



IMST – Innovationen machen Schulen Top

Informatik kreativ unterrichten

ROBOTIK MIT LEGO MINDSTORMS UND JAVA

ID – 592 –

**Dr. Peter K. Antonitsch
HTBL Mössingerstraße**

Klagenfurt, Juni 2012

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|----------|---|------------|
| 1 | EINLEITUNG | 4 |
| 1.1 | Motivation und Rahmenbedingungen des Projekts | 4 |
| 1.2 | Ziele | 4 |
| 1.3 | Vorgangsweise | 5 |
| 1.4 | Zeitplan | 6 |
| 2 | PROJEKTVERLAUF | 7 |
| 2.1 | Projektstart | 7 |
| 2.2 | Arbeitsphase im Wintersemester | 8 |
| 2.2.1 | Arbeit im Freigegegenstand/IMST-Projekt | 8 |
| 2.2.2 | Präsentationstätigkeit außerhalb des Freigegegenstands/IMST-Projekts..... | 9 |
| 2.3 | Semesterferien: (Zwischen-) Resümee und Neuorientierung..... | 10 |
| 2.4 | Arbeitsphase im Sommersemester | 11 |
| 2.4.1 | Arbeit im Freigegegenstand/IMST-Projekt | 11 |
| 2.4.2 | Externe Präsentationstätigkeit..... | 14 |
| 2.5 | Kooperation mit weiteren IMST Roboterprojekten | 14 |
| 2.5.1 | Chronologie der Zusammenarbeit | 14 |
| 2.5.2 | Projektgruppentreffen | 15 |
| 2.5.3 | Versuch eines Vergleichs der drei Roboter-Projektgruppen | 16 |
| 2.6 | Projektergebnisse | 20 |
| 3 | EVALUATION..... | 22 |
| 3.1 | Evaluation projektspezifischer Ziele | 22 |
| 3.1.1 | Inhaltliche Aspekte..... | 22 |
| 3.1.2 | Prozessaspekte..... | 28 |
| 3.2 | Evaluation aus Sicht der Ziele des Themenprogramms | 29 |
| 3.3 | Evaluation aus Sicht übergeordneter IMST Ziele | 30 |
| 3.3.1 | Genderaspekte..... | 30 |
| 3.3.2 | Schulentwicklungs- und Disseminationsaspekte | 31 |
| 4 | AUSBLICK..... | 33 |
| 5 | LITERATUR | 34 |
| | ANHANG A – KOMPETENZRASTER..... | I |
| | ANHANG B – AKTIVITÄTENBLÄTTER | II |
| | ANHANG C – AUFGABEN ZU ENCHANTING | III |
| | ANHANG D – UNTERLAGEN ZUM ROBOTERTREFFEN..... | IV |
| | ANHANG E – INFORMELLE ANFANGSEVALUATION..... | V |
| | ANHANG F - FEEDBACKBOGEN ENDE WINTERSEMESTER | VI |
| | ANHANG G - ABSCHLUSSEVALUATION | VII |

ABSTRACT

Kompetenzorientierung und Personalisierung von Unterricht gehen Hand in Hand. Im IMST-Projekt „Robotik mit Lego Mindstorms und Java“ sollten Schülerinnen und Schüler geleitet von Kompetenzraster durch selbstorganisiertes Lernen anhand von Lego-Robotern ihre Programmierkenntnisse festigen und lernen, ihre Arbeitsprozesse zu dokumentieren und darzustellen. Der vorliegende Projektbericht stellt die dabei verwendete Lernumgebung vor, beschreibt den Ablauf des Projekts, der wesentlich durch die Organisation als Freigegegenstand geprägt war, und die Ergebnisse des Projekts. Die Beobachtungen und Ergebnisse belegen, dass selbstorganisiertes und damit auch personalisiertes Lernen selbst erst gelernt werden muss. Der Bericht nennt strukturelle Maßnahmen die notwendig erscheinen, die damit verbundenen Lernprozesse zu unterstützen.

Schulstufe: 10. und 11. Schulstufe (2. und 3. Jahrgang HTL)
Fächer: Freigegegenstand „Forschen und Experimentieren“ (Robotik mit Lego Mindstorms und Java)
Kontaktperson: Dr. Peter K. Antonitsch
Kontaktadresse: HTBL Mössingerstraße 25, A – 9020 Klagenfurt am Wörthersee
peter.antonitsch@htl-klu.at

1 EINLEITUNG

1.1 Motivation und Rahmenbedingungen des Projekts

Die Motivation zur Durchführung des Projekts „Robotik mit Lego Mindstorms und Java“ erwuchs aus Erfahrungen mit programmierbaren Robotern im Rahmen des Regelunterrichts im Gegenstand „Angewandte Informatik“ mit zwei ersten Jahrgängen des Schuljahres 2010/11: Das Programmieren von Artefakten, die mit der realen Welt in Wechselwirkung stehen, erhöhte die Motivation der Lernenden, sich mit grundlegenden Programmstrukturen zu beschäftigen und das Produkt Ihres Lernprozesses „herzuzeigen“ (im Sinne von „präsentieren“). Das Hauptziel des Projekts bestand damit darin, die in den neuen Lehrplänen für das Fach „Angewandte Informatik“ an berufsbildenden höheren Schulen genannten Kompetenzbereiche „Kommunikation und Publikation“ und „Algorithmen, Objekte und Datenstrukturen“ [BMUKK, 2011] über die Roboterprogrammierung vernetzt vermitteln bzw. erwerben zu können. Zeitliche Beschränkungen im Pflichtgegenstand motivierten dazu, das Projekt in Form eines Freigegegenstandes umzusetzen. Da zudem ein Mindestmaß von vergleichbarer Vorbildung (vor allem im Hinblick auf grundlegende Programmierkenntnisse) als sinnvoll erachtet wurde, wurde der Freigegegenstand primär für die zweiten (und um die für einen Freigegegenstand jedenfalls notwendige Eröffnungszahl sicher erreichen zu können auch für die dritten) Jahrgänge der Abteilung Elektrotechnik im Schuljahr 2011/12 angeboten. Die Projektdauer betrug ein Schuljahr.

Der Freigegegenstand wurde zweistündig angeboten und fand vierzehntägig in Vierstunden-Blöcken statt. Diese Blockung wurde dadurch notwendig, dass einige der interessierten Schülerinnen und Schüler einen weiteren, parallel stattfindenden Freigegegenstand besuchen wollten, der daraufhin alternierend mit „Robotik mit Lego Mindstorms und Java“ abgehalten wurde. Im Wintersemester 2011/12 fanden sieben, im Sommersemester neun derartige Vierstunden-Blöcke statt.

Zu Ende des Schuljahres 2010/11 hatten sich für den Freigegegenstand 5 Schülerinnen und 23 Schüler aus verschiedenen zweiten Jahrgängen sowie 5 Schüler zweier dritter Jahrgänge angemeldet. Auf Basis dieser Anmeldezahlen wurden im Verlauf der Hauptferien 2011 zwölf Lego Mindstorms education Robotersets angeschafft, sodass die Lernenden in Gruppen von maximal 3 zusammenarbeiten sollten. Zu Beginn des Freigegegenstandes im Oktober 2011 bekundeten 3 Schülerinnen und 17 Schüler der zweiten Jahrgänge sowie 5 Schüler der dritten Jahrgänge ihr nach wie vor bestehendes Interesse, sodass elf Zweier- und eine Dreiergruppe gebildet werden konnten. Da in jeder dieser Gruppen zumindest eine Schülerin oder ein Schüler über einen Laptop verfügte, konnte der Freigegegenstand unabhängig von der Verfügbarkeit der Computerräume durchgeführt werden. Als Programmiersoftware wurde leJOS¹ mit JavaEditor² als Frontend verwendet, zur Dokumentation der Arbeit wurde den Schülerinnen und Schülern LibreOffice³ empfohlen. Hauptkriterium für die Wahl der Software war die freie Verfügbarkeit und die Möglichkeit der portablen Installation auf USB-Stick.

Die offizielle und studentafelkonforme Bezeichnung des Freigegegenstandes „Robotik mit Lego Mindstorms und Java“ lautete „Forschen und Experimentieren“.

1.2 Ziele

Entsprechend der in 1.1 formulierten Absicht sollten die Lernenden nach Abschluss des Projekts/Freigegegenstandes einerseits die grundlegenden Kontroll- und Datenstrukturen (im Wesentlichen Verzweigungen, Wiederholungen, Datenfelder) nachhaltig beherrschen und um für die Roboterprogrammierung spezifische Programmierkonzepte (z.B. Parallelität, Datenaustausch über Bluetooth) erweitert haben. Andererseits sollten die Lernenden ihre Arbeit beim Konstruieren und Pro-

¹ <http://lejos.sourceforge.net/> (9.2.2012)

² <http://www.javaeditor.org/index.php/Java-Editor> (9.2.2012)

³ http://portableapps.com/de/apps/office/libreoffice_portable (9.2.2012)

grammieren der Roboter dokumentieren und präsentieren, sodass die beiden zuvor genannten Kompetenzbereiche aufeinander bezogen werden. Dies war das Hauptziel des Projekts für die Lernenden

Aufgrund der Anmeldungen konnte von einer inhomogenen Lerngruppe ausgegangen werden, was individualisierten und damit selbstorganisierten Kompetenzerwerb sinnvoll machte. Individualisierter Kompetenzerwerb verlangt nach alternativen Formen der Leistungsbeurteilung. Als Grundlage für die Leistungsbeurteilung sollte ein Portfolio dienen, in dem jede bzw. jeder Lernende ihre bzw. seine Arbeit und Kompetenzfortschritt dokumentieren sollte. Daraus leiteten sich weitere Teilziele ab:

- Die Lernenden sollten nach Abschluss des Projekts vermehrt in der Lage sein, selbstorganisiert auf ein Ziel hinarbeiten. Dies umfasst auch das Kooperieren mit anderen Lernenden.
- Die Lernenden sollen nach Abschluss des Projekts vermehrt in der Lage sein, Ihre Leistungen in Form eines Portfolios darzustellen.
- Schließlich sollen die Lernenden auch dazu angeleitet werden, das Verhalten „ihrer“ Roboter kritisch zu hinterfragen und Konstruktions- bzw. Programmieralternativen zu suchen. Dies sollte ein Beitrag zu einer „Kultur des Fragens“ sein, d.h. die Lernenden sollten nach Abschluss des Projekts vermehrt (sinnvolle) Fragestellungen zu wahrgenommenen Phänomenen Ihre Umwelt formulieren können.

Die Ziele auf Lehrendenebene lassen sich mit vier „Forschungsfragen“ formulieren:

- Fachlich methodische Orientierung: Inwieweit kann die Vielfalt von Kompetenzen, die bei der Auseinandersetzung mit Roboterprogrammierung für erwerbbar gehalten werden (vgl. dazu 1.3. bzw. Kompetenzraster in separater Datei), im Rahmen des Freigegegenstandes umgesetzt werden?
- Coaching der Lernprozesse: Inwieweit gelingt es, eine inhomogene Gruppe beim inhomogenen Lernen zu betreuen und den Lernfortschritt gerecht zu beurteilen?
- Gender und Technik: Lassen sich Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern bei der Auseinandersetzung mit Technik bzw. Informatik beobachten, und wenn ja: Welcher Art sind diese?
- Kollegiale Kooperation: Eine Auflage für die Durchführung des IMST-Projekts ist die Kooperation mit zwei anderen Projekten, die sich auch mit dem Einsatz von Lego-Robotern im schulischen Kontext beschäftigen. Inwieweit gelingt die kollegiale Kooperation?

1.3 Vorgangsweise

Für „Robotik mit Lego Mindstorms und Java“ bzw. „Forschen und Experimentieren“ existiert kein Lehrplan. Als Grundlage für die thematische Ausrichtung des Projekts dienten [BERNS, SCHMIDT, 2009] bzw. Materialien aus dem Internet, insbesondere [LEJOS, 2011], [PHBERN, 2012] und [PLUESS, 2012]. Zur Orientierung des Freigegegenstandes im Sinne der Kompetenzorientierung wurden auf Basis dieser Themen und der Projektziele in den Hauptferien 2011 zunächst sechs Kompetenzbereiche und zugehörige Kompetenzraster definiert, in denen die im Rahmen des Freigegegenstandes für erwerbbar gehaltenen Kompetenzen aufgelistet sind.

Zu jeder Kompetenz in den Kompetenzrastern wurden vier Kompetenzniveaus definiert, die – von der Idee her – den vier positiven Beurteilungsgraden im österreichischen Notensystem entsprechen sollten (vgl. dazu Überlegungen und Erläuterungen in [ANTONITSCH, 2011a] bzw. [ANTONITSCH, 2011b]).

Als Leitfaden zum Erwerb der Kompetenzen wurden bis zum Beginn des Freigegegenstandes/Projekts am 5. Oktober 2011 sechs Blätter mit vorgeschlagenen „Aktivitäten“ zusammengestellt. Bei jedem dieser Aktivitätenblätter waren auch die relevanten Kompetenzen angegeben und die angesprochenen Inhalte schlagwortartig zusammengefasst (vgl. separate Dokumente mit den zugrundegelegten Kompetenzrastern, „Kompetenzraster.pdf“, bzw. den Aktivitätenblättern aus dem IMST-Projekt, „Aktivitäten.pdf“).

Die ersten beiden Aktivitätenblätter behandeln die notwendigen Vorbereitungen wie die Installation der Software oder das Bauen eines „Basisroboters“ und waren für die Lernenden verbindlich. Das dritte bis fünfte Aktivitätenblatt wiederholen anhand einfacher Robotersteuerung die Programmierkonzepte „Schleife“, „Verzweigung“ und „Modularisierung“ (durch Methoden) und führen die Grundstruktur kooperativen Lernens nach [Brüning, Saum, 2008] ein. Das sechste Aktivitätenblatt widmet sich als „erste Anwendung“ der Robotersteuerung mit Hilfe von Sensoren und setzt die Kenntnisse der vorangegangenen Aktivitätenblätter voraus. Anhand des dritten bis sechsten Aktivitätenblattes sollten die Schülerinnen und Schüler ausgehend von ihren individuellen Programmierkenntnissen einen Zugang zur Programmierung von Lego Robotern finden: Eines oder mehrere dieser Blätter konnten/sollten auch „übersprungen“ werden, wenn die entsprechenden Kompetenzen bereits beherrscht wurden. Die Bearbeitung dieser sechs Aktivitätenblätter durch die Schülerinnen und Schüler sollte Ende November abgeschlossen sein.

Im Laufe des Wintersemesters sollten weitere Aktivitätenblätter hinzugefügt (und von den Lernenden bearbeitet) werden, sodass mit Beginn des Sommersemesters die grundlegenden Kompetenzen zur Realisierung eines eigenen Roboterprojekts zur Verfügung stehen sollten. Als Orientierung für die Schülerinnen und Schüler wurde ein dreistufiges Beurteilungsschema für die Portfolioarbeit zusammengestellt, aus dem ersichtlich ist, welche Aspekte bei der Portfolioarbeit zu berücksichtigen waren, und welche Leistungen für welche Beurteilung zu erbringen waren (vgl. Dokument „Kompetenzraster.pdf“).

Die Erhebung von Eingangsvoraussetzungen der Lernenden sollte durch eine Anfangsevaluation erfolgen, deren Ergebnisse mit einer Zwischenevaluation im Feber bzw. einer Endevaluation im Mai verglichen werden sollen, um – unabhängig von den Portfolios – Aufschluss über den Fortschritt der Lernenden beim Kompetenzerwerb zu erhalten. Die Entwicklung sozialer Kompetenzen zur Kooperation sollte durch Beobachtung der Lernenden und entsprechende Aufzeichnungen erfolgen.

1.4 Zeitplan

| | |
|---------------------------|---|
| September – Ende November | Kennen lernen der Arbeitsumgebungen, Erheben der Eingangsvoraussetzungen. |
| November – Ende Jänner | Festigen der vorhandenen informatischen (insbesondere Programmier-) Kenntnisse. Kennen lernen von Mechanismen selbst- organisierten Lernens. Kennen lernen der Portfolioarbeit. |
| parallel dazu: | Vorbereitungen für den „Tag der offenen Tür (20. Jänner 2012).“ |
| Ende Jänner/Anfang Feber | Zwischenevaluation des Projektfortschritts. „Meilenstein“ Erstvorlage des Portfolios |
| Zeitraum Feber – März | Treffen der Lernenden aus den drei IMST- Roboterprojekten („Erfahrungsaustausch“). |
| März, April | Bearbeiten individuell gewählter Roboter- projekte durch die Lernenden mit Dokumen- tation im Portfolio. |
| Mai, Juni | Projektabschluss mit Abschlussevaluation. „Meilenstein“ Zweitvorlage des Portfolios |

2 PROJEKTVERLAUF

2.1 Projektstart

Zur Freigegegenstand-Vorbesprechung am 28. September waren anstelle der erwarteten 33 potentiellen Teilnehmerinnen und Teilnehmer lediglich 17 (darunter nur eine Schülerin!) anwesend. Einige waren zu diesem Termin begründet verhindert, wollten aber jedenfalls den „Robotik-Freigegegenstand“ besuchen. Infolge der sich daraus ergebenden Planungsunsicherheit wurde die Einteilung in Gruppen auf den ersten „regulären“ Termin am 5. Oktober verschoben, den Anwesenden wurde aber die bereits bestückte Moodle-Seite mit den Kompetenzrastern samt Aktivitätenblättern vorgestellt und die Aufgabe „mitgegeben“, sich bis zum ersten Termin mit der Installation der portablen Softwareumgebung zu beschäftigen. Ebenso wurden die Anwesenden dezidiert über die Bedeutung selbstorganisierten Arbeitens und über das Portfolio als Grundlage für die Leistungsbeurteilung informiert und auf entsprechende Materialien auf der Moodle-Seite hingewiesen. Am 5. Oktober waren 3 Schülerinnen und 22 Schüler anwesend. Daher mussten die Organisation des Freigegegenstandes und die Moodle-Seite nochmals vorgestellt werden, andererseits konnte die Einteilung in „Zweiergruppen“ erfolgen: Damit auch beim Zusammenbauen der Roboter alle Schülerinnen und Schüler tätig werden können, erschien Partnerarbeit gegenüber „echter“ Gruppenarbeit (mit Gruppen von mindestens drei Schülerinnen oder Schülern) sinnvoll. Erwähnenswert ist, dass sich keine reine „Schülerinnengruppe“ formierte.

