



MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S 5 „Teambezogenes und selbstständiges Lernen“

LEGO MINDSTORMS

Ursula Trapp

Akademisches Gymnasium Graz

Graz, Juni 2005

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Das Konzept des Projektes Lego Mindstorms:	4
1.2 Ziele des Projektes	4
1.3 Arbeitsmittel: Der Lego Mindstorms Baukasten	5
1.3.1 Bestandteile des Grundbaukastens	5
1.3.2 Programmierung	5
2 DER ABLAUF DES PROJEKTES	7
2.1 Die Arbeitsgruppen	7
2.2 Phase 1 – der Roboter	8
2.2.1 Beschreibung der erstellten Roboter.....	8
2.2.2 Allgemeine Bemerkungen:	10
2.3 Phase 2 – Dokumentation.....	10
2.4 Phase 3 – Präsentation.....	11
3 DIE ERGEBNISSE – WURDEN UNSERE ZIELE ERREICHT?	12
3.1 Wie wurde evaluiert?.....	12
3.2 Ziele für die Schüler	12
3.3 Ziele für den Lehrer.....	15
4 REFLEXION	18
5 LITERATUR	20

ABSTRACT

Der Unterricht an einer AHS ist von deren Zielsetzung her eher kopflastig. Im Projekt Lego Mindstorms standen praktische Arbeit, kreative Ideen und eigenverantwortliche Problemlösung im Vordergrund. Die Schüler/innen sollten in drei Arbeitsgruppen jeweils einen Lego-Roboter bauen und am Tag der offenen Tür präsentieren. Wie der Roboter aussehen und was er können sollte, bestimmten die Schüler/innen selbst. Sie erwarben bei ihrer Arbeit nicht nur technische Kenntnisse und Fertigkeiten wie praxisnahe Programmierung und mechanisches Verständnis, sondern auch sogenannte soft skills wie Teamfähigkeit, Eigenverantwortung und Selbstorganisation. Die Präsentation am Tag der offenen Tür war ein voller Erfolg – der interaktive Roboter „Spastibot“ wurde der Liebling vieler kleiner Kinder....

Schulstufe: 11 (7. Klasse AHS)
Fächer: Informatik
Kontaktperson: Ursula Trapp
Kontaktadresse: Akademisches Gymnasium Graz
Bürgergasse 15
8010 Graz

1 EINLEITUNG

Der Unterricht an einer AHS ist von deren Zielsetzung her eher „kopflastig“ – der Handlungsaspekt kommt in den meisten Gegenständen zu kurz.

Obwohl es im Informatikunterricht relativ einfach ist, den Schüler/innen Arbeitsaufträge zu geben, die sie eigenständig bearbeiten können und die einen Spielraum für individuelle Lösungen geben, ist es auch hier vielfach notwendig, die Schüler/innen in die Funktionsweise von Programmen oder Programmiersprachen einzuführen, bevor man praktische Aufgabenstellungen in Angriff nehmen kann.

Lego Mindstorms ermöglicht den Bau und die Programmierung kleiner Lego-Roboter, die zugehörige Programmierumgebung ist sehr leicht erlernbar und gibt daher den Schüler/innen die Möglichkeit, nach einer nur sehr kurzen Einführungsphase, selbstständig ein Projekt zu planen und umzusetzen.

1.1 Das Konzept des Projektes Lego Mindstorms:

Im Wintersemester 2004/05 führte die Wahlpflichtfachgruppe Informatik der 7. Klassen am Akademischen Gymnasium Graz im Rahmen des Informatikunterrichtes das Projekt Lego Mindstorms durch.

Die 9 Schüler und 2 Schülerinnen sollten in 3 Arbeitsgruppen ausgestattet mit je einem Lego Mindstorms Baukasten einen kleinen Lego-Roboter bauen. Wie er aussehen und was er können sollte, konnten die Schüler/innen selber festlegen. Zielvorgabe war lediglich, dass am Tag der offenen Tür am 3. Dezember 2004 ein „vorführbares Endprodukt“ vorliegen musste.

1.2 Ziele des Projektes

Für die Schüler/innen

-  Eine praktische Arbeit durchführen.
-  Eigenständigkeit erproben -
Die Schüler/innen sollten ermutigt werden, selber Zielvorgaben zu entwickeln, selbständig nach Lösungen zu suchen – sich nicht auf das Know how des Lehrers zu verlassen, sondern selber die Verantwortung für den eigenen Erfolg und für den eigenen Wissenserwerb zu übernehmen.
-  Gruppenarbeit
Die Schüler/innen sollten in einer Arbeitsgruppe ihre Aufgaben und Rollen entsprechend ihren Stärken selber definieren, sich mit den Mitschüler/innen in technischen und organisatorischen Belangen auseinandersetzen, den eigenen Standpunkt vertreten und gemeinsam mit den Teamkollegen zu einem Ergebnis kommen.

Für die Lehrerin

-  Erfahrung gewinnen in der Moderation von Gruppenarbeit:
wie viel Freiheit, wie viel Anleitung brauchen Schüler, um ihre Aufgaben zu bewältigen?
-  Herausfinden, ob praktische Gruppenarbeit in Bezug auf Arbeitsfreude und/oder Lernerfolg herkömmlichen Unterrichtsmethoden überlegen ist.

- ☞ Überprüfen der Hypothese, dass das soziale Zusammenspiel der Gruppenmitglieder Einfluss auf die Qualität des Endproduktes hat.

1.3 Arbeitsmittel: Der Lego Mindstorms Baukasten

Der Lego Mindstorms Baukasten ist ein Produkt der Lego – Familie, kann im Spielzeughandel um ca. 250 € erworben werden, und ist mit den anderen Lego - Produkten voll kompatibel. Es können also sowohl normale Bausteine, als auch Elemente aus Lego Technik Baukästen problemlos mitverwendet werden.

1.3.1 Bestandteile des Grundbaukastens

Der Baukasten enthält neben normalen Legobausteinen

- ☞ einen RCX Minicomputer,
- ☞ zwei Motoren,
- ☞ zwei Berührungssensoren
- ☞ einen lichtempfindlichen Sensor
- ☞ eine USB - Infrarot – Schnittstelle und
- ☞ eine CD-ROM mit einer graphischen Programmierumgebung.

Der RCX ist das Herz von Lego Mindstorms. Er ist ein programmierbarer Baustein, für den am Computer Programme erstellt werden können, die mittels der Infrarotschnittstelle auf den RCX übertragen werden und dort ablaufen.

Der RCX hat drei Steckplätze für Sensoren und drei Steckplätze für Motoren.



Der fertige Roboter kann also über die Sensoren mit seiner Umgebung kommunizieren und mit Hilfe seiner Motoren Bewegungen ausführen.

Im Grundbaukasten nicht enthalten sind Temperatursensoren und Drehsensoren sowie die zum Betrieb nötigen Batterien.

