

Reihe „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“

Herausgegeben von der
Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“

des Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung
der Universität Klagenfurt

Judith Lindenberg

Ein Stationenbetrieb, um die begabteren Schüler/innen zu fördern

PFL-Mathematik

IFF, Klagenfurt, 2002

Betreuung:
Bernhard Kröpfel

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung des BMBWK.

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangspunkt	1
2 Forschungsfrage 1	
3 Der Stationenbetrieb	1
3.1 Beschreibung	1
3.2 Organisatorisches	2
3.3 Analyse der Pflichtstationen	3
3.4 Ablauf des Stationenbetriebs	4
3.5 Bemerkungen gleich danach	6
4 Der Stationenbetrieb aus Schülersicht	7
5 Ergebnisse und Konsequenzen	10
6 Änderungsvorschlag für diesen Stationenbetrieb	11
6.1 Zur Klassensituation	11
6.2 Voraussetzungen	11
6.3 Beschreibung der begabteren Schüler, die ich mit diesem Stationenbetrieb nun besonders fördern möchte	11
6.3.1 Beschreibung der begabteren Schüler	12
6.4 Vorarbeit: (1 Unterrichtseinheit)	12
6.5 Was soll anders sein?	13
6.5.1 Organisatorisches	13
6.5.2 Schwerpunktsetzung	13
6.5.3 Erweiterung – Warum ich glaube, dass dieser Stationenbetrieb die Begabteren fördern wird	14
6.6 Wie ist es diesmal gelaufen?	17
6.6.1 Welche Wahlstationen wurden bearbeitet?	17
6.6.2 Wie verhielt sich Johann?	17

6.6.3 Wie arbeitete Nick?	18
6.6.4 Was tat Martin?	18
6.6.5 Was fiel mir noch auf?	19
6.6.6 Sicherung des Unterrichtsertrags	20
6.7 Konsequenzen für meinen weiteren Unterricht	19

Anhang

A1 Auflistung der einzelnen Stationen des „acdca-Stationenbetriebs“	21
A2 Stationen des geänderten Stationenbetriebs	25
A3 Auflisten der Antworten zur Befragung der Schüler/innen 6.Klasse	41
A4 Antworten der Schüler/innen der 5.Klasse	45

Ein Stationenbetrieb, um die begabteren Schüler/innen zu fördern

Abstract

In meinem Mathematikunterricht in einer 6. Klasse, in dem seit vorigem Jahr ein Computeralgebrasystem (TI92) eingeführt wurde, bemerkte ich heuer, dass sich die begabteren Schüler/innen manchmal auch langweilten und ihnen dann der Einsatz als Assistenten/innen vielfach auch nicht mehr genügte.

Ich suchte jetzt nach einer Unterrichtsmethode, mit der ich nun auch die begabteren Schüler/innen zusätzlich fördern kann. Im Rahmen einer Fortbildungsveranstaltung zum Thema „TI92 im Mathematikunterricht“ wurde das mir bisher eher im Detail unbekannt und noch nie von mir praktizierte Unterrichtskonzept „Stationenbetrieb“ zum Thema „Potenzen und Wurzeln“ vorgestellt und in dieser Form zum Ausprobieren empfohlen.

Ich beschloss, diesen Stationenbetrieb meiner Klasse anzubieten, in der Hoffnung, mit freiwilligen Zusatzaufgaben die begabteren Schüler/innen fördern zu können.

„Werden die begabteren Schüler/innen das Angebot dieses Stationenbetriebs an Wahlaufgaben zur Intensivierung und Vertiefung nützen?“ bildet dabei die Forschungsfrage.

Die Durchführung dieses Stationenbetriebs und die Analyse der dabei zu geringen Arbeitsintensität ergab, dass die Durchführung einer Wahlaufgabe sehr von ihrem Attraktivitätsgrad abhängt und dass das Erbringen freiwilliger Leistungen für Schüler/innen einen ganz bestimmten Nutzwert haben muss, was bei diesem Stationenbetrieb nicht der Fall war.

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse erarbeitete ich einen Änderungsvorschlag für einen Stationenbetrieb zum Thema „Potenzen und Wurzeln“ und erprobte ihn auch gegen Ende des Schuljahres in einer 5. Klasse.

Mag. Judith Lindenberg
BG Babenbergerring
Babenbergerring 10, 2700 Wr. Neustadt
judith.lindenberg@teling.at

1 Ausgangspunkt

Ich unterrichte heuer das zweite Jahr das Fach Mathematik (4 Wochenstunden nach dem Lehrplan eines Realgymnasiums) in einer 6.Klasse eines Gymnasiums mit Schwerpunkt Informatik unter Verwendung eines Computeralgebrasystems. Die Klasse besteht aus 8 Mädchen und 15 Burschen. Voriges Jahr begann ich auch, gekoppelt mit der Einführung des TI92, das bisher eher lehrerzentrierte Unterrichtssystem etwas in Richtung Gruppenarbeit und Aufgabenlösung im Team durchzuführen. Die begabteren Schüler/innen setzte ich häufig als Assistent/innen ein, was ihnen voriges Jahr auch durchaus gefiel.

Heuer bemerkte ich aber immer häufiger, dass sich die besseren Schüler/innen manchmal auch langweilten und ihnen das Helfen nicht mehr genügte.

Ich suchte nun nach einer Unterrichtsmethode, mit welcher ich besonders die begabteren Schüler individuell fördern kann.

Während eines Fortbildungskurses zum Thema „TI92 im Mathematikunterricht“ wurde mir unter anderem auch das Unterrichtskonzept „Stationenbetrieb“ zum Thema „Potenzen und Wurzeln“ vorgestellt. *„Beim offenen Unterricht sollen alle Lernenden aktiv am Unterrichtsgeschehen beteiligt sein und die Möglichkeit haben, individuell, selbstorganisiert und kooperativ zu arbeiten.“*^d Ich beschloss nun, diesen Stationenbetrieb meiner Klasse anzubieten, in der Hoffnung, dass die begabteren Schüler nicht nur die Pflichtstationen absolvieren werden, sondern sich auch mit den Wahlstationen, die teilweise einen vertiefenden und teilweise auch einen weiterführenden Charakter haben, beschäftigen werden.

2 Forschungsfrage

Im Vordergrund steht für mich nun die Frage, ob die begabteren Schüler das Angebot, sich intensiver und weiterführender mit dem Stoffgebiet beschäftigen zu können, annehmen werden.

Und wie wird den Schüler/innen diese Unterrichtsmethode gefallen, werden sie „Lust auf mehr“ davon bekommen?

Wie wird es mir dabei gehen?

3 Der Stationenbetrieb

3.1 Beschreibung

Der Stationenbetrieb befindet sich zur Gänze im Internet unter der Adresse <http://www.bildungsservice.at/nlk/6kl1/index.htm>

Ursprünglich enthält er 36 Stationen. Die Station 19 (Zuordnen von Funktionsgleichungen) und die Station 20 (Versuch mit einem Fadenpendel) wurden von mir herausgenommen. Erstere weil die Zuordnung von Graphen und zugehörigen Funktionsgleichungen auch in der Wahlstationen 24 und in der Pflichtstation 25 am Computer durchgeführt werden konnte, der Versuch mit dem Fadenpendel ließ sich aus organisatorischen Gründen kaum durchführen.

Die Pflichtstation 11 (partiell Wurzelziehen, Nenner rational machen ohne TI92) wandelte ich in eine Wahlstation um, da der TI92 diese Operationen übernehmen kann.

Insgesamt hatte der Stationenbetrieb nun 11 Pflichtstationen und 23 Wahlstationen, sechs davon waren Spiele. Er war für ein Zeitausmaß von 10 Unterrichtseinheiten gedacht.

¹ Gabriele Hofer: Stundenblätter zum Einstieg; Deutsch & Geschichte; Offenes Lernen in der Oberstufe; Seite 5

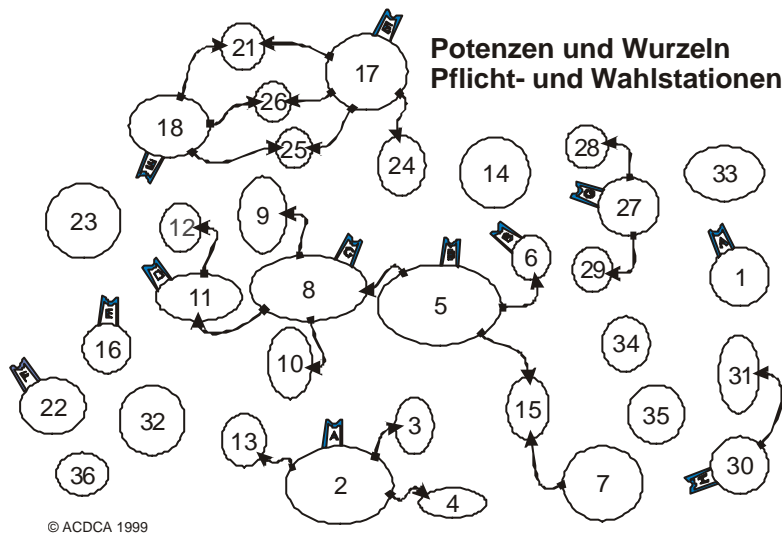
In der letzten Woche des vorherigen Schuljahres richtete ich gemeinsam mit den Schülern diesen Stationenbetrieb her: In Arbeitsgruppen luden die Schüler die einzelnen Arbeitsanleitungen und Arbeitsblätter aus dem Internet herunter, druckten alles aus, folierten die einzelnen Blätter und stellten die Spiele her.

3.2 Organisatorisches

Jede Arbeitsanleitung befand sich in einer Mappe mit Arbeitsblättern in Schüleranzahl. Es gab zwei Mappen mit Lösungsblätter, ein TI92 mit Überspielkabel lag als Station 7 (Wurzel- und Potenzschreibweise) bereit, die Stationen 24 und 25 waren am Computer installiert. Eine Schülerliste, um die absolvierten Pflichtstationen eintragen zu können, lag am Lehrertisch bereit.

Zu Beginn erhielt jeder Schüler

1. ein Ringerlmodell,



in dem erkannt werden konnte, welche Station Pflicht oder Wahl war (alle Stationen, die im Ringerlmodell einen Buchstaben aufgesetzt haben und die Station 25 waren Pflichtstationen), welche Station Voraussetzung für eine andere war, und zu welcher Station eine Hausübung vorgesehen war

2. ein Blatt mit der Erklärung der Symbole und der Aufstellung der Regeln für das Arbeiten beim „Offenen Lernen“
3. Auflistung der einzelnen Stationen²
4. Auflistung der Hausübungen, wobei die Hausübung E3 weggelassen wurde. Insgesamt mussten 8 Hausübungen gemacht werden.

Die Mappen mit den Stationen und der TI92 lagen auf zwei zusätzlich in die Klasse gestellten Schülertischen verteilt, die Mappen mit den Lösungsblättern und die Schülerliste lagen am Lehrertisch. Die Schüler saßen in Gruppen zu viert oder zu dritt beisammen.

² Auflistung siehe Anhang 1: Auflistung der einzelnen Stationen des „acdca-Stationenbetriebs“

3.3 Analyse der Pflichtstationen

Die Analyse der Pflichtstationen basiert auf dem derzeit für diese Klasse gültigen Lehrplan, ausgegeben am 7. Februar 1989.

Laut Lehrplan soll der Schüler mit dem Stoffgebiet „Potenzen mit ganzzahligen, rationalen und reellen Exponenten“ eine Begriffserweiterung kennen lernen und anhand der Entwicklung von Rechenregeln Gelegenheit haben, Vermutungen aufzustellen, sie zu überprüfen und beweisen zu können.

Die Station 1 (als Einstieg gedacht), deren Arbeitsauftrag ein Laufdiktat mit Lückentext ist, in dem die Begriffe: Potenz, Basis, Exponent wiederholt werden und in dem die Definition $a^0 = 1$ und die Definition: „Negativer Exponent im Zähler kann als positiver Exponent im Nenner geschrieben werden“ mit der Rechenregel „Dividieren von Potenzen“ begründet werden soll, und Station 2 (parallel als Einstieg gedacht): Rechnen mit Potenzen (addieren, subtrahieren, multiplizieren, potenzieren) und wiederholen der beiden oben erwähnten Definitionen, schaffen die Basis zu einer Begriffserweiterung, wie sie im Lehrplan verlangt wird. Das Arbeiten mit diesen Rechenregeln wird auf einfache Anwendungen (Beispiel aus dem Mathematikbuch³) beschränkt.

Weiterführend von diesen beiden Pflichtstationen ist die Wahlstation 3, bestehend aus 4 Übungsbeispielen aus dem Lehrbuch, die Wahlstation 4, ein Dominospiel, bei dem zwei verschiedene Darstellungsformen eines Terms zusammengesetzt werden soll und die Wahlstation 13, ein „Monsterbeispiel“ wieder aus dem Lehrbuch.

Die Schüler in dieser Schulstufe sollen laut Lehrplan die Definitionen kennen (Stationen 1, 2 und 5) und Gründe für deren Zweckmäßigkeit angeben können. Sie sollen Rechengesetze erkennen, formulieren und beweisen können.

Diesem Teil des Lehrplans wird z.B. in Station 5 Rechnung getragen:

Aufgabenstellung der Station 5 (Einstieg):

Zeige mit konkreten Zahlen für n und m :

$$(a^n)^m = a^{n \cdot m} \quad " a \in \mathbb{R} \text{ ohne } \{0\}, n, m \in \mathbb{N} \setminus \{0,1\}$$

Zeige, dass die Definition $a^0 = 1$ sinnvoll ist. " $a \in \mathbb{R} \text{ ohne } \{0\}$

Begründe: $a^{\frac{1}{5}} = \sqrt[5]{a}$

Zeige, dass $\sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}}$.

Beweise durch Rückführung auf die Definition: $\sqrt[3]{a} \cdot \sqrt[5]{a} = \sqrt[15]{a^8}$

An diese Pflichtstation ist die Wahlstation 7, ein „Spiel“ am TI92, bei dem die verschiedenen Formen der Darstellung eines Wurzelausdruckes geübt werden kann, und ein Memory, bei dem

zum Beispiel erkannt werden soll, dass 2^{-3} gleich $\frac{1}{8}$ ist.

Mit dem Arbeitsauftrag der Station 6 (Kluppenspiel: Zuordnungen, wie $\sqrt{x} = x : \sqrt{x}$)

und der Station 8 (Rechnen mit Wurzeln; einfache Rechnungen, Erkennen und Formulieren von Rechengesetzen) und mit den Wahlstationen 9, 10 und 12 können die Schüler das im Lehrplan verlangte Umformen von Ausdrücken vor allem „händisch“, also ohne TI92 üben.