Der Ablauf des Projektstarts bewirkte von Beginn an inhomogenes Arbeiten: Während in der ersten Einheit etwa die Hälfte der Lernenden die benötigte Software bereits vorbereitet hatte und mit dem Bauen und Programmieren des Basisroboters beginnen konnte, mussten sich etwa ebenso viele erst mit der Installation der Software beschäftigen. Zudem gab es unerwartet massive Probleme beim Konfigurieren der Java-Entwicklungsumgebung (vgl. erstes Aktivitätenblatt in der Datei „Aktivitäten.pdf“) sowie bei der Installation des USB-Treibers für den Roboterbaustein, sodass trotz meiner Hilfe einige Schülerinnen und Schüler erst nach Allerheiligen über eine funktionierende Softwareumgebung verfügten.

Diese Erfahrung machte bewusst, dass trotz der inhaltlichen Vielfalt des Informatikunterrichts grundlegenden Fertigkeiten wie der Installation und Konfiguration von Software zumindest zu wenig Beachtung geschenkt wird.

Verstärkt wurde die Inhomogenität im Arbeiten durch einen Schüler, der nach Durchsicht der ersten sechs Aktivitätenblätter zu erkennen gab, dass ihn (und seinen Gruppenpartner) DAS eigentlich überhaupt nicht interessiere. Er meinte, er würde gerne den Roboter so programmieren, dass er ihn vom Mobiltelefon aus steuern könne, und bat – nachdem er die Grundlagen „sowieso beherrsche“ – gleich ein eigenes Projekt in Angriff nehmen zu dürfen. Da ein solches Ansinnen ganz dem Konzept des individualisierten Kompetenzerwerbs entspricht, wurde dem Schüler diese „Freiheit“ zugestanden. Allerdings bewirkte dies, dass auch andere gleich an einem „eigenen Roboterprojekt“ zu arbeiten begannen. Rückblickend betrachtet wurde es dadurch schwierig, die Gruppen hinsichtlich „Festigen der vorhandenen informatischen Kenntnisse“ zu coachen (vgl. 1.1.2).

Bemerkenswerterweise erschien dieser Schüler (und mit ihm die vier anderen Schüler, die aus derselben Klasse stammen) nach Allerheiligen nicht mehr im Freigegegenstand....

2.2 Arbeitsphase im Wintersemester

2.2.1 Arbeit im Freigegegenstand/IMST-Projekt

Je nach individuellem Abschluss der notwendigen Vorarbeiten begannen die Schülerinnen und Schüler Mitte Oktober bzw. Mitte November⁴ mit der Arbeit an den Aktivitätenblättern 3ff⁵ oder an ihren selbstdefinierten „Roboterprojekten“.

Die Gruppen, die sich an den Aktivitätenblättern orientierten, führten Ihre Arbeiten weitestgehend selbsttätig aus und nutzten auch die Anregungen in den Aktivitätsbeschreibungen, um ihre Arbeit zu dokumentieren. Da sich die Aktivitäten ausnahmslos auf den bereits zusammengebauten „Basisroboter“ beziehen, lag der Arbeitsschwerpunkt dieser Schülerinnen und Schüler auf dem Programmieren und Dokumentieren.

Die von einigen (den meisten) Gruppen selbst gewählten „Roboterprojekte“ waren:

- Konstruktion und Programmierung eines „Wall Followers“, d.h. eines Roboters, der sich mit einem (bzw. in einer weiteren Ausbauphase: zwei) Ultraschallsensor(en) eine Wand entlang tastet, bis ein „Ausgang“ gefunden wird.
- Konstruktion und Programmierung eines Roboters, der sich vom PC aus steuern lässt und der mit einem iPhone bestückt seine „Sicht der Welt“ als Videostream auf den PC-Bildschirm überträgt.
- Konstruktion und Programmierung eines Robotarms, der (nachdem der Gruppe infolge »Vergrößerung« zwei programmierbare NXT-Bausteine zur Verfügung stehen) im Raum bewegt werden kann, um „Dinge“ aufzuheben – da diese Gruppe durch „Aufnahme“ eines weiteren Schülers einer anderen Gruppe, der allein übrig geblieben war, über zwei NTX-Bausteine verfügte, sollte ein NXT-Baustein den Roboterarm steuern, der zweite die Bewegung im Raum.
- Konstruktion und Programmierung eines Roboters, der einen roten Ball „sucht“ und dann mit einem eingebauten „Schläger“ „weschießt“.
- Konstruktion und Programmierung eines sensorgesteuerten „Lastliftes“.
- Konstruktion und Programmierung eines Roboters (bestehend aus zwei NXT-Bausteinen), der sich im Raum bewegt, mit einem Geräuschsensor Messungen durchführt und die gemessene Lautstärke durch verschiedenfarbige Lichtsignale anzeigt.

Diese Gruppen zeigten im Verlauf des Wintersemesters unterschiedliche Arbeitsstrategien:

Diejenigen mit ambitionierteren „Bauprojekten“ verwendeten viel Zeit darauf, den Roboter (halbwegs stabil) zu konstruieren. Das Programmieren und vor allem das Dokumentieren gerieten dadurch in den Hintergrund.

Zwei Gruppen verwendeten viel Zeit dafür, mögliche Robotermodelle zu erdenken oder auch ansatzweise zu bauen, kamen aber bislang über die Programmierung der Grundfunktionalität nicht hinaus und dokumentieren ihre Arbeiten auch kaum.

Zwei Gruppen schließlich verwendeten geringfügige Modifikationen des „Basisroboters“, wodurch deutlich mehr Zeit für das Programmieren und Dokumentieren zur Verfügung stand. Allerdings entstanden die Programme eher durch „Versuch-und-Irrtum“ als durch planmäßiges Vorgehen.

⁴ Infolge der schulfreien Tage um Allerheiligen gab es keinen Termin von Mitte Oktober bis Mitte November!

⁵ Bis zum Ende des Wintersemesters wurden folgende Aktivitätenblätter hinzugefügt (in Klammern das Datum der Veröffentlichung: 7, 8 (19. 10.), 9, 10 (4. 11.), 11 (18. 11.), 12 (30. 11.), 13 (3. 1.); im Sommersemester folgten noch die Blätter 14 (26. 2.) und 15 (6. 4.)

Zudem fiel bei der Betreuung einiger dieser Gruppen auf, dass offenbar die eigenen Programmierkenntnisse zu optimistisch eingeschätzt wurden. Häufig scheiterte das (planmäßige) Codieren der gewünschten Roboterfunktionalität an „elementaren Dingen“ wie Kontrollstrukturen oder der nicht erfolgten Modularisierung durch Methoden. Dennoch waren die betreffenden Gruppen nur schwer dazu zu bewegen, sich anhand „früher“ Aktivitätenblätter kundig zu machen (Begründung: „Das kostet mich zuviel Zeit, in der ich an meinem Projekt weiterarbeiten könnte.“).

Dass insbesondere im Hinblick auf das Programmieren von Methoden große Lücken vorhanden waren/sind, zeigte auch die „Anfangsevaluation“, die aufgrund terminlicher Schwierigkeiten erst Ende November durchgeführt wurde (vgl. 3.1.1).

Schließlich gab es auch eine verhältnismäßig große Zahl von 3 Schülerinnen und Schülern, die „recht häufig“ im Unterricht fehlten, weil es sich ja „nur um einen Freigegegenstand handelt.“ Dies führte dazu, dass zunächst die jeweilige Partnerin bzw. der jeweilige Partner die Arbeit nicht fortsetzen konnte, da plötzlich kein Laptop zur Verfügung stand. Nachdem diese Situation zum ersten Mal aufgetreten war, hatte ich stets drei „Reserve-Laptops“ dabei, mit denen weitergearbeitet werden konnte. Dieses Angebot wurde aber nur selten angenommen, häufiger schlossen sich die betroffenen Schülerinnen und Schüler – nach Rücksprache mit mir – einer anderen Gruppe an, zu neuen „Zweiergruppen“ zusammen, oder blieben in der Folge auch dem Freigegegenstand häufig fern. Von Anfang Dezember bis zum Semesterende arbeiteten die verbleibenden 17 Schülerinnen und Schüler daher in insgesamt sieben „Zweiergruppen“ und einer (neuen) Dreiergruppe.

Um die Gruppen anzuhalten, zwischendurch einen reflexiven Blick auf Ihre Arbeit zu werfen, wurde am 14. Dezember eine Kurzpräsentation der bisherigen Ergebnisse eingefordert. Die Präsentationen der zu diesem Termin anwesenden sieben Gruppen wurden videographiert und die Videos in Folge an die Gruppenmitglieder weitergegeben. Eine Besprechung der Videos zur Vorbereitung einer zweiten Präsentationsrunde musste aus Termingründen in das Sommersemester verlegt werden.

Die Beurteilung der Leistungen im Wintersemester gestaltete sich trotz des vorliegenden Beurteilungsschemas für die Portfolioarbeit als schwierig. Am Ende des Semesters wurden von einigen Gruppen überhaupt keine Portfolios abgegeben, unter den abgegebenen Portfolios finden sich solche, die den Arbeitsfortschritt recht gut darstellen und zur Dokumentation der Programmierfähigkeit auch eingefügten Programmcode beinhalten. Andere Portfolios beinhalteten zwar aufschlussreiche Reflexionen der Lernenden über Ihren Lernprozess, dokumentierten diesen aber nicht im eigentlichen Sinn. Schließlich gab es auch Portfolios, die sich in der Präsentation der Vorhaben bzw. der Produkte in Form von Photos und/oder Videos erschöpften.

Da die Leistungen in einem Freigegegenstand benotet werden müssen, ein „Nicht Genügend“ in einem Freigegegenstand aber zumindest „unüblich“ ist, war das Beurteilungsschema des „Portfolio-Beurteilungsrasters“ nicht anwendbar. Andererseits sollte aber nicht der Eindruck entstehen, dass die bloße physische Anwesenheit im Freigegegenstand bereits eine gute Note nach sich zieht, zumal die Lernenden immer wieder auf das Portfolio als Beurteilungsgrundlage hingewiesen wurden. Letztendlich erhielten diejenigen Schülerinnen und Schüler, die ein Portfolio abgegeben hatten, je nach Güte des Portfolios die Note „Sehr Gut“ oder „Gut“, diejenigen, die zwar kein Portfolio abgegeben, aber ständig konzentriert gearbeitet hatten, die Note „Befriedigend“, und diejenigen, die kein Portfolio abgegeben hatten und zudem auch selten anwesend waren, die Note „Genügend“.

2.2.2 Präsentationstätigkeit außerhalb des Freigegegenstands/IMST-Projekts

Parallel zu den Arbeiten an den eigenen Roboterprojekten bereiteten sich drei Schülerinnen und acht Schüler in der ersten Freigegegenstandseinheit nach Weihnachten und an einem zweiten, zusätzlichen Termin auf den Tag der offenen Tür am 20. Jänner vor. Dort sollten drei Zweiergruppen „live“ an ihren Projekten weiterarbeiten und Fragen von Besucherinnen und Besuchern beantworten, die restlichen fünf sollten Interessierte bei der Erstellung eigener Roboterprogramme betreuen. Als Programmierumgebung für die Zielgruppe wurde das Scratch-Derivat „Enchanting 0.8.5“ [Enchanting,

2011] verwendet. Aufgrund der bereits erworbenen Erfahrung mit den Lego-Robotern dauerte die Einarbeitung in Enchanting lediglich zwei Unterrichtsstunden, die restliche Zeit wurde zur Formulierung passender „Programmieraufgaben“ (vgl. separates Dokument „Enchanting.pdf“) verwendet.

Am Tag der offenen Tür selbst präsentierten die Schülerinnen und Schüler sich vorbildlich, wobei neben fachlicher („Robotik“-) Kompetenz vor allem die in den Freigegegenstandseinheiten nicht wahrnehmbare soziale Kompetenz beim Umgang mit Jüngeren (im Alter von 7 bis 14 Jahre!) auffiel: Jede oder jeder, der selbst einmal einen Roboter programmieren wollte, wurde individuell betreut, sodass die „Betreuungszeit“ zwischen 10 und 30 Minuten ausmachte und auch Programme entstanden, die in den vorbereiteten „Programmieraufgaben“ gar nicht vorgesehen waren. Diese Beobachtung scheint mir wichtig, weil die Schülerinnen und Schüler beim Betreuen und Anleiten der Unterstufenschülerinnen und –schüler die im Freigegegenstand erworbenen Kompetenzen zur Roboterprogrammierung auf einer anderen Ebene darstellen (müssen) als wenn sie ihre Projektergebnisse in Portfolios oder Präsentationen festhalten.

Diese „Sonderleistung“ wurde bei der Beurteilung positiv berücksichtigt, was den Schülerinnen und Schülerinnen (neben Dank und Lob) auch mitgeteilt wurde.

2.3 Semesterferien: (Zwischen-) Resümee und Neuorientierung

Nach Maßgabe des in 1.4 formulierten Zeitplans konnte das Ziel „Kennenlernen von Mechanismen selbstorganisierten Lernens“ ansatzweise erreicht werden (vgl. Abschnitt 3.1.1.4). Dem Ziel „Festigung vorhandener informatischer (insbesondere Programmier-) Kenntnisse“ konnten sich nur diejenigen Schülerinnen und Schülern ein Stück weit nähern, die die Aktivitätenblätter bearbeitet haben, während das Ziel „Kennen lernen der Portfolioarbeit“ bislang gänzlich verfehlt wurde (vgl. dazu Abschnitte 3.1.1 und 3.1.2). Auch das „Präsentieren des eigenen Arbeitsprozesses“ verlief nicht wie erwartet. Zum festgesetzten Termin hatte nur eine Gruppe eine Präsentation vorbereitet, die anderen präsentierten (mehr oder weniger gelungen) aus dem Stegreif.

Dadurch ergaben sich für die Arbeitsphase im Sommersemester folgende Schwerpunkte:

- Bei der „Programmierung“ sollte dem Thema „Modularisierung durch Methoden“ breiter Raum gewidmet werden. Da dieses Thema auch im parallel zum Freigegegenstand stattfindenden Pflichtgegenstand „Angewandte Informatik“ thematisiert wurde, sollte im Freigegegenstand vor allem individuelles Coaching der Gruppen bei der Modularisierung ihrer Roboterprojekte erfolgen.
- Angesichts der Komplexität von Portfolioarbeit sollte diese zu Beginn des Sommersemesters zunächst durch Anleitung zur Führung von verbindlichen „Arbeitsprotokollen“ vorbereitet werden. Die Arbeitsprotokolle sollten sich jeweils auf eine Freigegegenstandseinheit beziehen, wobei sich Schülerinnen und Schüler dabei an folgendem Schema orientieren sollten:
 - Zielfestlegung mit Feedback der Lehrperson⁶: Was will ich in dieser Einheit erreichen? (*Dies meint die Formulierung eines verbindlichen informatischen Zieles – d.h. „ich will meinen Roboter verändern“ reicht NICHT. Zusätzlich soll auch der Aspekt der Portfolioarbeit jedes Mal ausdrücklich genannt werden*).
 - Zielüberprüfung: Wie kann ich überprüfen, ob ich meine Ziele erreicht habe? (*Hier sollen die Lernenden zwei bis drei »Produkte« formulieren, an denen ihre Arbeit überprüfbar wird. Dabei ist ein Portfolioabschnitt zur jeweiligen Einheit verpflichtend vorzusehen*)
 - Dokumentation der Arbeitsschritte und Ergebnisse (Hier sollten jedenfalls auch die Ergebnisse, die das Erreichen der formulierten Ziele dokumentieren, vorkommen).

⁶ Eine derartige Zielfestlegung für eine Freigegegenstandseinheit wurde bereits zu den letzten drei Terminen des Wintersemesters eingefordert und bewirkte, dass alle Gruppen zumindest realistische(re) Ziele formulierten und diese auch eher erreichten.

Dabei sollten sich die Schülerinnen und Schülern an folgenden Strukturen orientieren:

- Zeitstruktur: 30 Minuten (inkl. Coaching) zur Zielfestlegung
 dazwischen selbstorganisiertes Arbeiten an den Aktivitäten/am Projekt samt (stichwortartiger!!!) Protokollierung der Arbeiten; definierte „Stopps“ zur zeitlichen Orientierung
 50 Minuten zur Finalisierung der „Arbeitsprotokolle“
- Protokollstruktur: „Titel“ inklusive Datum
 Zielfestlegung (zu Beginn zu dokumentieren)
 Beschreibung der Arbeit (Text, Quellcode, Bildmaterial,)
 Resümee (Ziel erreicht?)

Mehr als bisher sollte zudem seitens der Lehrperson Rückmeldung über die „Ergebnisse“ des Tages an die Gruppen erfolgen.

- Zur Professionalisierung des Präsentierens sollten separat mit jeder Gruppe die videographierte erste Präsentation und Möglichkeiten zur Verbesserung der Präsentation besprochen werden. Zudem sollten zum zweiten Präsentationstermin der Abteilungsvorstand der Abteilung für Elektrotechnik und der Direktor der HTL Mössingerstraße als „Ehrgäste“ eingeladen werden, um den Schülerinnen und Schülern das Gefühl zu vermitteln, dass diese Präsentationen „etwas Besonderes“ seien.