1.3.2 Programmierung

Die Programmierung des RCX kann mit der beiliegenden graphischen Programmierumgebung erfolgen oder auch mit normalen objektorientierten Programmiersprachen, die Objekte zur Steuerung der Motoren und Sensoren zur Verfügung stellen. Im Besonderen sind wir auf die Sprachen NQC (Not quite C), eine Abwandlung von C und auf Visual Basic gestoßen. Allerdings haben wir diese Möglichkeiten schnell wieder verworfen, da die graphische Programmierumgebung sehr viel leichter zu bedienen ist und ihre Einschränkungen, wie zum Beispiel die geringere Anzahl von ver-

fügbaren Variablen, in unseren Aufgabenstellungen zu keiner Beeinträchtigung geführt haben.

Die graphische Programmierumgebung ermöglicht die Durchführung aller grundlegenden Programmieraufgaben:

Sie stellt „Grundbausteine“, wie zum Beispiel „geradeaus fahren“, bereit, die mit drag and drop aneinandergereiht werden können. So ist es auch Programmieranfängern sehr schnell möglich, ihren Roboter kleine Aufträge erfüllen zu lassen. (Die Teilnehmer der Projektgruppe brachten sehr unterschiedliche Programmiererfahrung mit – einige hatten noch nie programmiert.).

Darüber hinaus gibt es natürlich die üblichen Strukturelemente einer Programmiersprache wie logische Verzweigungen und Schleifen, die auch ineinandergeschachtelt verwendet werden können.

Die 15 vorhandenen Variablenspeicherplätze reichen aus, um die verschiedenen Vorgänge eines mittelmäßig komplexen Programmablaufes zu überwachen.

Die „Bausteine“ zur Interaktion mit den Sensoren ermöglichen das Erkennen von Berührungen beziehungsweise Helligkeitsunterschieden, und ergeben in Kombination mit den „Grundbausteinen“ und logischen Strukturen eine sinnvolle Reaktion des Roboters auf seine Umgebung.

Wenn das Programm erstellt ist, wird es auf dem Computer abgespeichert und über die Infrarot Schnittstelle an den RCX übermittelt. Der RCX kann sich nur 5 verschiedene Programme merken. Mit der Taste „run“ auf dem RCX wird das Programm gestartet – der Roboter läuft.

2 DER ABLAUF DES PROJEKTES

Am Beginn des Schuljahres 2004/05 habe ich den Schüler/innen der Wahlpflichtgruppe Informatik das Projekt Lego Mindstorms vorgestellt. Die Aussicht, selbst Zielvorgaben zu entwickeln und den eigenen Arbeitsprozess zu gestalten, wurde von den Schüler/innen begeistert aufgenommen.

Der Projektauftrag lautete:

- 👉 Definiere, welche Aufgabe dein Roboter erfüllen soll.
Baue den Roboter.
Erstelle ein Programm, das den Roboter dazu befähigt, seine Aufgabe zu erfüllen.
- 👉 Erstelle eine Internetseite (oder ein kleines Web) auf der / in dem man folgende Informationen findet:
 - ❖ Vorstellung des Teams
 - ❖ Beschreibung des Roboters (technische Ausstattung, Aufgabe/Funktion, Foto),
 - ❖ Entstehungsgeschichte des Roboters (Idee, Verlauf der Arbeit – was wann wer wie, Höhepunkte – gelungene Teilaufgaben, Schwierigkeiten und ihre Bewältigung / eventuelle Modifikation der Aufgabenstellung, das Endprodukt)
 - ❖ Bildergalerie
 - ❖ Programm
- 👉 Präsentiere den Roboter am Tag der offenen Tür

Bevor die Schüler/innen mit der praktischen Arbeit begannen, füllten sie einen Fragebogen (siehe Anhang) über ihre Erwartungen aus, und bildeten drei Arbeitsgruppen.

2.1 Die Arbeitsgruppen

Da die Schüler/innen im vorangegangenen Schuljahr verschiedene Informatikgruppen besucht hatten, hatten fünf von ihnen bereits gute Kenntnisse in der Visual Basic Programmierung, während die anderen noch nie mit einer Programmiersprache gearbeitet hatten.

Gruppe I bestand aus vier Burschen mit Programmierkenntnissen. Aus dem Informatikunterricht des Vorjahres kannte ich sie als Schüler mit guter Arbeitshaltung, Freude am selbständigen Erweitern und Modifizieren vorgegebener Aufträge, Durchhaltevermögen, wenn nicht immer alles sofort klappte, und einem guten logischen Verständnis.

Während des Projektes bildeten sie eine leistungswillige und leistungsstarke Gruppe, die sich umfangreiche, schwierige Ziele setzte und diesen auch gerecht wurde.

Gruppe II hatte nur einen programmiererfahrenen Schüler, der in Bezug auf seine Fähigkeiten und seine Arbeitshaltung auch gut zu Gruppe I gepasst hätte (aber dann wäre Gruppe I zu groß gewesen). Die drei anderen Burschen hatten noch nie programmiert.

In der Gruppenarbeit zeigte sich, dass diese Gruppe sich nicht so leicht auf ein gemeinsames Vorgehen einigen konnte, dass einige Schüler sich rasch von der Arbeit abwendeten, wenn sie nicht sofort nach ihren Vorstellungen ablief, und es wahrscheinlich der ruhigen und beständigen Art des programmiererfahrenen Schülers zu verdanken war, dass die Arbeit erfolgreich abgeschlossen werden konnte.

Gruppe III bestand aus einem Burschen und zwei Mädchen ohne Programmiererfahrung.

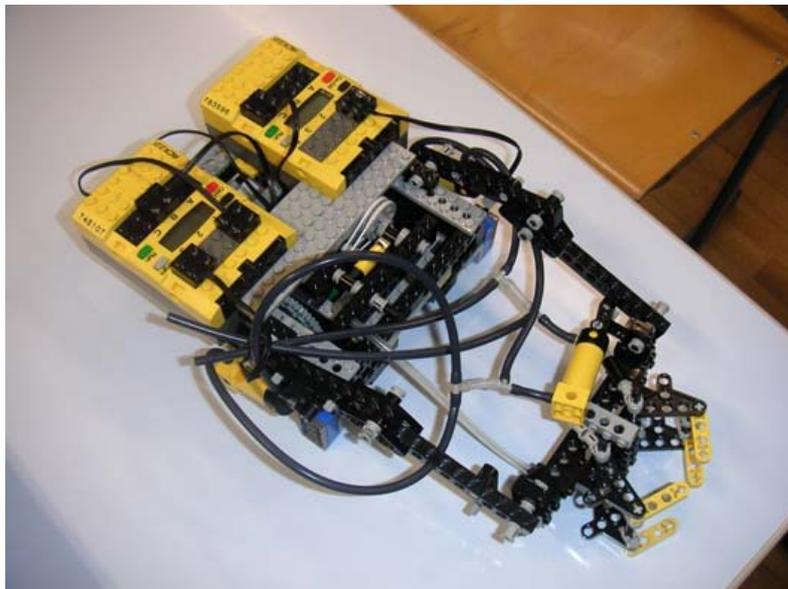
Sie waren die einzige Gruppe, die mein Angebot, ihnen die graphische Programmieroberfläche zu zeigen, annahm, und die mich auch zwischendurch immer wieder mal als Gesprächspartner bei technischen Problemen benötigte. Bei der Wahl ihrer Ziele hatten sie das Pech, dass sie zuerst eine Aufgabe auswählten, die sich dann als zu kompliziert erwies, und eine Neudefinition der Ziele erforderlich machte. In der verbliebenen Zeit ging sich dann nur mehr eine relativ einfache Aufgabenstellung aus. Die Zusammenarbeit in dieser Gruppe war gut, aber es kam nie Begeisterung auf, wie in den anderen Gruppen.

