

# **SELBSTSTÄNDIGES ARBEITEN MIT DEM LAPTOP IM MATHEMATIKUNTERRICHT**

**Mag.Mag.Dr. Arntraud Bacher**

**HTL Bau und Kunst, Trenkwaldstr. 2, Innsbruck  
Institut für Astrophysik, Universität Innsbruck**

Innsbruck, 2003

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1</b> <b>NOTEBOOK-KLASSEN</b> .....	<b>4</b>
1.1    Vorteile von Notebooks im Schulunterricht.....	4
1.2    Probleme beim Einsatz von Notebooks .....	5
<b>2</b> <b>WAHRSCHEINLICHKEITSRECHNUNG</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b> <b>DER WEBQUEST</b> .....	<b>7</b>
3.1    Der WebQuest – eine allgemeine Beschreibung .....	7
3.2    Der WebQuest zur Wahrscheinlichkeitsrechnung .....	8
<b>4</b> <b>DIE BEOBACHTUNGEN WÄHREND DER DURCHFÜHRUNG DES WEBQUESTS</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b> <b>DIE LÖSUNG DER AUFGABEN DURCH DIE SCHÜLER</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b> <b>DIE AUSWERTUNG DES FRAGEBOGENS AM ENDE DES WEBQUESTS</b>	<b>11</b>
6.1    Frage 1: Wie hat Dir das selbständige Arbeiten am PC gefallen? Was sind Vorteile, was Nachteile dieser Arbeitsform? .....	11
6.2    Frage 2: Welche Vorschläge hast Du für das zukünftige Arbeiten mit dem PC im Mathematikunterricht? .....	12
6.3    Frage 3: Was war schwierig bei der Bearbeitung der Aufgaben, was ist Dir leicht gefallen? .....	13
6.4    Frage 4: Was sagst Du zu der Formulierung der Aufgabenstellungen? Was sollte in Zukunft anders gemacht werden? .....	13
6.5    Frage 5: Was hast Du für den Umgang mit Excel profitiert? Was kannst Du jetzt (besser)?.....	14
6.6    Frage 6: Weitere Bemerkungen: .....	14

<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>15</b>

# ABSTRACT

*Die folgende Studie beschreibt einen WebQuest zur Wahrscheinlichkeitsrechnung, welcher in einer Notebook-Klasse (4. Klasse) der HTL Bau und Kunst in Innsbruck durchgeführt wurde. Die Unterrichtsmethode „WebQuest“ wurde als Vorschlag entwickelt, um den Computer und das Internet in der Schule sinnvoll einzusetzen.*

*Es werden allgemeine Informationen zum WebQuest gegeben, sowie der durchgeführte WebQuest genauer beschrieben. Anschließend wird beschrieben, wie die Schüler/-innen die Aufgaben gelöst haben. Den Abschluss bildet die Auswertung eines Fragebogens mit offenen Fragen, welchen die Schüler/-innen nach der Durchführung des WebQuests beantworteten.*

Die Studie besteht aus mehreren Kapiteln. Zuerst wird allgemein über Notebook-Klassen, die Verwendung des PC im Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung sowie die Unterrichtsmethode „WebQuest“ besprochen. Danach folgt eine Beschreibung des WebQuest-Ablaufs in meiner Klasse, der Lösung der Aufgaben durch die Schüler und Schülerinnen, sowie die Auswertung des Fragebogens, welcher am Ende des WebQuests ausgeteilt wurde. Am Schluss werden die wichtigsten Inhalte noch einmal zusammengefasst.

Im folgenden sind alle Personenbezeichnungen wie Schüler, Lehrer, etc. geschlechtsneutral zu verstehen. Auf Schreibweisen wie „SchülerInnen“ oder „Schüler und Schülerinnen“ wird aus Gründen der Lesbarkeit verzichtet.

## 1 NOTEBOOK-KLASSEN

Seit wenigen Jahren werden an verschiedenen österreichischen Schulen einzelne Klassen als sogenannte Notebook-Klassen geführt. Das Zentrum für Bildung und Medien der Donau-Universität Krems hat über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr (12/2000 – 02/2002) Notebook-Klassen in Österreich beobachtet und Daten durch Fragebögen und Interviews erhoben. Die Ergebnisse sind in einem 180-seitigen Bericht (Kysela-Schiemer & Bratengeyer 2002) dargestellt.