2.4 Arbeitsphase im Sommersemester

2.4.1 Arbeit im Freigegegenstand/IMST-Projekt

Zu Beginn des Sommersemesters teilte mir eine Schülerin mit, dass Sie aufgrund von Zeitmangel nicht mehr am Freigegegenstand teilnehmen könne. Ein weiterer Schüler erschien ebenfalls nach den Semesterferien nicht mehr im Freigegegenstand, dafür kehrten zwei „verloren geglaubte“ Schüler (mehr oder weniger regelmäßig) zurück. Damit blieb die (Maximal-) Zahl von 17 Lernenden vom Ende des Wintersemesters erhalten, allerdings nahmen nur mehr zwei Schülerinnen am Freigegegenstand teil. Es ergaben sich auch einige Änderungen in der Gruppenzusammensetzung: Die im Wintersemester entstandene Dreiergruppe reduzierte sich auf einen Schüler, dafür bildete sich eine neue (bis Mai stabile) Dreiergruppe und eine weitere Dreiergruppe, bei der aber selten alle Gruppenmitglieder im Unterricht anwesend waren. Diese Gruppeneinteilung (zwei Dreiergruppen, fünf Zweiergruppen und eine „Ein-Mann-Gruppe“) blieb bis zum Ende des Schuljahres erhalten.

Hinsichtlich der inhaltlichen Ausrichtung ließen sich nach den Semesterferien drei „Gruppierungen“ ausmachen:

Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die sich bereits im Wintersemester an den Aktivitätenblättern orientiert hatten, setzen ihre Arbeit mit diesen fort.

Die Gruppe, die im Wintersemester mit dem „Wall Follower“ experimentiert hatte, hatte das Projekt mit Semesterende abgeschlossen und baute und programmierte einen „Gitarren-Roboter“, bei dem die Töne über den Ultraschallsensor abgegriffen und dann vom NXT-Baustein erzeugt wurden. Dieses Projekt konnte Ende April abgeschlossen werden. In den letzten drei Einheiten konnte sich diese Gruppe auf kein neues Projekt einigen und modifizierte bzw. experimentierte mit dem „Gitarren-Roboter“: Beispielsweise wurde der Ultraschallsensor versuchsweise durch einen EOPD-Sensor ersetzt, da die Distanzmessung mit dem Ultraschallsensor recht ungenau war. Die Schüler erarbeiteten dabei mit der LeJOS-API und mit der Sensordokumentation eigenständig das notwendige Wissen, um

den Sensor zu programmieren, waren aber von den Messergebnissen enttäuscht und verwendeten schlussendlich doch den Ultraschallsensor.

Die anderen Gruppen arbeiteten an den im Wintersemester begonnenen eigenen Roboterprojekten weiter:

- Die Gruppe, die den „beweglichen Roboterarm“ konstruiert und zu programmieren begonnen hatte, beschäftigte sich zunächst mit der Bluetooth-Kommunikation zwischen den beiden verwendeten NXT-Bausteinen. Dies konnte unter Zuhilfenahme der Anleitung vom 12. Aktivitätenblatt bis Anfang Mai realisiert werden. Bis zum Ende des Schuljahres wurde dann noch das Programm zur Steuerung des Roboterarms programmiert, die Programmierung des „Fahrteils“ konnte aber nicht mehr in Angriff genommen werden.
- Die „Gruppe“, die den ebenfalls aus zwei NXT-Bausteinen bestehenden Roboter zum Messen von Geräuschen konstruiert hatte, hat sich mit Beginn des Sommersemesters auf einen Schüler reduziert. Dieser Schüler versäumte zwar die ersten drei Freigegegenstands-Einheiten des Sommersemesters, begann dann aber konzentriert „seinen“ Roboter zu programmieren und hatte auch herzeigbare (und damit motivierende) Erfolge: Einerseits konnte die Geräuschemessung samt Anzeige der Lautstärke (grün für „leise“, gelb für „mittel“ und rot für „laut“ realisiert werden, andererseits konnte sich der Roboter auch (zufällig) autonom bewegen, sodass die Messung an verschiedenen Orten durchgeführt werden konnte. Leider fehlte der Schüler dann wieder häufig, sodass dies den Endstatus „seines Gruppenprojekts“ darstellte.
- Die Gruppe, die den mit iPhone bestückten Roboter vom PC aus fernsteuern wollte, hatte sich zur Steuerung des Roboters zunächst mit der in der JavaEditor-Umgebung fertig verfügbaren „Kommandozentrale“ bedient und ging im Sommersemester daran, ein entsprechendes Steuerprogramm selbst zu schreiben. Dazu beschäftigten sich die beiden Schüler anhand „fortgeschrittener“ Aktivitätenblätter (12, 13 und 14) intensiv mit der Programmierung der Bluetooth-Schnittstelle und mit der Programmierung graphischer Benutzeroberflächen mit Java. Bemerkenswert ist hierbei, dass nach großen Schwierigkeiten mit der JavaEditor-PC-Entwicklungsumgebung ein Gutteil des Programms während der Osterferien programmiert wurde, sodass dieses Projekt Ende April abgeschlossen werden konnte. In den letzten drei Einheiten wurde der Roboter aus dem Wintersemester zunächst stabiler gemacht. Durch die dazu notwendigen Modifikationen musste auch das Programm zum Ansteuern der Motoren bzw. der Sensoren angepasst werden.
- Die Gruppe mit dem Projekt „sensorgesteuerter Lastlift“ schloss dieses Projekt während der ersten zwei Freigegegenstandseinheiten ab, fehlte bei der dritten und entschloss sich dann nach längerem Suchen zum Bau und zur Programmierung eines Segway⁷. Da dies der Gruppe „recht schwierig“ schien, bat sie mich um Hilfe. Ich verwies sie zunächst auf einen Weblog dänischer Studierender, die ein derartiges Segway-Projekt gut dokumentiert hatten [JoseMariaKim, 2011]. Zwar erhielt die Gruppe aus dieser Dokumentation einige Ideen zu Bau und Programmierung des Segway, die verfügbaren Lejos-Methoden wurden aber nicht verwendet, da die Schüler diese nicht verstanden. Anstelle einer PID-Regelung wurde daher auch eine Regelung programmiert, die proportional zur Abweichung von der vertikalen Ausgangsposition regelte. Zudem stellten die Schüler fest, dass sich die beiden Antriebsmotoren bei gleicher Einstellung für die Drehzahl unterschiedlich schnell drehten. Dies war darauf zurückzuführen, dass im LeJOS-Programm die Motorklasse mit automatischer Regulierung der Drehzahl verwendet wurde (NXTRegulatedMo-

⁷ Ein „Segway“ ist ein elektrisch angetriebenes Einpersonen-Transportmittel mit nur zwei auf derselben Achse liegenden Rädern, zwischen denen die beförderte Person steht und das sich durch eine elektronische Antriebsregelung nach dem Prinzip aktiven Stabilisierens eines inversen Pendels selbst in Balance hält (Quellen: http://de.wikipedia.org/wiki/Segway_Personal_Transporter bzw. http://nxt.meinblock.eu/projektdateien/segway/Funktionsweise_Segway_praesentation.pdf)

tor) sodass die Festlegung der Drehzahl im Programm keine Wirkung hatte. Besser hätte die Motorklasse ohne Regulierung (NXTMotor) verwendet werden sollen. Nachdem dies erst in der letzten Einheit erkannt wurde, konnten die notwendigen Programmmodifikationen aber nicht mehr getestet werden.

- Diejenige Gruppe, die im Wintersemester den „ballsuchenden und –schießenden Roboter“ gebaut hatte, schloss ihr Projekt ebenfalls Ende April ab, und widmete sich ab Anfang Mai dem Bau und der Programmierung des humanoiden Alpha Rex- Modells, zu dem sie eine Bauanleitung im Internet gefunden hatten (vgl. <http://www.cs.helsinki.fi/u/tapasane/Robottiohjelmointi/Build-AlphaRex.pdf>). Dabei musste der Aufbau geringfügig verändert werden, da der NXT-Baustein mit dem Akkublock etwas mehr Platz beansprucht als in der Originalbauanleitung vorgesehen. Bei der Programmierung mussten die Schüler durch Versuch und Irrtum erst herausfinden, wie die Beine des Roboters durch das Zusammenspiel der Motoren und Zahnräder bewegt werden. Dies benötigte eine gesamte Nachmittagseinheit, dennoch konnte die Basis-Programmierung zur Fortbewegung des Roboters bis zum Ende des Schuljahres erfolgreich abgeschlossen werden.

Auch wenn die anwesenden Schülerinnen und Schüler sehr konzentriert und weitestgehend eigenständig an ihren Projekten arbeiteten⁸ stellte das häufige Fehlen im Freigegegenstand organisatorisch ein Problem dar. Das Arbeiten innerhalb der Gruppen wies dadurch immer wieder „Bruchstellen“ auf. Dies zeigte sich einerseits beim Coaching hinsichtlich Modularisierung durch Methoden, wo die Einsichten, die mit einem Teil einer Gruppe erarbeitet werden konnten, der/dem/den jeweils Fehlenden beim „nächsten Mal“ neu erklärt werden mussten. Das dürfte auch ein Grund für das bescheidene Ergebnis der Abschlussevaluation zu den Programmierkenntnissen (mit Schwerpunkt „Modularisierung durch Methoden“) sein (vgl. 3.1.1).

Die „Bruchstellen“ zeigten sich andererseits aber auch in der Projektdokumentation durch die Gruppen. Obwohl das in den Semesterferien überlegte „Vorgehensmodell“ in jeder Freigegegenstandseinheit umgesetzt wurde, die Anwesenden für die jeweilige Einheit Ziele definierten und nach meiner Wahrnehmung auch erreichten und dokumentierten, waren es bei manchen Gruppen doch von Mal zu Mal unterschiedliche Personen, die den Projektdurchgang protokollierten. Dies sehe ich auch als Hauptgrund an, weshalb zum Abgabetermin für die bis dahin vorliegende Projektdokumentation des Sommersemesters am 18. April lediglich zwei Gruppen eine Dokumentation eingereicht hatten. Erst bis zum Ende des Schuljahres hatten bis auf zwei Gruppen alle eine Dokumentation ihrer Arbeit eingereicht, allerdings von geringer Qualität. Ein weiterer Grund dafür dürfte sein, dass sich die Schülerinnen und Schüler zum Ende hin vor allem mit der Vorbereitung ihrer Abschlusspräsentation beschäftigten. Die Schülerinnen und Schüler waren nach der geplanten und am 23. Mai bzw. am 6. Juni durchgeführten gemeinsamen Videoanalyse der ersten Vorträge sichtlich motiviert, es beim zweiten Vortrag bessern zu machen, wohl (und vor allem) auch deswegen, weil sowohl Direktor, Abteilungsvorstand und auch ein Vorsitzender der Maturakommission ihr Kommen als „Ehrgäste“ zugesagt hatten (vgl. 3.1.1.2). Die Abschlussvorträge waren dann auch durchgängig besser als die ersten Vorträge vom Dezember, bei drei Gruppen waren in die Präsentation auch eine Live-Vorführung des Roboters und/oder Videoclips von der Funktionsweise des Roboters integriert.

Für die Endbeurteilung wurden daher die abgegebene Dokumentation und die Präsentation herangezogen: Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die sowohl eine Dokumentation abgegeben als auch eine Präsentation gemacht hatten, erhielten die Note „Sehr Gut“, wenn einer dieser beiden Teile fehlte, die Note „Gut“. Wenn beides fehlte, die Schülerin bzw. der Schüler jedoch „fast immer“ anwesend war und auch konzentriert am Projekt arbeitete, war die Note „Befriedigend“ vorgesehen. Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die aber auch „fast nie“ anwesend waren, erhielten die Note „Genügend“. Zwei Mal wurde die Note Genügend gegeben, zweimal die Note „Gut“, alle anderen Schülerinnen und Schüler erhielten die Note „Sehr Gut“.

⁸ Diese Wahrnehmung stammt von einem Studierenden der Universität Klagenfurt, der den Freigegegenstand im Rahmen seines Orientierungspraktikums einen Nachmittag lang hospitiert hat.

Eine ursprünglich geplante schriftliche Endevaluation zur Frage „Was habe ich im Roboterprojekt gelernt?“ konnte aus Zeitgründen nur als gemeinsames Abschlussgespräch durchgeführt werden. Dabei wurde von den Schülerinnen und Schülern vor allem angemerkt, dass sie den Zeitaufwand für die selbst gewählten Projekte unterschätzt hatten und daraus gelernt hätten.

2.4.2 Externe Präsentationstätigkeit

An den „Tagten der Naturwissenschaften junior“ am 21. März 2012 veranstalte ich mit zwei Schülerinnen und drei Schülern einen dreistündigen Workshop mit dem Titel „Roboterprogrammierung – Informatik einmal ganz anders“. Zielgruppe waren Schülerinnen und Schüler der 6. und 7. Schulstufe, die wiederum mit der Software „Enchanting“ Programme zur Steuerung der Roboter erstellen sollten. Dazu wurden die Materialien vom Tag der offenen Tür wiederverwendet und geringfügig (im Wesentlichen um Übungen zur Tonerzeugung) ergänzt. Trotz eines parallel an der Universität angebotenen Workshops zur Roboterprogrammierung meldeten sich zu „unserem“ Workshop 9 Schülerinnen und 24 Schüler an, von denen auch 31 tatsächlich zum Workshop erschienen. Wie auch am Tag der offenen Tür zeigten sich die Schülerinnen und Schüler aus dem Freigegegenstand als kompetente Coaches, und das, obwohl sechs der Workshop-Teilnehmer (die eigentlich einen anderen Workshop besuchen wollten) wenig Interesse am Programmieren zeigten. Andererseits gab es auch drei Zweiergruppen „junger Forscherinnen und Forscher“, die so sehr in das Arbeiten vertieft waren, dass sie sich am Ende des Workshops nur ungern von den Robotern trennten.

2.5 Kooperation mit weiteren IMST Roboterprojekten

Bei der Genehmigung des Projekts „Robotik mit Lego-Mindstorms und Java“ wurde die Auflage erteilt, dass eine Zusammenarbeit mit zwei weiteren Projekten mit Lego-Mindstorms am BRG Viktring (Koll. Linder) bzw. am BG/BRG St. Veit (Koll. Stuppig) erfolgen soll. Aufgrund der unterschiedlichen Länge dieser drei Projekte (ein ganzes Schuljahr bzw. einige Monate), der unterschiedlichen Ausrichtung (Wiederholen und Vertiefen vorhandener Programmierkenntnisse bzw. Kennenlernen des Programmierens) sowie unterschiedlicher Arbeitsumgebungen (textbasiertes Programmieren mit Java bzw. graphische Programmierumgebung NXT-G) erfolgte diese Zusammenarbeit hauptsächlich auf informeller Ebene.

2.5.1 Chronologie der Zusammenarbeit

| Datum | „Inhalt“ |
|------------------|---|
| 08. Juli 2011 | erstes Treffen „zu dritt“: „Kennenlernen“ der anderen Projektideen und –ziele Austausch über kooperatives Lernen Vereinbarung eines Treffens der drei Projektgruppen im Sommersemester |
| 04. Oktober 2011 | Treffen „zu dritt“ Vereinbarung über prozessorientiertes Beurteilen auf Basis von „Lerntagebüchern“ |
| 20. Oktober 2011 | „IMST-Herbstworkshop“ mit (u.a.): (offiziell) Vorstellen der Projekte Austausch über bereits erfolgte Vorarbeiten bzw. den Projektstart |

| Datum | „Inhalt“ |
|-----------------------|--|
| 25. Oktober 2011 | Treffen mit dem IMST-Projektbetreuer mit (v.a.) Besprechen der Zieldefinition |
| 21. und 22. März 2012 | „IMST-Frühjahrsworkshop“ mit (u.a.): gegenseitigem Feedback zu den Zwischenberichten Planung des „Robotertreffens“ Gemeinsames Erstellen von Arbeitsunterlagen für das „Robotertreffen“ |
| 23. April 2012 | „Robotertreffen“ am BRG Viktring |
| 09. Mai 2012 | Treffen „zu dritt“ Besprechung möglicher gemeinsamer Teile des Endberichts |

2.5.2 Projektgruppentreffen

Das bereits bei der ersten Kontaktnahme mit den Kolleginnen vereinbarte „Robotertreffen“ im Sommersemester sollte den Schülerinnen und Schülern der drei Projekte Gelegenheit geben, einander die eigenen Projekte vorzustellen, sodass ein vorsichtiger Vergleich der Wirkung von Roboterprogrammierung im Informatikunterricht angestellt werden könnte.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler bis zum Sommersemester grundlegende Erfahrungen mit Robotern gewonnen hatten und erste eigene fertige Roboter vorweisen konnten, konnten am 23. April zwei Vierergruppen jedes der drei IMST-Roboterprojekte zwei Roboter aus dem jeweiligen Projekt vorstellen. Die Schülerinnen und Schüler der HTL Mössingerstraße präsentierten den „Gitarren-Roboter“ und den „iPhone-Roboter“. Die Vorstellungen wurden in Form eines „Marktplatzes der Ideen“ durchgeführt: Jede Gruppe konnte ihren Roboter und allfällige weitere Materialien auf einem Tisch präsentieren, wobei zwei Schülerinnen bzw. Schüler bei der Station verbleiben mussten, um interessierten Besuchern der Station Auskunft und Erklärung zu geben, während die anderen beiden Schülerinnen bzw. Schüler sich an den anderen Stationen informieren sollten. Nach etwa 20 Minuten wurde gewechselt.

Die im Rahmen des IMST-Frühjahrsworkshops gemeinsam mit Koll. Linder und Koll. Stuppnig vorbereiteten Arbeits- und Feedbackblätter (vgl. separates Dokument „Robotertreffen.pdf“), wurden von den Schülerinnen und Schülern allerdings recht halbherzig ausgefüllt:

Beim Arbeitsblatt werden von sechs Schülerinnen bzw. Schülern alle Roboter der anderen Gruppen wahrgenommen, mit den Bezeichnungen „Parcours“ (2x), „Klatschroboter“ bzw. „Line Follower“ versehen und deren Funktionalität beschrieben. Auf zwei Arbeitsblättern sind aber nur drei der vier Roboter vermerkt („Parcours“ wird nur einmal genannt). Die Frage, welches der vier Projekte am meisten interessiert, wird viermal gar nicht beantwortet. Einmal wird der „Klatschroboter“ genannt, dreimal allerdings wird einer der beiden HTL-Roboter genannt. Die Frage nach einer eigenen Problemlösung für das interessanteste der vier Projekte wird nur von einer Schülerin insofern beantwortet, dass überlegt wird, wie der Roboter optimiert werden könnte. Auf meine Nachfrage hin erhalte ich von den Schülerinnen und Schülern die Antwort, dass deswegen keine eigenen Programme hingeschrieben worden sind, weil ganz ähnliche Projekte im Freigegegenstand bereits umgesetzt worden waren.