³ Reichel, Müller, Laub, Hanisch: Lehrbuch der Mathematik 6

Station 16 (drei Funktionen im Vergleich), Station 17 (Einstieg: die Potenzfunktion), Station 22 (Umkehrfunktion) und Station 18 (Wurzelfunktion) sind besonders für die Verwendung des TI92 geeignet. Hier wird das Erkennen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden gefördert. Im Anhang daran können die Wahlstationen 21 (hier geht es um Anwendungen von Potenzfunktionen in der Praxis), 24 (Zuordnung von Term und Graph am Computer) und 26 („Schwarzer Peter“, ein Kartenspiel, wo Funktionsgraph und zugehörige Eigenschaften zusammengefunden werden müssen) bearbeitet werden.

Der Arbeitsauftrag der Station 25 - Graphen den entsprechenden Termen am Computer zuordnen - erfüllt die Lehrplananforderung: „Zu vorgegebenen graphischen Darstellungen passende Funktionsterme finden“ in einer modernen Form. Daran angeschlossen ist die Wahlstation 24 mit nahezu demselben Auftrag.

Bei der Station 27 wurde mit Zahlen in Gleitkommadarstellung gearbeitet und bei Station 30 wurden den Schülern andere Zahlensystemen (Dualsystem, Hexadezimalsystem, Oktalsystem) vorgestellt. Im Anschluss daran können die Wahlstationen 28 (Darstellung kleiner und großer Zahlen in Gleitkommadarstellung) und 29 (Gleitkomma am TI92) bearbeitet werden.

3.4 Ablauf des Stationenbetriebs

Jede Stunde, von diesen 10 Stunden waren 3 Doppelstunden dabei, versuchte ich einen der begabteren Schüler genauer zu beobachten und meine Beobachtungen zu notieren. Nach jeder Unterrichtseinheit hielt ich auch meine persönlichen Eindrücke über den allgemeinen Verlauf der Einheit fest.

Ich begann meine Beobachtungen in der ersten Doppelstunde mit Manuel. Manuel zeigte sich bisher im Mathematikunterricht als guter und interessierter Schüler mit einer raschen Auffassungsgabe.

Er begann allein mit Station 17, arbeitete weiter mit Station 5, befand sich nun in einer 4er Gruppe, die Aufgabenstellung bereiteten ihm keine Schwierigkeiten. Anschließend bearbeitete er gemeinsam mit Michi H. die Station 16. Sie verglichen ihre Ergebnisse, diskutierten darüber und führten Fachgespräche. Die Verständigung und die Kooperation wurden gefördert.

Alle Schüler/innen arbeiteten in diesen beiden Stunden intensivst. Es herrschte eine ruhige und stressfreie Arbeitssituation. Für mich gab es sehr viel weniger aktiv zu tun, als im lehrerzentrierten Unterricht. Es gab auch keinerlei organisatorische Probleme.

In der dritten Unterrichtseinheit beobachtete ich Michi V., einen sehr an mathematischen Inhalten interessierten, aber nicht so arbeitsfreudigen Schüler.

Michi V. begann mit Station 30. Auf meine neugierige Frage, warum er gerade mit dieser Station begonnen habe, antwortete er: „*Weil keine andere mehr da war*“. Offensichtlich sprach ihn keiner der Inhalte besonders an. Er arbeitete mit Raffael, ein Schüler, der in der Klasse den Ruf eines Computerprofis besitzt, zusammen.

Michi V. kam seiner Meinung nach nicht rasch genug mit der Aufgabenstellung dieser Station zurecht und wollte zu Hause weitermachen, wo er mehr Zeit und Ruhe habe. Er wirkte hektisch. Er begann dann mit Station 25 am Computer, las sich aber die Anweisungen nicht genau durch und agierte nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“, Raffael half ihm. Diese Station war eigentlich als Einzelstation gedacht. Da sich die beiden aber konstruktiv mit den Aufgabenstellungen beschäftigten und wieder das Führen eines Expertengesprächs, die Verständigung und die Kooperation gefördert wurde, korrigierte ich nicht. Sie schafften auch 100% und freuten sich über die Meldung „Einfach super!“

In der vierte Unterrichtseinheit beobachtete ich Markus B. Er zeigte sich bisher im Mathematikunterricht als leistungsorientierter, interessierter Schüler mit einer nahezu perfekten Arbeitshaltung.

Er begann mit Station 27, arbeitete intensivst und ganz allein. Durch Fragen von Mitschülern fühlte er sich offensichtlich sehr gestört. Er suchte sich zuerst die Pflichtstationen aus um rasch fertig zu werden, dann erst wollte er auch Wahlstationen bearbeiten. Als er die Pflichtstation 6 bearbeiten wollte, lag die Mappe nicht am großen Tisch. Er musste sie, und er war darüber sichtlich verärgert, bei seinen Mitschülern erst suchen. Markus B. zeigte deutlich seine Neigung zum Einzelkämpfer und sein Defizit in der Kooperation. Seine „Sozialkompetenz“ könnte noch verbessert herausgearbeitet werden.

In der fünften Unterrichtseinheit fiel mir besonders auf, dass Simone, sie hatte bisher die besten schriftlichen Mathematikleistungen in der Klasse, lieber untätig auf ihre letzten drei noch fehlenden Pflichtstationen wartete, als dass sie eine der Wahlstationen bearbeitete. Da sie bisher immer sehr bemüht war, schriftlich ein Sehr gut in Mathematik zu erlangen, und es in diesem Stationenbetrieb offensichtlich genügte, die Pflicht zu erledigen, um für ein Sehr gut auf die nächste, diesen Lehrstoff beinhaltende Schularbeit gerüstet zu sein, sah sie scheinbar keine Notwendigkeit, eine Wahlstation zu bearbeiten.

Und ihre Haltung war keine Einzelercheinung, denn in der sechsten Unterrichtseinheit herrschte allgemein etwas Unruhe in der Klasse, denn nun warteten schon einige Schüler/innen auf ihre letzten zu bearbeitenden Pflichtstationen. Offensichtlich warteten sie lieber untätig, bevor sie sich mit freien Wahlstationen beschäftigten.

In der siebenten Unterrichtseinheit beobachtete ich Lukas, einen Schüler, der sich meistens sehr im Mathematikunterricht engagiert, wogegen seine schriftlichen Leistungen aber im Mittelfeld der Klasse liegen.

Lukas spielte mit Doris das Domino der Station 4, da sie nun schon alle Pflichtstationen bearbeitet hatten. Das Spiel bereitete ihnen großen Spaß und sie spielten auch alle anderen Spiele in diesen beiden Stunden, den Rest der Stunde unterhielten sie sich.

Michi H., zur Zeit der Beste der Klasse, war nun fertig mit allen Pflichtstationen und mit allen Spielen. Er kopierte sich noch die Station 7 auf seinen TI92 („Das ist einfach! Ich hab alles richtig!“) Den Rest der Stunde streifte er herum und half den anderen.

In der achten Unterrichtseinheit hatte über ein Drittel der Schüler/innen alle Pflichtstationen absolviert und arbeitete nun nicht mehr, sie unterhielten sich, oder lernten für einen anderen Gegenstand. Raffael hatte überhaupt keine Mathematikssachen mehr mit („Ich bin eh schon fertig!“)

Am liebsten wollte ich mit dieser Einheit den Stationenbetrieb beenden, da vom Großteil der Klasse nicht mehr genug Interesse zu bemerken war. Tamara, Lena, Johannes und Norbert waren aber mit den Pflichtstationen noch nicht fertig und arbeiteten noch ununterbrochen. So war an ein Beenden nicht zu denken. Ich hatte das Gefühl, kostbare Unterrichtszeit zu verlieren.

In der zehnten Unterrichtseinheit arbeiteten Lena und Tamara noch bis 20 Minuten vor Ende, dann waren auch sie mit allen Pflichtstationen fertig. Norbert fehlte an diesem Tag und ihm fehlten laut Liste noch 3 Pflichtstationen.

Die Liste der Stationen mit Lehrerkontrolle war vollständig. Johannes nahm sich die Diskette zur Station 25 mit nach Hause, weil ihm diese Station in der Schule nicht so gut gelungen war. Dieses Engagement fand ich bemerkenswert.

3.5 Bemerkungen gleich danach

Von einer Förderung der begabteren Schüler/innen war nur hinsichtlich „Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit“ etwas zu bemerken, die Mappen der Wahlaufgaben mit vertiefendem und weiterführendem Inhalt wurden meistens nicht einmal geöffnet.

Deutlich zu erkennen war, dass das Arbeitstempo der einzelnen Schüler meiner Klasse doch sehr unterschiedlich ist. Im lehrerzentrierten Unterricht ist mir das in dieser Deutlichkeit noch nicht aufgefallen. Die schwächeren Schüler/innen brauchen rund ein Drittel der Zeit länger. Dabei hatte ich aber nicht den Eindruck, dass es an zu langen Pausen lag. Im Gegenteil, ich sah die leistungsschwächeren Schüler ununterbrochen arbeiten.

Bis zur achten Unterrichtseinheit empfand ich persönlich den Stationenbetrieb von der Arbeitsintensität her durchaus befriedigend, in den letzten beiden Stunden kämpfte ich mit dem Gefühl, dass nun Zeit vergeudet werde.

4 Der Stationenbetrieb aus der Schülersicht

Gleich in der nächsten Unterrichtseinheit ersuchte ich meine Schüler/innen mir schriftlich und anonym einige Fragen zu beantworten. Die Schüler/innen hatten für die Beantwortung⁴ meiner Fragen ca. 30 Minuten Zeit. Folgende Fragen wurden dabei gestellt:

- 1) „Im Stationenbetrieb muss man die einzelnen Schritte des Lernprozesses selbst tun. Wie ist es dir damit gegangen?“
- 2) „Nach welchen Gesichtspunkten hast du die Stationen ausgewählt?“
- 3) „Findest du, dass es bei diesem Stationenbetrieb möglich war, den Lehrstoff im individuellen Tempo zu erlernen?“
- 4) Kannst du dir vorstellen, dass die Unterrichtsform **Stationenbetrieb** nun öfter eingesetzt werden kann?“

Im Gesamten gesehen kam der Großteil der Klasse ganz gut mit dieser Unterrichtsmethode zurecht. Einige Schüler/innen, und es liegt nahe, zu vermuten, dass es diejenigen waren, die bis zum Schluss mit dem Bearbeiten der Pflichtaufgaben beschäftigt waren, hatten aber auch Probleme damit, wie folgende Antworten⁵ auf die erste Frage zeigten:

„Eher schwer. Man hat keine Erklärungen bekommen (hier muss vermerkt werden, dass die Schüler/innen die Möglichkeit, mich zu fragen, nur selten genutzt haben. Gerade von den leistungsschwächeren Schüler/innen wurde das Angebot meiner Unterstützung einmal direkt abgelehnt), wurde vor Fakten gestellt und musste den Rest selbstständig aufarbeiten. Das ist nicht immer so leicht.“

„Naja, ehrlich gesagt nicht so gut. Im Einzelarbeiten habe ich öfter Schwierigkeiten, weil ich unsicher bin.“

Auf die Frage: „Nach welchen Gesichtspunkten hast du die Stationen ausgewählt?“ gaben 16 Schüler/innen an, dass sie zuerst die Pflichtstationen und dann die Wahlstationen wählten, meist waren es die Spiele.

Auf die Frage: „Im Stationenbetrieb muss man die einzelnen Schritte des Lernprozesses selbst tun. Wie ist es dir damit gegangen?“ erhielt ich unter anderem auch die Antwort:

„Die ersten 5 Stationen waren zügig zu lösen. Danach hatte ich keine Motivation mehr und ließ mir lange Zeit. Hätte ich in dem Tempo weitergearbeitet, wäre ich mit den Wahlstationen auch fertig geworden.“

Hier tat es mir nun Leid, dass die Befragung anonym war. Genau das ist eben interessant, zu ergründen, warum diesem Schüler die Motivation abhanden gekommen war. Nicht nur diesem Schüler ist im Laufe der 10 Unterrichtseinheiten die Motivation abhanden gekommen, es war ja ab der 6. Unterrichtseinheit schon ein verbreitetes „lieber untätig Warten“ zu beobachten.

Die Antworten auf die Frage: „Kannst du dir vorstellen, dass die Unterrichtsform Stationenbetrieb nun öfter eingesetzt werden kann?“ fielen teilweise eindeutig positiv aus:

„Ja. Der Unterricht ist individueller und der Schüler ist aktiver eingebunden.“ und *„Auf jeden Fall, macht mehr Spaß“* ,

waren aber auch dreimal uneingeschränkt negativ. Ein/e Schüler/in , dem/ der es laut Befragung mit dem Stationenbetrieb *...nicht anders, als im regulären Unterricht*, ergangen war, der/die auch angab, ausschließlich, und zwar aus Zeitmangel, Pflichtstationen absolviert zu haben, schrieb:

„Ich persönlich würde den normalen Unterricht befürworten. Sehe keinerlei Vorteile.“

⁴ Siehe Anhang 3: Auflistung der Antworten zur Befragung der Schüler/innen aus der 6. Klasse

⁵ Siehe Anhang 3: Auflistung der Antworten zur Befragung der Schüler/innen aus der 6. Klasse

Die Antwort

„Bin eher dagegen.“

kam von einem/einer Schüler/in, der/die aber auch angab, meistens ganz gut zurecht gekommen zu sein, allerdings auch Verständnisprobleme hatte.

„ Eher nicht. Erschwerung.“

ist im Zusammenhang zu sehen mit der Antwort auf die erste Frage

„Nicht immer gleich. Manche Themen waren einfach zu lernen, manche schwerer. Aber mit den Zetteln war das gut und aufbauend erklärt.“

und der Antwort auf die dritte Frage

„Nein nicht wirklich. Ich habe oft das Gefühl gehabt, dass die anderen schon viel weiter sind und ich habe mich deshalb extra beeilt. Dadurch habe ich nicht die Möglichkeit gehabt, schwierige Gebiete genauer zu lernen.“

Aus der Liste, in die jeder Schüler eintrug, welche Stationen er in den 10 Unterrichtseinheiten absolviert hatte, war herauszulesen, dass 9 Schüler/innen sich nur mit den Pflichtstationen beschäftigten, 9 Schüler/innen als Wahlstationen ausschließlich Spiele wählten und nur 5 auch eine der anderen Wahlstationen bearbeiteten.

Dazu ein Zitat eines Schülers dieser Klasse:

„Ich glaube, Lehrer machen sich da Illusionen, wenn sie hoffen, dass man mehr tut, als man muss. Wir haben auch noch anderes vor im Leben.“

Großteils wurden nur Pflichtstationen und Spiele gemacht, die anderen Wahlstationen interessierten die Schüler/innen kaum. Möglicherweise waren diese nicht attraktiv genug, wobei die Frage zu stellen ist: Wann ist eine Aufgabenstellung für einen Schüler so attraktiv, dass er sie „freiwillig“ lösen möchte?