Ich möchte an dieser Stelle kurz die Ideen, welche hinter Notebook-Klassen stecken, sowie die Erfahrungen bisher zusammenfassen.

### 1.1 Vorteile von Notebooks im Schulunterricht

Der Personal Computer (PC) beherrscht immer mehr unseren Alltag. Nahezu überall wird am PC gearbeitet. Fast jede Kasse in einem Geschäft läuft computergesteuert, Ämter stellen auf Online-Verfahren um, usw. Vor ca. 15 Jahren wurde Informatik als

einjähriges Pflichtfach in der Oberstufe eingeführt, heute wird es schon in der Unterstufe unterrichtet, bald wahrscheinlich in der Volksschule.

Mit den Notebook-Klassen ändert sich der PC-Einsatz dahingehend, dass nicht nur während der Informatik-Stunden am PC gearbeitet wird, sondern auch in anderen Schulfächern, sofern es dort sinnvoll ist. Es ist also dem Lehrer möglich, ohne viel organisatorischen Aufwand, wie z.B. PC-Raum reservieren, die Verwendung vom PC in seinem Unterricht einzubauen. Er kann den PC genau in dieser Stunde einzusetzen, in welcher es vom Stoff her sinnvoll ist und nicht dann, wenn der PC-Raum frei ist.

Schüler lernen dabei in vielen Fächern, den PC einzusetzen und lernen somit viele Anwendungen, z.B. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, usw. Bei der Durchführung eines Projekts, wird häufig das Internet zur Recherche einbezogen. Zum Abschluss des Projekts wird gerne eine Präsentationssoftware verwendet, d.h. eine weitere Anwendung des PC eingebunden.

## **1.2 Probleme beim Einsatz von Notebooks**

Es ist jedoch nicht alles so rosig, wie es aussieht. Gerade das Internet bereitet große Probleme. Ist dessen Einsatz gut vorbereitet, wird den Schülern die Problematik der Informationsfülle im Internet und die Frage nach der Verlässlichkeit von Quellen nähergebracht, anderenfalls kann das Projekt fehlschlagen, da die Schüler möglicherweise falsche Aussagen aus dem Internet herunterladen und diese Unwahrheiten dann weitergeben. Es ergibt sich also für den Lehrer ein zusätzlicher Arbeitsaufwand, wenn er das Internet sinnvoll einsetzen will. Bücher und Zeitschriften beinhalten eine bedeutend geringere Anzahl an Fehlinformationen.

Hat man früher noch den Inhalt von Referaten aus Büchern zusammengefasst, so verleitet die Recherche im Internet auch dazu, das Vorgefundene durch „copy and paste“ einzubinden. Es verkürzt sicherlich die Arbeitszeit des Schülers, jedoch geht auch der didaktische Grundgedanke des eigenständigen Verfassens eines Referats, Berichts etc. verloren.

Stellen wir uns eine Klasse mit 25 bis 30 Schülern vor, jeder starrt auf das Notebook vor sich. Der Lehrer zeigt am Lehrer-PC über den Beamer an die Wand projiziert eine Anwendung vor. Kann er sicher sein, dass alle Schüler ihm wirklich folgen und dieselbe Anwendung am eigenen Notebook wiederholen? Ist es nicht möglich, dass einige Schüler durch das Internet abgelenkt werden? Vielleicht chattet ein Schüler gerade mit einem Schüler in einer anderen Notebook-Klasse? Vielleicht spielt ein anderer Schüler Minesweeper? Das Notebook bietet also dem Schüler neue Möglichkeiten, vom Unterricht abgelenkt zu werden.

Noch nicht angesprochen wurden bis jetzt die Anschaffung und Wartung des Notebooks. Zwar sind die Eltern verpflichtet, die Unterrichtsmittel für ihre Kinder bereitzustellen, jedoch übersteigt ein Notebook, welches mindestens 1500 Euro kostet, den Rahmen. Deshalb werden die Notebooks teilweise durch den Elternverein mitfinanziert. Wenn die Notebooks nur in der Schule verwendet werden, dann ist ein sicherer Aufbewahrungsort notwendig. Werden sie auch für die Hausübungen benötigt, so steigt das Gewicht der Schultasche um einige Kilogramm. Muss ein Notebook repa-

riert werden, so steht dem betroffenen Schüler ein Ersatzgerät zur Verfügung. Es bleibt zu hoffen, dass nicht zu viele Notebooks zur selben Zeit kaputt gehen, da dann ein Einsatz im Schulunterricht für die betroffenen Schüler zu Benachteiligungen führt. In diesem Zusammenhang wird den Schülern jedoch sicherlich schnell die Wichtigkeit von Backups klar.