Bei der Beantwortung der Feedback-Blätter eine Woche nach dem Robotertreffen werden die drei unterschiedlichen Roboter von allen Schülern genannt (der „Parcours-Roboter“ kommt jeweils nur

einmal vor) Die Frage, welches der „fremden“ Projekte am besten gefallen hat, wird zweimal mit „keines“ und zweimal gar nicht beantwortet. Jeweils zweimal werden der „Klatschroboter“ und der „Line Follower“ genannt, weil – so die Begründung der Schülerinnen und Schüler – diese beiden Roboter „recht gut funktioniert haben“. Bei der Frage, ob die anderen Gruppen deren Projekte gut erklärt haben, erhalten die Gruppen mit dem „Line Follower“ und dem „Klatschroboter“ eher gute Noten „1“ bzw. „2“, „die Gruppe“ mit dem „Parcours-Roboter“ eher schlechtere Noten (2 bis 4). Allerdings werden auch Bewertungen mit „4“ ohne Nennung des betreffenden Roboters vergeben.

Alle Schülerinnen und Schüler fanden, dass das Erklären des eigenen Projekts keinen Lernfortschritt bedeutet hat, ebenso geben aber auch alle an, dass das Erklären leicht gefallen ist und Spaß gemacht hat. Die freie Antwortmöglichkeit, was sonst noch aufgefallen war, wurde nur zweimal genutzt: Einmal wird vermerkt, dass die anderen Projekte eher einfach gewesen seien, das zweite Mal, dass „die anderen Schulen mit einer »Kindersoftware« programmieren.“

Die Grundintention dieses Treffens war der Erfahrungsaustausch zwischen den Projektgruppen, wobei das Vorstellen der eigenen Arbeit und Rückmeldungen darauf zur konzentrierteren Weiterarbeit motivieren sollten bzw. die „neuen“ Projekte als Inspiration für das eigene Weiterarbeiten dienen sollten. Diese Erwartungen wurden nicht erfüllt: Nach meiner Wahrnehmung konzentrierten sich alle Gruppen primär darauf, ihren Roboter vorzustellen, weswegen kaum Nachfragen und Rückmeldungen vorkamen. Ein Schüler meinte dazu, dass „man es [dadurch] einfacher erklärt hat, als es war“. Dazu kam, dass die Schüler der HTL, die die graphische Programmierumgebung „Enchanting“ bereits kannten, Nxt-G als „Kindersoftware“ wahrnahmen und daher kein Interesse zeigten, sich mit dieser Software auseinanderzusetzen⁹, und auch dass die gesehenen Roboter-Modelle bereits bekannt waren.

2.5.3 Versuch eines Vergleichs der drei Roboter-Projektgruppen

Die Erfahrung vom „Robotertreffen“ zeigte, dass die Ergebnisse der drei Projekte nicht direkt verglichen werden konnten. Die unterschiedlichen Zielsetzungen, die unterschiedlichen zeitlichen Rahmenbedingungen bzw. die unterschiedliche Software bedeuteten unterschiedliche (didaktische) Möglichkeiten bzw. (programmiertechnische) Beschränkungen.

Um dennoch ein vergleichendes Resümee ziehen zu können wurde vereinbart, die Arbeit der Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf die folgenden drei (Forschungs-) Fragen zu beobachten und die subjektiven Beobachtungen und Schlussfolgerungen zusammenzuführen:

- **Wie kommen die Lego-Roboter bei Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichen Voraussetzungen an?**

Da das IMST-Projekt an der HTL Mössingerstraße als Freigegegenstand durchgeführt wurde, darf davon ausgegangen werden, dass nur Schülerinnen und Schüler mit den Lego-Robotern gearbeitet haben, die sich für Robotik im weitesten Sinne interessieren. Wohl hat aber auch die gedankliche Verbindung „Lego – Spaß“ einige Schüler motiviert, sich zum Freigegegenstand anzumelden.

Da aber am Freigegegenstand Schülerinnen und Schüler von verschiedenen Klassen teilgenommen haben, lassen sich im Hinblick auf das im Rahmen des Informatikunterrichts erworbene Vorwissen folgende Gruppierungen unterscheiden:

Die Schülerinnen und Schüler der zweiten Jahrgänge Elektrotechnik (Gruppierung ET2, ursprünglich 16 Personen) hatten im Informatikunterricht des ersten Jahrganges die grundlegende Kontrollstrukturen „Verzweigung“ und „Schleife“ sowie Variable zum „Merken von Daten“ kennen gelernt (allerdings nur teilweise mit Java, primär mit der Java-ähnlichen Programmiersprache

⁹ In diese Richtung äußerte sich auch ein Schüler des BRG Viktring, der meinte, dass Nxt-G für die Unterstufe ganz gut geeignet sein könnte, dass aber in der Oberstufe zum Programmieren von Lego-Robotern Java verwendet werden sollte.

C#). Die meisten dieser Schülerinnen und Schüler hatten im ersten Jahrgang auch bereits selbst Methoden programmiert, alle hatten bei der Programmierung mit C# bereits vordefinierte Methoden verwendet. Die meisten aus dieser Gruppierung hatten auch schon Vorerfahrung mit Lego-Mindstorms. Ein Schüler hatte sich vorher schon privat intensiv mit der Programmierung von Lego Robotern mit der graphischen Programmierumgebung NXT-G beschäftigt und wusste daher gut über die Möglichkeiten und Beschränkungen dieser Roboter bescheid. Die anderen Schülerinnen und Schüler hatten am Ende des ersten Jahrganges (im Schuljahr 2010/11) Gelegenheit, erste einfache Java-Programme für die Lego-Roboter zu schreiben und auf meinen privaten Robotern zu testen (dies war in meiner Informatikgruppe eine PR-Aktion für den Freigegegenstand). Lediglich zwei Schüler von ET2 hatten selbst noch keine Vorerfahrung mit Lego Robotern.

Die Schülerinnen und Schüler der Gruppierung ET2 begannen alle zunächst mit dem Bau des Basismodells („Tribot“) und waren sofort in der Lage, strukturierte, wenngleich einfache Programme mit Schleifen und Verzweigungen (allerdings ohne eigene Methoden) zu schreiben. Die direkte Rückmeldung über die Güte des geschriebenen Programms durch das beobachtbare Verhalten des Roboters wirkte bei dieser Gruppierung offenbar besonders stimulierend, sei es, dass das Programm so funktionierte, wie es sollte, oder dass ein Denk- und Programmfehler direkt sichtbar wurde und Anlass zum Weiterdenken gab. Vier dieser Schülerinnen und Schüler konzentrierten sich auch in weiterer Folge auf das Programmieren und bauten nur geringfügige Modifikationen des Basismodells, neun wandten sich aber bald „interessanteren“ Modellen zu, wodurch viel Zeit in die Konstruktion und weniger (bzw. erst sehr spät) in das Programmieren investiert wurde. Zwei Schüler und eine Schülerin erschienen etwa ab dem Sommersemester nicht mehr zum Freigegegenstand.

Die zweite Gruppierung bestand aus vier Schülern eines dritten Jahrganges Elektrotechnik (Gruppierung ET3). Diese brachten trotz zwei Jahren Informatikunterrichts nur geringe Programmierkenntnisse mit und zeigten zunächst vor allem am Zusammenbauen von (meist selbst erdachten) Robotern Interesse. Erst nach einer Phase intensiveren Coachings durch mich (Überwindung grundsätzlicher Schwierigkeiten bei elementaren Kontrollstrukturen) bzw. auch durch die Wahrnehmung, „was die Roboter der anderen Gruppen so alles können“ widmete sich diese Gruppierung vermehrt dem Programmieren. Ab diesem Zeitpunkt aber wurden die Schüler wie die Gruppierung ET2 durch das Feedback der Roboter motiviert, weiterzudenken, gleichwohl ob es sich um das Finden eines Programmfehlers handelte oder dass ein funktionierendes Programm verändert/verbessert werden sollte.

Die dritte Gruppierung bestand aus fünf Schülern eines zweiten Jahrganges Elektronik (Gruppierung EL2), die im ersten Jahrgang bereits das Programmieren mit Java (Entwicklungsumgebung Eclipse) kennen gelernt hatten und dadurch auffielen, dass sie an den grundlegenden Übungen überhaupt kein Interesse hatten sondern gleich ein „großes Projekt mit dem Mobiltelefon“ angehen wollten (vgl. 2.1). Da diese fünf Schüler nach dem zweiten Termin nicht mehr erschienen sind, wird diese Gruppierung nicht weiter beachtet (das Ausscheiden wird von einem Schüler mit einer gleichzeitigen anderen Verpflichtung begründet, die anderen kommen einfach gar nicht mehr; ich vermute, dass dabei auch die Anforderungen – Portfolioarbeit bzw. Präsentieren der eigenen Arbeiten – eine Rolle gespielt haben könnten).

Abgesehen von der beschriebenen unterschiedlichen Programmierintensität spielt bei allen Schülerinnen und Schülern auch der Aspekt des „Lego Spielens“ eine Rolle. Dabei ist zwischen jenen zu unterscheiden, die recht lange beim Spielen im Sinne von „Modelle zusammenbauen und daran Spaß haben“ verweilen, und jenen, die das „Spielen“ zur Strategie von „Versuch und Irrtum“ entwickeln, um selbst definierte Problemstellungen bewältigen zu können (oder auch nicht). Auffallend ist, dass das im Informatikunterricht gelehrt strukturierte Vorgehen zur Problemlösung (Entwurf – Implementierung – Test) unter den gegebenen Rahmenbedingungen kaum zur Anwendung kommt: Der strukturierte Programmentwurf fällt meist weg. Dies gilt ohne Unterschied für Gruppierung ET2 und Gruppierung ET3.

Bezüglich dieser Frage sind die drei Projektgruppen vermutlich am schwersten zu vergleichen, da das IMST-Projekt sowohl am BG/BRG St. Veit als auch am BRG Viktring im Rahmen des Pflichtgegenstandes Informatik in der 9. Schulstufe durchgeführt wurde und die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe der Lego-Roboter die Grundstrukturen des Programmierens kennen lernen sollten. Vor allem aus dem Projektbericht von Kollegin Linder [Linder, 2012] geht aber hervor, dass die „Abwechslung“, die Lego-Roboter für den Informatikunterricht bedeuten, vor allem aber die schnelle Rückmeldung, ob das Programm das tut, was es soll, auch dort die Schülerinnen und Schüler für das Programmieren der Lego-Roboter motiviert hat.

- **Mit welcher Motivation gehen die Schülerinnen und Schüler an „Roboterprogrammierung“ heran?**

Die Motivation der Schülerinnen und Schüler entsprang aus dem Wissen, „was Roboter alles können“ und dem Bestreben, etwas ähnlich Tolles (einen Roboterarm, einen Roboter, der Videoaufnahmen liefert oder einen anthropomorphen Roboter) zu bauen. Weitaus weniger als erwartet (bzw. erhofft) schien das eigentliche Programmieren (i.S.v. „dem Roboter mitzuteilen, was er zu tun hat) eine Rolle zu spielen. Dies gilt vor allem für diejenigen Schülerinnen und Schüler, deren Vorwissen aus dem Bereich des Programmierens gering war und die daher auch seltener Erfolgserlebnisse beim Programmieren hatten. Da aber für die Motivation gerade der (schnelle) Erfolg wichtig ist, überlege ich, im nächsten Jahr auch einen Programmier-Grundkurs auf Basis von LeJOS anzubieten, um auch Schülerinnen und Schüler dieser Gruppe zu erreichen.

Die Bedeutung von Erfolgserlebnissen gepaart mit Abwechslung findet sich auch in den Projektberichten von Koll. Linder und Koll. Stuppig. Dort heißt es:

„Auch das Arbeiten mit den Robotern verstärkte den Eindruck, dass schnelle Ergebnisse die Motivation am Programmieren fördern und dazu beitragen, diese zu erhalten. Wenn jeder Arbeitsschritt sofort am NXT geprüft werden kann und sofort ein Ergebnis, wenn auch nicht das Erwünschte, sichtbar wird, so haben sich auch die uninteressiertesten SchülerInnen darüber gefreut und mit Eifer immer wieder neue Anpassungen vorgenommen und ausprobiert.“ [Linder, 2012], bzw.:

„Nach längerem Arbeiten mit den Robotern verloren manche jedoch die Freude, da die Arbeit mit den Robotern zur Routine wurde und nichts Besonderes mehr darstellte.“ [Stuppig, 2012].

- **Wie begeisterungsfähig sind die Schülerinnen und Schüler?**

Die Begeisterungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler hing von deren Erwartungen an den und dem tatsächlich zu investierenden Aufwand im Unterricht ab. Viele wollten gleich etwas „wirklich Großes“ bauen, übersahen dabei aber, dass Ihnen (vor allem die Programmier-) Grundlagen zur Realisierung fehlten. Dies wirkte nach meiner Beobachtung sehr demotivierend. Häufig war den Schülerinnen und Schülern auch nicht klar, dass es (nach den festgelegten und mitgeteilten Beurteilungskriterien) nicht reichte, „nur“ ein interessantes Modell zu bauen, sondern dass dieses auch programmiert und der Prozess dokumentiert hätte werden sollen. Insbesondere der letzte Punkt senkte die Begeisterung (z.B. will keine Schülerin/kein Schüler im nächsten Jahr nochmals den Freigegegenstand besuchen, um auf den erworbenen Kompetenzen aufzubauen, weil „in dem Freigegegenstand ja mehr zu tun ist als in den meisten Pflichtgegenständen“ – von einer Kollegin kolportiertes Zitat eines Schülers). Fazit: Roboter und insbesondere Lego-Roboter wecken Interesse und begeistern zunächst, Schülerinnen und Schüler verlieren das Interesse aber schnell (z.B. nach den Noten des ersten Semesters), wenn sie merken, dass da auch „Arbeit dahintersteckt“.

Dieser Gegensatz von „Begeisterung“ und „zu erbringender Leistung“ findet sich zumindest auch bei der Projektgruppe am BRG Viktring:

„Als die Leistungsanforderungen, laufende Dokumentationen im Lerntagebuch und von Programmcode, Mitarbeiterüberprüfungen und Arbeitsblättern, Präsentationen im Unterricht und zusätzlichen Stunden am Nachmittag für den Tag der offenen Tür beziehungsweise für das Roboter-treffen besprochen wurden, ging ein Raunen durch die Klasse und die Blicke mancher SchülerInnen sprachen Bände.“ [Linder, 2012].

Dort findet sich auch der wichtige Gesichtspunkt „des Neuen“ (vgl. „des Tollen“ bei der Behandlung der zweiten Frage): *„Auch das Wiederholen von Arbeitsabläufen mit verschiedenen Sensoren, bei denen die SchülerInnen den Eindruck hatten, nichts Neues dazu zu lernen [...] wirkten demotivierend.“ (Linder, 2012).*

- **Wie viel kann man sich als Lehrperson unter den gegebenen Voraussetzungen erwarten?**

Die Zielrichtung „selbstorganisiertes Konstruieren – Programmieren – Dokumentieren“ mit den im Rahmen des IMST-Projekt verwendeten (Software)-Werkzeugen erscheint mir nach wie vor sinnvoll und wird für den Freigegegenstand im Schuljahr 2012/13 beibehalten, wengleich mit den folgenden Modifikationen:

- In der ersten Einheit müssen die Schülerinnen und Schüler einen verbindlichen und realistischen eigenen Zeitplan erstellen, diesen verschriftlichen und abgeben.
- Ebenso müssen die Schülerinnen und Schüler in den ersten beiden Einheiten gezielt auf das Dokumentieren der eigenen Arbeiten im Rahmen des Unterrichts vorbereitet werden. Dazu sollen ihnen Beispiele von guten Dokumentationen aus dem IMST-Projekt vorgelegt werden, zudem sollen aber auch alle bereits (kleine) Dokumentationen Ihrer eigenen Arbeit in der ersten und zweiten Freigegegenstandseinheit abgeben müssen (vgl. die Querverbindung zu „Motivation“ weiter oben). Der Freigegegenstand ist auch strikt so zu planen, dass das Dokumentieren tatsächlich im Unterricht erfolgen kann (Steuerfunktion des Lehrers).
- Wesentlich mehr Augenmerk ist darauf zu verwenden, dass auch ganz grundlegende Programmier-elemente in (halbwegs) interessante und lohnende Roboterprojekte verpackt werden. Diesbezüglich bietet das Material des Roberta-Projekts einige Anregungen. (vgl. [Fraunhofer IAIS, 2004-2010]). Vieles, was im ersten Jahrgang kennen gelernt wurde, ist nach den Sommerferien bei vielen Schülerinnen und Schülern nicht mehr verfügbar. Im Sinne einer Kompetenzstufung beim Programmieren erscheint es daher sinnvoll, „Programmieren mit Methoden“ in die folgenden zwei Projektziele aufzuspalten:
 „Sichere Verwendung grundlegender Programmstrukturen (Verzweigungen, Schleifen) in der main-Methode“
 bzw.
 „Sichere Verwendung grundlegender Programmstrukturen in selbst geschriebenen Methoden“.

Obzwar grundlegende Programmierstrukturen für manche Schülerinnen und Schüler trotz des erwarteten Vorwissen eine nicht zu unterschätzende Hürde darstellen, sollte mit der angegebenen Zielrichtung im Freigegegenstand (in der Sekundarstufe 2) nicht auf eine graphische Programmierumgebung wie NXT-G oder Enchanting [Enchanting, 2011] zurückgegriffen werden, da diese Software weniger Möglichkeiten zur Programmierung von Lego-Robotern bietet als z.B. die Java-Programmierumgebung LeJOS. Darauf weist auch Koll. Stuppig hin, die schreibt:

„Mit der NXT-Programmieroberfläche hat man jedoch nur beschränkte Möglichkeiten. Für unseren Schulzweig wäre es sinnvoller, mit der grafischen Programmiersprache in der Unterstufe zu beginnen, den SchülerInnen dadurch einen leichteren Einstieg ins Programmieren zu bieten, und dann in der Oberstufe das Programmieren der Roboter mit einer textbasierten Programmiersprache zu vertiefen.“ [Stuppig, 2012].