Dazu führte ich 4 Wochen später mit einigen der begabteren Schüler/innen (Manuel und Michi V. waren an diesem Tag nicht in der Schule, dafür wollten Daniela und Patrick zu diesem Thema Stellung nehmen) ein Interview in der Gruppe durch:

Simone fand, dass

... wenn man so Stationen macht, dass man alle Stationen verpflichtend macht. Nur kann man sich aussuchen in welcher Reihenfolge.

Als Ansporn, eine freiwillige Aufgabe zu lösen, könnte sie sich vorstellen, dass es

... vielleicht bei drei Wahlstationen eine Hausübung weniger oder so....

gibt.

Sie bringt für mich damit klar zum Ausdruck, dass sie es gewohnt ist, in der Schule das zu tun, was man von ihr verlangt, nicht mehr, aber auch nicht weniger. Ihre Motivierung kommt von außen. Und sie wünscht sich ein klares Belohnungssystem.

Michi H. meinte zuerst

... Es sollte irgendetwas Brauchbares sein, was mir etwas bringt, einen Vorteil...

und auf die Frage, was ein Schüler unter einem Vorteil versteht, meinte er

... für ein Plus würde es [...Wahlstation] ein Schüler schon machen.

Auch hier wird der Wunsch nach einer Honorierung geäußert.

Markus B. hatte ganz konkrete Vorstellungen dazu, wie eine Wahlstation aussehen sollte und wie sie honoriert werden sollte:

... Irgendwie sollten die Wahlstationen so sein, dass man vielleicht ein Programm schreibt am Rechner, irgendwie erleichtert es das Erlernendass man sich die ganzen Formeln nicht merken muss, sondern ein Programm dafür schreiben kann. Aber man sollte auch

ein Plus dafür bekommen, wenn es ein gutes Programm ist und es sollten dann auch alle kriegen.

„So wie wir es bei der Trigonometrie gemacht haben? (Anmerkung: Zum Stoffgebiet „Anwendungen der Trigonometrie“ vergab ich für selbstgeschriebene Programme am TI92, die in einem Dreieck alle fehlenden Seiten und Winkel berechneten, zusätzliche Plus)“

Ja sicher, weil das ist was, was man später auch einmal brauchen kann, weil...

also die Pflichtstationen sind da, dass man was Neues lernt und die Wahlstationen waren nur zur Übung da und das macht dann kein Mensch.

Die meisten dieser Klasse, es handelt sich ja um eine Informatikklass, sind heuer begeisterte Programmierer (nicht nur am TI92) und homepage-Ersteller, geworden. Diese Fähigkeit zeichnet sie in der ganzen Schule aus.

Markus B. ist ein guter Schüler, der laut seinen Angaben vor einer Mathematikschularbeit kaum noch lernen muss. Es ist klar, dass für ihn zusätzliche Übungen, wie sie in einigen Wahlstationen angeboten wurden, einen sehr geringen Attraktivitätsgrad aufweisen.

Auch für Daniela wäre eine positive Noteneintragung ein Anreiz, eine Wahlstation zu bearbeiten. Eine Aufgabenstellung am Computer könnte sie sich auch als Wahlstation vorstellen.

Dann interviewte ich Patrick. In einem allgemeinen Gespräch ein paar Stunden nach dem Stationenbetrieb sagte er mir einmal, dass ihm Offenes Lernen einfach nicht gefällt. Heute wollte ich es genauer wissen:

„Wie hat dir der Stationenbetrieb gefallen?“

Nicht schlecht, aber auch nicht optimal und zwar: statt der Wahlstationen würde ich nur Wahl-Pflichtstationen machen, z.B. dass wenn zehn Beispiele da sind, dass man sich 7 davon aussuchen kann, die man machen mag. Und dann die Hausübungen noch dazu.

„Hast du deine Hausübungen termingerecht abgegeben?“

Ja, die hab ich rechtzeitig abgegeben, zumindest rechtzeitig gemacht.

„Hast du Wahlstationen gemacht?“

Ja, das Dominospiel, irgendein Wettrechnen und so Spiele.

„Warum hast du dir gerade die Spiele ausgewählt?“

Weil mich die Babsi dazu überredet hat.

„Eigene Motivation war keine dabei?“

Nein

„Und wie haben dir diese Zusatzbeispiele „ein Programm schreiben“ gefallen? (Anmerkung: bezieht sich wieder auf Trigonometrie)“

Ja das war gut, weil man ein Plus dafür kriegen kann.

„Und warum kannst du Programme schreiben? Das musst du dir ja zu Hause selbständig angeeignet haben.“

Ja, das interessiert mich.

Und nun meldete sich Markus B. noch einmal zu Wort:

Ich wollt noch was sagen, zur Meinung vom Patrick, dass man sich die Stationen aussuchen kann. Weil ich glaub, das ist auch gefährlich, weil wenn man dann die nicht rechnet, die man dann braucht für die Schularbeit....wenn es nämlich Pflichtstationen sind, dann nehme ich an, dass man die dann braucht für die Schularbeit.

Und das mit dem Plus weiß ich auch nicht ob das so gut ist, denn wenn es einer hat, dann schreiben es wieder alle ab und alle kriegen ein Plus. Das ist ja wieder nix.

Ein Stationenbetrieb, der 10 Aufgaben, diese Aufgaben müssten gleichwertig und gleich wichtig bzw. gleich unwichtig sein, anbietet, von denen aber nur 7 bearbeitet werden müssen, erscheint mir zum Üben gut geeignet, nicht aber zum Erweitern und Vertiefen.

5 Ergebnisse und Konsequenzen

Am Ende der ersten Unterrichtseinheiten, als alle noch intensivst an den einzelnen Stationen arbeiteten, war ich euphorisch und betrachtete das Unterrichtskonzept fast schon als gelungen. Am Ende der achten Unterrichtseinheit, in der fast nur mehr die wenigen als leistungsschwächer geltenden Schüler/innen meiner Klasse an den Aufgaben der Pflichtstationen arbeiteten und alle anderen sich außermathematisch beschäftigten, (Mit reinem Gewissen, die Pflicht war erfüllt!) und beinahe 17 Wahlstationsmappen unangetastet herumlagen, war meine Euphorie einem Stimmungstief gewichen. Meine Hoffnungen, dass zumindest die begabteren Schüler/innen das Angebot, sich mit Wahlaufgaben intensiver und vertiefender beschäftigen zu können, annehmen werden, wurden mit den Zusatzaufgaben dieses Stationenbetriebs nicht erfüllt. Die Antworten auf die Fragen, wie es den Schüler/innen mit dem Stationenbetrieb ergangen war und ob sie sich vorstellen könnten, nun öfter mit dieser Unterrichtsform konfrontiert zu werden, ermutigten mich, in verbesserter, weil individuell auf die Bedürfnisse meiner Schüler/innen zugeschnittener Form doch wieder einmal einen Stationenbetrieb anzubieten.

Um dabei die begabteren Schüler/innen dieser Klasse mit Zusatzaufgaben oder Wahlaufgaben fördern zu können, müssen die Zusatzaufgaben attraktiv genug sein. Attraktiv erscheinen sie dann, wenn ihre Bearbeitung mit positiver Benotung honoriert wird, oder wenn sie gewisse „Langzeitwirkungen“ besitzen. Die Erarbeitung eines Programms, welches verschiedene, später benötigte Berechnungen erleichtert, besitzt offensichtlich so eine attraktive Langzeitwirkung. Hierbei können sich Stationenbetriebe mit und ohne TI92 ja grundsätzlich unterscheiden. Auch die Hausarbeit reduzierende Wahlaufgaben nach dem Motto: „Ich arbeite in der Schule mehr und dafür zu Hause weniger!“ gelten als attraktiv. Spiele als Wahlstationen können beibehalten werden. Alle 14 Schüler/innen dieser Klasse, die mindestens eine Wahlstation bearbeiteten, entschieden sich für mindestens ein Spiel.

Zukünftig werde ich also einen fertigen Stationenbetrieb, wie er wie hier im Internet oder in Büchern angeboten wird trotz Lehrplankonformität nicht mehr beinahe 1:1 übernehmen wollen, um ein bestimmtes Ziel, wie eben die Förderung der begabteren Schüler/innen, zu erreichen. Ich kam nun zu dem Ergebnis, dass die Aufgabenstellungen der weiterführenden und vertiefenden Wahlstationen individuell an die Klassensituation angepasst werden sollen. Darüber hinaus ist es auch erforderlich, die Anzahl der Pflichtstationen individuell an die Leistungsfähigkeit der leistungsschwächeren Schüler/innen anzupassen. Das ergab sich vor allem auch aus der Beantwortung der Frage⁶: „Findest du, dass es bei diesem Stationenbetrieb möglich war, den Lehrstoff im individuellen Tempo zu erlernen?“ die eine/r Schüler/innen folgend formulierte:

„Nein, denn wenn man ein nicht so guter Mathematiker ist, braucht man natürlich mehr Zeit, um sich den Lehrstoff einzuprägen. Daher konnte ich es mir nicht erlauben, Pausen einzulegen, denn sonst wäre ich nicht fertig geworden.“

Ein Stationenbetrieb, mit dem Ziel, die Begabteren zu fördern, erweist sich daher nur dann als eine geeignete Methode, wenn dabei besonders auf die Wünsche und Bedürfnisse der Zielgruppe eingegangen wird.

Mit dieser Erkenntnis und mit dem Glauben, nun zu wissen, was Oberstufenschüler/innen als „attraktiv“ sehen, stelle ich einen neuen Stationenbetrieb zum Thema Potenz- und Wurzelfunktion zusammen.

⁶ siehe Anhang 3: Auflistung der Antworten zur Befragung der Schüler/innen aus der 6. Klasse

6 Änderungsvorschlag für diesen Stationenbetrieb

Im „acdca-Stationenbetrieb“ wurde mit der Anzahl von 34 Stationen das Durchhaltevermögen der Schüler/innen erheblich beansprucht.

Dieser neue Stationenbetrieb besteht nun aus 12 Stationen, aufgeteilt in 4 Pflichtstationen (P1 bis P4) und 8 Wahlstationen (W1 bis W8). Er soll in einem Zeitausmaß von 8 Unterrichtseinheiten bewältigt werden. Um dieses Zeitausmaß passend festzulegen, verwendete ich den bisher bewährten „Zeitschlüssel“ wie bei schriftlichen Arbeiten: Die Schüler/innen dürfen dreimal so lange brauchen, wie ich.

Die Aussage einer Schülerin während eines Interviews „.....für ein Plus würde es [Wahlstation] ein Schüler schon machen.“ veranlasst mich zu folgender Vereinbarung mit den Schüler/innen: Um eine Arbeit an diesem Stationenbetrieb mit „Gut“ bewerten zu können, müssen zu den 4 Pflichtstationen und deren Hausübungen auch mindestens 3 Wahlstationen erfolgreich bearbeitet worden sein, für die Bewertung „Sehr gut“ sind mindestens 6 erfolgreich bearbeitete Wahlstationen nötig.

Ich erwarte mir dabei ein hohes Engagement, besonders von den begabteren Schüler/innen, denn die Möglichkeit, sich so gegen Ende des Schuljahres (der Stationenbetrieb wird Mitte Mai durchgeführt) die bestehende Note noch verbessern zu können ohne eine mündliche Prüfung absolvieren zu müssen, kommt, so vermute ich, den Schüler/innen entgegen.

6.1 Zur Klassensituation

Es handelt sich hier diesmal um eine 5.Klasse, ebenfalls mit dem Schwerpunkt Informatik und mit 4 Wochenstunden Mathematik mit dem TI92. Diese Klasse besteht aus 12 Schüler/innen, davon 3 Mädchen und 9 Burschen.

6.2 Voraussetzungen:

Vorausgesetzt wird der Lehrstoff der Unterstufe, und das Thema „Potenzen und Wurzeln aus der 3. und 4. Klasse“ wurde in diesem Schuljahr schon in Form eines Schülerreferats wiederholt. Bekannt aus der 3. Klasse soll nun sein: Die Potenzschreibweise, Rechnen mit Potenzen, Darstellen von Zahlen mit Zehnerpotenzen, Quadrieren von Binomen.

Aus der 4.Klasse sollen Quadratwurzel, Rechenregeln und Kubikwurzel bekannt sein.

In der 5.Klasse wurde die Gleitkommadarstellung (Rechnen mit Zehnerpotenzen über Z), der Funktionsbegriff, Darstellung von speziellen Funktionen (quadratische und reziproke) und ihre Eigenschaften bereits unterrichtet.

6.3 Beschreibung der begabteren Schüler, die ich mit diesem Stationenbetrieb nun besonders fördern möchte

Hochbegabt ist, wer in der Lage ist oder in die Lage versetzt werden kann, sich für ein Informationsangebot – auch aus seiner Sicht – hohen Niveaus zu interessieren, ihm zu folgen, es aufzunehmen, es zu verarbeiten und zu nutzen. (Geuss; Urban 1982)⁷

Ich versuche nun, mit diesem Stationenbetrieb zwei Ziele bei der Förderung der Begabteren zu verfolgen, nämlich ein fachliches und ein soziales.

⁷ www2.active.ch/~sven/EHK2/urban/urban97a.htm

6.3.1 Beschreibung der begabteren Schüler

Bei **Nick** fällt auf, dass er besonders rasch versteht und begreift. Er versucht dann auch meistens eine ganz individuelle Lösung einer gestellten Aufgabe zu finden. Eine typische Frage für ihn ist: „Geht das nicht auch so...?“ Er zeigt sich in den meisten Stunden interessiert und er scheut sich nie, falls ihm doch irgend etwas nicht klar sein sollte, zu fragen und solange nachzufragen, bis er das Erfragte restlos verstanden hat.

Johann zeigt sich als sehr genau arbeitender Schüler. Seine Mitschrift ist lückenlos und in ansprechender Form, nie fehlt eine Hausübung. Er begreift vielleicht nicht ganz so rasch und mühelos wie Nick, aber genau wie Nick lässt er im Unterricht keine Unklarheiten offen. Er ist ein echter Fan des TI92 und bemitleidet offen die Schüler der anderen Klassen, die Mathematik nicht mit einem CAS lernen. Er beeindruckte in diesem Schuljahr mich und seine Klassenkollegen/innen mit einem interessanten Referat zum Thema Daten- und Beziehungsstrukturen. Johann ist sehr ehrgeizig und mit jeder Note in Mathematik, die schlechter als „Sehr gut“ ist, unzufrieden.

