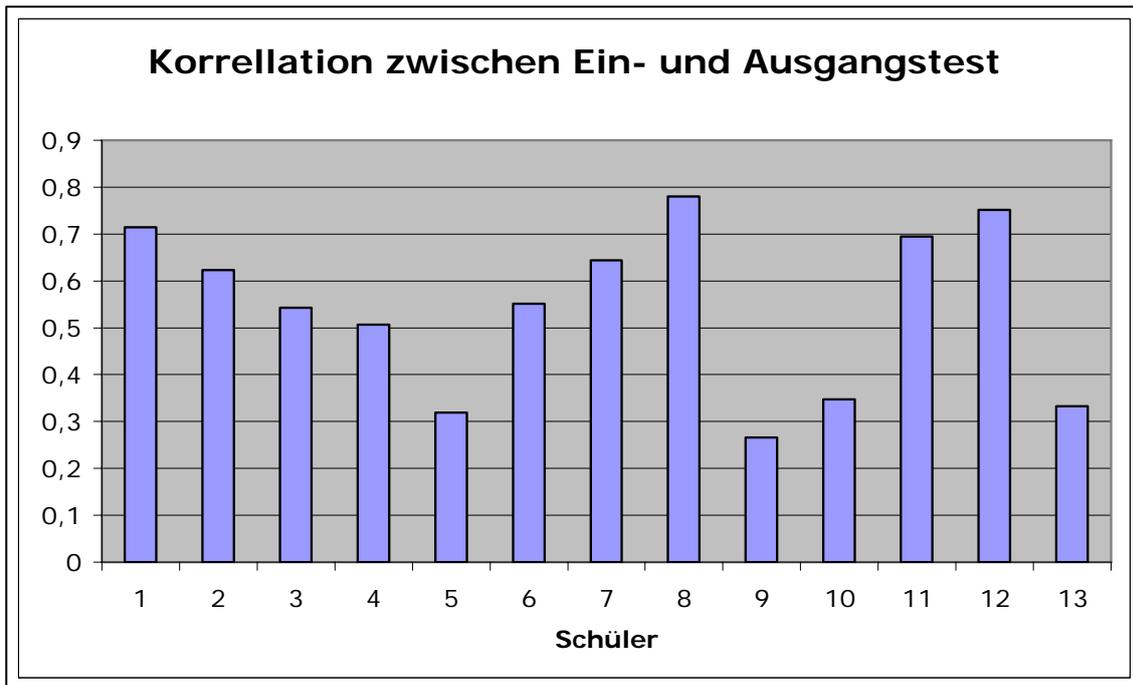


Bild 9: Zusammenhang der Ergebnisse zwischen Ein- und Ausgangstest

Frage 19 des Fragebogens fragte ab, wie interessant Schüler die einzelnen Fächer finden. Im folgenden Diagramm (Bild 10) ist dargestellt wie sich das Interesse am Fach Technisches Werken über den Projektzeitraum entwickelt hat.