Für das Erreichen der Ziele ist die Organisation der Roboterprogrammierung als Freigegegenstand, der sich über ein gesamtes Schuljahr erstreckt, wesentlich. Sowohl ich als auch die Schülerinnen und Schüler haben den Zeitaufwand für die Durchführung von (besonders von selbstdefinierten) Roboterprojekten wesentlich unterschätzt. Dazu kommt auch, dass das intendierte selbstorganisierte Lernen für Schülerinnen und Schüler einen weiteren Lernprozess bedeutet, der Zeit benötigt. Darauf weist auch Koll. Linder hin, für deren IMST-Projekt ja nur ein Teil der Informatikstunden zur Verfügung standen:

„Es ist nicht möglich, in 12 Unterrichtseinheiten alle mitgelieferten Sensoren zu besprechen, verschiedene Robotermodelle zu bauen, [...] Schleifen und Verzweigungen in eigenen Programmen zu verwenden, die Programme zu besprechen, zu verbessern, zu dokumentieren, eigene Ideen zu formulieren [...]“. (Linder, 2012)

Ein Problem ist aber, dass im Freigegegenstand Schülerinnen und Schüler immer wieder phasenweise fehlen, weil etwas anderes (z.B. die Vorbereitung auf eine Schularbeit) wichtiger ist. Dadurch verlieren diese Schülerinnen und Schüler leicht den Anschluss an ihre eigenen Ideen! Diejenigen, die konsequent zum Unterricht erscheinen, machen im Hinblick auf die definierten Ziele gute Fortschritte. Diese finden auch die Blockung (zweiwöchig vierstündig) ganz gut, wenngleich sich bei einigen nach ca. zweieinhalb Stunden ein Konzentrationsabfall bemerkbar macht. Da es den Schülerinnen und Schülern aber freisteht, eigenverantwortlich Pausen einzulegen, sehe ich darin weniger ein Problem als vielmehr einen Aspekt des Lernprozesses hin zum selbstorganisierten Lernen.

Der Vergleich der drei Einschätzungen scheint darauf hinzuweisen, dass Motivation und Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler beim Programmieren mit Robotern wesentlich durch die methodische Gestaltung des Unterrichts, aber auch durch die Möglichkeiten des verwendeten Programmierwerkzeugs bestimmt werden. Motivationshemmend wirken Anforderungen an die Lernenden, die diese nicht unmittelbar mit Lego Robotern in Zusammenhang bringen. Schwierigkeiten mit dem Dokumentieren und dem Präsentieren der eigenen Arbeiten werden in allen drei Projektberichten beschrieben. Allerdings stellen Dokumentieren und Präsentieren wesentliche Teile des Lernens dar, wenn in inhomogenen Gruppen von verschiedenen Schülerinnen und Schülern unterschiedliche Themen gleichzeitig bearbeitet werden und dennoch ein Überblick über das Erlernte gegeben werden soll.

2.6 Projektergebnisse

Projektergebnisse und Erkenntnisse werden auch in der Schilderung des Projektverlaufs bzw. vor allem auch in Kapitel 3 (Evaluation) angesprochen. An dieser Stelle sind die für mich wichtigsten Ergebnisse/Erkenntnisse des Projekts „Robotik mit Lego Mindstorms und Java“ zusammengestellt.

Methodische Basis des Projekts stellten Konzepte kompetenzorientierten Unterrichtens dar. Angeleitet durch vorgegebene und in Kompetenzrastern fixierte Zielfestlegungen sollten die Schülerinnen und Schüler selbst individuelle Arbeitsziele definieren, diese selbstorganisiert erreichen bzw. anstreben und den Lernprozess dokumentieren. Dieser Ansatz ist für Lernende (aber auch für Lehrende!) neu und ungewohnt. Dies zeigte sich im Projekt dadurch, dass Schülerinnen und Schüler die zur Verfügung gestellten Kompetenzraster überhaupt keine Beachtung schenkten und auch keine langfristigen Arbeitsziele definierten. Erst die in 2.3 skizzierte Vorgabe einer Zeitstruktur führte dazu, dass die Lernenden zumindest für eine einzige Freigegegenstandseinheit verbindliche und überprüfbare Ziele festlegten. Dadurch verbesserte sich auch die Dokumentation des Lernprozesses bei den meisten Gruppen. Methodisch/organisatorisch ist daher zu beachten:

- Kompetenzraster müssen von der Anzahl und der Gestaltung her für die Lernenden übersichtlich sein. Speziell wenn der Umgang mit Kompetenzrastern ungewohnt ist, schrecken sechs umfangreiche Kompetenzraster (plus ein Beurteilungsraster für die Portfolioarbeit) am Beginn ab und werden von den Lernenden ignoriert.

- Auch wenn das Interesse der Schülerinnen und Schüler in einem derartigen Projekt primär dem Konstruieren und Programmieren der Lego-Roboter gilt, ist in der Anfangsphase des Projekts viel Zeit zur Klärung organisatorischer Fragen vorzusehen. Dazu zählen jedenfalls die Orientierung, was gelernt werden soll und die Festlegung der individuellen Interessenschwerpunkte: Die Kompetenzraster müssen jedenfalls in der Unterrichtszeit gelesen und besprochen werden und auch die schriftliche Fixierung eines Semesterziels im Hinblick auf Kompetenzdefinitionen muss in der Unterrichtszeit erfolgen. Die Lehrperson muss diesen Prozess beratend begleiten.
- In dieser Phase muss auch das Dokumentieren (z.B. mit Beispielen guter Dokumentation) gezeigt, trainiert und immer wieder eingefordert werden.
- Ebenso muss die Installation der Entwicklungsumgebung auf USB-Stick in Anwesenheit der Lehrperson erfolgen.

Diesen Punkten wurden beim durchgeführten Projekt aus zwei Gründen zu wenig Beachtung geschenkt: Einerseits war ich bedingt durch das eigene Kennenlernen der Möglichkeiten, die die Programmiersprache Java im Zusammenspiel mit den Lego-Robotern bietet, selbst sehr stark auf die inhaltliche Aspekte des Projekts konzentriert, zum anderen setzte ich gewisse Kompetenzen (wie z.B. die Kompetenz, etwas dokumentieren zu können) einfach voraus. Erste ernstzunehmende Schritte in Richtung der intendierten Verknüpfung von Programmieren und Dokumentieren fanden daher erst im Sommersemester statt. Dabei wurde das „Dokumentieren in Form einer Präsentation“ deutlich ernster genommen als das „Dokumentieren durch Portfolioarbeit“. Ich vermute, dass dies vor allem durch den „offiziellen Rahmen“ (und die damit verbundene „Öffentlichkeitswirksamkeit“) bedingt war, unter dem die Abschlusspräsentationen abgelaufen sind (vgl. 2.3 bzw. 2.4.1).

Hinsichtlich der Programmierkenntnisse hat sich das durchgängig selbstorganisierte Arbeiten der Schülerinnen und Schüler nicht bewährt. Auch wenn etwa ein Drittel den angestrebten sicheren Umgang mit elementaren Programmierstrukturen letztendlich nachweisen konnte, ist dies für mich zu wenig, um von einem Erfolg zu sprechen. Ein Problem stellte vor allem dar, dass die Schülerinnen und Schüler vieles von dem, was im vorangegangenen Schuljahr bereits gekonnt wurde, über die Sommerferien vergessen hatten. Vor allem zu Beginn des Programmierens von Lego-Robotern ist daher unbedingt danach zu trachten, dass die grundlegenden Strukturen wiederholt und auch beherrscht werden. Dies erfordert eine stärkere Lenkung seitens des Lehrers und konsequenteres Einfordern termingerechter Aufgabenlösungen. Erst nach dieser Phase der Grundkenntnisse des Programmierens macht daher auch die Berücksichtigung unterschiedlicher Lerntypen (vgl. 3.1.4) Sinn.

Als sehr wichtiges und positives Ergebnis des durchgeführten Projektes sehe ich die aus Obigem resultierende Erfahrung, dass kompetenzorientiertes bzw. selbstorganisiertes Lernen nicht „auf Knopfdruck“ passiert sondern auch trainiert werden muss, und dass dabei eine noch feinere Abstimmung von Inhalt und Methodik wichtig sind als bei „gewohntem“ lehrerzentrierten Unterricht. Dies bedeutet nach meinem Verständnis am Ende des Projekts aber nicht, dass sich die Aufgaben der oder des Lehrenden darauf beschränken, eine optimale Lernumgebung als Kombination von Software-Arbeitsumgebung, methodischen Überlegungen (die z.B. in Kompetenzbeschreibungen sichtbar werden) und adäquaten Aufgaben zu schaffen. Die Lehrenden müssen die Lernenden auch aktiv in die Benutzung dieser Lernumgebung einführen und deren Arbeit in der Lernumgebung betreuen. Zu letzterem zählt z.B. die Beratung bei Zielformulierungen oder beim Verfassen der Dokumentation, aber auch Hilfestellung bei inhaltlichen Problemen.

Dass dies alles ein enorm zeitaufwändiger Prozess ist, wird nach meiner Wahrnehmung auch in der zeitgeistigen politischen Diskussion rund um Kompetenzorientierung und Standardisierung (noch) nicht gesehen.

3 EVALUATION

Als Evaluationsinstrumente dienten im Projekt die vorgelegten Portfolios der Lernenden (vgl. dazu auch Abschnitt 2.1) sowie drei schriftliche „Evaluationen“ die im November, Jänner bzw. Mai durchgeführt wurden. Die erste dieser „Evaluationen“ sollte die vorhandenen Programmierkenntnisse erheben, die zweite diente als Feedback über die Gestaltung des Freigegegenstandes und die dritte sollte gezielt erheben, welche Kenntnisse die Schülerinnen und Schüler am Ende des Projekts im Bereich „Modularisierung von Programmcode“ (i.S.v. „Programmieren mit Methoden“) aufwiesen (die Evaluationsbögen finden sich in separaten Dokumenten „Anfangsevaluation.pdf“, „Feedback.pdf“ und „Abschlussevaluation.pdf“).

3.1 Evaluation projektspezifischer Ziele

3.1.1 Inhaltliche Aspekte

3.1.1.1 Programmieren

Das Ziel hinsichtlich „Programmierkompetenz“ wurde so formuliert, dass eine Festigung und Erweiterung der im ersten Jahrgang im Rahmen des Pflichtgegenstandes „Angewandte Informatik“ erworbenen Grundfertigkeiten angestrebt werden sollte. Bei der Konzeption der Materialien wurde davon ausgegangen, dass die (ausschließlich männlichen) Schüler der dritten Jahrgänge gelernt hatten, mit elementaren Kontrollstrukturen, Variablen und Methoden Programme zu entwickeln. Von den 21 Schülerinnen und Schülern der zweiten Jahrgänge war bekannt, dass 18 im Informatikunterricht des 1. Jahrganges bereits mit Methoden programmiert hatten. Alle Schülerinnen und Schüler hatten aber bereits über Kontrollstrukturen und Variable gelernt. Da dieses „Gelernt-Haben“ nicht notwendigerweise ein „Noch-Immer-Können“ nach sich zieht, wurden die ersten Aktivitätenblätter auch bewusst niederschwellig angelegt (was vielleicht ein Grund für das „Abspringen“ einiger Schüler gleich zu Beginn gewesen sein könnte, vgl. Abschnitt 2.1.1).

Ende November wurde mit 18 Schülerinnen und Schülern eine (anonyme) Anfangsevaluation (vgl. separates Dokument „Anfangsevaluation.pdf“) durchgeführt, um abzuklären, was von den angenommenen Vorerfahrungen noch aktiv verfügbar war. Die Ergebnisse lassen sich kurz so zusammenfassen:

Bei „elementaren Kontrollstrukturen“ zeigten sich etwa 75% der Lernenden kundig, wobei das Codieren weitaus leichter fiel als das Analysieren und Verstehen von Code¹⁰. Diese Abhängigkeit von der Aufgabenstellung zeigt sich auch bei „verschachtelten Kontrollstrukturen“, wo bei Aufgabe 3 nur 5 Lernende die Bildschirmausgabe „halb richtig“ hinschreiben konnten, aber immerhin zehn Lernende Aufgabe 4 richtig codieren konnten.

Aufholbedarf zeigte sich bei „Methoden“ (vgl. Abschnitt 2.1.2): Aufgabe 5 wurde bei 12 Evaluationsbögen einfach ausgelassen und nur bei 5 Evaluationsbögen „weitestgehend richtig“ gelöst. Bei Aufgabe 6 wurden für die Aufgabenteile a) und b) zwar noch 12 bzw. 10 richtige Antworten abgegeben, Aufgabenteil c) wurde nie, Aufgabenteil d) einmal richtig gelöst.

Diese Ergebnisse interpretiere ich so:

- Offenbar liegt im Programmierunterricht der Schwerpunkt nach wie vor auf dem Codieren eigener „Problemlösungen“ und nicht auf der Analyse und dem Verstehen von fertigen, „guten“ Beispielprogrammen.

¹⁰ Hinsichtlich der „Auswahlaufgabe“ 1 ist anzumerken, dass bei jeder Frage zwei Auswahlmöglichkeiten (wahr – falsch) die Aussagekraft erhöht hätten.

- Kenntnisse werden von den meisten Schülerinnen und Schülern nicht nachhaltig erworben (und daher über Ferienzeiten wieder vergessen). Es mag sein, dass dieser Punkt mit dem vorhergehenden zusammenhängt.
- Ein Problem könnte auch in gängigen Programmierumgebungen liegen, die beim Codieren Hilfestellungen wie z.B. Code-Vervollständigung bieten. Dadurch – so die Vermutung – können Lernende grundlegende Strukturen (auch syntaktisch) richtig verwenden, ohne diese zu verinnerlichen. Fällt diese Hilfestellung in einer anderen Programmierumgebung aber weg, kann es zu Problemen bei Inhalten kommen, die scheinbar bereits beherrscht wurden.

Die Einschätzung, dass beim Thema „Methoden“ noch Arbeit zu investieren ist, wurde von den Lernenden im Rahmen des Fragebogen-Feedbacks am Ende des Semesters (s.3.1.1.2) bestätigt. Eine Aufarbeitung der „Methodenschwäche“ wurde aus terminlichen Gründen auf das Sommersemester verschoben. Dabei wurden die Schülerinnen und Schüler je nach Bedarf von mir gecoacht, d.h. bei Problemen mit dem Programmieren von Methoden individuell beraten (vgl. Abschnitt 2.2 bzw. 2.4).

Zur Überprüfung, ob dies den gewünschten Erfolg gebracht hat, wurde am 23. Mai 2012 eine (vorher nicht angekündigte, wieder anonyme) Abschlussevaluation mit Schwerpunkt „Programmieren mit Methoden“ durchgeführt. Zu diesem Termin waren 11 Schülerinnen und Schüler im Freigegegenstand anwesend. Die Auswertung der 11 Evaluationsbögen lieferte folgendes Ergebnis (vgl. Aufgabenstellung in der separaten Datei „Abschlussevaluation.pdf“):

Aufgabe 1a) – Signatur einer Methode:

Dieser Aufgabenteil wurde von 7 Schülerinnen bzw. Schülern richtig beantwortet,

bei zwei Antwortblättern fehlte dieser Aufgabenteil,

zwei Schülerinnen bzw. Schüler hatten diese Frage „falsch verstanden“ (hier wurden die Parameter min bzw. max als Feldvariable übergeben).

Aufgabe 1b) – Aufruf der Methode aus Aufgabenteil 1a)

Dieser Aufgabenteil wurde von 4 Schülerinnen bzw. Schülern richtig beantwortet,

bei zwei Antwortblättern fehlte dieser Aufgabenteil,

bei einem Antwortblatt wurden beim Methodenaufruf die Parameter mit den Typvereinbarungen übergeben.

3 Schülerinnen bzw. Schüler hatten offenbar die Aufgabenstellung missverstanden und gaben den Code der Methode zur Signatur aus 1a) an.

Lediglich eine Schülerin bzw. ein Schüler lieferte eine völlig falsche Lösung ab.

Aufgabe 2a) – Codieren einer Methode ohne Rückgabewert

Dieser Aufgabenteil wurde von 5 Schülerinnen und Schülern richtig beantwortet.

4 Schülerinnen bzw. Schüler gaben eine teilweise richtige Lösung ab: Bei einer Lösung wurde das Feld nicht als Parameter übergeben. Bei einer Lösung wurde durch die falsche Anzahl von „Messwerten“ dividiert. Bei einer Lösung gab es eine Vermischung von Index, Feldwert und Länge des Feldes (die in der Schleifenbedingung „originell“ kombiniert werden). Bei einer Lösung schließlich war nur die Ausgabe, nicht jedoch die Berechnung des Mittelwertes realisiert.

Bei zwei Antwortblättern fehlte dieser Aufgabenteil völlig.

Aufgabe 2b) – Codieren einer Methode mit Rückgabewert

Dieser Aufgabenteil wurde von zwei Schülerinnen und Schülern richtig beantwortet, eine weitere Antwort war „fast richtig“ (es fehlte lediglich die return-Anweisung).

Zwei Schülerinnen bzw. Schüler gaben eine teilweise richtige Lösung: Bei einer Lösung wurde durch die falsche Anzahl von „Messwerten“ dividiert. Bei der anderen Lösung gab es eine Vermischung von Index, Feldwert und Länge des Feldes (vgl. Aufgabenteil 2a).

Bei einem Antwortblatt wurde anstelle des verlangten Codes angegeben, wie die Methode aus Aufgabenteil 2a) aufgerufen wird.

Bei 5 Antwortblättern fehlte dieser Aufgabenteil völlig.