2.2 Phase 1 – der Roboter

Nachdem sich drei Arbeitsgruppen konstituiert hatten, begannen wir gemeinsam mit dem Bau eines Roboters – Prototypen nach der Anleitung aus dem Begleitheft des Baukastens, um an diesem Roboter die graphische Programmierung und die Programmübertragung zu erproben. Danach ging es an die selbstgewählten Aufgaben:

2.2.1 Beschreibung der erstellten Roboter

2.2.1.1 Der Roboter der Gruppe I



Der Roboter erfüllte mehrere Aufgaben:

- ❖ Er fuhr auf dem Tisch herum ohne herunter zu fallen.
Zu diesem Zweck hatte er zwei Lichtsensoren an den Ecken montiert, die,

sobald sie sich nicht mehr über der weißen Tischplatte befanden, den Roboter wenden ließen.

- ❖ Er hob Gegenstände, die in seinem Weg lagen, auf, führte sie an den Tischrand und ließ sie hinunterfallen:
Für diese Aufgabe hatte der Roboter einen pneumatisch gesteuerten Greifarm, der mit einem Drucksensor ausgestattet war. Berührte der Greifarm einen Gegenstand, hielt der Roboter an, der Greifarm umschloss den Körper und hob ihn hoch. Daraufhin fuhr der Roboter weiter, bis die Lichtsensoren anzeigten, dass sich der Greifarm nicht mehr über der Tischplatte befand, die Pneumatik öffnete den Greifarm und der Gegenstand konnte zu Boden fallen.

Die Komplexität der Aufgabe erforderte die Verwendung von zwei RCX, da jeder RCX nur drei Ausgänge hat, hier aber vier Ausgänge benötigt wurden (zwei für die Fortbewegung einer für die Pneumatik und einer für den Schalter, der die Wirkungsrichtung der Pneumatik festlegte). Der zweite RCX sowie die Bestandteile der Pneumatik-Anlage wurden von den Schülern aus ihren Privatbeständen beige-steuert.

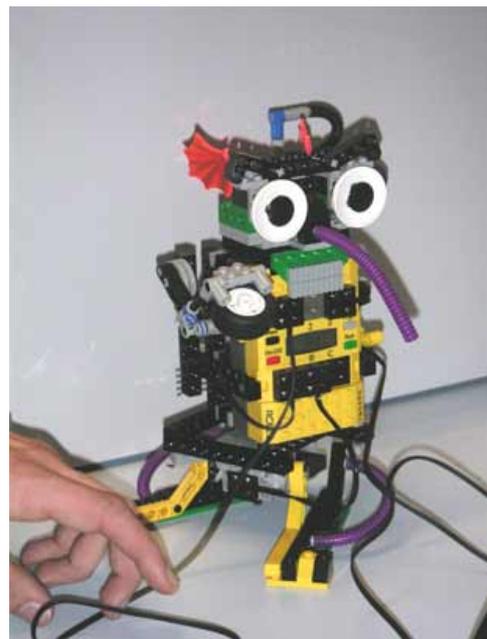
Die Leistungen dieses Roboters überstiegen in Umfang und Schwierigkeitsgrad bei weitem meine Erwartungen.

2.2.1.2 Der Roboter der Gruppe II: Spastibot

Der Roboter der Gruppe II erhielt den Kosenamen Spastibot. Er sah wie ein Männchen aus, man konnte mit ihm spielen, und er wuchs seinen Erzeugern richtig ans Herz.

Spastibot konnte nicht laufen, da die beiden Motoren anderweitig gebraucht wurden, er drehte sich aber ständig hin und her. Er war über lange Kabel mit einem Drucksensor verbunden, der als Auslöser diente. Drückte man auf den Auslöser, hielt Spastibot inne, hob seinen Wurfarm und warf einen Lego-Autoreifen in die Richtung, in die er gerade schaute. Traf der Reifen auf die Auffangvorrichtung, spielte Spastibot eine Melodie ab und erhöhte seinen Trefferzähler.

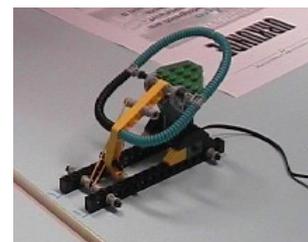
Der Aufbau von Spastibot war ziemlich genau einer der Vorlagen aus dem Lego Mindstorms Baukasten nachempfunden – seine Funktionsweise wurde von den Schülern selbst entworfen. Da sich der Roboter zu einem interaktiven Spielzeug entwickelt hatte, entstand die Idee, ihn am Tag der offenen Tür als Spiel für die kleinen Besucher zu verwenden. Jedes Kind durfte eine Serie von acht Schüssen abgeben und erhielt eine Urkunde mit seinem Namen und der erreichten Trefferanzahl.