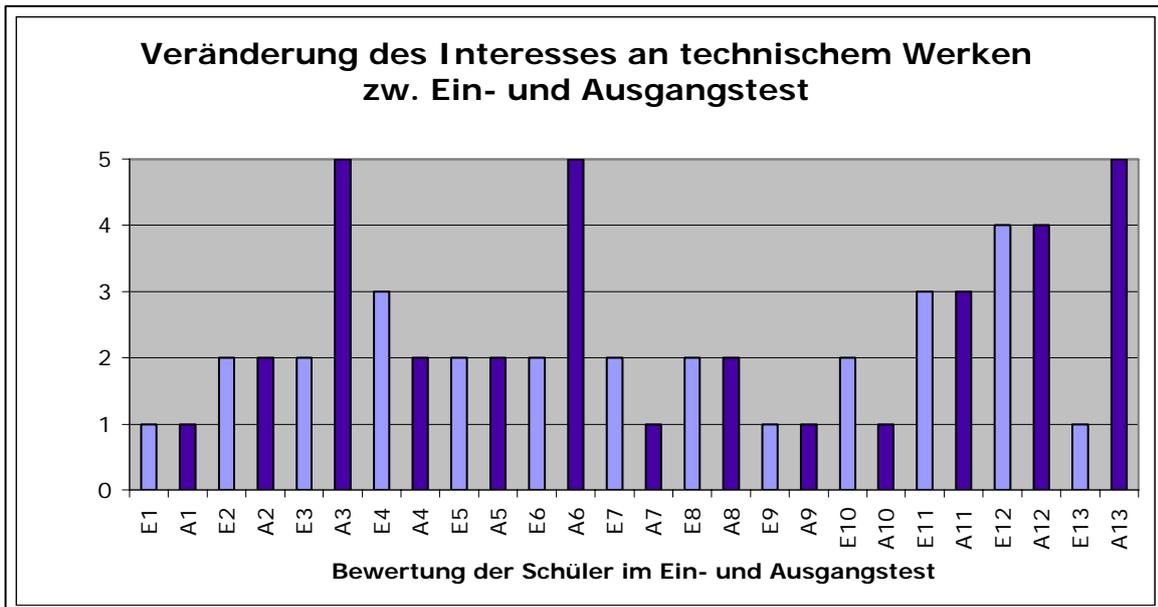


Bild 10: Interesse am Fach Technisches Werken vor und nach dem Projekt

Bei der Mehrzahl der Schüler blieb das Interesse konstant, bei drei Schülern ging es sehr stark zurück, bei zwei Schülern steigerte es sich.

Die Reliabilität der Tests wird in der Interpretation diskutiert.

Bei der Auswertung der Fragebögen fiel auf, dass einige Schüler ganze Seiten Fragen durchgängig gleich beantworteten oder mit ihren Kreuzen Muster in die Fragebögen „zeichneten“. Die Vermutung liegt nahe, dass die Schüler zum Ende hin von der „Flut“ an Fragebögen, Evaluationen und Tests überfordert waren und deshalb die

Fragen nicht mehr ehrlich beantwortet wurden. Deshalb können aus den Ergebnissen nur Tendenzen vermutet werden.

3.1.2.3 Abschlussevaluation

Es wurden zwei Schlussevaluationen durchgeführt: eine freie, anonyme Feedbackrunde bei der die Schüler ihre Gedanken, Kritikpunkte und Erfahrungen zum gesamten Unterrichtsjahr und zum Brückenprojekt beschreiben konnten, und die von IMST vorgeschlagene Abschlussevaluation. Es wurde keine empirische Auswertung der beiden Evaluationen durchgeführt.

In folgender Tabelle sind die wichtigsten Aussagen der einzelnen Schüler zusammengefasst.

Schüler	Brückenprojekt	allgemein	Kritik	Bogen
1	voll gezaht	lustig und chillig	Klassenbucheintragung	voll gezaht
2	sehr gut bis gut	sehr gut		
3	gut gefallen	sehr locker, sehr interessant	Einbruch der Brücke	
4	ok, aber nicht lustig	cool		vor allem cool
5	sehr interessant	sehr lustig	strenger sein mit Konsequenzen	
6			ungeduldig, launisch, planlos, Namensgedächtnis	
7	ok, nicht so interessant wie Bogen	gut, sehr locker	etwas zu locker, mehr Planung	siehe Brücke
8	gefallen, was anderes besser	lustig, chillig	Tests: schlecht erklärt	
9	zu lang	heiter, lustig	mehr Autorität	
10	ok	ok	bessere Vorbereitung, zu Hause ausprobieren	
11		Es war schön! Danke		
12		Es war nett mit ihnen		
13		guter Lehrer	strenger sein mit Konsequenzen	
14		sehr gut fürs erste Jahr	besser zuhören	

Bild 11: stichwortartige Zusammenfassung der freien Schlussevaluation

Manche Schüler äußerten sich nicht zum Brückenprojekt. Manche Schüler schrieben nur einen Satz. Das Brückenprojekt wurde durchwegs gut bewertet. Auffallend ist eine durchgängige Bewertung des Unterrichts als lustig und locker in Verbindung mit dem Wunsch nach mehr Strenge und Konsequenz.

Diese Art der freien Schlussevaluation ist für mich am aufschlussreichsten, allerdings muss ich auch sagen, dass die Schüler die Möglichkeit frei zu schreiben wahrnehmen und direkt formulierte Kritiken oftmals bis ins Mark gehen. Die Kritiken sind in den meisten Fällen höchst konstruktiv und ich werde versuchen Strategien zu erarbeiten einiges davon umzusetzen.

4 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Ergebnisse des Projektes wurden bereits in zwei Ausstellungen präsentiert. Erstens bei der Neueröffnung der Abteilung 13 (BE, TEC, TEX) des Mozarteum Salzburg und zweitens in einer schulinternen Ausstellung, die von den Schülern organisiert wurde. Die Schüler erstellten für die Ausstellung Flipcharts in den Kleingruppen, in denen sie die Brückenmodelle entwickelt haben.