Aufgabe 3a) – Signatur einer Methode, die (Sensor-, Delay-) Methoden aus der API verwendet:

Dieser Aufgabenteil wurde von allen Schülerinnen bzw. Schülern, die ihn bearbeitet haben (7) richtig gelöst. Bei vier Antwortblättern fehlte dieser Aufgabenteil aber völlig.

Aufgabe 3b) – Codieren der Methode aus Aufgabenteil 3a):

Bei den vier Antwortblättern, bei denen die Lösung aus Aufgabenteil 3a) gefehlt hatte, fehlte klarerweise auch dieser Teil. Bei den anderen fehlte jeweils die Vereinbarung des Temperatursensors (Deklaration, Instantiierung mit new).

Interpretation der Ergebnisse:

Generell waren die Ergebnisse dieser Abschlussevaluation schlechter als erwartet. Beim individuellen Arbeiten mit den Projektgruppen hatte ich den Eindruck gewonnen, dass die Schülerinnen und Schüler beim Verwenden und Codieren von Methoden zunehmend sicherer wurden: Die selbst geschriebenen Roboterprogramme wurden zunehmend durch Methoden modularisiert und steuerten die Roboter entsprechend der Vorstellungen der Lernenden. Angesichts dieses „praktischen Beherrschens“ von Methoden interpretiere ich das Ergebnis der Evaluation so:

Die Aufgabenlösungen, die zwar nicht falsch waren, aber nicht zur Aufgabenstellung passten, erkläre ich mir dadurch, dass die Aufgabenstellungen offenbar oberflächlich gelesen bzw. das Gelesene nicht wirklich verstanden werden. Dies könnte damit zusammenhängen, dass die Evaluation durch die (gut gemeinten) Informationen über Methoden am Anfang relativ viel Text beinhaltete. Beobachtungen aus dem eigenen Unterricht zeigen, dass bei „viel Text“ manche Schülerinnen und Schüler nicht gründlich (sinnerfassend) lesen sondern lediglich nach „Schlüsselwörtern“ suchen. Ebenso nehme ich aber auch an, dass das Vokabular zum Thema Methoden (z.B. „Signatur“) im Rahmen des Freigegegenstandes zu wenig verwendet wurde und sich daraus begriffliche Schwierigkeiten ergeben haben.

Den Hauptgrund für die Diskrepanz zwischen der beobachteten Fähigkeit, Programme korrekt zu codieren, und den Schwierigkeiten, Programme auf Papier richtig hinzuschreiben, sehe ich aber darin, dass die Schülerinnen und Schüler beim Programmieren (zu) sehr darauf vertrauen, dass allfällige Fehler von der Entwicklungsumgebung angezeigt werden bzw. beim Compilieren erkannt und dann ausgebessert werden. Diese Annehmlichkeiten führen offenbar weg von strukturiertem Programmentwurf (vor dem Codieren) hin zu Codierung nach dem Prinzip von „Versuch und Irrtum“.

Für den Freigegegenstand im Schuljahr 2012/13 überlege ich daher, vermehrt auch Lösungen „per Hand“ (d.h. ohne das Sicherheitsnetz der Entwicklungsumgebung) einzufordern, sodass die Programmierstrukturen nachhaltiger erworben werden. Dies kann Hand in Hand mit besserer Strukturierung der Portfolioarbeit durch verpflichtende Programmdokumentation mit metasprachlichen Programmbeschreibungen (Struktogramme, Blockdiagramme o.ä.) gehen.....

3.1.1.2 Dokumentieren durch Portfolioarbeit und Präsentationen

Das Dokumentieren der eigenen Arbeit war für die Schülerinnen und Schüler offenbar eine ungewohnte Tätigkeit¹¹. Abgesehen von zwei Gruppen, die Ihre Arbeiten beim Konstruieren sofort mit Photos festhielten und auch Ihre Programmcodes den Dokumentationen beifügen, wurde die Portfolioarbeit weitestgehend vernachlässigt. Dazu wurde am Ende des Wintersemesters den Lernenden ein Fragebogen vorgelegt, um (anonymes) Feedback über die Gestaltung des Freigegegenstandes im Allgemeinen und die Portfolioarbeit im Besonderen zu erhalten (vgl. separates Dokument „Feedback.pdf“):

Bezüglich „Portfolioarbeit“ wollten 13 von 15 Lernenden die geübte Praxis beibehalten, dass die Beurteilung weitestgehend auf Basis des Portfolios erfolgt. Immerhin sechs der Befragten brachten zum Ausdruck, dass sie mit der Portfolioarbeit „hinten seien, weil die Arbeit mit Robotern interessanter ist“. Zusätzlich gaben fünf der Befragten an, mit der Portfolioarbeit „überhaupt nicht zurecht zu kommen und nicht zu wissen, was sie eigentlich tun sollen“ (diesbezüglich liegt sicherlich ein Versäumnis meinerseits vor: Die Portfolioarbeit muss zu Beginn des Projekts gründlicher erklärt und durch Beispielportfolios veranschaulicht werden – vgl. auch Abschnitt 2.2 bzw. Abschnitt 3.1.1.5).

Im Hinblick auf die beiden Gruppen „keine Ahnung“ bzw. „keine Zeit/Lust“ wurden im Sommersemester die Schülerinnen und Schüler individuell zum Verfassen von Arbeitsprotokollen angeleitet, was im Vergleich zu meinen Erwartungen nur bescheidenen Erfolg brachte (vgl. Abschnitt 2.2).

Wesentlich besser beurteile ich die Entwicklung der Lernenden hinsichtlich der Fähigkeit, sich und ihre Arbeit in einem Vortrag vor Publikum zu präsentieren (vgl. auch Abschnitt 2.2): Während die ersten Präsentationen im Dezember nicht meinen Erwartungen entsprachen, war ich mit den Abschlusspräsentationen im Mai sehr zufrieden: Alle Gruppen hatten begleitendes Präsentationsmaterial (Präsentationsfolien, Videos, Photos bzw. auch den Roboter als Live-Vorführung) vorbereitet und hatten an Ihrem Auftreten und der Sprache gearbeitet. Diese Entwicklung sehe ich durch zwei Faktoren bedingt:

Die Schülerinnen und Schüler fanden bei der Analyse der videographierten ersten Präsentationen selbst viele Möglichkeiten zur Verbesserung, die dann auch umgesetzt wurden.

Die Anwesenheit des Direktors, des Abteilungsvorstandes und eines Vorsitzenden der Maturakommission als „Ehregäste“ bei den Abschlusspräsentationen hatte den Effekt, dass die Vorbereitungen viel ernster genommen wurden. Bei Anwesenheit „fremder“ Personen im Publikum – noch dazu Personen, an deren positivem Feedback den Lernenden etwas gelegen ist – wollte sich offenbar keiner der Lernenden eine Blöße geben und unvorbereitet erscheinen. Die Präsentationen wurden von allen drei „Ehregästen“ gelobt, auch wenn an der einen oder anderen Stelle auch konstruktive Kritik angebracht wurde (auf die ich die Schülerinnen und Schüler im Vorfeld aber vorbereitet hatte).

Auch im Schuljahr 2012/13 werde ich daher die Präsentationen der Schülerinnen und Schüler wieder videographieren und individuell analysieren, und auch wieder „Ehregäste“ einladen. Damit im Zusammenhang hat mir der Abteilungsvorstand geraten, die ersten Präsentationen im März durchzuführen, da dann die Abschlussprüfungen der Fachschulklassen stattfinden und mit dem dortigen Vorsitzenden dann auch bei den ersten Präsentationen ein „völlig fremder“ Ehrengast anwesend sein kann.

3.1.1.3 Selbstorganisiertes Lernen

Das formulierte „methodische“ Teilziel „Anleitung zum selbstorganisierten Lernen“ konnte im Wintersemester ansatzweise erreicht werden:

¹¹ Dies ist umso erwähnenswerter, als Schülerinnen und Schüler im 1. Jahrgang der HTL dazu angehalten werden, ihre Arbeiten im Werkstättenunterricht durch Werkstättenberichte zu dokumentieren.

Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die sich an den Aktivitätenblättern orientierten, nutzten die dort vorhandenen Informationen und tauschten sich auch untereinander über ihre Arbeit aus. Hilfestellung seitens der Lehrkraft wurde von diesen Gruppen – mit Ausnahme von Hinweisen zur Portfolioarbeit – nicht eingefordert. Die Arbeitsdokumentationen dieser Gruppen lassen auch darauf schließen, dass sie am ehesten die informatischen Vorkenntnisse auffrischen und festigen (bzw. in einem Fall auch bereits erweitern) konnten.

Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die sich eigenen Projekten widmeten, benötigten zwar deutlich öfter die Hilfe des Lehrers, zeigten sich aber auch häufig in der Lage, selbst Informationsquellen zu erschließen, die nicht vom Lehrer vorbereitet wurden (z.B. Baupläne für Roboter). Von einer „Festigung der vorhandenen Programmierkenntnisse“ kann bei diesen Schülerinnen und Schülern allerdings weniger ausgegangen werden, da die Zeit hauptsächlich für Informationsbeschaffung bzw. für die Konstruktion der Roboter verwendet wurde. „Programmieren nach Versuch und Irrtum“ trägt wohl nicht zur Festigung von Programmierkenntnissen bei. Auch die Dokumentation der eigenen Arbeit war bei einigen dieser Gruppen mangelhaft.

Daher wurde aus meiner Sicht und Interpretation das Teilziel „Anleitung zum selbstorganisierten Lernen“ nur ansatzweise erreicht: Einige Schülerinnen und Schüler schienen von der „Freiheit, selbst die Arbeit ZIELGERICHTET einteilen zu können“ überfordert zu sein. Der Zusatz „zielgerichtet“ erscheint wichtig: Die anwesenden Schülerinnen und Schüler waren stets mit „Arbeiten an Robotern“ beschäftigt, auch wenn am Ende der jeweiligen Unterrichtseinheit kein „herzeigbares (Zwischen-) Ergebnis“ (in Form eines „lauffähigen Roboterprogramms“ oder einer entsprechenden Arbeitsdokumentation) vorhanden war, von dem aus in der nächsten Einheit weitergearbeitet werden konnte.

Dies änderte sich im Sommersemester, da die Gruppen deutlich mehr Zeit für das Programmieren verwendeten, sodass im Rahmen jeweils einer Unterrichtseinheit (Teil-) Programme entstanden, die in der nächsten Einheit (oder auch zu Hause) weiterentwickelt werden konnten. Zudem wurde unter meiner Anleitung auch verstärkt an „Stundenprotokollen“ gearbeitet. Wenngleich dies nicht mit der von mir erwarteten Intensität erfolgte (vgl. 3.1.1.2), machten diese Ansätze der Dokumentation den Schülerinnen und Schülern doch stärker bewusst, was Sie in einer Unterrichtseinheit geschaffen hatten bzw. welche Funktionalität erst noch zu programmieren war.

3.1.1.4 (Spekulativer) Nachgedanke zum selbstorganisierten Lernen

Die in 3.1.1.3 beschriebene unterschiedliche „Akzeptanz“ bzw. „Intensität“ von Eigenverantwortlichkeit und Selbstorganisation im Lernprozess gibt Anlass zu folgender Hypothese:

Unterricht im Allgemeinen und im Speziellen der Informatikunterricht, der häufig Anlass zu schülerzentrierten Arbeitsformen bieten kann, sollte drei unterschiedlichen Lernmustern Rechnung tragen:

Lernmuster „step by step“: Schülerinnen und Schüler mit diesem Lernmuster lernen am besten, wenn sie durch kleinschrittige Arbeitsanweisungen des Lehrers zu einer Folge von (kleinen) Erfolgserlebnissen geführt werden (dieses Lernmuster wird denjenigen Schülerinnen und Schülern unterstellt, die durch selbstorganisiertes Lernen „überfordert“ zu sein schienen).

Lernmuster „bottom up“: Schülerinnen und Schüler mit diesem Lernmuster bevorzugen es, Grundlagen Schritt für Schritt (aber eigenverantwortlich) zu erlernen und nähern sich komplexeren Aufgabenstellungen lieber erst, wenn sie grundlegende Problemlösestrategien kennen gelernt haben (diesem Lernmuster entspricht das eigenständige Bearbeiten der aufeinander aufbauenden Aktivitätenblätter).

Lernmuster „top down“: Schülerinnen und Schüler mit diesem Lernmuster bevorzugen es, mit einer „großen, herausfordernden und daher spannenden“ Aufgabenstellung zu beginnen und möchten sich fehlende grundlegende Problemlösestrategien erst bei Bedarf aneignen (dieses Lernmuster scheint

bei denjenigen Schülerinnen und Schülern vorzuliegen, die gleich mit einem eigenen Roboterprojekt begonnen haben¹²).

Die zumeist lineare Aufbereitung von Inhalten im (auch kompetenzorientierten) Unterricht bevorzugt offenbar die ersten beiden Lernmuster. Dies gilt insbesondere auch für die im Freigegegenstand vorbereiteten Aktivitätenblätter. Das dritte Lernmuster bedarf vermutlich einer anderen, einer assoziativen Aufbereitung von Lerninhalten, z.B. realisiert durch eine Hypertextstruktur. Im Sinne der oben formulierten Hypothese erscheint es notwendig, den Lernenden „lineare“ UND „assoziative“ Lernaktivitäten anzubieten.

Dies allein scheint aber noch nicht ausreichend, um zielgerichtetes selbstorganisiertes Lernen zu initiieren. Neben dem Einfordern von Zieldefinitionen muss auch dafür gesorgt werden, dass diese Ziele von den Schülerinnen und Schülern als (einigermaßen) verbindlich angesehen werden. Hier gibt die Erfahrung mit den Abschlusspräsentationen einen wertvollen Hinweis: Ziele und Ergebnisse, die öffentlichkeitswirksam werden, werden ernster genommen als solche, die „nur“ innerhalb der Lerngruppe diskutiert und/oder präsentiert werden. Dies zeigte sich auch bei den Präsentationen „außerhalb“ des Freigegegenstandes wie z.B. beim Tag der offenen Tür oder bei den Tagen der Naturwissenschaft Junior (vgl. 2.2.2 bzw. 2.4.2). Dies zeigte sich aber auch, als bei Hospitation eines Studierenden aus der Universitätslehrveranstaltung „Orientierung im Studien- und Berufsfeld“ die Schülerinnen und Schüler sichtlich bemüht waren, ihr Projekt diesem gut zu erklären.

3.1.1.5 Lehrerebene

Hinsichtlich der Ziele auf Lehrerebene lag im Wintersemester der Schwerpunkt auf fachlichen Inhalten, weswegen die Betreuung der Lernenden im Unterricht etwas zu wenig wahrgenommen wurde. Das Erstellen von Aktivitätenblättern UND das parallele Einarbeiten in die Programmierung von Robotern hat – im Rückblick - auf Lehrerseite doch viele Zeitressourcen gebunden. Dadurch rückten in meiner Wahrnehmung programmiertechnische Details sehr stark in den Vordergrund und methodische Probleme/Unklarheiten der Schülerinnen und Schüler (insbesondere hinsichtlich der Portfolioarbeit) in den Hintergrund. Im Sommersemester wurden nur mehr zwei neue Aktivitätenblätter erstellt und veröffentlicht, da die Schülerinnen und Schüler ohnehin mit dem bereits vorhandenen Materialien noch beschäftigt waren (zwei Aktivitätenblätter zu den Inhalten, „Programmieren mit Threads“ bzw. „Regelung mit PID-Reglern“ sollen aber jedenfalls für den Freigegegenstand im Schuljahr 2012/13 verfasst werden). Zudem erlaubten die Phasen individuellen Coachings (zum Thema „Methoden“, aber auch die Videoanalysen mit den einzelnen Gruppen) ein verstärktes Eingehen auf Probleme der Lernenden.

Die Kooperation mit den beiden anderen Roboterprojekten vollzog sich im Wintersemester eher informell, wurde aber im Sommersemester durch das Treffen der Projektgruppen und den Ideenaustausch beim Verfassen des Endberichts deutlich intensiviert (vgl. 2.5). Auffallend ist, dass trotz unterschiedlicher Rahmenbedingungen die Beobachtungen seitens der drei Lehrenden ähnlich sind (vgl. 2.5.3). Ich führe dies vor allem auf die ähnliche methodische Ausrichtung (Prozessorientierung, Selbstorganisation bzw. die Verknüpfung von Programmieren und Dokumentieren) zurück.

Eine weitere Form kollegialer Kooperation hat sich schulintern aufgrund des Erfolgs der Projektgruppe am Tag der offenen Tür ergeben: Da das Angebot zur Roboterprogrammierung von den Besuchern des Tages der offenen Tür sehr interessiert angenommen wurde, soll ab dem Schuljahr 2012/13 das Programmieren von Lego-Robotern fester Bestandteil in den Pflichtgegenständen „Angewandte Informatik“ (Abteilung für Elektrotechnik) bzw. „Fachspezifische Softwaretechnik“ (Abteilung für Elektronik) ALLER ersten Jahrgänge an der HTL Mössingerstraße werden. Dies wurde vom Direktor initiiert, der auch Geld zur Anschaffung von zehn weiteren Roboterbausätzen zur Verfügung stellte. Ge-

¹² Es mag sein, dass dieses „Lernmuster“ durch digitale virtuelle Welten. In denen sich Jugendliche in ihrer Freizeit aufhalten, zumindest „verstärkt“ wird.

meinsam mit zwei Kollegen der Abteilung für Elektronik wurde auf Basis der Erfahrungen aus dem IMST-Projekt von mir ein didaktisches Konzept für dieses „schulinterne Projekt“ erstellt. Bereits diese erste schulinterne Zusammenarbeit eröffnete für das „Dreier-team“ neue Perspektiven zum Einsatz der Lego-Roboter im Informatikunterricht. Da sich in weiterer Folge alle Kolleginnen und Kollegen, die an der HTL Mössingerstraße in den ersten Jahrgängen Informatik unterrichten, mit der Programmierung der Lego-Roboter auseinandersetzen werden müssen (und nach meinem persönlichen Eindruck auch wollen). erwarte ich daraus eine intensivere Zusammenarbeit in der gesamten Fachgruppe.