Spastibot



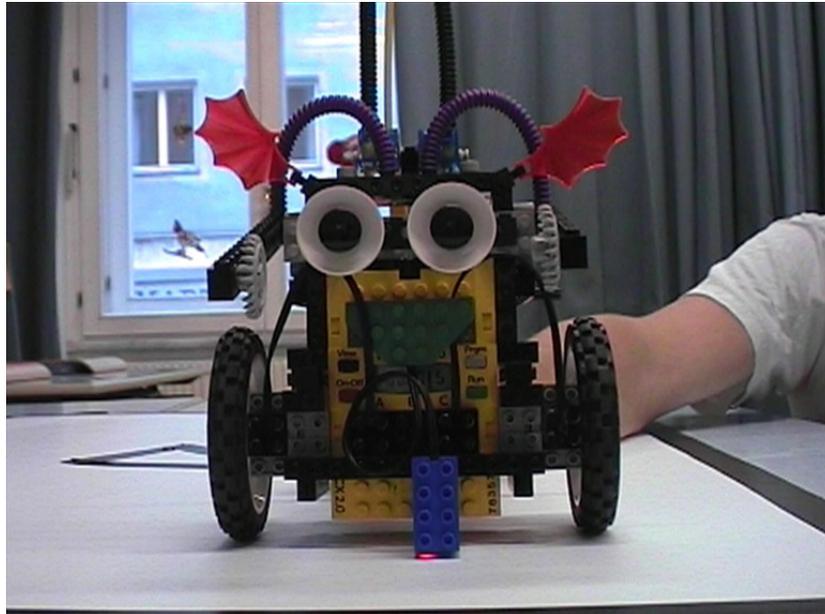
Auslöser



Auffangvorrichtung

2.2.1.3 Der Roboter der Gruppe III:

Der Roboter fuhr umher, und orientierte sich an Helligkeitsunterschieden der Unterlage. Erreichte er eine schwarze Linie, hielt er wippend an, setzte zurück, wendete und fuhr in eine andere Richtung weiter.



2.2.2 Allgemeine Bemerkungen:

In der Phase des Roboterbaues waren alle Gruppen sehr engagiert. Sie wählten zwar sehr unterschiedlich umfangreiche und unterschiedlich anspruchsvolle Themen, aber es fühlten sich alle für ihre Arbeit verantwortlich. Ersichtlich war das daran, dass in den letzten beiden Wochen vor dem Tag der offenen Tür praktisch alle Gruppen auch außerhalb der Unterrichtszeit an ihrem Projekt arbeiten mussten, um rechtzeitig fertig zu werden, und das auch freiwillig taten. Außerdem spürte man bei allen Gruppen Freude, Stolz und Zufriedenheit, als die Roboter funktionierten.

2.3 Phase 2 – Dokumentation

In den zwei Doppelstunden nach dem Tag der offenen Tür hatten die Schüler/innen den Auftrag, eine Website zu erstellen, die sie und ihren Roboter präsentieren sollte.

Alle Schüler/innen (bis auf den Burschen in Gruppe III) hatten im Vorjahr im Rahmen des Informatikunterrichtes den Umgang mit einem Webeditor gelernt, doch nur Gruppe I war in der Lage, ohne Hilfe eine sauber gestaltete, informative Website zu erstellen. Sie ist auf dem Schüler-Server des Akademischen Gymnasiums unter der Webadresse <http://forum.akademisches-graz.at/lego04/matteo/mindstorms.htm> veröffentlicht.

Gruppe II brauchte Hilfe bei der Erstellung der Struktur ihrer Website und lieferte eine etwas kindlich bunte und sprachlich fragmentarische Arbeit ab, die man unter <http://forum.akademisches-graz.at/lego04/Spastibot/robo.htm> betrachten kann.

Gruppe III kam zu gar keinem Ergebnis.

2.4 Phase 3 – Präsentation

Der Tag der offenen Tür am 3. Dezember 2004 gab den Schüler/innen die Möglichkeit, ihre Roboter einer größeren Öffentlichkeit zu präsentieren. In der Mitte des Informatiksaales wurden drei Tische aufgestellt, auf denen die Roboter vorführten, was sie konnten.

Spastibot schnitt dabei eindeutig am besten ab. Er war der Liebling der kleinen Kinder – manche kamen immer wieder, um ihre Trefferzahl zu verbessern und eine Urkunde mit „acht Treffern“ zu bekommen. Entsprechend gut war die Stimmung der Gruppe II. Die Schüler betreuten abwechseln ihren Stand und es war berührend für mich, diese 17 jährigen Burschen als liebevolle Spielleiter zu erleben.

Die anderen beiden Gruppen hatten bei der Präsentation Pech. Der Roboter der Gruppe III konnte nach einem Batteriewechsel nicht mehr in Gang gebracht werden, und am Roboter der Gruppe I brach ein Teil des Greifarmes, sodass er aus dem Gleichgewicht kam und vom Tisch fiel. Da sich der Greifarm nicht so schnell reparieren ließ, beschränkte sich die Aufgabe dieses Roboters nach seinem Unfall darauf, nicht vom Tisch zu fallen. Damit errang er eher die Beachtung der Erwachsenen. Ein Vater sagte bewundernd, währen sein Kind mit Spastibot beschäftigt war, „Ich schau dem Ding schon die längste Zeit zu – aber es fällt nicht hinunter!“

3 DIE ERGEBNISSE – WURDEN UNSERE ZIELE ERREICHT?

Wenn man überprüfen will, ob Ziele erreicht wurden oder nicht, muss man sich zuerst einmal darüber klar werden, woran man erkennen kann, ob ein Ziel erreicht worden ist. Als zweites muss man sich fragen, ob die überprüfte Datenmenge einen ausreichenden Umfang hatte, um aus dem Beobachteten eine allgemeine Aussage ableiten zu können, oder ob man nur zu einem „Eindruck“ kommen kann, der durch weitere Untersuchungen bestätigt oder widerlegt werden muss. Ich möchte daher am Beginn meiner Ausführungen darstellen, wie ich zu meinen Aussagen komme.

3.1 Wie wurde evaluiert?

Ich habe nach der Vorstellung des Projektes, noch bevor die Schüler/innen mit der praktischen Arbeit begonnen haben, mittels Fragebogen eine Befragung über die Erwartungen an das Projekt durchgeführt, an der 9 Schüler/innen teilnahmen, und in der ersten Unterrichtsstunde nach dem Tag der offenen Tür nahezu den gleichen Fragebogen als Rückblick auf das Projekt beantworten lassen. (siehe Beilage) An der Schlussbefragung nahmen 10 Schüler/innen teil.

Aus diesen beiden Befragungen lassen sich Aussagen über die Einstellung der Schüler/innen zu Selbstständigkeit und Eigenverantwortung sowie über ihre Arbeitsfreude ableiten.

Alle anderen gestellten Fragen kann ich nur aus der direkten Beobachtung der Gruppenarbeit und der entstandenen Roboter beantworten, wobei die Subjektivität des beteiligten Beobachters (ich war ja schließlich „Bestandteil“ des Projektes) und die geringe Anzahl der beobachteten Objekte keine allgemein gültigen Aussagen erlauben.

3.2 Ziele für die Schüler/innen

„Eine praktische Arbeit durchführen.“

Dieses Ziel wurde von allen Schüler/innen erreicht – alle Gruppen haben am Tag der offenen Tür einen funktionstüchtigen Roboter vorgestellt, der zumindest eine Zeit lang seine Aufgaben erfüllte.