Auch **Martin** fällt mir durch seine Gabe, besonders rasch zu verstehen, auf. Er stellt sehr oft Fragen, die tiefer in das Stoffgebiet hineinführen. Beim Erarbeiten der Cramer'schen Regel zum Beispiel, wollte er sehr viel mehr zum Thema Matrizen wissen, beschäftigte sich dann auch zu Hause mit „Matrizen am TI92“. Martin versteht es auch, anderen etwas geduldig und ausführlich zu erklären, seine Assistenz nahm ich in diesem Schuljahr oft gerne in Anspruch. Das Benützen einer Blackbox befriedigt ihn nicht ganz, und häufig fragt er auch: „Und wie löse ich das ohne Rechner?“

6.4 Vorarbeit: (1 Unterrichtseinheit)

Um einige wichtige Gesetze für das Rechnen mit Potenzen zu wiederholen (das Referat wurde im November gehalten, möglich, dass es nicht im Langzeitgedächtnis hängen geblieben ist), möchte ich in Gruppenarbeit Lernplakate erstellt lassen, die dann während des Stationenbetriebs in der Klasse aufgehängt werden sollen. Als Hilfsmitteln stelle ich den Schüler/innen die Mathematiklehrbücher der 3. und 4. Klasse zur Verfügung.

Für Gruppe 1: Das Plakat soll folgende Fragen beantworten:

- a) Was versteht man unter einer Potenz?
- b) Was versteht man unter Potenzieren?
- c) Definition: $a^0 = 1$

Gruppe 2: Das Plakat soll folgende wichtige Gesetze für das Rechnen mit Potenzen über \mathbb{N} verdeutlichen:

- a) Es können nur Potenzen mit gleicher Basis und gleichem Exponenten addiert bzw. subtrahiert werden.
- b) Multiplizieren und Dividieren von Potenzen über \mathbb{N}

Gruppe 3: Das Plakat soll folgende wichtige Gesetze für das Rechnen mit Potenzen über \mathbb{N} verdeutlichen:

- a) Potenzieren eines Produkts und Potenzieren eines Quotienten
- b) Potenzieren einer Potenz.

Gruppe 4: Das Plakat soll über die wichtigsten Gesetze für das Rechnen mit Wurzeln informieren.

6.5 Was soll anders sein?

6.5.1 Organisatorisches

Der organisatorische Rahmen kann vom „acdca-Stationenbetrieb“ übernommen werden. Ich werde aber großen Wert darauf legen, dass die Partner wechseln. Bei bisher in dieser Klasse durchgeführten Gruppenarbeiten fanden sich gerade diese 3 Schüler immer wieder zusammen. Sie sollen nun zeigen, dass sie auch mit den anderen Mitschüler/innen zusammenarbeiten können, Teamgeist und Kooperation sollen gefördert werden.

Da die Schüler/innen mit Selbstkontrolle in Mathematik noch nicht sehr viel Erfahrung haben, beabsichtige ich, bei 6 Stationen eine Lehrerkontrolle durchzuführen.

Jeder/e Schüler/in erhält einen Übersichtsplan⁸, indem er/sie auch eintragen soll, in welchem Maß die Aufgabenstellung für ihn/sie interessant war und was ihm/ihr daran besonders gefallen hat, und einen Hausübungsplan.

6.5.2 Schwerpunktsetzung

Die Schüler/innen sollen erfahren, dass eine Erweiterung des Zahlenbereichs von N auf Z und Q für den Exponenten möglich ist. Sie sollen Vermutungen hinsichtlich der Gültigkeit für bereits über N bekannter Rechenregeln auch über den Zahlenbereichen Z und Q anstellen und ihre Vermutungen mit dem TI92 überprüfen.

Das händische Rechnen mit Potenzen und Wurzeln, so wie es im „acdca- Stationenbetrieb“ in den Pflichtstationen 1,2,5,6,8 und 11 und in den Wahlstationen 2,4,7,9,10 intensiv verlangt wird, beschränkt sich in diesem Stationenbetrieb nun auf wenige einfache Beispiele in der Aufgabenstellung von P1⁹, da dieses Operieren an den TI92 ausgelagert werden kann. Wichtig ist mir, dass die Schüler/innen wissen, wie die Potenzfunktionen über N , Z und Q verlaufen und welche Eigenschaften sie besitzen. Zum Grundwissen zählt für mich auch das Erkennen, unter welchen Bedingungen eine Funktion umkehrbar ist, sowie das Auffinden einer Umkehrfunktion. Die Schüler/innen üben das Interpretieren der Potenzfunktion über Z in der Aufgabenstellung von P2 im ersten Teil, indem sie die Funktionen mit dem TI92 zeichnen und in Tabellenform die jeweiligen Eigenschaften bestimmen. Im zweiten Teil suchen sie interaktiv in einem Computerprogramm, welches vom „acdca-Stationenbetrieb“ stammt, zu vorgegebenen Funktionsgraphen den richtigen Term.

Der Zusammenhang „Wurzel und Exponent“ wird in P3 erklärt. Diese Station soll in einem Zweierteam bearbeitet werden. Im ersten Teil soll der/die Schüler/in diesen Zusammenhang verstehen und fähig sein, seinem/ihrem Teamkollegen/innen diesen Zusammenhang zu erklären. Im zweiten Teil sollen einfache Beispiele ohne und mit TI92 berechnet und auch geschätzt werden.

Im dritten Teil sollen nun die in der Grundstruktur bekannten Rechenregeln für Potenzen über Q hergeleitet, mit dem TI92 überprüft und mit konkreten Zahlen angewendet werden.

Die Wurzelfunktion wird als Potenzfunktion über Q erklärt und die Interpretation der Potenzfunktion über Q soll in Pflicht 4 im ersten Teil geübt werden. Was eine Umkehrfunktion ist, und wie man ebensolche berechnet, sollen die Schüler in Pflicht 4 im zweiten Teil erfahren.

⁸ siehe Anhang 2: Stationen des geänderten Stationenbetriebs

⁹ siehe Anhang 2: Stationen des geänderten Stationenbetriebs

6.5.3 Erweiterungen – Warum ich glaube, dass dieser Stationenbetrieb die Begabteren fördern wird.

Wahlstation 1 „Flug des Rettungshubschraubers“

Eingangs wird dem/der Schüler/in an einem Beispiel demonstriert, dass Quadrieren einer Wurzelgleichung zu Problemen führen kann. Er / sie soll an einem Beispiel das Lösen von Wurzelgleichungen nachvollziehen.

Die 2.Aufgabe der Schüler/Innen besteht darin, folgendes Beispiel im Zweierteam zu lösen:

Ein im Punkt R (0/0/0) stationierter Hubschrauber soll im Notfall Verletzte in die Spezialklinik S (80/40/0,2) bringen. Er kann maximal eine Strecke von 150 km zurücklegen. Berechne die Kilometermarken auf der Autobahn, welche entlang der Geraden $g[A(-5/-20/0,3); B(11/-20/0,3)]$ verläuft, zwischen denen der Rettungseinsatz geflogen werden kann.
Schätze zuerst mithilfe des Modells.

Der motivierende Aspekt bei diesem Beispiel soll die Teamarbeit und das Modell sein. In einer Schachtel wird dieser Sachverhalt dreidimensional dargestellt, der Weg des Hubschraubers kann entlang der Autobahn verschoben werden.

Um nun einen Lösungsansatz für ein außermathematisches Problem (mit visueller Unterstützung) finden zu können, sind Kenntnisse aus der Koordinatengeometrie im Raum, welche vor dem Unterrichtsabschnitt „Potenzen und Wurzeln“ gelehrt wurde, erforderlich.

Eigenständigkeit und selbständiges Anwenden und Kombinieren des bisher erworbenen Wissens und Könnens sowie Teamgeist und Kooperation mit anderen Schülern/innen werden hier verlangt. Den operativen Teil, Definitionsmenge bestimmen, Lösen einer Wurzelgleichung und die Probe, soll der TI92 übernehmen.

Wahlstation 2 „Schwarzer Peter“

Diese Station ist ein Spiel für 2-4 Spieler und wurde von mir aus dem „acdca-Stationenbetrieb“ zur Gänze übernommen.

Die Schüler/innen sollen in Form eines Kartenspiels den verschiedenen Funktionsgraphen ihre Eigenschaften zuordnen und umgekehrt.

Die Karten bestehen aus 14 zusammengehörigen Paaren. Auf einer Karte ist ein Funktionsgraph abgebildet, auf der anderen die zu dieser Funktion gehörenden Eigenschaften, nämlich Definitions- und Wertemenge, Monotonie und Funktionstyp.

Es gibt folgende Funktionstypen:

- Konstante Funktion, homogene und inhomogene lineare Funktion
- Reziproktfunktion $1/x$ und spezielle Reziproktfunktionen $1/x^2$, $-1/x$, $-1/x^2$.
- Quadratische Funktion, spezielle Quadratfunktionen und die kubische Funktion x^3 und $-x^3$ als Potenzfunktion und spezielle Potenzfunktion.
- Wurzelfunktion (Potenzfunktion über \mathbb{Q}) und spezielle Wurzelfunktion.

Zusätzlich gibt es noch eine Einzelkarte, der „Schwarze Peter“.

Dieses Spiel gefällt mir persönlich sehr gut, da es in spielerischer Form das Interpretieren und das zurecht finden Können bei den verschiedenen Potenzfunktion übt und festigt.

Der motivierende Aspekt ist das „Spiel“ an sich.

Wahlstation 3 „Luftballonstation“

Wie sich die einzelnen Parameter einer Potenzfunktion über N auf den Funktionsverlauf auswirken sollen die Schüler/innen bei der Bearbeitung von Wahl 3 erkennen und verstehen. Durch geeignetes Belegen der Parameter mit Zahlen und Veranschaulichen mithilfe des TI92 sollen die Schüler/innen fähig sein, allgemeingültige Schlüsse auf das Verhalten des Funktionsverlaufs ziehen können.

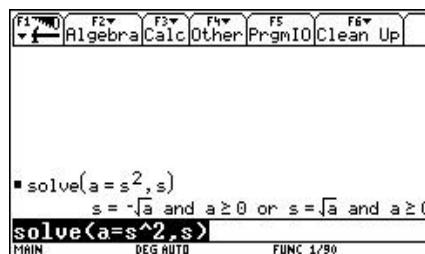
Der Arbeitsauftrag zu dieser Station steckt in einem aufgeblasenen Luftballon, den man erst zum Platzen bringen muss.

Wahlstation 4 „Lernplakat“

Die Schüler/innen sollen an 4 Beispielen untersuchen, wie sich ein Parameter auf eine Potenzfunktion über Q auswirkt. In Form eines Lernplakats sollen die gewonnenen Erkenntnisse für alle sichtbar gemacht werden, was zugleich auch der motivierende Aspekt sein soll. Diese Station soll wieder im Zweierteam bearbeitet werden, diesmal nicht nur um die Teamfähigkeit, sondern vor allem um die Fähigkeit, ein „Expertengespräch“ zu führen, zu schulen. Hier soll das Einüben in Verständigung und Kooperation geübt und gefördert werden, *„da die Kultivierung der Dimension „Verständigung und Kooperation“ für eine zeitgemäße Allgemeinbildung in einem demokratischen Gemeinwesen unverzichtbar ist.“*¹⁰ Kommunikationsfähigkeit mit Experten und mit der Allgemeinheit ist als Schlüsselqualifikation für Schüler/innen in der Oberstufe zu sehen. Gemeinsam wird über das reflektiert, was mathematisch getan wird.

Wahlstation 5 „Vorkommen von Potenzfunktionen in der Praxis“

Für Aufgabe 1 muss der Schüler erkennen können, welche Größe von welcher in Abhängigkeit gebracht werden soll. Er soll erkennen können, welche Lösung der quadratischen Gleichung hier nur Sinn macht.



Aufgabe 2 versteht sich als Anwendungsbeispiel.

Für die „animierte“ Darstellung und für das Erstellen einer Tabelle auf Hunderstelsekunden genau wird detailliertes Wissen über die Handhabung des TI92 vorausgesetzt und soll hier auch eine Herausforderung sein. Berechnung von Scheitelpunkten quadratischer Funktionen war bereits Kernstoff einer Schularbeit in diesem Schuljahr und ich erwarte mir, dass dieses Wissen bei den begabteren Schülern durchaus noch nicht in Vergessenheit geraten ist.

Diese beiden Aufgaben sollen in Einzelarbeit bewältigt werden, der motivierende Aspekt dabei ist die Vergabe eines Hausübungsgutscheins (eine beliebige Hausübung muss nicht gebracht werden) bei richtiger Lösung.

¹⁰ Hans Werner Heymann, Allgemeinbildung und Mathematik, S.110

Wahlstation 6 „Die Vase“

Um die Aufgabe dieser Station lösen zu können, muss der Schüler Wasser in die Vase füllen und mit einem Messbecher Volumsbestimmungen durchführen. Das Volumen ist mit dem Wasserstand in Zusammenhang zu bringen.

Der Schüler/die Schülerin erfährt, wie man mit dem TI92 Punkte im Koordinatensystem zeichnet und mit einer Regressionsgerade verbinden kann.

Es soll ein mathematisches Modell gebildet werden um einen Sachverhalt zu beschreiben.

Die Grenzen dieses Modells mögen auch erkannt werden. Diese Aufgabe soll wieder in einem Zweierteam erfüllt werden, nicht allein deshalb, weil so das Einfüllen und die Messungen sicher leichter durchführbar sind. Bei der Entscheidung, welche Regressionskurve nun gewählt werden soll, kann sich der/die Schüler/in in der Kommunikation und im Argumentieren üben.

Wahlstation 7 „ein nicht ganz so einfaches Memory“

Die Idee, ein Memory als Aufgabenstellung zu geben, stammt vom „acdca-Stationenbetrieb“.

Dieses Memory gestaltete ich aber so, dass Eigenschaften zu Graph; Funktion zu Umkehrfunktion, Asymptoten zu Funktionsgleichung, Potenzen in zweierlei Darstellungen und umgekehrt zusammenzufinden ist.

Dieses Memory soll zu dritt gespielt werden, und da es nicht einfach ist, hoffe ich, dass es den Ehrgeiz der begabteren Schüler weckt.

Wahlstation 8 „Verpackungsproduktion“

Hier handelt es sich um eine Extremwertaufgabe, die mit dem TI92 meiner Meinung von den begabteren Schüler/innen durchaus auch schon in einer 5.Klasse gelöst werden kann. Neues soll hier entdeckt und gelöst werden. Dabei besteht die Schwierigkeit im Auffinden der Zielfunktion (die aber noch nicht so benannt wird) und vielleicht im Erkennen, um welchen Funktionstyp es sich dabei handelt und welches Definitionsintervall dabei sinnmachend sein kann. Das Maximum kann mithilfe des Rechners bestimmt werden. Auch hier wird wieder detailliertes Wissen über den TI92 verlangt.

Diese Aufgabe soll in Einzelarbeit bewältigt werden, und der motivierende Aspekt ist wiederum ein Hausübungsgutschein.

Folgende, von den Schüler/innen der 6.Klasse genannte Möglichkeiten, eine Wahlstation attraktiv zu gestalten, nütze ich nun:

- 1) Es gibt ein klares Honorierungssystem.
- 2) Man kann sich Hausübungen ersparen.
- 3) Es gibt wieder zwei Spiele.
- 4) Man kann im Team arbeiten.