3.1.2 Prozessaspekte

Abweichungen des tatsächlichen vom geplanten Projektverlauf zeigen sich primär in den nicht erreichten Zielen (vgl. dazu auch die Abschnitte 2.1.3 bzw. 3.1.1).

Ein Grund für diese Abweichungen liegt in den Verzögerungen zu Beginn des Projekts, die teilweise für das Konstituieren eines Freigegegenstandes typisch sind und in die Planung miteinbezogen hätten werden können, teilweise aber auch durch die unerwarteten „Probleme“ einiger Schülerinnen und Schüler bei der Softwareinstallation bedingt waren.

Ein weiterer Grund liegt wohl auch darin, dass die vorbereiteten Aktivitätenblätter nicht in dem Maß als „Leitfaden“ verwendet wurden, wie dies intendiert war. Ein Denkansatz dazu wurde bereits in Abschnitt 3.1.1.4 erläutert. Dieser Ansatz ließe sich auch durch die Antworten in den 15 Feedback-Fragebögen vom Jänner stützen (vgl. separates Dokument „Feedback.pdf“):

- (nur) 5 Schülerinnen und/oder Schüler geben an, die Aktivitätenblätter ohnehin der Reihe nach zu bearbeiten):
- 3 Lernende bekunden, dass sie „das schrittweise Lernen von Grundlagen langweilig finden“,
- 2 Lernende kreuzen an, dass sie „zuerst einen richtigen Roboter bauen und sich dann erst mit dem Programmieren beschäftigen wollen“,
- 1 Schülerin oder 1 Schüler findet, dass „sich die Aktivitäten zu sehr mit dem Programmieren und zu wenig mit Robotern beschäftigen....“.

Zusätzliche Hinweise geben die „freien Antworten“, warum die Aktivitätenblätter wenig oder gar nicht beachtet wurden/werden, z.B.:

„...weil ich zuerst ein anderes Themengebiet bearbeiten will (1 – 7 gemacht, dann 8 bis 10 übersprungen)“,

„...das Erlernen durch „learning by doing“ ist vorwiegend der Grund dafür, dass ich die Aktivitätenblätter nicht verwende“

„...ich bis jetzt nur eine beschränkte Anzahl von Sensoren benutzt habe, und ich mir nur die Aktivitätenblätter für den jeweiligen Sensor angesehen habe“

„...weil ich mehr durch Probieren lerne und nur nachschaue, wenn ich manche Begriffe nicht kenne“

...weil wir uns mit unserem Roboter beschäftigen und wir nur nachschauen, wenn wir Informationen über die jeweiligen Sensoren brauchen

Wie wichtig für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Freigegegenstand „spannende“ Aufgabenstellungen (wie z.B. das selbstdefinierte Roboterprojekt) sind, zeigen auch die Antworten zum Themengebiet „6) Robotik“, wo sich 9 Schülerinnen und Schüler wünschen, dass im zweiten Semester auch „Regelkreise“ in der Art eines „Segway“ behandelt werden.

All dies ließe sich ohne Rückgriff auf unterschiedliche „Lernmuster“ selbstverständlich auch so interpretieren, dass Schülerinnen und Schüler einfach eine andere Erwartungshaltung gegenüber einem

Freigegegenstand „Robotik“ haben als ich, indem sie sich von dem leiten lassen, was Roboter so alles können könnten, und die dazu notwendigen grundlegenden Schritte für „fad“ halten.

Ein wesentlicher Grund für die Abweichungen vom geplanten Projektverlauf liegt sicher auch darin, dass seitens des Lehrers einfach zu viel in zu kurzer Zeit gewollt wurde. Dies manifestiert sich in den Rastern, die eine Vielzahl „möglicherweise erreichbarer“ Kompetenzen auflisten, und auch in der Anzahl der Aktivitätenblätter: Parallel zum Freigegegenstand wurde an der Universität Klagenfurt im Wintersemester das „Konversatorium zur Informatik Fachdidaktik“ ebenso mit dem Schwerpunkt „Programmieren mit Lego Robotern“ durchgeführt. Dabei wurde beobachtet, dass die Studierenden (die zweifellos mehr Programmiererfahrung als HTL-Schülerinnen und –Schüler haben) z.B. zur Realisierung eines Roboters, der eine Linie entlangfährt, drei Stunden benötigten. Ein derartiger „Line Follower“ ist allerdings nur eine(!) Aktivität auf den Aktivitätenblättern im Freigegegenstand. Das Programmieren – und insbesondere das Programmieren von Robotern – braucht mehr Zeit, als ursprünglich angenommen wurde.

Zudem ist zu bedenken, dass die Lernenden mit „selbstorganisiertem Arbeiten“ und „Portfolioarbeit“ mit Arbeitsmethoden konfrontiert waren, die für sie weitestgehend neu waren.

3.2 Evaluation aus Sicht der Ziele des Themenprogramms

Das Themenprogramm „Informatik kreativ unterrichten“ verfolgt einerseits das Ziel, Interesse für Technik zu wecken, andererseits sollen neue Gestaltungsmöglichkeiten für den Informatikunterricht probiert werden.

Das Interesse für Technik darf bei Schülerinnen und Schülern im zweiten oder dritten Jahrgang einer höheren technischen Lehranstalt vorausgesetzt werden, im Kontext des Themenprogramms ging es bei dem Projekt daher vor allem um das Ausprobieren neuer Ansätze für den Informatikunterricht. Dies umfasste die folgenden Bereiche:

- **Arbeitsumgebung:** Schülerinnen und Schüler sind es gewohnt, dass der Informatikunterricht in eigens dafür vorgesehenen Computerräumen mit entsprechend vorbereiteter Hard- und Software durchgeführt wird. Im Freigegegenstand arbeiteten die Lernenden hingegen mit ihren eigenen Laptops und verwendeten eine portable Entwicklungsumgebung, die sie selbst installieren und konfigurieren mussten, sie waren für ihre Arbeitsumgebung daher selbst verantwortlich. Dadurch sehen sich die Lernenden auch mit informatischen Problemstellungen konfrontiert, die im „normalen“ Informatikunterricht kaum vorkommen.
- **Unterrichtsorganisation:** Freigegegenstände haben generell eine andere Dynamik als Pflichtgegenstände. Daher wurde von vornherein dem selbständigen und eigenverantwortlichen Arbeiten der Schülerinnen und Schüler der Vorzug gegenüber lehrerzentriertem Unterricht gegeben. Dies schloss auch Überlegungen ein, wie Beurteilung „anders“ gedacht werden kann. Der Ansatz der Beurteilung mit Portfolios ist zwar nicht neu, hat aber im österreichischen Schulwesen nur wenig Tradition. Wichtig ist für mich in diesem Zusammenhang die Erkenntnis, dass auch ich in diesem Punkt noch einiges zu lernen habe.
- **Aufgaben:** Das selbstorganisierte Arbeiten der Schülerinnen und Schüler führte dazu, dass die Aufgaben, die im IMST-Projekt bearbeitet wurden, nur teilweise von mir formuliert wurden. Dies bedeutete für mich zwar eine Entlastung (vor allem im Sommersemester), allerdings können dadurch die Lernprozesse nicht mehr primär vom Lehrer gesteuert werden. Dies war für mich zunächst ungewohnt, passt aber zu dem unter „Unterrichtsorganisation“ beschriebenen Ansatz. Eine neuartige Situation war auch dadurch gegeben, dass Aufgaben formuliert werden müssen, in denen bekannte Programmstrukturen zur Steuerung von Realweltobjekten verwendet werden, da hier oft zusätzliche Rahmenbedingungen (z.B. Messgenauigkeit von Sensoren) zu berücksichtigen sind. Dadurch gelingt es aber, „Informatik“ in Beziehung zu „Wirklichkeit“ zu setzen.

- Kooperation: Trotz zunehmender Bestrebungen zu Formen des Teamteachings (z.B. in der Neuen Mittelschule) sind Lehrer doch gewohnt, weitestgehend allein zu arbeiten. Die Projektauflage, mit zwei ähnlichen Projekten zusammenarbeiten zu müssen, erforderte diesbezüglich bei mir ein Umdenken. Nach meinem Empfinden hat die Kooperation auf Basis der gemeinsamen methodischen Ausrichtung der Projekte auch gut funktioniert, wünschenswert wäre es allerdings, wenn auch inhaltlich Austausch möglich gewesen wäre. Aufgrund der unterschiedlichen Programmierumgebungen (NXT-G bzw. Java) und den spezifischen Problemen mit diesen Umgebungen (und auch infolge zeitlicher Rahmenbedingungen) fand dieser Austausch nicht statt.

3.3 Evaluation aus Sicht übergeordneter IMST Ziele

3.3.1 Genderaspekte

Am IMST-Projekt/Freigegegenstand „Robotik mit Lego Mindstorms und Java“ nahmen im Wintersemester drei Schülerinnen bzw. im Sommersemester zwei Schülerinnen teil (vgl. 2.4). In Relation zur Gesamtzahl der aktiven Teilnehmenden (20 bzw. 17) erscheinen daher Mädchen unterrepräsentiert zu sein, allerdings waren in den im vorangegangenen Sommersemester direkt beworbenen zweiten Jahrgang insgesamt nur vier Schülerinnen, sodass (zunächst) immerhin 75% aller potentiellen Teilnehmerinnen den Freigegegenstand auch besuchten. Ich interpretiere dies so, dass das Programmieren von Robotern auch bei Mädchen das Interesse an Informatik weckt.

Hinsichtlich der Arbeiten beim Freigegegenstand ist zu bemerken:

Es bildete sich von Beginn an keine „reine Schülerrinnengruppe“, die Schülerinnen verteilten sich vielmehr auf drei Gruppen, in denen sie mit ihren männlichen Kollegen als Partner zusammenarbeiteten. Eine Schülerin äußerte sich im Wintersemester über diese Zusammenarbeit so, dass „ihr männlicher Gruppenpartner die Arbeitsrichtung vorgibt“, was ihr aber ganz reicht sei, weil „er sich besser auskennt“. Nach meinen Beobachtungen aus dem Unterricht brachte die Schülerin aber im Laufe des Schuljahres zunehmend Ihre eigenen Ideen ein. Die zweite Schülerin arbeitete bereits im Wintersemester in einer Dreiergruppe mit zwei Schülern zusammen und übernahm – nach meiner Wahrnehmung – in aliquotem Anteil auch die Führung der Gruppe. Diejenige Schülerin schließlich, die mit Beginn des Sommersemesters aus dem Freigegegenstand ausgeschieden ist, zählte bereits im Wintersemester zu denjenigen, die recht häufig fehlten. Sie war aber am Tag der offenen Tür ebenso wie ihre beiden Kolleginnen aktiv beteiligt und betreute die Besucherinnen und Besucher beim Programmieren. Alle drei sagten (wie auch ihre männlichen Kollegen), dass diese Betreuung „Spaß gemacht“ habe und interessant war, weil sie sahen, dass sie im Rahmen des Freigegegenstandes doch bereits einiges gelernt hatten und dies durch das wiederholte Erklären weiter vertieft wurde.

Die drei Schülerinnen gingen genau so wie ihre männlichen Kollegen an die Aufgaben im Rahmen des IMST-Projekts/Freigegegenstandes heran, geschlechterspezifische Unterschiede konnten nicht beobachtet werden. Vielmehr scheint auch im Freigegegenstand der an der HTL übliche Assimilationsprozess stattgefunden zu haben, dass in Gruppen mit geringem Mädchenanteil sich diese an „das Verhalten“ der Burschen anpassen. Dies mag auch darin begründet sein, dass die von mir auf den Aktivitätenblättern vorgeschlagenen Aufgaben nicht spezifisch darauf ausgerichtet waren, Mädchen besonders anzusprechen. In den Begleitbüchern zum Projekt Roberta des Fraunhofer Instituts [Fraunhofer IAIS, 2004 – 2010] finden sich unter „Gendergerechte Kursgestaltung“ dazu die folgenden Hinweise (vgl. besonders „Band 1 – NXT“, Seite 29ff): *„Mädchen interessieren sich nur dann für ein Thema, wenn es für sie nützlich erscheint. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sie einen Bezug zum Alltag erkennen. [...]“*, und weiter:

„Typische Roboter-Beispiele wie Kampf-Roboter und Panzerfahrzeuge schrecken Mädchen eher ab. Auch Selbstbau-Roboter und Wettbewerbe wie Roboter-Fußball sind für sie im Allgemeinen weniger attraktiv. Service- und Rettungsszenarien, in denen Roboter sinnvoll und nutzbringend eingesetzt werden können, sind dagegen gute Beispiele, um Mädchen anzusprechen – ebenso wie Analogien zur

Biologie. Auch gesellschaftliche, historische und soziale Zusammenhänge sind für Mädchen interessant.“

Zwar basierten die Aufgaben der im Freigegegenstand angebotenen Aktivitätenblätter auf dem „Tribot-Basismodell“ und ließen (aus subjektiv männlicher Sicht) praktische Anwendungsfälle erkennen, ich nehme aber die Erkenntnisse des Fraunhofer-Forschungsprojekts (vgl. auch [Schelhowe, 2007], Seite 130ff) für die Gestaltung folgender Freigegegenstände mit und will bereits im Schuljahr 2012/13 auch Aufgabenstellungen aus dem Forschungsprojekt des Fraunhofer Institutes „ausprobieren“. Dies vor allem auch deshalb, weil die vorgeschlagenen Projekte (z.B. „Ameise“, vgl. [Fraunhofer, 2004-2010], Seite 125ff) auch eher dem in 3.1.4 beschriebenen Lerntyp „top down“ entsprechen könnten. Diesbezüglich ist zweifellos aber noch zusätzliche Entwicklungsarbeit zu leisten, weil das Konzept des Projekts Roberta darauf hinweist, dass *„das Interesse [...] durch schnelle Erfolge aufrecht erhalten werden [kann]. Schneller Erfolg in einem Roboter Kurs bedeutet, dass der Weg von der Idee zum Erproben wenig Zeit braucht.“* bzw. weiter: *„Da die Aufgaben »kleinschrittig« angelegt sind, lassen sich ausgehend von einfachen Aufgaben zunehmend komplexere Aufgaben lösen. Mit der Lösung jeder kleinen Einzelaufgabe ist ein Erfolgserlebnis verbunden.“* Diese Aufgaben und Roboterprojekte zielen also eher auf den Lerntyp „bottom up“ (wenn nicht gar „step by step“).

Weitere Aspekte gendergerechter Kursgestaltung, die in [Fraunhofer IAIS, 2004 – 210], Seite 30ff) genannt werden und die ich auch verstärkt beachten möchte sind das Präsentieren weiblicher Vorbilder aus technischen Bereichen sowie das leistungsbezogene (!) Loben von Schülerinnen.

3.3.2 Schulentwicklungs- und Disseminationsaspekte

Obwohl Lego-Roboter an der HTL Mössingerstraße bereits längere Zeit im Unterricht verwendet werden, betraf dies bislang ausschließlich den Unterricht in höheren (d.h. allenfalls den dritten, eher aber den vierten) Jahrgängen der Abteilung für Elektronik, nicht jedoch die ersten beiden Jahrgänge (und insbesondere nicht in der Abteilung für Elektrotechnik). Ein Ziel des Freigegegenstandes war daher zu zeigen, dass Roboterprogrammierung auch ohne viel technisches Vorwissen in beiden Abteilungen der HTL Mössingerstraße eine informatikdidaktische Option ist. Ein wichtiger Schritt war dafür das hervorragende Agieren der Schülerinnen und Schüler am Tag der offenen Tür, das nicht nur bei den Besuchern gut ankam sondern auch der Schulleitung auffiel. Dies führte in weiterer Folge dazu, dass weitere Unterstützung für den Freigegegenstand (auch nach dem Ende des IMST-Projekts) signalisiert wurde. Zudem war aber auch klar, dass sich Unterrichtsinhalte, die am Tag der offenen Tür präsentiert wurden, sinnvollerweise auch im (Regel-) Unterricht wiederfinden sollten. Es wurden daher inzwischen zehn weitere Roboterbausätze angeschafft, die für den Unterricht in den Pflichtfächern „Angewandte Informatik“ (Abteilung für Elektrotechnik) und „Fachspezifische Softwaretechnik“ (Abteilung für Elektronik) der ersten beiden Jahrgänge zur Unterstützung des Programmierunterrichts verwendet werden sollen (vgl. 3.1.1.5).

Außerhalb der HTL Mössingerstraße wurden/werden neben dem Workshop im Rahmen der Tage der Naturwissenschaften junior die Erfahrungen aus dem Projekt ebenfalls genutzt, um das didaktische Potential der Programmierung von Lego-Robotern (primär mit der verwendeten Java-Entwicklungs-umgebung) einer breiteren Öffentlichkeit vorzustellen:

- Parallel zum IMST-Projekt wählte ich für die Lehrveranstaltung „Konversatorium zur Informatik Fachdidaktik“ an der Alpen-Adria Universität das Thema „Didaktische Aspekte der Programmierung von Lego-Robotern“ (mit Java und Enchanting). Für die Studierenden war dies nach Rückmeldungen eine ungewohnte aber interessante und wertvolle Lehrveranstaltung, weil ich auch hier selbstorganisiertes Lernen zuließ, allerdings zur Leistungsbeurteilung eine schriftliche didaktische Analyse einforderte. Für mich bot diese „Referenzgruppe“ den Vorteil, etwas über die Komplexität der angebotenen Aktivitäten zu erfahren (vgl. 3.1). Zudem konnte ich in dieser Gruppe (4 Studentinnen und 4 Studenten) einen durchgängigen geschlechtsspezifischen Unterschied in der Herangehensweise an die Problemlösungen beobachten: Die Studentinnen zeigten

eher die Tendenz, das begonnene „Bauvorhaben“ zunächst „bis zum letzten Stein“ (d.h. inklusive aller Sensoren, die in der Bauanleitung vorgesehen sind) fertig zu stellen. Im Unterschied dazu begannen die Studenten bereits mit dem Programmieren, nachdem ein „Basis-Basis-Modell“ (ohne bzw. mit nur einem Sensor) fertig war.