## 2 WAHRSCHEINLICHKEITSRECHNUNG

Die Kombinatorik bzw. die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung sollen laut Lehrplan in der 2. Klasse HTL Hochbau durchgenommen werden. Wenige Kapitel der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik sind im Lehrplan der 4. Klasse HTL Hochbau vorgesehen. Diese sind: Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowie Prinzip der Parameterabschätzung und Signifikanzprüfung. Ich entschloss mich, nach einer Wiederholung des Stoffes der 2. Klasse die beiden Wahrscheinlichkeitsverteilungen Binomialverteilung und Hypergeometrische Verteilung durchzunehmen. Aufgrund von Zeitknappheit musste die Normalverteilung gestrichen werden. Es wäre auch zeitlich nicht möglich gewesen, die Hypergeometrische Verteilung zu streichen und die Normalverteilung stattdessen durchzunehmen. Der Unterschied zwischen Binomialverteilung und Hypergeometrischer Verteilung besteht bekanntlich darin, dass bei der ersteren alle Versuche unter denselben Voraussetzungen durchgeführt werden müssen, bei der letzteren nicht. Beides sind jedoch diskrete Verteilungen. Für die Normalverteilung hätte das Konzept der kontinuierlichen Verteilung eingeführt werden müssen, was viel mehr Zeit in Anspruch genommen hätte als eine weitere diskrete Verteilung durchzunehmen.

Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen eignen sich meiner Ansicht nach sehr gut, um einen arbeitersparenden Einsatz des Computers zu zeigen. Dies möchte ich im folgenden kurz erläutern. Die Berechnung der Verteilungsfunktion  $B$  und der Wahrscheinlichkeitsfunktion  $b$  der Binomialverteilung erfolgt nach folgenden Formeln:

$$B(n; x; p) = \sum_{i=0}^x b(n; i; p), \text{ wobei } b(n; x; p) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}.$$

Die Variable  $n$  entspricht der Anzahl der Versuche,  $x$  der Anzahl der Erfolge und  $p$  der Wahrscheinlichkeit, mit der ein bestimmtes Ereignis eintritt. Zur Erklärung ein Beispiel:

Will man die Wahrscheinlichkeit berechnen, dass bei 10 Würfeln mit einem ungezinkten Würfel genau viermal die Zahl 6 gewürfelt wird, so berechnet man  $b(10; 4; \frac{1}{6})$ . Will

man hingegen wissen, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass man bei derselben Anzahl von Würfeln höchstens viermal die Zahl 6 würfelt, so benötigt man die Wahrscheinlichkeit, dass kein 6er geworfen wurde, plus der Wahrscheinlichkeit, dass genau ein 6er geworfen wurde, plus usw. plus, dass genau vier 6er geworfen wurden. Man berechnet also:

$$B(10;4;\frac{1}{6}) = \sum_{i=0}^4 b(10;i;\frac{1}{6}) = b(10;0;\frac{1}{6}) + b(10;1;\frac{1}{6}) + b(10;2;\frac{1}{6}) + b(10;3;\frac{1}{6}) + b(10;4;\frac{1}{6})$$

Diese Aufgabe lässt sich mit relativ wenig Aufwand von Hand bzw. mit einem Taschenrechner lösen. Steigen jedoch die Zahlen für  $n$  und  $x$ , z.B.  $n=1000$  und  $x=440$ , so vergrößert sich die benötigte Zeit zur Lösung der Aufgabe drastisch. Das Programm Microsoft Excel (im Folgenden immer als „Excel“ bezeichnet) verfügt über Funktionen, mit denen sowohl die Wahrscheinlichkeitsfunktion als auch die Verteilungsfunktionen schnell berechnet werden kann.

### 3 DER WEBQUEST

Der WebQuest ist eine Möglichkeit für einen gezielten Einsatz des PC im Schulunterricht. Ein WebQuest kann definiert werden als Unterrichtseinheit, bei der Fragestellungen mithilfe des Webs erforscht werden (to quest (engl.) = suchen, erforschen).

Im folgenden wird nun der WebQuest allgemein vorgestellt und dann speziell der von mir im Unterricht verwendete.