Im Interview mit den begabteren Schüler/innen der 6. Klasse wurde gesagt, dass ein Programm zu schreiben für sie eine interessante, attraktive Aufgabe sei, die sie auch freiwillig bearbeiten würden. Doch mein neuer Stationenbetrieb enthält keine Programmierwahlstation, weil es in dieser Klasse, für die ich diesen Stationenbetrieb nun vorbereitete, erst einen Schüler gibt, der den Programmiervorgang am TI92 schon gut beherrscht. Dieser Schüler wird seine Begabung nach der Durchführung des Stationenbetriebs in Form eines Referats (er wurde von seinen Mitschülern/innen gebeten, das zu tun) offerieren.

Konkret stelle ich mir nun vor, dass sich alle drei von mir beobachteten Schüler bemühen werden, mindestens 6 Wahlstationen zu bearbeiten, letztlich um damit die Voraussetzungen für eine Beurteilung mit „Sehr gut“ zu schaffen. Nick werden vielleicht besonders die Aufgabenstellungen von W1, W6 und W8 gefallen, denn hier kann er seine außergewöhnliche Kreativität bei im Finden eines Lösungsansatzes einsetzen. Johann findet möglicherweise an den Aufgabestellungen, die ein

detailliertes Wissen über den TI92 verlangen (W5 und W6) besonderen Gefallen und ich vermute, dass Martin an den Stationen, an deren Aufgaben im Team gearbeitet werden soll und auch an der Station W1, ich denke da vor allem an die schrittweise Lösung einer Wurzelgleichung, Gefallen finden wird. Station W2 und W7, die Spiele also, werden bestimmt durchgeführt werden, und ich vermute, die Luftballonstation W3 findet allgemein großen Anklang, da sie optisch ein Anziehungspunkt ist.

6.6 Wie ist es diesmal gelaufen?

Die Schüler/innen dieser Klasse arbeiteten so wie die Schüler/innen, mit denen ich den acdca-Stationenbetrieb durchführte, zuerst ausschließlich an den Pflichtstationen.

6.6.1 Welche Wahlstationen wurden bearbeitet?

	W1 Hub- schrauber	W2 Schwarzer Peter	W3 Luftballon- station	W4 Plakat	W5 Praxis	W6 Vase	W7 Memory	W8 Ver- packung	
Richi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				3
Sonja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		6
Andi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		6
Johann	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		6
Yvonne	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		6
Patricia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		5
Martin		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		4
Matthias			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		3
Tobias		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		3
Christoph		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		4
Nick		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		5
Libert	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		5
12	6	11	11	6	7	4	11	0	0

6.6.2 Wie verhielt sich Johann?

Johann bearbeitete als erste Wahlstation gemeinsam mit Andi W1 und sie zeigten sich vom Modell begeistert. Für die Lösung benötigten sie etwas Hilfe von mir. Anschließend spielte Johann „Schwarzer Peter“ mit Sonja, Andi und Yvonne. Es machte ihnen hörbar Spaß.

Danach zerplatzte Johann einen Luftballon und löste die gestellten Aufgaben ohne Probleme. Weiter ging es mit Memory, er spielte es mit Matthias, Tobias und Patricia und er gewann! Bei Station W6 (Vase) engagierte er sich sehr und war der „Leader“ des Teams (Er arbeitete hier gemeinsam mit Christoph). In der letzten Unterrichtseinheit bearbeitete er noch die Station W5 (Praxis) und es tat ihm leid, dass nicht mehr Zeit vorhanden war, um auch noch die Stationen W4 (Lernplakat) und W8 (Verpackung) zu absolvieren.

Johanns Arbeitseifer während dieser 8 Unterrichtseinheiten war sehr zufriedenstellend und ich finde, dass es gelungen ist, ihn sowohl fachlich als auch sozial zu fördern. Besonders gefiel es mir auch, dass er seinen Freund Andi mitreißen konnte. Es entstand ein Konkurrenzkampf zwischen den beiden, der sich positiv auf beider Leistungen auswirkte.

Sein Kommentar zu dieser Form des Unterrichts, den ich mir im Anschluss wieder von allen Schülern/innen schriftlich geben ließ, lautete:

„Ich finde, es war eine gute Idee, diese Art von Unterricht zu führen. Ich finde, die Zeit war zu kurz, um all diese Aufgaben zu bewältigen.“

6.6.3 Wie arbeitete Nick?

Nick kam mit den Pflichtstationen nur langsam voran und er war, ausgenommen sei dabei die Computerstation, nicht sonderlich motiviert. Nach den Pflichtstationen zerplatze er einen Luftballon, zeigte aber an der Bearbeitung der Aufgaben keinen besonderen Arbeitseifer und wenig Konzentration. Anschließend spielte er „Schwarzer Peter“ und „Memory“. Diese beiden Stationen bereiteten ihm nun aber sichtlich Spaß und er sah sich das Memory dann allein nochmals im aufgedeckten Zustand genau an. Dann überlegte er lange, welche Station er nun machen könnte und überredete Andi dazu, mit ihm W6 (Vase) zu bearbeiten. Hier hatte er nun das Sagen und kam auf die Idee, die Vase einmal voll zu füllen, das Volumen zu messen und dann das Wasser jeweils bis zur gewünschten Markierung auszuleeren, um die entleerte Wassermenge vom Gesamtvolumen abzuziehen. Andi war dabei sein Sekretär, der alles notieren musste. Auch welche Regressionskurve gewählt werden soll, entschied Nick allein. Er gab an, dass ihm diese Station am besten gefallen hat und bestätigte damit meine Vermutung.

Anschließend begann er in der 7. Unterrichtseinheit halbherzig mit Christoph die Station W4, sie konnten jedoch die Arbeit in dieser Stunde nicht fertig stellen. In der 8. Unterrichtseinheit fehlte Christoph und Nick erklärte, diese Station allein nicht fertig stellen zu wollen. Meine Vermutung, dass sich Nick auch für W1 (Hubschrauber) und W8 (Verpackung) interessieren würde, bestätigte sich also nicht und meine Erwartungen erfüllten sich hier nicht. Die Ursache an seinem geringeren Engagement lag vielleicht darin, dass Nick in dieser Woche noch eine Semesterprüfung in Latein ablegen musste, um dieses Schuljahr positiv abzuschließen.

Sein Statement zu dieser Unterrichtsform:

„Der Stationenbetrieb hat mit gut gefallen. Es ist auf jeden Fall eine positive Abwechslung zum normalen Unterricht.“

6.6.4 Was tat Martin?

Martin begann seine Wahlstationen mit dem Spiel „Schwarzer Peter“ und dabei hinterfragte er jedes einzelne Kartenpaar. Niemand in seiner Spielgruppe konnte ein Kartenpaar ablegen, ohne dass Martin es sich nochmals ansah und auf die Richtigkeit der Zusammengehörigkeit überprüfte. Auch er nahm sich dann das Spiel nochmals allein zur Hand, und ordnete erneut die Karten paarweise zusammen. Anschließend bearbeitete er die Luftballonstation und auch hier arbeitete er sehr genau und nahm sich sehr viel Zeit dafür. Danach half er Patricia bei der Bearbeitung dieser Station.

Er wurde dann zum Mitspielen für Memory aufgefordert. Auch jetzt konnte niemand ein Paar weglegen, ohne dass Martin die Richtigkeit überprüfte. Das führte zu einigen Diskussionen in der Spielgruppe, die durchaus als Fachgespräche gedeutet werden konnten. Als letzte Station in der letzten Unterrichtseinheit wählte er die Praxis, und nun begann er nervös zu werden, denn eigentlich wollte er seinen Angaben nach auch noch die Hubschrauberstation und das Lernplakat bearbeiten, was ihm aber aus Zeitgründen nicht mehr gelang.

Martin bearbeitete also nur vier Wahlstationen, aber die Fähigkeit, dabei in die Tiefe zu gehen, wie kaum sonst einer in dieser Klasse, wurde dabei gefördert.

Sein Kommentar dazu war:

„Ich finde das Projekt an und für sich sehr gut und es hat mir, auch wenn es vielleicht nicht so gewirkt hat, Spaß gemacht. Mehr Zeit wäre aber gut gewesen.“

6.6.5 Was fiel mir noch auf?

Positives:

Andi, Sonja und Yvonne arbeiteten erfreulich eifrig und bearbeiteten je 6 Wahlstationen. Die beiden Mädchen gaben an, dass ihnen diese Art von Unterricht sehr gefällt, weil man dabei auch kreativ sein kann und selbständig arbeiten kann. Andi fand, dass es

„...*lehrreich und teilweise amüsan, auf jeden Fall besser als ein frontaler Unterricht*“ war. Richi bearbeitete zwar nur drei Wahlstation, aber für diese nahm er sich sehr viel Zeit, ähnlich wie Martin, und ging dabei auch in die Tiefe. Nichts durfte ihm unklar bleiben.

Negatives:

Tobias und Matthias arbeiteten auch nur an drei Wahlstationen und sie bemühten sich dabei leider nicht sehr. Ich hatte das Gefühl, dass bei diesen beiden sich der nahende Schulschluss besonders bemerkbar machte. Die Luft war draußen, sich konnten sich kaum mehr konzentrieren.

Allgemeines:

Das Herräumen und Wegräumen der Stationen gestaltete sich für mich in dieser Klasse mühsam, denn die Schüler halfen nur nach ganz persönlicher Aufforderung. Noch dazu war der Computer in dieser Klasse nicht mehr funktionstüchtig und ich musste die Computerstation in den nebenan gelegenen EDV-Saal verlegen.

Die beiden Spiele und die Luftballonstation wurden von je 11 Schülern gewählt. Dass Spiele gewählt werden, vermutete ich ja schon und die Luftballons waren also wirklich optisch sehr anziehend.

Die Hausübungen wurden diesmal termingerecht abgegeben, da klar war, dass sie zu einer guten Benotung des Stationenbetriebs mitzählen werden.

6.6.6 Sicherung des Unterrichtsertrags

Nach diesen 8 Unterrichtseinheiten mussten die Schüler in Einzelarbeit folgende Aufgaben lösen:

1. Stelle ohne TI92 mit positiven Exponenten dar: $\left(\frac{x^2}{y}\right)^{-3} = \dots\dots\dots$
2. $(a^{-n})^{-m} =$
3. Definiere den Begriff: Potenzfunktion
4. Gib die Eigenschaften von $y(x) = x^{-3}$ an.
5. Erkläre den Zusammenhang: $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$
6. $\frac{\sqrt[n]{b}}{\sqrt[n]{c}} =$
7. Gib die Eigenschaften von $y = \sqrt{x-3}$ an.
8. Wann ist eine Funktion umkehrbar und wann nicht?

Einzig mit Punkt 5 hatten 4 von 12 Schülern/innen Probleme, die restlichen Aufgaben wurden von allen zu meiner Zufriedenheit gelöst.




















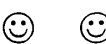




6.7 Konsequenzen für meinen weiteren Unterricht
























Gleich vorweg: Die Vorbereitung, die „Erfindung“ der einzelnen Stationen nahm sehr viel Zeit in Anspruch, aber es hat mir auch sehr viel Spaß gemacht. Der Unterricht in dieser Form bereitete mir und den Schülern/innen Abwechslung und Freude. Ich war nur mit dem Arbeitseinsatz und den Leistungen von zwei Schülern (Matthias und Tobias) nicht zufrieden, aber ich vermute, dass auch diese beiden zu einer anderen Zeit des Schuljahres besser motiviert gewesen wären. Ich kann mir vorstellen, dass ich nun in jeder Klasse zweimal im Schuljahr ein Stoffkapitel oder eine Übungssequenz in Form eines Stationenbetriebs anbieten werde.














Zwei der drei von mir zur Beobachtung ausgewählten, meiner Meinung nach begabteren Schüler verhielten sich wie von mir erwartet, wurden also gefördert. Sonja, Yvonne und Richi konnten aber auch zu besonderem Interesse und Arbeitseinsatz geführt werden, zeigten mir während dieser acht Unterrichtseinheiten ihre Begabung, die mir in diesem Schuljahr noch nicht so aufgefallen war und wurden darin gefördert.

Ich betrachte mein Vorhaben, mit einem Stationenbetrieb die Begabteren zu fördern diesmal als gelungen, würde die Durchführung ein nächstes Mal aber zu einem anderen Zeitpunkt ansetzen, also nicht in den letzten sechs Wochen des Schuljahres, um möglichst alle Ressourcen der Schüler ausschöpfen zu können.










Anhang 1 Auflistung der einzelnen Stationen des „acdaca-Stationenbetriebs“

1	Was sind Potenzen?	Pflicht	E	 , Laufdiktat		Laufdiktat mit Lückentext: Lies die Anleitung und die Vorlage durch und bearbeite dann das Arbeitsblatt!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
2	Rechnen mit Potenzen	Pflicht	E			Arbeitsblatt: Fülle es ohne Hilfe des TR aus! Hilfe im Buch S. 6–7	Selbstkontrolle Kontrollblatt
3	Potenzrechnung Übungen	Wahl	2			Berechne die Beispiele 50f / 61a / 65b / 68d	Selbstkontrolle Kontrollblatt
4	Domino	Wahl	2		 2–4	Spiele Domino!	Partnerkontrolle
5	Potenzdefinition Begriffserweiterung	Pflicht	E			Anleitung: Lies das Informationsblatt genau durch, übertrage die Definitionen in dein Heft und bearbeite die Aufgaben!	Lehrerkontrolle
6	Kluppenspiel Potenzen	Pflicht	5			Ordne alle Kluppen richtig zu!	Selbstkontrolle
7	Wurzel- und Potenzschreibweise	Wahl	E			Spiele am Taschenrechner „W2P()“! Spiele nicht länger als 15 bis 20 Minuten!	Selbstkontrolle
8	Rechnen mit Wurzeln 1. Teil	Pflicht	5			Arbeitsblatt: Rechne händisch!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
9	Rechnen mit Wurzeln 2. Teil	Wahl	8			Spiele Bandolero! Beginne links oben!	Selbstkontrolle Rückseite
10	Wettrechnen	Wahl	8			Ist man mit dem Taschenrechner oder „händisch“ schneller?	Partnerkontrolle
11	Partielles Wurzelziehen, Nenner rational machen	Pflicht	8			Arbeitsblatt: Rechne händisch!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
12	Wurzelrechnung Übungen	Wahl	11			Berechne händisch 122c / 125c / 134a / 139b	Selbstkontrolle Kontrollblatt