- Am 2. März 2012 wurde im Rahmen der Veranstaltung inf2school von mir ein Workshop zur „Programmierung von Lego-Robotern mit der portablen JavaEditor-Entwicklungsumgebung“ angeboten (<http://inf2school.aau.at/contao/cms/i2s-workshop-d-lego-roboter.html>), an dem neun interessierte Kolleginnen und Kollegen aus ganz Österreich teilnahmen.
- Aufgrund des positiven Feedbacks auf den inf2school-Workshop wurde von Koll. Schönert eine PH-Fortbildung am 29. Jänner 2013 initiiert, in der ich individualisiertes Lernen in der Lehrerinnen- und Lehrerfortbildung erproben möchte. Die Fortbildung wendet sich sowohl an Kolleginnen und Kollegen der Sekundarstufe 1, die das Programmieren der Lego-Roboter mit der graphischen Programmierumgebung Enchanting [Enchanting, 2011] kennen lernen sollen, als auch an jene der Sekundarstufe 2, die die Roboter mit der Java-Umgebung programmieren sollen.
- Gegen Ende des Schuljahres 2011/12 (22. und 30. Mai bzw. 6. Juni) gestaltete ich drei zweistündige Einheiten an der Neuen Mittelschule Waidmannsdorf, wo ich (durchschnittlich) vier interessierte Schülerinnen und Schülern einer dritten Klasse beim Erstellen einfacher Programme zur Robotersteuerung mit Enchanting betreute. Ein Schwerpunkt dieser Einheiten lag auf der Verknüpfung mathematischer Kenntnisse – im Wesentlichen der Schlussrechnung – mit Fragestellungen zur Geschwindigkeits- und Distanzmessung mit den Robotern. Der Erfolg dieses „Experiments“ lässt mich annehmen, dass der ursprüngliche Plan für den Freigegegenstand, Informatik mit „benachbarten“ Fächern wie Physik oder Mathematik zu verknüpfen, prinzipiell durchführbar ist. Allerdings müssten dann vermutlich die Lernprozesse stärker von mir gesteuert werden, z.B. durch Vorgabe bestimmter verbindlicher Aktivitäten.

4 AUSBLICK

Für den Freigegegenstand „Robotik mit Java und Lego Mindstorms“ im Schuljahr 2012/13 haben sich per Stichtag 15. Juni 2012 eine Schülerin und 14 Schüler der ersten Jahrgänge Elektrotechnik des Schuljahres 2011/12 angemeldet. Einige weitere haben mündlich Interesse bekundet, wollen sich aber allenfalls erst zu Beginn des nächsten Schuljahres fix anmelden.

Der Freigegegenstand wird also auch im kommenden Schuljahr sicher stattfinden. Mein Ziel wird es sein, die Erfahrungen und Ergebnisse des IMST-Projekts umzusetzen (vgl. 2.6):

- Stärkere Strukturierung der Anfangsphase im Hinblick auf angestrebte allgemeine Ziele (inkl. Reduktion der Kompetenzformulierungen) und individuelle Zieldefinitionen sowie auf das Dokumentieren des Lernprozesses.
- Stärkere Strukturierung der Anfangsphase im Hinblick auf grundlegende Programmierkenntnisse. Die diesbezüglichen Kompetenzen sollen von den Lernenden in einer Leistungsfeststellung nachgewiesen werden müssen. Damit im Zusammenhang sollen zu Beginn auch nicht alle verfügbaren Aktivitätenblätter auf einmal veröffentlicht werden, sondern nur dasjenige, das gerade aktuell zur Bearbeitung vorgesehen ist. Zudem sind die Aktivitätenblätter zu überarbeiten. Aufgrund des neuen Lehrplans für die Höheren Technischen Lehranstalten stand im vergangenen Schuljahr im ersten Jahrgang weniger Zeit für das Programmieren zur Verfügung als bisher.
- Berücksichtigung aller drei in 3.1.1.4 (hypothetisch) identifizierten Lerntypen („step by step“, „bootom up“ und „top down“) durch Bereitstellung entsprechender Aufgabenstellungen.
- Schließlich soll auch versucht werden, für die Portfolioarbeiten der Lernenden eine ähnlich stimulierende Öffentlichkeit zu schaffen, wie dies durch das Einladen von „Ehrengästen“ für die Abschlusspräsentationen in diesem Schuljahr bereits gelungen ist.

Neben all diesen für notwendig erachteten Strukturierungsmaßnahmen soll aber auch das selbstorganisierte Lernen im Freigegegenstand seinen Platz behalten. H. Schelhowe schreibt, es gehe darum *„Lernumgebungen zu schaffen, die Lernenden genügend Anregungen bieten, ihr eigenes individuelles Lernen in Gang zu setzen.“* ([Schelhowe, 2007], S. 106). Die im IMST-Projekt verwendete und hier beschriebene Lernumgebung verstehe ich heute als ersten Schritt in diese Richtung. Die zusätzlichen Strukturen, so glaube ich, werden den Lernenden helfen, sich in dieser zunächst ungewohnten Lernrealität besser zurechtzufinden und auch selbstorganisiert bessere Lernerfolge zu machen.

5 LITERATUR

ANTONITSCH, Peter (2011a). Kompetenzorientierung und Schulrealität. In: THOMAS, Marco (Hrsg.): *Informatik in Bildung und Beruf. Proceedings der 14. GI-Fachtagung Informatik und Schule*. Bonn: Gesellschaft für Informatik

ANTONITSCH, Peter (2011b). On Competence-Oriented Learning Informatics. In: Bezakova D., Kalasz I. (eds.): *Informatics in Schools. Situation, Evolution and Perspectives. Proceedings of the 5th International Conference ISSEP 2011*. Selected Papers published on CD (10pp). Comenius University, Bratislava

BERNS, Karsten, SCHMIDT, Daniel (2009): *Programmierung mit LEGO® MINDSTORMS® NXT*. Heidelberg: Springer

BMUKK (2011). *Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über die Lehrpläne für Höhere technische und gewerbliche Lehranstalten, Anlage 1 (S. 26-27)*. Online unter http://www.bmukk.gv.at/medienpool/21056/bgbl_ii_nr_300_2011_anlage1.pdf (09.02.2012).

BRÜNING, Ludger, SAUM, Tobias (2008). *Erfolgreich unterrichten durch Kooperatives Lernen 1, 4*. Auflage. Essen: Neue Deutsche Schule Verlagsgesellschaft mbH

Enchanting (2011). Dokumentation zur Entwicklung von Enchanting. Online unter: <http://enchanting.robotclub.ab.ca/> [30.04.2012']

FRAUNHOFER IAIS (2004 – 2010): Schriftenreihe zum Projekt „Roberta – Lernen mit Robotern, insbesondere Band 1: *Roberta Grundlagen und Experimente Band 1 – NXT*, Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag

JOSEMARIAKIM (2011). Blogspot von José Antonio, Maria del Srinxols, Kim B. Online unter: <http://josemariakim.blogspot.com/> (30.04.2012)

LINDER, Marina (2012): Projektbericht zum IMST-Projekt ID 601 im Schuljahr 2011/12

LEJOS (2011). *The leJOS NXT Tutorial*. Online unter <http://lejos.sourceforge.net/nxt/nxj/tutorial/index.htm> (9.2.2012)

PH Bern (2012): *Lego Robotik mit Java*. Virtueller Campus der PH Bern. Online unter: <http://www.java-online.ch/lego/index.php> (9.2.2012)

PLUESS, Ägidius (2012): *Learning OOP with Robotics*. Online unter: <http://www.aplu.ch/home/apluhomex.jsp?site=27> (9.2.2012)

SCHELHOWE, Heidi (2007): *Technologie, Imagination und Lernen. Grundlagen für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien*, Münster: Waxmann

STUPPNIG, Evelin (2012): Projektbericht zum IMST-Projekt ID 570 im Schuljahr 2011/12

ANHANG A – KOMPETENZRASTER

Kompetenzraster sollen die durch Bildungsstandards und kompetenzorientierte Lehrpläne vorgegebenen Bildungsziele in eine Sprache übersetzen, die von den Lernenden verstanden wird. Kompetenzraster sind damit ein wichtiges Instrument eigenverantwortlichen und selbstorganisierten Lernens. In Ermangelung eines Lehrplanes für den Freigegegenstand „Forschen und Experimentieren“ sind die verwendeten Kompetenzraster sowohl als Absichtserklärung, was mit Lego-Robotern im (Informatik-) Unterricht gelernt werden kann, als auch als Wegweiser für die Lernenden auf ihren individuellen Lernpfaden zu verstehen.

Für den Freigegegenstand/das IMST-Projekt für relevant gehaltene Kompetenzbereiche sind:

- »Arbeitsorganisation«
- »informatische Grundlagen«
- »Informationsbeschaffung und –aufbereitung«
- »Anwenden mathematischer und physikalischer Grundlagen«
- »Grundkenntnisse des Programmierens«
- »Prinzipien der Robotersteuerung«

Zu jeden der Kompetenzbereiche sind Kompetenzen mit jeweils vier Kompetenzstufen D, C, B und A formuliert. Die Kompetenzstufe D beschreibt dabei jeweils die entsprechende Minimalkompetenz, die Kompetenzstufe A die Maximalkompetenz. Die vier Kompetenzstufen sollen (ungefähr) den vier positiven Beurteilungen des österreichischen Schulsystems („Genügend“, „Befriedigend“, „Gut“ bzw. „Sehr Gut“) entsprechen. Die Zuordnung der Fähigkeiten zu den einzelnen Kompetenzstufen erfolgte nach meiner subjektiven Einschätzung, was eher „leicht“ bzw. was eher „schwer“ ist. Die detaillierten Kompetenzraster finden sich in der Datei „**Kompetenzraster.pdf**“.

Zusätzlich beinhaltet die Datei „**Kompetenzraster.pdf**“ auch das als Kompetenzraster gestaltete Beurteilungsschema für die Portfolioarbeit. Bei diesem werden anstelle von vier Kompetenzstufen drei Grade der Zielerreichung angegeben, wobei „unbefriedigend“ einer negativen Beurteilung entsprechen sollte, „akzeptabel“ der Note „Befriedigend“ und „herausragend“ der Note „Sehr Gut“. Wenn der Grad der Zielerreichung zwischen „herausragend“ und „akzeptabel“ liegen sollte, sollte die Leistung mit „Gut“ beurteilt werden. Wenn der Grad der Zielerreichung zwischen „akzeptabel“ und „unbefriedigend“ liegen sollte, sollte die Leistung mit „Genügend“ beurteilt werden.

ANHANG B – AKTIVITÄTENBLÄTTER

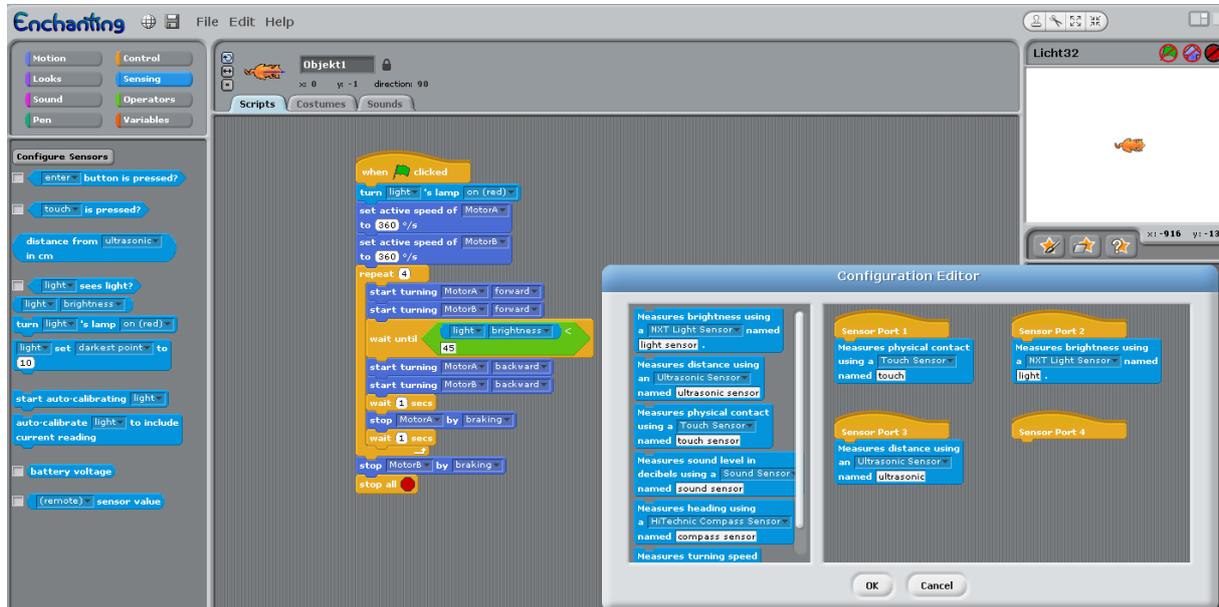
Zum selbstorganisierten Kompetenzerwerb benötigen Lernende auch Aufgaben, durch deren Bearbeitung und Lösung die jeweiligen Kompetenzen geübt bzw. nachgewiesen werden können. Im Verlauf des IMST-Projekts wurden 15 Aktivitätenblätter mit Aufgaben zu den folgenden Themenbereichen zusammengestellt:

| | |
|--------------------------------|--|
| Aktivitäten – erster Teil | Festlegung individueller Ziele Installation und Konfiguration der Arbeitsumgebung |
| Aktivitäten – zweiter Teil | Kennen lernen des Roboter-Bausets Erste Erfahrungen mit der Ansteuerung von Motoren |
| Aktivitäten – dritter Teil | Schleifen zur Wiederholung von Programmblöcken kooperatives Problemlösen |
| Aktivitäten – vierter Teil | Methoden (ohne Rückgabewert) kooperatives Problemlösen |
| Aktivitäten – fünfter Teil | Verzweigungen zur Formulierung von Programmalternativen kooperatives Problemlösen |
| Aktivitäten – sechster Teil | Robotersteuerung mit Sensoren: Lichtsensor und Berührungssensor |
| Aktivitäten – siebenter Teil | Erstellen eigener JAVA-Packages Verwenden eigener JAVA-Packages |
| Aktivitäten – achter Teil | Robotersteuerung mit Sensoren: Ultraschallsensor |
| Aktivitäten – neunter Teil | Robotersteuerung mit Sensoren: Geräuschsensor |
| Aktivitäten – zehnter Teil | Messwernerfassung: Datenspeicherung in Feldvariablen |
| Aktivitäten – elfter Teil | Messwernerfassung: Graphische Darstellung von Messwerten |
| Aktivitäten – zwölfter Teil | Kommunikation mit Bluetooth: Bluetooth-Verbindung zwischen zwei NXT-Bausteinen |
| Aktivitäten – dreizehnter Teil | Kommunikation mit Bluetooth: Bluetooth-Verbindung zwischen PC und NXT-Baustein |
| Aktivitäten – vierzehnter Teil | Kommunikation mit Bluetooth: Graphische Benutzerschnittstelle am PC |
| Aktivitäten – fünfzehnter Teil | Sensorik: Polling Sensorik: Listening |

Sämtliche Aktivitätenblätter finden sich in der Datei „**Aktivitäten.pdf**“.

ANHANG C – AUFGABEN ZU ENCHANTING

Am Tag der offenen Tür an der HTL Mössingerstraße bzw. zu den Tagen der Naturwissenschaften junior wurden Workshops zur Roboterprogrammierung für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe 1 angeboten. Als Software wurde das Scratch-Derivat Enchanting 0.8.5¹³ verwendet:



Ausgewählte Beispiele zu Enchanting-Aufgabenstellungen finden sich in der Datei „Enchanting.pdf“.

¹³ Inzwischen ist die Version 0.9.0 verfügbar. Diese Version basiert auf der Scratch-Weiterentwicklung „Build Your Own Blocks“ und ermöglicht auch die Definition eigener Methoden!

ANHANG D – UNTERLAGEN ZUM ROBOTERTREFFEN

Die Unterlagen (Arbeitsblatt und Feedbackblatt) zum Treffen der drei IMST-Projektgruppen zum Thema „Programmieren mit Lego-Robotern“ finden sich in der Datei „**Robotertreffen.pdf**“.

ANHANG E – INFORMELLE ANFANGSEVALUATION

Die informelle Anfangsevaluation zur Feststellung der Eingangsvoraussetzungen der am IMST-Projekt teilnehmenden Schülerinnen und Schüler wurde am 18. November 2011 durchgeführt und beinhaltete Aufgabenstellungen zu den Themenbereichen „einfache Kontrollstrukturen“, „verschachtelte Kontrollstrukturen“ und „Methoden“.

Das Aufgabenblatt zur Anfangsevaluation findet sich in der Datei „**Anfangsevaluation.pdf**“.

ANHANG F - FEEDBACKBOGEN ENDE WINTERSEMESTER

Am 25. Jänner 2012 wurde den Schülerinnen und Schülern ein Feedback-Bogen zum Ausfüllen vorgelegt, um Rückmeldungen über deren Eindrücke sowie Verbesserungsvorschläge für das Sommersemester (bzw. einen allfälligen weiteren Freigegegenstand im nächsten Schuljahr) zu erhalten. Dabei wurden die Schülerinnen und Schüler zu den Bereichen

- „Aktivitätenblätter“
 - „Programmieren“
 - „Arbeitsorganisation“
 - „Portfolioarbeit“
 - „Beurteilung im Freigegegenstand“ sowie
 - „Erwartungen an einen Freigegegenstand zum Thema Robotik“
- um Stellungnahmen gebeten.

Der vollständige Feedbackbogen findet sich in der Datei „**Feedback.pdf**“.

ANHANG G – INFORMELLE ABSCHLUSSEVALUATION

Als Referenzpunkt zur informellen Anfangsevaluation im Wintersemester wurde am 23. Mai 2012 eine informelle Abschlussevaluation mit dem Themenschwerpunkt „Modularisieren von Programmcode durch Methoden“ durchgeführt.

Das Aufgabenblatt zur Abschlussevaluation findet sich in der Datei „**Abschlussevaluation.pdf**“.

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."