„Eigenständigkeit erproben -

Die Schüler/innen sollten ermutigt werden, selber Zielvorgaben zu entwickeln, selbständig nach Lösungen zu suchen – sich nicht auf das Know how des Lehrers zu verlassen, sondern selber die Verantwortung für den eigenen Erfolg und für den eigenen Wissenserwerb zu übernehmen.“

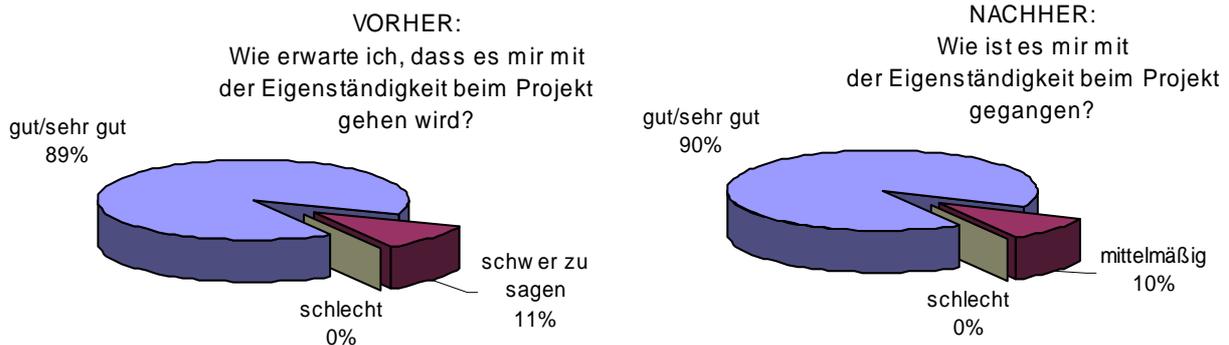
Ad Eigenverantwortung:

Die Schüler/innen haben sich in einem hohen Ausmaß für ihren Roboter verantwortlich gefühlt – alle Gruppen haben in den letzten zwei Wochen vor der Präsentation freiwillig und aus eigenem Antrieb auch außerhalb der Unterrichtszeit am Roboter gearbeitet.

Die meisten Projektteilnehmer/innen freuten sich über die Möglichkeit, Ziele selber zu definieren und für den Erfolg selbst verantwortlich zu sein. Die entspre-

chende Frage auf dem Start-Fragebogen wurde von 8 (der 9) Schüler/innen positiv beantwortet, lediglich eine(r) antwortete mit „schwer zu sagen“, wobei sich drei Schüler/innen durchaus im Klaren darüber waren, dass es anspruchsvoller ist, Eigenständigkeit zu beweisen, als vorgegebenen Anweisungen zu folgen.

Am Ende des Projektes äußerten sich alle Schüler/innen positiv über die Eigenverantwortung während des Projektes. Die Aussagen reichten von „es war toll“ über „gut“ bis zu „kein Problem“. Nur ein Projektteilnehmer empfand die Situation als so ungewohnt, dass es ihm/ihr nur „relativ gut“ dabei ging.



Ad Zielvorgaben:

Alle Gruppen definierten ihre Ziele selbst. Die Gruppen I und II bewiesen dabei völlige Selbstständigkeit und gutes Geschick und wählten die Zielvorgaben entsprechend ihren Fähigkeiten. Gruppe III setzte sich am Anfang zu hohe Ziele und musste daher nach einigen Stunden umdisponieren. Gespräche mit der Lehrerin über die Realisierbarkeit bestimmter Teilaufgaben halfen ihnen, eine entsprechende Aufgabenstellung zu definieren, die bis zum Tag der offenen Tür bewältigt werden konnte.

Bei allen Gruppen konnte man beobachten, dass sich die Zieldefinition im Laufe der Zeit entsprechend den bereits erledigten Teilaufgaben, beziehungsweise durch unüberwindliche Schwierigkeiten bei anderen Teilaufgaben veränderten und den Realisierungsmöglichkeiten anpasste.

Ich glaube, dass die hohe Arbeitszufriedenheit der Schüler/innen bei unserem Projekt in sehr hohem Ausmaß darauf zurückzuführen ist, dass die Ziele im Einklang mit den Fähigkeiten standen und somit erreicht werden konnten.

Ad eigenständig nach Lösungen suchen:

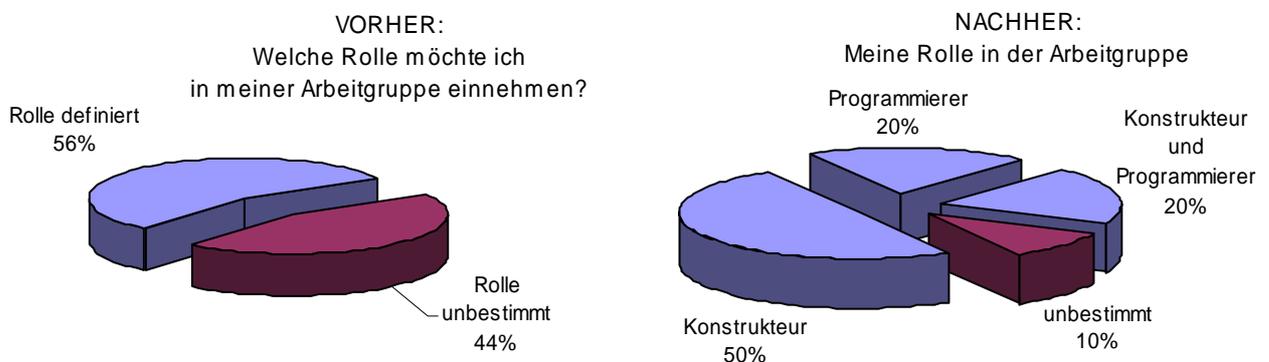
Aus dem Startfragebogen ging hervor, dass alle Schüler/innen bereit waren, ohne Lehrerhilfe an das Lösen von Problemen heranzugehen, die Formulierungen lasen aber darauf schließen, dass die Projektteilnehmer/innen keine konkreten Vorstellungen davon hatten, wie sie das praktisch bewerkstelligen würden. „In der Gruppe überlegen“, „Lösungen suchen“, „die Probleme lösen“ waren die Erwartungen.

Nach dem Projekt zeigte sich, dass die auftretenden Probleme zumeist mit der Strategie von Versuch und Irrtum beziehungsweise durch Gruppenbesprechungen behandelt wurden. Ein einziger Schüler nannte das Internet als Informationsquelle.

Gruppenarbeit

Die Schüler/innen sollten in einer Arbeitsgruppe ihre Aufgaben und Rollen entsprechend ihren Stärken selber definieren, sich mit den Mitschülern in technischen und organisatorischen Belangen auseinandersetzen, den eigenen Standpunkt vertreten und gemeinsam mit den Teamkollegen zu einem Ergebnis kommen.