#### 3.1 Der WebQuest – eine allgemeine Beschreibung

Die folgenden Informationen zum WebQuest stammen von der Web-Quest-Page der San Diego State University (<http://webquest.sdsu.edu/>).

Der Idee des WebQuest wurde mit dem Hintergedanken entwickelt, den Lehrern und Schülern eine Anwendungsmöglichkeit des Internets im Unterrichts zu bieten. Die Zahl der Schulen, welche mit dem Internet verbunden sind, steigt rasant. Die Notwendigkeit von Möglichkeiten für den sinnvollen Einsatz von neuen Medien allgemein und dem Internet speziell im Unterricht wird laut.

Es wird unterschieden zwischen WebQuests, die auf kurze Zeit und solche, die auf längere Zeit ausgelegt sind. WebQuests erstgenannter Art haben das Ziel, neues Wissen zu vermitteln, während die für längere Zeit geplanten WebQuests noch zusätzlich ein Erweitern und Verfeinern des Wissens beabsichtigen.

Ein WebQuest sollte aus mehreren Teilen bestehen, welche unten aufgelistet und erklärt werden. Ein Vorhandensein dieser ermöglicht ein gezieltes Verwenden des Internets bzw. Online-Informationen.

- ✓ **Einleitung:** Kurze Darstellung über das behandelte Thema.
- ✓ **Aufgaben:** Aufgaben, welche erledigt werden sollen.
- ✓ **Informationsquellen:** Angabe von Quellen, die benötigt werden, um die Aufgaben zu lösen. Wird das Internet eingesetzt, so sollten Links zu einschlägigen Seiten angegeben werden. Es soll vermieden werden, dass die Schüler

Suchmaschinen verwenden und dadurch evtl. Seiten finden, deren Inhalt nicht korrekt ist.

- ✓ **Führung durch den Lernprozess:** Einteilung der Lösung der Aufgaben in Schritte.
- ✓ **Anleitung zur Einordnung der erhaltenen Informationen:** Diese können Leitfragen sein, sowie Zeitachsen, Ideenplan, Ursache-Wirkung-Diagramme, usw. Ob und in welcher Form solche Anleitungen eingebaut werden hängt vom Thema ab.
- ✓ **Abschluss:** Der Abschluss kann aus Präsentationen bestehen. In jedem Fall sollte dem Benutzer kurz klar gemacht werden, was er gelernt hat.

## 3.2 Der WebQuest zur Wahrscheinlichkeitsrechnung

Der WebQuest, welcher von mir geplant und durchgeführt wurde, war für kurze Zeit ausgelegt. Als Hauptgrund für die Wahl dieser Art ist die Tatsache zu nennen, dass diese Arbeitsform sowohl für mich als auch für die Schüler unbekannt war.

Außerdem wurde die Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht ausschließlich im WebQuest behandelt, sondern teilweise vorher im Unterricht ohne Computer. Dadurch war es möglich, Aufgaben zu einem Thema zu stellen, welches bereits durchgenommen wurde, sowie die Schüler ein neues Thema erarbeiten zu lassen, welches im Zusammenhang mit dem vorigen steht. Es konnte also getestet werden, wie die Schüler darauf reagieren, ein Thema teilweise bzw. vollständig selbst zu erarbeiten.

Die Schüler konnten via Internet auf den WebQuest zugreifen. Wäre ein Internetzugang nicht vorhanden gewesen, so hätte man die Dateien lokal auf dem Lehrer-PC lagern können und die Schüler hätten über das klasseninterne Netzwerk darauf zugreifen können.

Die schriftliche Einleitung im WebQuest fiel sehr kurz aus, da die Schüler mündlich von mir auf diese Methode vorbereitet wurden. Da vorher im Unterricht bereits die Binomialverteilung durchgenommen wurde, ist der WebQuest eine Weiterführung des Stoffes und nicht ein Einstieg in ein neues Thema.

Als Material (Informationsquellen) wurden den Schülern das Schulbuch, das Schulübungsheft und die Hilfe von Excel genannt. Außerdem wurden die relevanten Excel-Befehle aufgelistet, damit nicht unnötig viel Zeit damit verschwendet wird, Befehle zu suchen.