13	Monsterbeispiel	Wahl	2			Berechne Bsp 71a mit dem TR! Wie kann man mit dem TR möglichst übersichtlich arbeiten?	Selbstkontrolle Kontrollblatt
14	Potenzwahnsinn	Wahl	E			Anleitung: Versuche mit dem TR, möglichst große Zahlen zu erhalten!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
15	Potenzmemo	Wahl	5		 2-4	Spiele Memory!	Partnerkontrolle
16	Drei Funktionen im Vergleich	Pflicht	E			Arbeitsblatt: Vergleiche drei Funktionen mit dem TR!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
17	Die Potenzfunktion	Pflicht	E			Arbeitsblatt: Betrachte Potenzfunktionen mittels TR! Bestimme Eigenschaften!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
18	Wurzelfunktionen	Pflicht/ Wahl	E			Arbeitsblatt: Betrachte mittels TR Wurzelfunktionen! Bestimme Eigenschaften!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
21	Vorkommen von Funktionen	Wahl	17 18			Arbeitsblatt: Lies das Informationsblatt durch und bearbeite das Arbeitsblatt!	Selbstkontrolle
22	Umkehrfunktion	Pflicht	E			Arbeitsblatt: Untersuche Umkehrfunktionen	Lehrerkontrolle
23	Ein seltsamen Dreieck	Wahl	E			Arbeitsblatt: Erarbeite dir den Binomischen Lehrsatz!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
24	Graphen von Potenzfunktionen	Wahl	17			Spiele Funcdi: Zuordnungen Term – Graph: Typ 6 Stufe 2 musst du fehlerfrei bewältigen.	Selbstkontrolle
25	Funktionsgraphen	Pflicht	17 18			Spiele Funcdi: Zuordnungen Term – Graph mit den Typen 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 8 (Stufe 2)	Selbstkontrolle
26	Schwarzer Peter	Wahl	17 18		 4-6	Spiele „Schwarzer Peter“! Lies die Spielanleitung durch!	Partnerkontrolle

27	Gleitkommadarstellung	Pflicht	E			Arbeitsblatt: Arbeite das Arbeitsblatt ohne Taschenrechner durch!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
28	Vorsilben und Umrechnungen	Wahl	27			<i>6.7.1.1 Arbeitsblatt: Lies das Arbeitsblatt durch!</i>	Selbstkontrolle Kontrollblatt
29	Gleitkomma am TI	Wahl	27			Arbeitsblatt: Lies das Arbeitsblatt durch!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
30	Andere Zahlensysteme	Pflicht/ Wahl	E			Arbeitsblatt: Arbeite das Arbeitsblatt durch!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
31	Umrechnung zwischen Dual- und Dezimalsystem	Wahl	30			Anleitung: Programmiere die Umwandlung vom Dezimal- ins Dualsystem und umgekehrt!	Selbstkontrolle
32	Wurzelgleichungen	Wahl	E			Anleitung: Löse Wurzelgleichungen händisch und mit dem TR!	Selbstkontrolle Kontrollblatt
33	Könnte es King-Kong wirklich geben?	Wahl	E			Lies das Informationsblatt durch!	Selbstkontrolle
34	Wie man mit Statistik lügen kann	Wahl	E			Lies das Informationsblatt durch!	Selbstkontrolle
35	Pizzas,Pizzas!	Wahl	E			Lies das Informationsblatt durch und beantworte die Fragen!	Selbstkontrolle
36	How things can grow	Wahl	E			Lies das Informationsblatt durch und beantworte die Fragen!	Selbstkontrolle

Erklärung der Symbole beim „acdca-Stationenbetrieb“:

 etwas zum Schreiben	 du brauchst den Taschenrechner	 Lesen
 Schwierige Aufgabe	 Arbeit am Computer	 Spiel
 Einzelarbeit	 Partnerarbeit	 Gruppenarbeit

In der dritten Spalte stehen die Stationen, die Voraussetzung zur Bearbeitung sind. E bedeutet „zum Einstieg geeignet“. Du kannst auch das „Ringerlmodell“ verwenden, um zu sehen, welche Station Voraussetzung für einen andere Station ist.

Was du beim „Offenen Lernen“ darfst:	Was du beim „Offenen Lernen“ nicht darfst:
dir die Zeit für die Erledigung deiner Pflichtaufgaben selbst einteilen, selbst entscheiden, wann du etwas arbeiten willst	den Großteil der Zeit nichts arbeiten und deswegen nicht fertig werden
deinen Platz verlassen und dich auf einen anderen Platz setzen	herumlaufen, andere von ihrem Platz verdrängen
zwischen durch pausieren	andere stören
von verschiedenen Aufgaben auswählen	mit allem anfangen und nichts fertig machen
viele Ergebnisse selbst kontrollieren	die Ergebnisse abschreiben (dich selbst beschummeln)
Fehler machen	nicht ordentlich kontrollieren und nicht ausbessern
andere um Hilfe bitten	um Hilfe bitten, bevor du es selbst versucht hast

Nach der fünften Projektstunde („Halbzeit“) muss mindestens die Hälfte der Hausübungen abgegeben sein!

Anhang 2: Stationen des geänderter Stationenbetrieb

Pflichtstation 1- †

Du weißt bereits, dass für alle $a \in \mathbb{R} \neq 0$ gilt: $\frac{a^r}{a^s} = a^{r-s}$ mit $r, s \in \mathbb{N}$

Setzt man nun $r=0$, so erhält man $\frac{a^0}{a^s} = \frac{1}{a^s} = a^{-s}$

SATZ: $a^{-s} = \frac{1}{a^s}$ $a \neq 0; s \in \mathbb{N}$

Aufgabe 1:

Stelle ohne TI92 mit positiven Exponenten dar:

$$10^{-5} = \dots\dots\dots$$

$$\left(\frac{1}{2y}\right)^{-2} = \dots\dots\dots$$

Aufgabe 2:

Zeige, dass gilt:

$$\frac{1}{a^{-s}} = a^s \dots\dots\dots$$

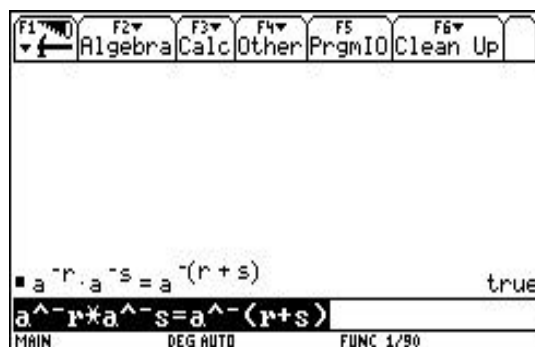
.....

.....

Aufgabe 3:

Untersuche mit Hilfe des TI92, ob die Rechenregeln für Potenzen mit Exponenten aus \mathbb{N} auch für Exponenten aus \mathbb{Z} gelten, indem du dir deine Vermutungen vom TI92 bestätigen oder widerlegen lässt.

z.B.



Pflichtstation 2- †

DEFINITION: Eine Funktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit der Funktionsgleichung $y = x^r$ mit $r \in \mathbb{Z}$ heißt **Potenzfunktion**.

Aufgabe 1

Untersuche die Potenzfunktion $y = x^r$ mit $r \in \mathbb{Z}$ auf ihre Eigenschaften.

r	Monotonie	Definitionslücken	Asymptoten	Wertebereich	Nullstellen
- 4					
- 3					
- 2					
- 1					
1					
2					
3					
4					

Aufgabe 2:

Ordne am Computer den Graphen die richtigen Funktionsterme zu.

Pflichtstation 3 - ♣ ♣

Bisher hast du die Quadrat- und die Kubikwurzel kennen gelernt.

Es gilt für alle $a \geq 0$ und $a \in R$: $\sqrt{a} = b \Leftrightarrow b^2 = a$

und für alle $a \geq 0$ und $a \in R$: $\sqrt[3]{a} = b \Leftrightarrow b^3 = a$

Analog dazu gilt für alle $a \geq 0$ und $a \in R$: $\sqrt[n]{a} = b \Leftrightarrow b^n = a$

Man kann nun Wurzeln und Exponenten in Zusammenhang bringen:

$$b^n = a = a^1 = a^{\frac{n}{n}} = a^{\frac{1}{n} \cdot n} = \left(a^{\frac{1}{n}}\right)^n$$

aus $b^n = \left(a^{\frac{1}{n}}\right)^n$ folgt nun $b = a^{\frac{1}{n}}$ und aus

$$\sqrt[n]{a} = b \quad \text{und} \quad b = a^{\frac{1}{n}} \quad \text{folgt}$$

$$\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}} \quad \text{für alle } a \geq 0 \quad \text{und} \quad a \in R$$

Aufgabe 1:

Studiere den Zusammenhang „Wurzel und Exponent“, erkläre dann ohne Unterlagen Deinem Partner diesen Zusammenhang. (Wer die höhere Zahl würfelt, beginnt).

Aufgabe 2: $\sqrt[6]{1000000}$

Berechne ohne TI92 $\sqrt[6]{1000000} = \dots\dots\dots$

Wie gibt man $\sqrt[5]{32}$ = ungefähr in den TI92 ein? $\dots\dots\dots$

Schätze: Überprüfe mit dem TI92, wie nahe Dein Schätzergebnis dem TI92 Ergebnis kommt.

Rechenregeln für Wurzeln ergeben sich aus den entsprechenden Rechenregeln für Potenzen:

$$\sqrt[r]{a^s} = (a^s)^{\frac{1}{r}} = a^{\frac{s}{r}}$$

Aufgabe 3:

Leite die folgenden Rechenregeln her und überprüfe mit dem TI92 und Einsetzen konkreter Zahlen.

$$\sqrt[r]{a} \cdot \sqrt[s]{a} = \dots\dots\dots$$

$$\sqrt[r]{\sqrt[s]{a}} = \dots\dots\dots$$

$$\frac{\sqrt[r]{a}}{\sqrt[s]{a}} = \dots\dots\dots$$

Pflichtstation 4- †

Unter einer Wurzelfunktion kann man die Potenzfunktion über der Exponentenmenge Q verstehen.

Aufgabe 1:

Zeichne nachstehende Funktionen mit dem TI92 und ergänze dann die Tabelle.

Funktion	Definitionsbereich	Wertebereich	Monotonie	Nullstelle
$y = x^{\frac{1}{2}}$				
$y = x^{\frac{1}{3}}$				
$y = x^{\frac{1}{4}}$				
$y = x^{-\frac{1}{2}}$				
$y = x^{-\frac{1}{3}}$				
$y = x^{-\frac{1}{4}}$				

Welche Gemeinsamkeiten lassen sich bestimmen?

.....

Aufgabe 2:

Zeichne die Funktion $f_1 = x^2$ im Intervall $[0; \infty]$ und die Funktion $f_2 = x^{\frac{1}{2}}$ in ihrem Definitionsbereich.

Welche Punkte besitzen diese beiden Funktionen gemeinsam?.....

Zeichne nun auch noch die 1. Mediane ein [0, Was fällt dir auf?

Die Potenzfunktion im Definitionsbereich ist die Umkehrfunktion zur Wurzelfunktion.

Definition: Es sei eine Funktion f gegeben. Kann man jedem Funktionswert y **genau ein** Argument x zuordnen, dann heißt die Funktion **umkehrbar**. Die Umkehrfunktion bezeichnet man mit f^* . Sie ordnet dem Funktionswert von f wieder das Argument zu.

Wie berechnet man die Umkehrfunktion? Man vertauscht x und y und rechnet dann y explizit aus.
 $f : y = 3x - 2$ $f^* : y =$

Die Funktion $f : y = x^2$ ist nicht umkehrbar. Warum? Schränke die Definitionsmenge so ein, dass eine Umkehrfunktion existiert.

Gegeben ist die Funktion $f : y = \frac{1}{x-2}$ Ermittle die Umkehrfunktion und zeichne beide Funktionen.

Wahlstation 1- ♣ ♣

Gleichungen, bei denen die Variable im Radikand auftritt, heißen Wurzelgleichungen. Das Quadrieren derartiger Gleichungen kann aber problematisch sein, wie das folgende Beispiel zeigt:

Löse die Gleichung..... $\sqrt{5x-1} = -10$
 Der Radikand muss ≥ 0 sein, es gilt daher
 $5x-1 \geq 0$
 $5x \geq 1$
 $x \geq \frac{1}{5}$

solve ($\sqrt{5x-1} = -10$) ergibt „false“
 Die Gleichung ist unlösbar. Begründe!..... $5x-1 = 100$
 Quadriert man aber die Gleichung, so erhält man
 $(5x-1 = 100, x)$ und
 solve ergibt die Lösung $x = \frac{101}{5}$

Eine unlösbare Gleichung hat plötzlich eine Lösung! Lösungen derartiger Gleichungen muss man daher immer mit einer Probe überprüfen!

Aufgabe 1: $\sqrt{7-x} = 7$

Löse die folgende Gleichung schrittweise über \mathbb{R} : . Bestimme die Definitionsmenge und führe die Probe aus.

Aufgabe 2:

Ein im Punkt R $(0/0/0)$ stationierter Hubschrauber soll im Notfall Verletzte in die Spezialklinik S $(80/40/0,2)$ bringen. Er kann maximal eine Strecke von 150 km zurücklegen. Berechne die Kilometermarken auf der Autobahn, welche entlang der Geraden verläuft, zwischen denen der Rettungseinsatz

geflogen werden kann.
 Schätze zuerst mithilfe des Modells.

Wahlstation 2: „Schwarzer Peter“

♣ ♣ oder ♣ ♣ ♣ oder ♣ ♣ ♣ ♣

Beschreibung:
 Die Karten müssen paarweise zusammengesucht werden. Auf einer Karte befindet sich der Funktionsgraph, auf der anderen Karte sind die Eigenschaften des Funktionsgraphen aufgelistet.
 Eigenschaften einem Graphen zuordnen und umgekehrt.

Wahlstation 3- ♣

Was bewirken die Konstanten a,b,c am Funktionsverlauf von
 $y = a(x + b)^n + c$ $n \in \mathbb{N}$?

1) für $n = 0$

2) für $n = 1$

3) für $n = 2$

der Graph ist eine..... für $a > 0$ nach.....
 für $a < 0$ nach.....

b gibt Auskunft über Verschiebung entlang der.....

c

4) für $n = 3$
 für $a > 0$
 für $a < 0$ ist der Graph monoton.....
 für

b gibt Auskunft über.....

c gibt Auskunft über.....

5) für $n = 4$

.....

6) für $n = 5$

.....

Ich vermutet: $n \in \mathbb{N}$

Für gerade $n \in \mathbb{N}$

Für ungerade

Skizzen:

Wahlstation 4- ♀ ♀
Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten
Plakat zeichnen

Untersucht gemeinsam die Wirkung des Parameters $a \in \mathbb{R}$ bei folgenden Funktionen:

$$f_1(x) = \sqrt{x-a}$$

$$f_2(x) = a\sqrt{x}$$

$$f_3(x) = \sqrt{x} + a$$

$$f_4(x) = a\sqrt{x}$$

Fertigt über eure Ergebnisse ein Lernplakat an, welches eure Mitschüler über den Sachverhalt dieser Aufgabe gut informieren kann.