Der Startfragebogen brachte das für mich sehr interessante Ergebnis, dass sich die Schüler/innen nicht bewusst waren, dass es in einer Gruppe nicht nur Rollen in Bezug auf den Arbeitsbereich gibt, wie Projektleiter/in, Programmierer/in oder Konstrukteur/in, sondern dass es auch soziale Rollen in einer Gruppe gibt. 5 der 9 Befragten sah ihre Rolle in einem bestimmten Arbeitsbereich, 4 sahen ihre Rolle unbestimmt.



Nach dem Projekt fühlte sich nur mehr ein Projektteilnehmer als „Teil vom Ganzen“, alle anderen hatten einen vorwiegenden Arbeitsbereich für sich gefunden, wobei die Anzahl der Programmierer viel kleiner war als die Anzahl der Konstrukteure, was möglicherweise daran gelegen sein könnte, dass das Lego Programm nur auf 4 Computern installiert war. Einige Schüler/innen betätigten sich in allen Arbeitsfeldern.

Da sich im Endfragebogen niemand als Projektleiter/in oder Koordinator/in bezeichnete, kann man daraus schließen, dass Entscheidungen über Ziele und Arbeitsabläufe demokratisch gefällt wurden. Einige Schüler/innen gaben an, dass es zwar eine fixe Arbeitsteilung in ihrer Gruppe gab, diese aber nicht völlig starr war, sondern jeder seine Ideen zu allen Teilbereichen der Arbeit einbringen konnte.

Die Zusammenarbeit in der Gruppe wurde von allen Schüler/innen als gut oder sehr gut bezeichnet. Als positiv bewertet wurde die „gute Arbeitseinteilung“, die jedoch „nicht starr“ war, die Tatsache, dass „jeder Ideen einbringen konnte“, dass „das Klima trotz Problemen gut“ war, es „anstrengend war aber Spaß gemacht hat“ und dass auch dort die Zusammenarbeit gut war, wo einige Gruppenmitglieder „nicht damit gerechnet hatten“.

Es dürfte also in allen Gruppen freundlich und demokratisch zugegangen zu sein, sodass sich die Schüler/innen mit ihren Teampartnern auseinandersetzen, den eigenen Standpunkt vertreten und gemeinsam mit ihrem Team zu einem Ergebnis kommen konnten.

3.3 Ziele für die Lehrerin

 Erfahrung gewinnen in der Moderation von Gruppenarbeit:
wie viel Freiheit, wie viel Anleitung brauchen Schüler/innen, um ihre Aufgaben zu bewältigen?

Wenn man etwas tut, gewinnt man immer Erfahrung dazu – insofern ist dieses Ziel erreicht.

Für die Frage wie viel Freiheit und wie viel Anleitung Schüler/innen brauchen, um ihre Aufgabe zu bewältigen, habe ich für mich aus meinem subjektiven Empfinden heraus eine Antwort gefunden, aber ich meine, ich sollte mir keine allgemeingültige Aussage erlauben.

Ich denke, dass gute Schüler/innen weitgehend ohne Anleitung auskommen können und am meisten profitieren, wenn man ihnen völlige Freiheit lässt. Sich mit ihnen regelmäßig zusammzusetzen, sich über den Entwicklungsstand ihres Projektes zu informieren, um sie spüren zu lassen, dass man an ihrer Arbeit Interesse hat und sich über ihre Fortschritte mit ihnen freut, ist ein guter Weg. Außerdem ist es sinnvoll, eine schriftliche Dokumentation des Arbeitsablaufes zu verlangen, da das eine Reflexion über die bisherige Arbeit herbeiführt, die für die weitere Planung des Projektes wertvoll ist.

Schwächere Schüler/innen brauchen das Gespräch mit dem Lehrer. Ich finde, man sollte gut zuhören, wenn die Schüler/innen über den Stand ihres Projektes berichten, um herauszuhören, ob sie für Probleme, denen sie begegnen, selber Lösungsvorschläge haben, die zielführend aussehen. Wenn die Vorschläge zu wenig konkret oder zu wenig Erfolg versprechend sind, oder wenn gar keine eigenen Ideen vorhanden sind, sollte man im Gespräch mit ihnen Lösungsmöglichkeiten diskutieren und das weitere Vorgehen abstimmen. Wenn bis zu einem bestimmten Zeitpunkt gewisse Teilaufgaben nicht bewältigt sind, sollte man eine Modifikation der Ziele anregen. Wenn die Schüler/innen mit bestimmten Teilaufgaben allein nicht zurechtkommen, kann man ihnen auch konkret helfen. Als bei Gruppe III die Zeit knapp wurde, waren sie mir glaube ich durchaus dankbar, dass ich in der Testphase ihres Roboters bei ihnen geblieben bin und wir gemeinsam ausprobiert haben, wie das Programm zu modifizieren ist, damit der Roboter läuft. Wichtig dabei erscheint mir, dass man als Lehrerin nie die Führungsrolle in der Gruppe an sich reißen darf, sondern als Gesprächspartner zur Verfügung steht, der die Entscheidungen der Gruppe überlässt.

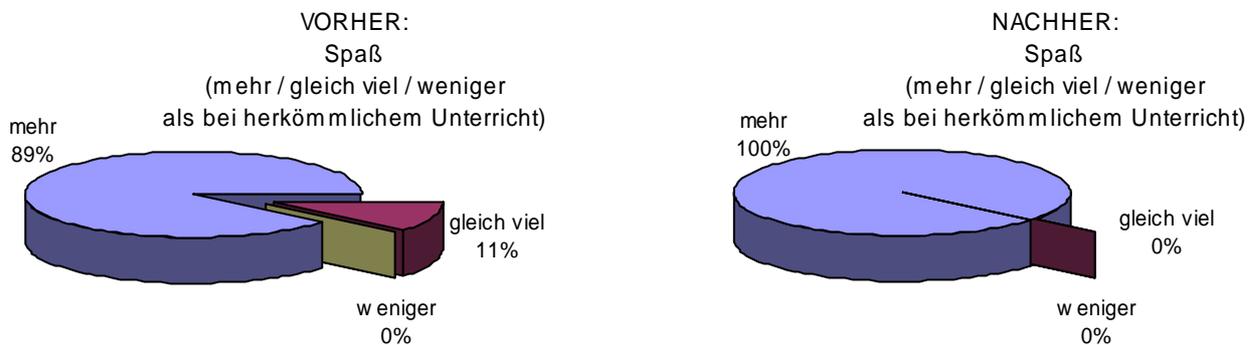
 Herausfinden, ob praktische Gruppenarbeit in Bezug auf Arbeitsfreude und/oder Lernerfolg herkömmlichen Unterrichtsmethoden überlegen ist.

Ad Arbeitsfreude:

Hier ist eine eindeutige Aussage möglich:
freie Projektarbeit macht mehr Spaß als herkömmlicher Unterricht und Schüler/innen können einen höheren Grad an Zufriedenheit mit ihrer Leistung erlangen, wenn sie eigenständig Ziele erreichen.