Die Aufgaben, welche die Schüler zu lösen hatten, stammten aus den Bereichen Kombinatorik, Binomialverteilung und Hypergeometrische Verteilung. Die beiden erstgenannten Themen wurden vor dem Einsatz des Laptops von mir an der Tafel vorgestellt. Die Hypergeometrische Verteilung musste sich die Schüler selbst erarbeiten. Die Verwendung der Excel-Funktionen wurde jedoch nicht im Unterricht durch besprochen, d.h. für die ersten beiden Bereiche bezog sich das selbständige Arbeiten auf die Excel-Funktionen, beim dritten Bereich auf das Stoffgebiet und die Excel-

Funktion. Es werden nun die Aufgaben aufgeführt und falls nötig Kommentare dazu abgegeben.

*Aufgabe 1: Bei der Berechnung der Fakultät einer Zahl, hat der Taschenrechner als obere Grenze die Zahl 69. Also, 69! kann er noch berechnen, 70! nicht mehr. Finde die obere Grenze für Excel!*

*Aufgabe 2: Lies den Hilfetext zur Funktion BINOMVERT durch. Was erhältst Du, wenn KUMULIERT mit FALSCH angegeben wurde? Was, wenn KUMULIERT mit WAHR angegeben wurde?*

*Aufgabe 3: Löse zwei Beispiele Deiner Wahl aus dem Schulbuch (zwischen Nr. 132 und Nr. 137).*

*Aufgabe 4: Lies den Hilfetext zur Funktion HYPERGEOMVERT durch und löse Bsp. 140 aus dem Schulbuch.*

Vor Aufgabe 2 bzw. 4 wurde die Binomialverteilung bzw. die Hypergeometrische Verteilung kurz erklärt. Dazu wurde angegeben, unter welchen Voraussetzungen die eine bzw. andere Verteilung verwendet wird. Zur Anschaulichkeit wurde ein Beispiel angegeben.

Aufgrund der geringen Zeit, welche für die Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Verfügung stand, konnten nicht tiefer in die Materie eingedrungen werden, z.B. wurde nicht durchgenommen, unter welchen Voraussetzungen die Hypergeometrische Verteilung durch die Binomialverteilung angenähert werden kann. Den Abschluss bildete ein gedruckter Fragebogen mit offenen Fragen.

Die Excel-Blätter mit den gelösten Aufgaben wurden von den Schülern auf dem Lehrer-PC abgespeichert und von mir dann auf Diskette nach Hause mit genommen. Einige schickten mir die Lösungen auch per Email.

Bei der Schularbeit, die nach Abschluss des WebQuests stattfand, wurde eine Aufgabe zum Thema ‚Wahrscheinlichkeitsrechnung‘ gestellt, wobei die Schüler den Computer verwenden durften. Die Aufgabe war jedoch so gestellt, dass diese auch mit dem Taschenrechner lösbar war, damit – falls ein Computer ausfiel – diese doch noch gelöst werden konnte. Da während der Schularbeit die Computer vom Netz genommen wurden, mussten die Schüler im Schularbeitenheft den Lösungsweg dokumentieren. Sie wurden aufgefordert, anzugeben, welche Werte sie für die Argumente (Zahl\_Erfolge, Versuche, etc.) eingesetzt haben.

## **4 DIE BEOBACHTUNGEN WÄHREND DER DURCHFÜHRUNG DES WEBQUESTS**

Der WebQuest war darauf ausgelegt, dass er in vier Schulstunden durchgeführt wurde. Die Einleitung bzw. die Besprechung des Stoffes ohne PC ist in diese Zeit nicht eingerechnet und hat ebenfalls ca. vier Schulstunden betragen.

Während die Schüler am Laptop arbeiteten, war ich im Klassenzimmer anwesend und stand für Fragen zur Verfügung. Da alle Schüler den Laptop schon das zweite Jahr verwendeten, gab es so gut wie keine Frage, die sich auf die Verwendung von Excel bezog. Die Schüler waren mit dem Starten der Hilfe vertraut, sowie mit dem Einsatz von Funktionen.

Da der Laptop nicht in allen Schulfächern verwendet wurde, kam es vor, dass manche Schüler ihr Gerät zu Hause vergaßen. Außerdem war während des WebQuests ein Gerät in Reparatur. Die betroffene Schülerin arbeitete am Lehrer-PC. So war es also nie der Fall, dass jeder Schüler am eigenen Gerät arbeiten konnte.