Wahlstation 5 - †

Vorkommen von Potenzfunktionen in der Praxis

Aufgabe 1: Zwei Potenzfunktionen in der Geometrie

Gib den Funktionsterm an - das Formelheft kann benützt werden.

- a) Flächeninhalt des Quadrats
- 1) Die Größe des Flächeninhalts A hängt von der Länge der Seite a ab.
.....
 - 2) Die Länge der Seite a hängt von der Größe des Flächeninhalts A ab.
.....
- c) Volumen der Kugel
- 1) Das Kugelvolumen V hängt von der Länge des Radius r ab.
.....
 - 2) Die Länge des Radius r hängt vom Kugelvolumen V ab.
.....

Aufgabe 2: Wurf der Signalkugel

Wird ein Körper von der Höhe h_0 mit der Geschwindigkeit v_0 zum Zeitpunkt $t = 0$ senkrecht in emporgeschossen, so gilt für die Höhe h über dem Erdboden in Abhängigkeit von der Zeit t der Zusammenhang:

$$h(t) = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2 \quad \text{mit } g = 9,81 \frac{m}{s^2} \text{ (Erdbeschleunigung)}$$

Von einem 100 m hohen Leuchtturm wird eine Signalkugel mit einer Geschwindigkeit von 30 m/s senkrecht emporgeschossen.

- * Erstelle ein Weg-Zeit-Diagramm, ergänze das Weg-Zeit-Diagramm durch eine animierte Darstellung.
- * Bestimme aus der Graphik den Zeitpunkt der größten Höhe der Signalkugel und den Zeitpunkt des Auftreffens auf der Meeresoberfläche.
- * Bestimme mithilfe einer Tabelle den Zeitpunkt der größten Höhe der Signalkugel und den Zeitpunkt des Auftreffens auf der Meeresoberfläche auf Hundertstelsekunden genau!
- * Berechne durch Ergänzung auf ein vollständiges Quadrat den Zeitpunkt der größten Höhe der Signalkugel und durch Lösung einer Gleichung den Zeitpunkt des Auftreffens auf der Meeresoberfläche.

Wahlstation 6 - 🚰 🚰 : Die Vase

Diese Vase ist annähernd kugelförmig. Am Maßband kannst du die Wasserhöhe ablesen. Erstelle eine Tabelle, die angibt, wie viel cm^2 Wasser die Vase in Abhängigkeit vom Wasserstand (in cm) enthält.

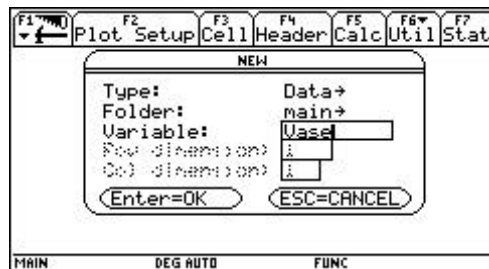
Wasserstand	0	5	7	10	12	15
Volumen	0

Zeichne nun die Punkte (h / V) mit dem TI92 in ein Koordinatensystem.

Gehe dabei folgend vor:

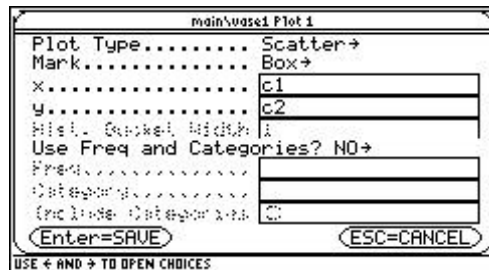
APPS...Data/Matrix Editor.....3:New

Gib dieser Datei den Namen „Vase“ und bestätige 2x mit enter.



Nun öffnet sich eine Tabelle. Trage unter „c1“ die Werte der Höhe und unter „c2“ der Werte des Volumens ein.

Mit F2 (Plot) und F1 (define) werden nun die Werte der Spalten „c1“ und „c2“ gespeichert. (2x Enter)



Finde geeignete window-Einstellungen:

die x-Werte gehen von.....bis.....; die y-Werte gehen von.....bis.....

Die Punkte werden nun als Kästchen (Box) gezeichnet.

Diese Kästchen sollen nun durch einen geeigneten Funktionsgraphen verbunden werden.

mit APPS, 6, 2 (open), vase, 2x enter, kommst du wieder zur Tabelle mit deinen Werten.

Mit F5, TwoVar und rechte Cursortaste eröffnet man das Menü möglicher Funktionen.

Entscheide dich zwischen CubicReg (Potenzfunktion 3.Grades), QuadReg (Potenzfunktion 2.Grades) und LinReg (Potenzfunktion 1.Grades = lineare Funktion)

(Die Abkürzung „Reg“ steht für Regression: Ein realer Tatbestand wird auf ein mathematisches Modell zurückgeführt)

Gib wieder für x „c1“ und für y „c2“ ein, unter „Store RegEQ to....none“ bestätige „y1(x)“ mit 2x enter.

Nun erscheint die Funktionsgleichung und unter dem Wert „R²“ sieht man, wie gut sich die Kurve den vorgegebenen Punkten anpasst. Hier gilt: Je näher bei 1, umso besser.

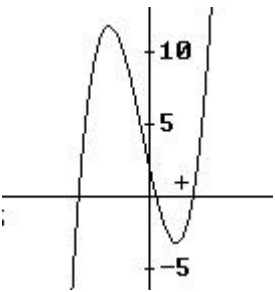
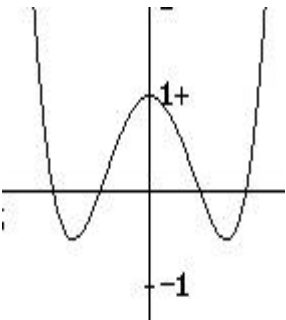
Welchen Grad der Funktion hast du gewählt?.....
Welche Funktionsgleichung gibt dir der TI92?.....
Wie gut ist deine Anpassung?.....

Gehe nun ins Graphikfenster. Läuft dein Funktionsgraph durch alle gezeichneten Punkte?
Versuche es vielleicht noch mit einer anderen, als die von dir gewählten Regression.
Welche ist die, die sich am besten anpasst?

Lies nun aus dem Graphen das Volumen für den Wasserstand von 9 cm ab.....

Überprüfe das Ergebnis praktisch.

Gibt die Kurve in ihrem gesamten Verlauf ($D = R$) den Zusammenhang „Volumen in Abhängigkeit vom Wasserstand“ wieder?
Welche Einschränkungen sind vorzunehmen?

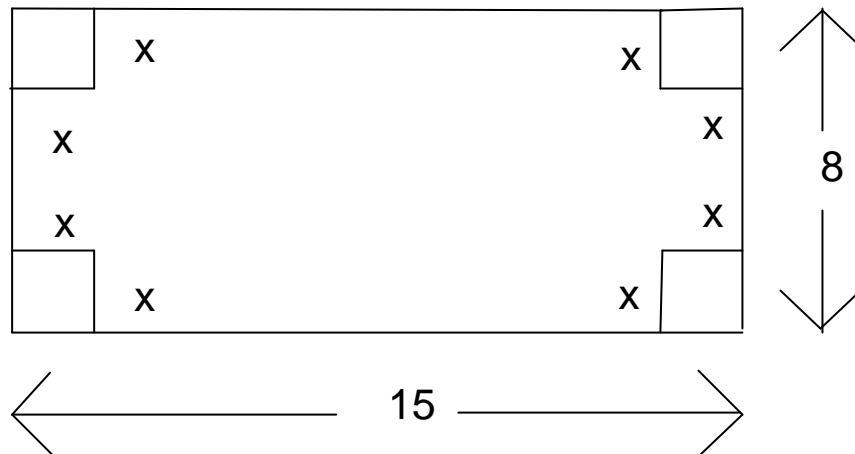
	$y = 3x^3 + 2x^2 - 10x + 2$ $D = \mathbb{R}$ $W = \mathbb{R}$ 3 Nullstellen 2 lokale Extrema ~ ~ Potenzfunktion über \mathbb{N} .		$y = \frac{x^4}{24} - 0,5x^2 + 1$ $D = \mathbb{R}$ $W = [-0,5; \infty]$ 4 Nullstellen 3 lokale Extrema ~ ~ Potenzfunktion über \mathbb{N}
<p style="text-align: center;">Produkt der Exponenten</p>	<p>Potenzen werden potenziert, indem man die Basis mit dem</p> <p style="text-align: center;">potenziert.</p>	$x = 3$ $x = -3$	<p>Die Asymptoten von</p> $y = \frac{1}{x^2 - 9}$ <p>sind</p>
<p style="text-align: center;">S (3 / 3)</p> <p style="text-align: center;">Maximum</p>	<p>Die Funktion</p> $y = -2(x - 3)^2 + 3$ <p>hat den Scheitelpunkt</p> <p>und dieser Scheitelpunkt ist ein</p>	$\mathbf{x = 2}$	<p>Die Asymptote von</p> $y = \frac{1}{x^3 - 8}$ <p>ist.....</p>

	$f : y = (x+5)^{\frac{1}{3}}$ $D = [-5; \infty]$ $W = \mathbb{R}_0^+$ 1 Nullstelle ~ Potenzfunktion über \mathbb{Q}	4	$16^{\frac{1}{2}}$
$\frac{1}{9}$	3^{-2}	$y = x^{-4}$	~ Asymptoten: x – Achse positive y – Achse $D = \mathbb{R} \setminus \{0\}$ $W = \mathbb{R}^+$ keine Nullstellen
$\sqrt[r]{a} \cdot \sqrt[s]{a} =$	$\sqrt[rs]{a^{r+s}}$	Die Umkehrfunktion Der Funktion $y = \frac{1}{x+3}$ ist die Funktion	$f^* : y = \frac{1}{x} - 3$

Wahlstation 8: Verpackungsproduktion

Eine Verpackungsfirma erhält den Auftrag, aus einem 15 cm langen und 8 cm breiten Rechteck eine Schachtel (ohne Deckel) anzufertigen, dessen Volumen möglichst groß ist.

Skizze:



In den 4 Ecken sind gleich große Quadrate auszuschneiden. Die dadurch entstehenden Rechteckstreifen sind aufzubiegen, damit eine Schachtel entsteht.

Stelle das Volumen der Schachtel durch eine Funktion $V(x)$ dar.

Welchen Grad besitzt diese Funktion?

Bestimme für x ein sinnvolles Definitionsintervall.

Zeichne die Funktion mit dem TI92 und übertrage den Graphen in dein Heft. Finde dabei geeignete window-Einstellungen.

An welcher Stelle x kannst du den größten y -Wert ablesen?

Bestimme mit dem TI92 genau Werte.

Wie lang muss nun die Quadratseite sein und wie groß ist das maximale Volumen?

Hausübungen

ZU P1:

Setze die richtigen Fachausdrücke ein und führe ein Beispiel an:

Potenzen mit gleicher Basis können, indem man die Basis mit der Summe der Exponenten potenziert.

Potenzen mit gleicher Basis können dividiert werden, indem man die Basis mit Der Exponenten potenziert.

Potenzen können potenziert werden, indem man die Basis mitder Exponenten potenziert.

Ein Produkt kann potenziert werden, indem man jeden einzelnen Faktor.....und die entstehenden Exponenten multipliziert.

Potenzen mit gleichem Exponenten können dividiert werden, indem man..... Der Basen mit dem gemeinsamen Exponenten.....

ZU P2

Skizziere den Verlauf der Funktionsgraphen ohne Hilfe des TI92, in dem du die wesentlichsten Merkmale, wie Monotonie, Definitionsbereich, Wertebereich, Asymptoten und Nullstellen beachtest.

$$f_1 : y = x^2$$

$$f_4 : y = -x^{-4}$$

$$f_2 : y = -x^{-1}$$

$$f_5 : y = x^5$$

$$f_3 : y = -x^3$$

$$f_6 : y = \frac{1}{x^2}$$

ZU P3

Stelle fest, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind! Bei wahren Aussagen gib ein Demonstrationsbeispiel an, bei falschen eines, das die Aussage widerlegt:

- Potenzen mit gebrochenen Exponenten können als Wurzeln dargestellt werden.
- Nicht jede Wurzel lässt sich als Potenz mit einem gebrochenen Exponenten schreiben.
- Für alle $a, b \in \mathbb{R}, a > b$ gilt: $\sqrt{a^2 + b^2} > a + b$
- Es ist gleichgültig, ob man eine nichtnegative Zahl a zuerst potenziert und dann radiziert oder ob man in der umgekehrten Reihenfolge vorgeht.
- Beim mehrfachen Radizieren einer Wurzel darf die Reihenfolge, in der radiziert werden soll, vertauscht werden.

ZU P4

Ermittle zu den folgenden Funktionen die Umkehrfunktionen, deren Definitions- und Wertemengen. Zeichne beide Funktionen und die erste Mediane in dein Heft.

$$y1(x) = \frac{x^4}{10}; \quad y2(x) = \frac{1}{x} + 2; \quad y3(x) = \frac{1}{x-3} + 5; \quad y4(x) = (x-4)^2 + 1$$

Station abhaken	Maximale Personenzahl		Voraussetzungen	K	Diese Aufgabe war für mich interessant----- nicht interessant ein Kreuz ganz links heißt: interessant ein Kreuz ganz rechts: nicht interessant	Das hat mir daran besonders gefallen:
P1	↑		Einstieg	LK		
P2	↑		P1	LK SK		
P3	↑ ↑		Einstieg	SK LK		
P4	↑		P3	LK		
W1	↑ ↑	Flug des Rettungshubschraubers	P3	SK		
W2	↑ ↑ - ↑ ↑ ↑ ↑	Schwarzer Peter	P1,P2,P3,P4			
W3	↑	Luftballonstation	P1	LK		
W4	↑ ↑	Lernplakat	P4	LK		
W5	↑	Vorkommen von Potenzfunktionen in der Praxis	P1	SK		
W6	↑ ↑	Die Vase	P1	LK		
W7	↑ ↑ ↑	Ein nicht so ganz einfaches Memory	P1,P2,P3,P4			
W8	↑	Verpackungsproduktion	P1,P2	LK		

Name:.....

LK.....Lehrerkontrolle; SK.....Selbstkontrolle

Stationenbetrieb „Potenzen und Wurzeln“

Der Stationen unterteilen sich in 4 Pflichtstationen, die du bis zum Ende der Gesamtdauer von 8 Unterrichtseinheiten unbedingt bearbeitet haben sollst, und 8 Wahlstationen, die du je nach Interesse und verfügbarer Zeit bearbeiten kannst.

Um deine Arbeit an diesem Stationenbetrieb mit „Gut“ bewerten zu können, musst du mindestens auch 3 Wahlstationen erfolgreich bearbeitet haben, für die Bewertung „Sehr gut“ sind mindestens 6 erfolgreich bearbeitete Wahlstationen nötig.