Alle befragten Projektteilnehmer/innen haben vor dem Beginn des Projektes mit mehr oder zumindest gleich viel Spaß wie im herkömmlichen Unterricht gerechnet, und nach dem Projekt gaben alle an, dass sie mehr Spaß hatten.

Als Gründe dafür wurden in erster Linie die Möglichkeit zum eigenständigen Arbeiten angegeben (60%) als auch Praxisorientiertheit, Abwechslung und einfach der Spaß daran mit Lego umzugehen und lustige Dinge zu bauen.

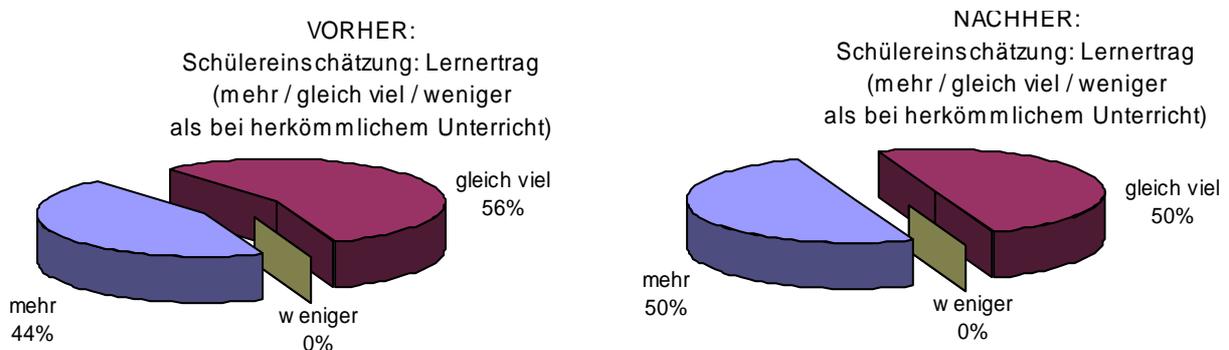


Am Ende des Projektes war die Zufriedenheit der Schüler/innen mit ihrer Arbeit überwältigend. Alle gaben an, mit sich sehr zufrieden oder zufrieden zu sein, weil die Ziele erreicht und die Aufgaben gelöst waren. (Nur 2 Schüler/innen ärgerten sich nebenbei auch ein bisschen über Fehler, die passiert waren, oder kleine Mängel, die das Endprodukt noch aufwies.)

Ad Erfolg:

Aus Schülersicht

kann man sagen, dass Projektunterricht nicht weniger erfolgreich ist als herkömmlicher Unterricht. Sowohl vor als auch nach dem Projekt gaben die Schüler/innen an, dass sie gleich viel oder mehr lernen würden beziehungsweise gelernt hatten wie/als in anderen Unterrichtsformen.



Vor dem Projekt erwarteten die Schüler/innen, dass sie sowohl technische Kenntnisse und Fertigkeiten wie praxisnahe Programmierung und Konstruktion sowie mechanisches Verständnis, als auch sogenannt soft skills wie Teamarbeit und eigenverantwortliches Arbeiten erwerben würden.

Nach dem Projekt zeigte sich, dass diese Erwartungen sich auch erfüllt hatten. Darüber hinaus hatten die Schüler/innen aber auch gelernt „sich selbst zu organisieren“, „sich die Arbeit selbst einzuteilen“ und ein „Projekt termingerecht fertigzustellen“.

Aus Lehrersicht

muss man die Frage nach dem Unterrichtsertrag differenzierter betrachten.

Ich habe den Eindruck, dass gute und sehr gute Schüler/innen bei offenen Lernformen sehr viel höhere Ansprüche an sich selbst stellen und viel bessere Leistungen erbringen als man als Lehrerin im herkömmlichen Unterricht von ihnen erwarten würde.

Mittelmäßige Schüler/innen schneiden etwa gleich gut ab, schwächere Schüler/innen geben sich mit viel weniger zufrieden und erreichen daher auch weniger, als man in anderen Unterrichtsformen von Ihnen verlangen würde.

Offener Projektunterricht scheint also gut Schüler/innen zu begünstigen.

Überprüfen der Hypothese, dass das soziale Zusammenspiel der Gruppenmitglieder Einfluss auf die Qualität des Endproduktes hat.

Hier bin ich zu keiner eindeutigen Erkenntnis gekommen.

Die Qualität der erstellten Roboter ist höchst unterschiedlich.

Ich glaube, dass sie in einem sehr hohen Ausmaß von den Fähigkeiten der Schüler/innen und ihrem Arbeitseinsatz und nicht vom Gruppenklima beeinflusst war.

Als ich vor zwei Jahren ein ähnliches Projekt mit Informatikschüler/innen der 7. Klassen (11. Schulstufe) durchgeführt habe, gab es eine Gruppe in der einige Schüler mit problematischer Arbeitshaltung mitwirkten. Sie zeigten geringes Durchhaltevermögen bei Problemen und wandten sich rasch von der Arbeit ab, wenn sie nicht ganz nach ihren Vorstellungen ablief. Diese Gruppe stand am Ende von 2 Monaten Arbeit mit leeren Händen da, weil sich die Gruppenmitglieder auf nichts einigen konnten und alle Ansätze beim Auftreten der ersten Schwierigkeiten wieder verwarfen. Die anderen beiden Gruppen erreichten gute Ergebnisse.

Ich hatte heuer mit einem ähnlichen Ergebnis gerechnet, da auch beim dokumentierten Projekt einige Schüler mit problematischer Arbeitshaltung dabei waren. Doch heuer war alles anders:

Die Auswertung der Endfragebögen hat mir den Eindruck vermittelt, dass alle Arbeitsgruppen, die heuer am Lego Mindstorms Projekt beteiligt waren, ein gutes Gruppenklima hatten, das den Schüler/innen ermöglichte sich gut in die Arbeit einzubringen. Die Tatsache, dass in einer Gruppe einige Schüler mit problematischer Arbeitshaltung mitarbeiteten, hat sich nicht nachhaltig negativ ausgewirkt. Da sich die Schüler/innen ihrer sozialen Rollen in den Gruppen nicht bewusst waren, geht aus den Fragebögen auch nicht hervor, warum das Gruppenklima dennoch positiv war.

Tatsache ist, dass alle Gruppen das Arbeitsklima in ihrer Gruppe als gut beschrieben haben, und dass alle Gruppen das Ziel, das sie sich für ihren Roboter gesetzt hatten, erreicht haben. Die Qualität der Roboter war aber sehr unterschiedlich.

4 REFLEXION

Am Ende eines Fragebogens formuliere ich meist einen Punkt:

„Was ich noch sagen wollte

Es gibt immer noch etwas zu sagen, das einem aufgefallen ist, das einen berührt hat, das man als Idee für die Zukunft mitnimmt, das sich aber in den fein säuberlich gegliederten Aufbau einer Projektbeschreibung nirgendwo harmonisch einfügt. Diese Gedanken möchte ich nun, vielleicht etwas ungeordnet, am Ende meiner Arbeit formulieren.