Bild 12: Schulinterne Ausstellung

5 REFLEXION UND AUSBLICK

Zusammenfassend lässt sich über das gelaufene Projekt sagen, dass ich sehr dankbar dafür bin, dieses Projekt durchgeführt haben zu können. Es war mit Sicherheit nicht immer einfach für die Schüler mit Motivation und Engagement so lange bei der Sache zu bleiben. An dieser Stelle sei den Schülern der Klasse 4d gedankt für ihren Arbeitseifer und ihr Durchhaltevermögen.

5.1 Interpretation der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der jeweiligen Projektphasen hinsichtlich des Erreichens der gestellten Lernaufgaben beleuchtet.

5.1.1 Modellarbeiten und Knochenanalyse

Die Ergebnisse der Schülerarbeiten aus Phase 1-3 sprechen eine deutliche Sprache. Die Vielfältigkeit der gefundenen Lösungsvorschläge zeigt, dass sich die Schüler intensiv mit dem Thema befasst haben.



Bild13: verschiedene Brückenmodelle

Die Dokumentation des Arbeitsprozesses der Schüler fiel sehr unterschiedlich aus. Es wäre sicher sinnvoll gewesen eine beispielhafte Dokumentation in Anlehnung an die Durchführung eines Experimentes (siehe 2.1.1) durchzuführen. Da eine derartige Dokumentation ausblieb, kann sie auch nicht von allen Schülern verlangt werden. Bei

der Durchführung ähnlicher Folgeprojekte wird ein verstärktes Augenmerk auf die richtige und wichtige Dokumentation gelegt werden.

5.1.2 Brückenkonstruktionen

Die von den Schülern in Kleingruppen erarbeiteten Brückenkonstruktionen können sich sowohl hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit als auch hinsichtlich ihrer Konstruktionen sehen lassen. Alle Brücken waren im Stande alle Gruppenmitglieder (ca.250kg) über eine Distanz von 1,4m zu tragen. In der Ausführung kamen zwei gänzlich unterschiedliche Konstruktionsprinzipien zum Einsatz. Die Erwartungen in das Ergebnis der Schülerarbeiten wurden mit diesem guten Ergebnis übertroffen.

5.1.3 Abschlussarbeit

Bei der Abschlussarbeit legten die Schüler einen fast ungeteilten Arbeitseifer an den Tag. In Ausführung, Konstruktion, Arbeitsteilung und Serienfertigung bedurfte es einiger Unterstützung durch die Lehrkraft. Die Durchführung einer abschliessenden Gemeinschaftsarbeit war für das gesamte Projekt als gemeinschaftlicher Höhepunkt wichtig, der in der schulinternen Ausstellung und der gemeinsamen Zerstörung der Brücke gipfelte.

Die gemeinschaftliche Zerstörung setzte einen klaren Schlusspunkt. Als unbefriedigend empfanden alle Beteiligten das Zusammenbrechen der Brücke unmittelbar nach der Fertigstellung, das wahrscheinlich auf die zu geringe Aushärtung des Leimes zurückzuführen ist.

5.1.4 Evaluationen

Die Interpretation der Ergebnisse der verschiedenen Evaluationen wurden schon früher (unter 3. Evaluation) besprochen.

5.2 Ausblicke

Die während des Projektes gewonnenen Erkenntnisse werden mich in meiner Laufbahn als Lehrer noch lange begleiten und unterstützen. Es ist vor allem der Wechsel der Unterrichtsformen, der die Arbeit sowohl auf Lehrer wie auf Schülerseite immer wieder interessant und abwechslungsreich machte. Die Vertiefung forschenden Lernens im Werkstättenbetrieb könnte Inhalt eines Folgeprojektes sein.

Die dem Projekt zugrundeliegende Idee wissenschaftliches Arbeiten auf gestalterische Prozesse anzuwenden und in gestalterischen Prozessen offenzulegen und damit analytisches Denken zu provozieren, soll hauptsächlichlicher Inhalt meiner weiteren Arbeit sein.

6 LITERATUR

BÜNNING, Frank (2004). Experimentierendes Lernen in der Bau und Holztechnik. Bielefeld. Bertelsmann.

SCHWAMEDER, Hermann (2005). Unveröffentlichtes Skript zur Vorlesung allgemeine Biomechanik am Interfakultären Fachbereich Sportwissenschaften.

STUKENKEMPER, Bastian (2007). Die didaktische Aufbereitung der Werkstoffe Holz und Kunststoff in der Werkpädagogik. Diplomarbeit. Mozarteum Salzburg.