Um einen reibungslosen Ablauf dieses Stationenbetriebs zu gewährleisten müssen folgende Regeln von allen Schülern beachtet werden:

Was du darfst:	Was du nicht darfst:
dir die Zeit für die Erledigung deiner Pflichtaufgaben selbst einteilen, selbst entscheiden, wann du etwas arbeiten willst	den Großteil der Zeit nichts arbeiten und deswegen nicht fertig werden
deinen Platz verlassen und dich auf einen anderen Platz setzen	herumlaufen, andere von ihrem Platz verdrängen
zwischen durch pausieren	andere stören
von verschiedenen Aufgaben auswählen	mit allem anfangen und nichts fertig machen (begonnene Stationen müssen auch beendet werden)
manche Ergebnisse selbst kontrollieren	die Ergebnisse abschreiben (dich selbst beschummeln)
Fehler machen	nicht ordentlich kontrollieren und nicht ausbessern
andere um Hilfe bitten	um Hilfe bitten, bevor du es selbst versucht hast

Die Hausübungen müssen termingerecht abgegeben werden

Anhang 3: Auflistung der Antworten zur Befragung der Schüler/innen aus der 6.Klasse
„Im Stationenbetrieb muss man die einzelnen Schritte des Lernprozesses selbst tun. Wie ist es dir damit gegangen?“

1. Meistens recht gut. Leider waren oft „Brücken“ zu anderen Stationen schwer zu finden und konnten daher nur schwer und mühevoll verstanden werden.
2. Ich hatte dabei wenig Probleme. Vorlagen waren gut aufgebaut und leicht verständlich.
3. Mir ist es gut gegangen und ich denke, ich verstehe den Stoff.
4. Mit dem Erarbeiten ist es mir gut gegangen. Allerdings hat mir hier und da eine Erklärung gefehlt, sodass ich manche Punkte aus „Verzweiflung“ ausgelassen habe.
5. Die ersten 5 Stationen waren zügig zu lösen. Danach hatte ich keine Motivation mehr und ließ mir lange Zeit. Hätte ich in dem Tempo weitergearbeitet, wäre ich mit den Wahlstationen auch fertig geworden.
6. Nicht anders als im regulären Unterricht.
7. Nicht immer gleich. Manche Themen waren einfach zu lernen, manche schwerer. Aber mit den Zetteln war das gut und aufbauend erklärt.
8. Ziemlich gut, da ich mir alles selbst und mit meinem Tempo beibringen konnte.
9. Auf der einen Seite war es recht schwierig, aber auf der anderen Seite hat man ja die Chance seine Mitschüler bzw. sie um Hilfe zu bitten.
10. Mittelmäßig. Oft habe ich es gleich verstanden, aber manchmal musste ich auch 2 mal überlegen.
11. Manche Sachen, die ich nicht auf Anhieb verstanden habe, habe ich mir von Freunden erklären lassen oder im Buch nachgelesen. Aber insgesamt war es nicht besonders schwierig.
12. Nicht so schlecht, dennoch gefällt mir offenes Lernen nicht.
13. Mir ist es recht gut damit gegangen, weil das Themen waren, die mir schon bekannt waren. Und auch die Aufgaben konnte ich ohne sonntägliche Ausbrüche erledigen.
14. Ich hatte keine Probleme
15. Na ja, ehrlich gesagt nicht so gut. Im Einzelarbeiten habe ich öfter Schwierigkeiten, weil ich unsicher bin.
16. Eher schwer. Man hat keine Erklärungen bekommen, wurde vor Fakten gestellt und musste den Rest selbstständig aufarbeiten. Das ist nicht immer so leicht.
17. Sehr gut. Sobald ich überrißen habe, inwiefern die Theorie mit der Praxis zusammenhängt, hatte ich (fast) überhaupt keine Probleme.
18. Teilweise sehr gut, aber bei einigen Sachen sind Unklarheiten geblieben. Die meisten haben sich durch Erklärungen durch meine Klassenkollegen aufgeklärt.
19. Ich glaube, dass ich einen Großteil der Informationen erhalten und verarbeitet habe.
20. Man hätte öfters in Gruppen arbeiten sollen, das hätte es erleichtert und geholfen andere Dinge, die man vorher nicht verstand, besser zu verstehen.
21. Es ist mir im Großen und Ganzen gut damit gegangen. Ich habe die Definitionen gelernt und die Aufgaben erfüllt. Manche waren leichter, manche schwerer. Im gemeinsamen Unterricht wäre es mir möglicherweise bei manchen Stationen schwergewallen, mitzukommen. So konnte ich mein Tempo bestimmen.
22. Ich habe mich nicht immer mit einem Thema lang genug beschäftigen können, da die Zeit zu knapp war.

„Nach welchen Gesichtspunkten hast du die Stationen ausgewählt?“

1. Zuerst die Pflichtstationen war voll für mich das Wichtigste. Leider gab es oft von manchen Arbeitsblättern zu wenig, das hat ein wenig den Zufluss gestört. Dann musste auch ab und zu ne Wahlstation ran.
2. Pflicht & Wahl. Bei Pflicht was mich mehr und was mich weniger interessiert
3. Zuerst nach Pflichtstationen, dann habe ich Wahlstationen gewählt, die mir gefallen.
4. Welche gerade frei war. Ob man die schweren oder leichten zuerst macht ist egal.
5. Ich habe nur die Pflichtstationen gewählt, da sie wie der Name schon sagt, Pflicht waren und die Zeit für diese Stationen ohnehin gerade ausgereicht hat.
6. Anfangs habe ich nach Pflichtstationen und danach nach Schwierigkeit der einzelnen Gebiete ausgewählt. Ich habe zuerst nach den Themen gesucht, die mir besonders bekannt vorkamen.
7. Zuerst einfache Pflicht, dann schwere Pflicht, dann Spiele.
8. Zuerst habe ich alle Pflichtstationen gewählt, danach Spiele und Sachen die mir Spaß machen.
9. Pflichtstationen dann Spiele und einige leichte Wahlstationen.
10. Zuerst habe ich versucht die Pflichtstationen zu erfüllen, als ich fertig war, habe ich mir Stationen herausgesucht, die in der Beschreibung lustig und interessant geklungen haben. Meistens Spiele.
11. Nach dem Wort Pflicht und nach der Kurzbeschreibung.
12. Pflichtstationen. Als ich am Ende noch Zeit hatte, habe ich auch Wahlstationen erledigt.
13. Zuerst habe ich die Pflichtstationen ausgewählt, weil ich zuerst diese erledigen wollte. Dabei habe ich alles verstanden und nicht für nötig empfunden, mehrere Wahlstationen zu bearbeiten. Ein paar habe ich trotzdem gemacht.
14. Zuerst habe ich mir die Aufgaben angesehen, ob ich glaube, sie schaffen zu können. Meistens habe ich mit Aufgaben angefangen, die man zu zweit machen konnte, da ich mich sicherer fühle, mit jemanden zusammen zuarbeiten, da man notfalls einander helfen kann.
15. Ob sie Pflicht sind....Zeit zu knapp für Wahlstationen
16. 1. welche gerade verfügbar waren, 2. je niedriger die Nummern desto besser, 3. Pflichtstationen, 4. Partnerarbeit.
17. Zuerst Pflicht.
18. Zuerst Pflicht, dann Wahl bis die Arbeitszeit vorbei war.
19. Nach denen, welche frei waren und welche etwas leichter ausgesehen haben. Auch auf Gruppenarbeit habe ich geachtet.
20. Ich habe nur Pflichtstationen gemacht und mit denen wurde ich erst in der letzten Stunde fertig, sonst hätte ich auch Wahlstationen gemacht.
21. Ich habe die Stationen einfach beginnend mit 1 aufsteigend nach Pflichtstationen gelöst.

„Findest du, dass es bei diesem Stationenbetrieb möglich war, den Lehrstoff im individuellen Tempo zu erlernen?“

1. Bei vielen Stationen schon.
2. Mehr individuell als im normalen Unterricht, trotzdem mit Zeitdruck verbunden.
3. Der Vorteil bei solchen Stationenbetrieben ist, dass man bei den Sachen, die einem schwer vorkommen, länger stehen bleiben kann.
4. Nein ,da es eine Zeitvorgabe gab, und wenn man pünktlich abgeben wollte, musste man sich beeilen und unter Druck setzen.

5. Ja finde ich. Man hat auch gesehen, dass viel gute Schüler früher fertig waren und den schlechteren geholfen haben.
6. Das war vielleicht für den einen oder anderen der Fall, ich persönlich profitierte nicht, da ich kein spezielles Lerntempo benötige.
7. Nein nicht wirklich. Ich habe oft das Gefühl gehabt, dass die anderen schon viel weiter sind und mich deshalb extra beeilt. Dadurch habe ich nicht die Möglichkeit gehabt, schwierige Gebiete genauer zu lernen.
8. Ja, da wir nicht unter zu großen Druck und nicht mit dem Tempo der gesamten Klasse lernen mussten.
9. Ja es war möglich. Es war aber auch viel schwieriger alles zu verstehen.
10. Ja weil man es sich selbst einteilen konnte. Für einige war es vielleicht zu wenig Zeit.
11. Ja und auch nein, weil einerseits hat man sich aussuchen können, welchen Stoff man zuerst macht und wie schnell, aber andererseits hat man es trotzdem in einer bestimmten Zeit fertig haben müssen.
12. Ja...aber manche hatten zu wenig Zeit für ihr Tempo, obwohl sie sicher nicht langsam gearbeitet haben.
13. Ja, ich denke schon.
14. Ja, jedoch glaube ich, dass die meisten zu wenig Zeit hatten um alles zu verstehen.
15. Ja, man konnte sich für Aufgaben, die man nicht verstanden hat, mehr Zeit lassen. Andererseits gibt es viele, die alles auf Anhieb verstehen und dadurch schneller sind. Die Langsameren wie ich können daher in Hektik kommen.
16. Nein, es ist zu schnell gegangen und es war das meiste ziemlich schwer zu verstehen, weil man z.B. vor einem Lückentext mit Fakten gestellt wird und keine Ahnung hat und nichts erklärt bekommt und versuchen muss es selber zu verstehen.
17. Teilweise, zumindest die Praxis war leicht verständlich – Theorie war eher oberflächlich und schwer nachvollziehbar.
18. Bei leichten Themen ist ein Stationenbetrieb durchaus von Vorteil da man sein Tempo selbst bestimmen kann, und auch nicht ständig arbeiten muss, was mir persönlich sehr angenehm ist.
19. Teilweise. Zwar konnte man sich die Zeit für die einzelnen Stationen selbst einteilen, also wenn man etwas nicht gleich versteht weiter dort arbeiten, doch gab es ein Limit und es war zu Beginn schwer einzuschätzen ob man mit seinem eigenen Tempo alles rechtzeitig schafft.
20. Nicht wirklich, da wir nur gewisse Stunden zu Verfügung hatten und dadurch wieder unter Druck standen.
21. Ja jeder hat sich den Stoff einer Station so lange angeschaut, bis er es konnte, jeder in seinem eigenem Tempo.
22. Nein, denn wenn man ein nicht so guter Mathematiker ist, braucht man natürlich mehr Zeit um sich den Lehrstoff einzuprägen. Daher konnte ich es mir nicht erlauben Pausen einzulegen, denn sonst wäre ich nicht fertig geworden.

“Kannst du dir vorstellen, dass die Unterrichtsform „Stationenbetrieb“ nun öfter eingesetzt werden kann?

1. Bin eher dagegen
2. Ja. Der Unterricht ist individueller und der Schüler ist aktiver eingebunden.
3. Nicht zu oft. Bei leichterem Stoff ist es aber eine gute Sache.
4. Ich kann es mir vorstellen. Aber es wird nach einiger Zeit langweilig.
5. Einmal im Semester ist ausreichen und mehr als genug.
6. Ich persönlich würde den normalen Unterricht befürworten. Sehe keinerlei Vorteile.
7. Eher nicht. Erschwerung

8. Auf jeden Fall, macht mehr Spaß
9. Generell ist es eine entspannende und lustige Art des Lernens
10. Ja, aber nur in leicht erlernbaren Gebieten.
11. Ja, aber nur bei Themen, die nicht hoch kompliziert sind.
12. Vorstellen schon, mögen nicht.
13. Ja bei Themen die einfach sind
14. Für mich keine Schwierigkeit.
15. Ich könnte es mir schon vorstellen, aber der normale Unterricht ist mir irgendwie lieber, weil eventuelle Denkfehler oder sonstiges verhindert werden können, da alles von vornherein erklärt wird.
16. Ja, wenn mehr Zeit, andere Strukturierung und helfende Hand, mehr in Gruppen.
17. Ja, weil ich mir mein persönliches Tempo auswählen kann.
18. Bei leichteren Themen sehr angenehm.
19. Schwer zu beurteilen. Themenspezifisch, nicht als schwer empfunden, bleibende Lernerfolg gleich
20. Kommt darauf an, ab man in Gruppen arbeiten können wird.
21. Gut, den Stationenbetrieb öfters einzusetzen.
22. Schon, doch nur, wenn genug Zeit vorhanden ist.

Anhang 4: Antworten der Schüler der 5. Klasse auf die Frage: „Wie gefällt euch die Unterrichtsform Stationenbetrieb?“

Andi:

Ich finde es lehrreich und teilweise auch amüsant, auf jeden Fall besser als ein frontaler Unterricht.

Matthias:

Der Stationenbetrieb hat mir grundsätzlich gut gefallen.

Johann:

Ich finde, es war eine gute Idee, diese Art von Unterricht zu führen. Ich finde, die Zeit war zu kurz, um all diese Aufgaben zu bewältigen.

Nick:

Der Stationenbetrieb hat mir gut gefallen. Es ist auf jeden Fall eine positive Abwechslung zum normalen Unterricht.

Martin:

Ich finde das Projekt an und für sich sehr gut und es hat mir, auch wenn es vielleicht nicht so gewirkt hat, Spaß gemacht. Mehr Zeit wäre aber gut gewesen.

Richi:

Ich finde, dass ein solcher Stationenbetrieb eine nette Abwechslung ist.

Tobias:

Ich finde den Stationenbetrieb gut, da ich selbständiges Arbeiten mag.

Patricia:

Ich finde, dass Stationenbetrieb besser ist als normaler Unterricht, weil so der Schüler zeigen kann, was er selbständig in einer bestimmten Anzahl von Stunden erlernen kann.

Libert:

Mir hat der Stationenbetrieb gut gefallen, weil man selbständig arbeiten muss.

Sonja:

Ich finde wir sollten das Stationenarbeiten öfter machen. Man kann frei arbeiten und es macht Spaß.

Yvonne:

Macht Spaß.

Christoph: fehlt