Zur Kontrolle konsultierten die Schüler das Lehrer-Exemplar des Lösungshefts. Die Schüler selbst hatten sich keines zugelegt.

## 5 DIE LÖSUNG DER AUFGABEN DURCH DIE SCHÜLER

Die erste Aufgabe, bei welcher die obere Grenze von Excel zur Bestimmung der Fakultät herauszufinden war, wurde von allen Schülern richtig gelöst.

Die zweite Aufgabe war eher theoretisch. Es sollte herausgefunden werden, welche Funktion man erhält, wenn man für das Argument KUMULIERT wahr bzw. falsch eingibt. Nur zwei Schüler hatten als Antwort „Verteilungsfunktion“ bzw. „Wahrscheinlichkeitsfunktion“ geschrieben. Drei weitere Schüler nannten statt den Funktionsnamen, die Bezeichnung der Funktion in der Schulübung, „B“ bzw. „b“. Diese Schüler haben wahrscheinlich ihre Lösungen mit dem Hot-Potatoes-Quiz überprüft, da dort die Frage gestellt wurde: "Mit welchem Buchstaben wurde in der Schulübung die Funktion bezeichnet, welche man erhält, wenn man KUMULIERT mit FALSCH bzw. WAHR eingibt?"

Die anderen Schüler haben die beiden Funktionen umschrieben. Es soll an dieser Stelle angemerkt werden, dass sowohl in der Schulübung als auch bei einleitenden Text zur Binomialverteilung im WebQuest selbst die beiden Funktionsnamen angeführt wurden.

Als dritte Aufgabe waren Beispiele zu lösen. Manche lösten weniger als gefordert, die meisten jedoch die in der Aufgabenstellung genannte Anzahl. Die Lösung war bei allen richtig. Diese Tatsache ist nicht weiter verwunderlich, da die Schüler ja während der Schulstunde ihre Lösungen mit dem Lehrer-Exemplar des Lösungsheftes verglichen haben.

Manche haben länger für die Lösung der ersten drei Aufgaben gebraucht und dadurch konnten sie sich nicht mehr ausreichend mit der vierten Aufgabe befassen.<sup>1</sup> Diejenigen Schüler, welche noch Zeit zur Bearbeitung für diese Aufgabe hatten, lösten sie korrekt.

---

<sup>1</sup> Vor der Schularbeit fand noch eine Übungsstunde statt, in welcher die Schüler Beispiele aus dem Schulbuch lösen sollten. Es bestand also noch die Möglichkeit, Informationen, welche zum Zeitpunkt des WebQuests nicht erhalten wurden, später noch zu erfahren.

Die Arten der Lösung der Aufgaben 3 und 4 lassen sich in zwei Kategorien einteilen. So haben viele Schüler nur die Excel-Funktion aufgerufen und die Werte eingetippt, andere haben zuerst die Werte in Zellen getippt und dokumentiert und diese durch Zellbezüge in die Formel eingebunden. Ich habe am Anfang des WebQuests die Schüler gebeten, die zweite Art der Lösung zu verwenden. Die Dokumentation der Werte, welche in Zellen standen, fiel individuell aus<sup>2</sup>. Es wurden sowohl die Namen der Excel-Argumente wie auch die Variablen aus den Formeln dazu verwendet. Ob diejenigen Schüler, welche die erste Art der Lösung anwendeten, sich Gedanken darüber machten, welche Zahl in welches Argument eingesetzt werden sollte, lässt sich nicht feststellen.

Vergleicht man das Ergebnis der Schularbeit mit den Excel-Blättern des WebQuests, so kann man sagen, dass diejenigen Schüler, welche die zweite Art der Lösung verwendet haben, auch bei der Schularbeit die Aufgaben richtig lösten. Fehler machten hauptsächlich diejenigen Schüler, welche die erste Art der Lösung verwendeten.

Es ist auch zu erwähnen, dass während des WebQuests keine Hausübungen gegeben wurden. Da die meisten Schüler höchstens die Hausübungen erledigten, selten sich mehr Zeit als gefordert für Mathematik nahmen<sup>3</sup>, haben sie sich wahrscheinlich „nur“ während der Mathematikstunden und zur Vorbereitung der Schularbeit mit dem Thema beschäftigt. Wahrscheinlich hätten Hausübungen den Lernerfolg erhöht.