 Ich bedaure, dass ich nicht mehr Zeit hatte, meinen Schüler/innen bei ihrer Projektarbeit „zuzusehen“.

Ich habe das Projekt in einer Schulstufenübergreifenden Gruppe durchgeführt, in der neben den elf Schüler/innen, die am Projekt teilnahmen auch zwei Schüler der achten Klasse zu unterrichten waren. Diese beiden Schüler hatten im Vorjahr an einem Junior Firma Projekt teilgenommen, sodass ich mit ihnen noch etliches an Kernstoff zu erarbeiten hatte. Dieser Umstand führte dazu, dass ich die Gruppenarbeit meiner Projektteilnehmer eigentlich nie „beobachtet“ habe, sondern mich nach den Gruppenbesprechungen immer mit den Schülern der achten Klasse beschäftigt habe.

Wenn ich dieses Projekt wieder mache, was ich beabsichtige, möchte ich mir Zeit nehmen die Zusammenarbeit der Schüler/innen bewusster zu beobachten. Vielleicht kann ich dann herausfinden, woran es liegt, dass manche Gruppen Gruppenmitglieder mit problematischer Arbeitshaltung integrieren können und eine sinnvolle Gruppenarbeit leisten und andere nicht.

 Ich freue mich darüber, dass ich das Lego Mindstorms Projekt gut moderiert habe.

Ich glaube, dass es mir gelungen ist, den Schüler/innen ausreichend Freiheit einzuräumen um eigenständig Ziele und Ideen zu entwickeln und dennoch als Gesprächspartnerin immer zur Verfügung zu stehen. Die hohe Arbeitszufriedenheit der Schüler/innen resultiert daraus, dass sie sich Ziele setzten, die zu ihren Fähigkeiten passten, und diese Ziele auch erreichten. Mein Anteil daran war, sie rechtzeitig dazu zu bewegen, aussichtslose Ziele aufzugeben und ihnen zu helfen, ihre Möglichkeiten realistisch einzuschätzen.

Ich finde, dass es wichtig ist, den Schüler/innen ein interessierter Gesprächspartner zu sein, ihnen Anstöße für neue Ideen zu geben, wenn man erkennt, dass sie in einer Sackgasse stecken, ihnen die Entscheidungen aber nie aus der Hand zu nehmen.

 Wie kann man bei freier Projektarbeit den Unterrichtsertrag sichern?

Ich weiß nicht genau was meine Schüler/innen im Lego Mindstorms Projekt gelernt haben. Einige können Lego Roboter bauen. Einige können mit der graphischen Programmieroberfläche von Lego Mindstorms programmieren. Einige können eine Website erstellen. Aber können alle alles? Gibt es jemanden der gar nichts davon kann?

Ich tu mir schwer damit, die Verantwortung für das, was sie gelernt haben, ausschließlich den Schüler/innen zu überlassen und damit zuzulassen, dass es auch

Schüler/innen geben könnte, die nichts gelernt haben. Ich habe das Gefühl, dass das mit einer Schule, die Berechtigungen verleiht (Matura – Studienberechtigung) nicht vereinbar ist.

Ich habe am Anfang des Projektes einen funktionierenden Roboter als Projektziel definiert – und den habe ich auch bekommen.

Ich bin mir unsicher, ob ich die Freude und den Spaß am freien Arbeiten damit kaputt machen würde, wenn ich neben dem Endprodukt auch eine Liste von Fertigkeiten definieren würde, die am Ende des Projektes von allen Teilnehmern zu beherrschen sind, und die man mit einem Test abfragen könnte.

Wahrscheinlich werde ich das beim nächsten Projekt probieren und sehen, ob es die Qualität des Projektunterrichtes erhöht, oder die Freude daran zerstört.

👉 Die schwachen Leistungen mancher Schüler/innen fallen bei Projektarbeiten noch schwächer aus als im herkömmlichen Unterricht.

Ich frage mich, ob schwache Schüler/innen nicht immer gleich wenig leisten, es aber im herkömmlichen Unterricht nur deswegen weniger auffällt, weil durch Lehrer-Einsatz herzeigbarere Ergebnisse erzielt werden, die aber dann eben nicht reine Schülerleistung sind.

👉 Es ist schade, dass nicht alle Gruppen eine Website erstellt haben.

Ich habe daraus den Schluss gezogen, dass alle Präsentationsformen, die zu erstellen sind, vor dem öffentlichen Präsentationstermin fertiggestellt sein müssen, wenn man vermeiden will, dass die satte Zufriedenheit nach einer gelungenen Präsentation die Motivation, das Projekt abzuschließen, völlig zerstört.

👉 Die Schüler/innen sind sich nicht bewusst, dass es auch soziale Rollen innerhalb einer Gruppe gibt.

Leider kenne ich mich mit den sozialen Gruppenrollen nicht aus. Dabei denke ich, dass gerade darin der Schlüssel für gelungene Gruppenarbeit liegen dürfte. Es wäre spannend, mal ein Projekt von einem Psychologen begleiten zu lassen, der mit den Teilnehmern ihre Rollen am Ende des Projektes aufarbeitet – ich fürchte nur der Lehrer wäre dabei im Weg und würde ausgeschlossen werden – und dann hätte ich nichts davon.

👉 Als letzten Punkt möchte ich noch einige Zitate aus den Fragebögen bringen:

Zur Frage: „Wie fühle ich mich bei der Vorstellung, dass ich im Rahmen dieses Projektes meine Aufgabe selber definieren muss und für das Ergebnis meiner Arbeit sowie für meinen Lernfortschritt selbst verantwortlich bin?“

- „Ich empfinde die Steigerung der Ansprüche als Motivation.“
- „Die Anforderungen sind höher, dafür kann man seine Kreativität besser einbringen.“
- „Es ist schon gut, dass wir selbst verantwortlich sind, sonst würden wir überhaupt nichts tun und so müssen wir.“

Und nach dem Projekt:

- „das war toll“

5 LITERATUR

NEBER, Heinz: Entdeckendes Lernen. Beitrag 44 in: Arnold-Sandfuchs-Wiechmann-HB-Unterricht-2004.

FREIMAN, Thomas. & SCHLIEKER, Volker: Jeder lernt anders. Basisartikel aus Unterricht Chemie 12 2001 Nr. 64/65

<http://wwwcs.uni-paderborn.de/schulen/reis/faecher/informatik/facharbeiten/1999-2001/legoRobots/INDEX.htm>

<http://wlab.ethz.ch/robots/images/brickpicture.jpg>

<http://forum.akademisches-graz.at/lego04/matteo/mindstorms.htm>