## **6 DIE AUSWERTUNG DES FRAGEBOGENS AM ENDE DES WEBQUESTS**

Es wird nun die Auswertung des Fragebogens, welche am Ende des WebQuests den Schüler ausgeteilt wurde, beschrieben. Leider wurden von zwei Schülern keine Antworten erhalten. Es werden keine quantitativen, sondern nur qualitative Aussagen gemacht.

Die Schülerantworten werden nun teilweise als Zitate und teilweise als sinnerhaltende Zusammenfassung wiedergegeben. Die Auflistungen erfolgen ohne Gewichtung.

### **6.1 Frage 1: Wie hat Dir das selbständige Arbeiten am PC gefallen? Was sind Vorteile, was Nachteile dieser Arbeitsform?**

Den Schülern hat das selbständige Arbeiten am PC gut gefallen. Sie sehen sowohl Vorteile als auch Nachteile in dieser Arbeitsform.

Die Vorteile laut Schüler sind:

---

<sup>2</sup> Die Individualität lässt sich durch Rechtschreibfehler und Wortstellungen nachweisen.

<sup>3</sup> Aufgrund der Fünf-Tage-Woche sind die Schultage sehr lange.

- ✓ Mehr Erfahrung im Umgang mit dem PC
- ✓ Schnelles Lösen der Aufgabe, sobald Vorgangsweise verstanden wurde
- ✓ Weniger Rechenfehler
- ✓ Selbständige Zeiteinteilung
- ✓ Selbständige Erarbeitung und Lösung der Aufgabe
- ✓ Höherer Lernerfolg, da nicht alles vorgeführt wird

Nachteile in den Augen der Schüler sind:

- ✓ Sehr zeitaufwendig und dadurch langsames Vorankommen mit dem Unterricht
- ✓ Ablenkung von der Mathematik, durch Internetzugang
- ✓ Falls mehrere individuelle Fragen zugleich anfallen, die nicht vom Lehrer für die gesamte Klasse beantwortet werden können, kann es zu Wartezeiten bei der Beantwortung kommen
- ✓ Man probiert herum und versteht oft nicht, was man tut

## **6.2 Frage 2: Welche Vorschläge hast Du für das zukünftige Arbeiten mit dem PC im Mathematikunterricht?**

Aus den unten aufgelisteten Schülerantworten lässt sich die Tendenz ablesen, dass ein Unterricht, der nur am PC durchgeführt wird, nicht erwünscht ist. Keiner der Schüler gab zur Antwort, dass der PC aus dem Mathematikunterricht verbannt werden sollte. Die Gründe dafür, dass der Stoff zuerst ohne PC und dann erst mit PC erarbeitet werden soll, wurden von den Schülern nicht genannt und lassen sich auch nicht aus den Antworten vollständig erschließen. Um diese zu erkunden, müsste man Schüler untersuchen, die ein neues Stoffgebiet am PC selbständig erarbeiten und andere Schüler, die ein neues Stoffgebiet vom Lehrer am PC (über einen Beamer) erklärt bekommen. Daraus könnte man erkennen, ob der PC den Schülern das Verstehen von neuem Stoff erschwert oder das eigenständige Arbeiten.

- ✓ Neuer Stoff sollte ohne PC besprochen werden und erst für Beispiele sollte der PC eingesetzt werden
- ✓ Zuerst von Hand im Heft einige leichte Beispiele rechnen, dann erst PC verwenden
- ✓ Von Hand gerechnete Lösungen sollten mit dem PC kontrolliert werden
- ✓ Für Schularbeiten sollte der PC nicht verwendet werden.
- ✓ Es sollten die beiden Programme MathCad und Excel abwechselnd verwendet werden.

### **6.3 Frage 3: Was war schwierig bei der Bearbeitung der Aufgaben, was ist Dir leicht gefallen?**

Wie man aus den Antworten der Schüler sehen kann, war die Bearbeitung der Aufgaben nicht für alle einfach.

Für einige Schüler war es am Anfang schwer, da eine solche Art des PC-Einsatzes für sie neu war, aber nach kurzer Einarbeitungsphase wurde die Bearbeitung der Aufgaben immer leichter. Diese Schüler hatten also kaum Probleme mit dem Verständnis der Aufgabenstellung bzw. mit dem mathematischen Inhalt, sondern eher mit der neuen Arbeitsweise.

Andere Schüler hatten hingegen Probleme, die Aufgabenstellung zu verstehen bzw. die Mathematik, die dahinter steckt. Für diese haben sich die Probleme durch den gesamten WebQuest gezogen.

Die Antworten auf diese Frage sind der Vollständigkeit halber hier aufgelistet:

Schwierig:

- ✓ Anfänglich, da alles neu war
- ✓ Selbständiges Auseinandersetzen mit dem Stoff
- ✓ Mathematische Schwierigkeiten
- ✓ Excel-Hilfe kompliziert
- ✓ Formulierung der Aufgaben zu verstehen
- ✓ Umgang mit Formeln in Excel

Leicht:

- ✓ Erstellung einer Vorlage zur Verwendung für weitere Aufgaben
- ✓ Umgang mit den Formeln im Excel
- ✓ Aufgabenstellung

### **6.4 Frage 4: Was sagst Du zu der Formulierung der Aufgabenstellungen? Was sollte in Zukunft anders gemacht werden?**

Die meisten Schüler waren mit der Formulierung der Aufgabenstellung zufrieden und würden nichts daran ändern. Ein Schüler hob die Kontrolle der Lösungen durch ein Quiz, welches mit HotPotatoes erstellt wurde, als positiv hervor. Ein Schüler gab an, dass die Aufgabenstellung nicht einfach war, kann aber nicht angeben, was geändert werden sollte. Laut einem anderen Schüler war die Formulierung zu ungenau und ein weiterer Schüler meinte, dass man die Aufgabenstellung so klar formulieren sollte, dass nur ein Lösungsweg möglich ist.

## **6.5 Frage 5: Was hast Du für den Umgang mit Excel profitiert? Was kannst Du jetzt (besser)?**

Die Schülerantworten auf diese Fragen beinhalten alle, dass zwei neue Funktionen und deren Anwendung in Excel dazugelernt wurden.

Daraus kann man schließen, dass die Schüler schon öfter mit Excel gearbeitet haben und prinzipiell die Verwendung von Funktionen verstanden haben.

## **6.6 Frage 6: Weitere Bemerkungen:**

Als weitere Bemerkungen gaben die Schüler folgende Antworten:

- ✓ WebQuest gute Idee
- ✓ Selbständiges Erarbeiten gut gefallen, das bleibt länger im Gedächtnis
- ✓ Falls Schüler am PC unbeaufsichtigt arbeiten, werden sie leicht zum ‚Blödsinn‘ machen verleitet.
- ✓ Diese Art des Lernens hat Zukunft

# **7 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK**

Die Unterrichtsmethode „WebQuest“ ist bei den Schülern gut angekommen. Sie befürworten das teilweise selbständige Erarbeiten von Inhalten. Vom Zeitaufwand her kann man den WebQuest einem Projekt gleichsetzen. Ich würde demnach vorschlagen, nicht mehr als ein bis zwei WebQuests pro Schuljahr durchzuführen. Die Dauer eines WebQuests hängt stark von der Schulstufe und der Anzahl der Unterrichtsstunden pro Woche ab.

Probleme können entstehen, wenn Notebooks repariert werden müssen, da dann die betroffenen Schüler nicht vollständig am Unterricht teilnehmen können. Der Internet-Zugang verleitet die Schüler leicht dazu, dass sie sich nicht mit dem Thema des Unterrichts befassen. Das könnte z.B. dadurch gelöst werden, dass der Internetzugang für den Unterricht gesperrt werden kann, ohne dass das klasseninterne Netzwerk abgeschaltet wird.

Ein reiner PC-Unterricht ist nicht sinnvoll. Richtig ist aus meiner Sicht und auch aus der Sicht meiner Schüler, dass die Frequenz der PC-Verwendung nicht zu hoch, aber auch nicht gleich Null sein soll. Die Erarbeitung von neuen Inhalten sollte nicht ausschließlich am PC stattfinden.

Abschließend möchte ich erwähnen, dass es für mich und ich denke auch für die Schüler sehr interessant war, eine neue Unterrichtsmethode kennen zu lernen. Vielleicht hat der Schüler recht, welcher der Ansicht ist, dass diese Art des Lernens Zukunft hat.

## 8 LITERATUR

KYSELA-SCHIEMER, G. & BRATENGEYER, E.: eLearning in Notebook-Klassen. Empirisch-didaktische Begleituntersuchung. Zentrum für Bildung und Medien, Donau-Universität Krems, 2002. <http://wbt.donau-uni.ac.at/notebook/>