

Konzeption eines Informatik-Moduls für ein Schülerlabor

Jonas Neugebauer, Dieter Engbring

FG Didaktik der Informatik
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn

jonas.neugebauer@upb.de
didier@upb.de

Abstract: In diesem Beitrag wird der Aufbau eines Informatik-Moduls für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II im Rahmen eines MINT-Schülerlabors beschrieben und evaluiert. Zur Gestaltung des Moduls wurden LEGO Mindstorms NXT Bausteine eingesetzt. Aus den Erfahrungen ergeben sich Hinweise auf die Gestaltung und Bewertung ähnlicher Angebote, zur Nutzung von Mindstorms NXT im regulären Informatikunterricht und weitergehende Forschungsfragen, die insbesondere Unterrichtsprojekte in den Blick nehmen.

1 Einleitung

Es gibt inzwischen eine ganze Reihe von Schülerlaboren. Ihr Aufbau wird u.a. in der Absicht gefördert, mehr Auszubildende und Studierende für den Bereich der sog. MINT-Fächer zu akquirieren¹, zu denen auch die Informatik gehört. Interesse für diese wichtigen, aber häufig unterrepräsentierten Fächer zu wecken, ist aber nur ein Ziel. Darüber hinaus sollen unterrichtliche Themen in einer Art und Weise vertieft werden, die in den Schulen so nicht oder nur schwer umsetzbar sind. Insbesondere mit dieser zweiten Intention ist das in diesem Beitrag dargestellte Informatik-Modul für Schülerinnen und Schüler (im folgenden nur noch Schüler) entstanden. Dort wurden Aspekte einer komplexen Infrastruktur – eines Container-Hafen – basierend auf LEGO Mindstorms NXT modelliert, die in dieser Komplexität an Schulen wohl nicht umsetzbar sind.

In diesem Beitrag werden wir, ausgehend von der Positionierung des Schülerlabors, die grundlegenden Überlegungen zur Etablierung eines Informatikmoduls für die Sekundarstufe II (SII) darstellen, bevor die Bestandteile des Moduls beschrieben werden. Erste Evaluationsergebnisse können vorgelegt und daran anknüpfend ein Ausblick auf zukünftige Weiterentwicklungen und Forschungsfragen geworfen werden. Die Forschungsfragen betreffen nicht nur die Einrichtung von Schülerlaboren als außerschulischem Lernort bzw. als Bestandteil der Lehrer-(fort-)bildung, sondern auch den Einsatz von LEGO Mindstorms im regulären Informatikunterricht, sowie die (Weiter-)Entwicklung von fachdidaktischen Konzepten, die ein hohes Maß an Eigenverantwortung der Schüler und an projektorientiertes Vorgehen enthalten, wie dies z.B. in der systemorientierten Didaktik der Informatik der Fall ist. Deren zentraler

¹Vgl. z.B. http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00003669

Bestandteil – das Informatik Lernlabor – stand auch Pate bei der Konzeption unseres Informatik-Moduls.

2 Zur Einrichtung coolMINT.Paderborn

Das Schülerlabor coolMINT.Paderborn ist in den Jahren 2009 und 2010 als eine gemeinschaftliche Einrichtung des Heinz Nixdorf MuseumsForum (HNF) und der Universität Paderborn geplant und implementiert worden. Wie am Namen schon zu erkennen, sind neben der Informatik auch andere Fächer aus dem MINT-Bereich vertreten. Gefördert wurde der Aufbau durch die Initiative „Zukunft durch Innovation“ (zdi)², die in Nordrhein-Westfalen mehrere solcher Einrichtungen finanziert hat. Im Verlauf der Antragsstellung wurden verschiedene, auch fächerübergreifende Module und verschiedene Rahmenbedingungen für den Modulzuschnitt diskutiert. Von fächerübergreifenden Modulen wurde letztlich zugunsten der einfacheren Buchung Abstand genommen: Schulunterricht ist in Fächern organisiert und durch fachspezifische Module können die notwendigen Lernvoraussetzungen von den buchenden Lehrern besser abgeschätzt werden. Weiter wurde festgelegt, dass alle Module in ein Zeitraster von drei Zeitstunden eingepasst werden sollen. Bei der Planung des im Folgenden beschriebenen Informatik-Moduls für die SII musste diese nicht ganz einfach einzuhaltende Rahmenbedingung auch beachtet werden. Wie schon erwähnt, sollen darüber hinaus alle Fachmodule ihre Inhalte auf eine Weise aufbereiten, die so im alltäglichen Unterricht nicht umsetzbar ist und damit ein attraktives Angebot mit echtem Mehrwert liefert. Andererseits sollte das Modul aber inhaltlich zumindest an den Richtlinien und Vorgaben zum Zentralabitur anknüpfen.

3 Grundlegende Überlegungen zum Informatik-Modul

Von den oben genannten Anforderungen an ein Modul im coolMINT Schülerlabor stand bei dem nun im Folgenden beschriebenen Informatik-Modul für die SII die Attraktivität an erster Stelle. Unsere Erfahrungen mit mechatronischen Systemen haben gezeigt, dass mit diesen ansprechende Umgebungen für Schüler aufgebaut werden können. Durch die Zeitvorgabe von drei Stunden, und das Ziel, über die Möglichkeiten des Schulunterrichts hinauszugehen, konnte bei der Konstruktion eines solchen Systems nicht bei Null begonnen werden. Daher wurde beschlossen, ein funktionsfähiges System bereitzustellen. Da dies ein solides Grundwissen informatischer Inhalte voraussetzt, wurden als Zielgruppe vor allem fortgeschrittene Schüler in den Blick genommen, die sich in der Informatik vertiefen möchten.

Grundlage für das Modul waren Vorarbeiten aus einem universitären fachdidaktischen Seminar mit dem Titel „Informatik Lernlabor“ (ILL). In diesem Seminar befassen sich die Studierenden aus der Perspektive der Lehrenden wie auch der Lernenden mit dem zentralen Bestandteil der systemorientierten Didaktik [Ma03]. Dabei geht es als didaktische Großform eines informatischen Unterrichtsprojektes darum, ein bestehendes Informatiksystem zu analysieren (dekonstruieren), zu rekonstruieren und dann

²Zukunft durch Innovation NRW: <http://www.zukunft-durch-innovation.de/>

weiterzuentwickeln. Das Informatiksystem spiegelt als Modell einen Ausschnitt der Wirklichkeit wieder und ist damit in einen gesellschaftlichen Kontext eingebettet.

In dem ILL-Seminar waren im Jahr 2009 mit Hilfe von LEGO Mindstorms auf der Basis von NXT-Bausteinen Artefakte und Abläufe eines automatisierten Containerhafens nachgebildet worden. Diese Vorarbeit war die Basis und zugleich Ideengeber für vier Teilmodule mit überschaubaren Aufgabenstellungen (vgl. Tabelle 1), die im Rahmen von Staatsexamensarbeiten weiter ausgearbeitet wurden ([En11], [Ne11], [Th11], [Wö10]).

Name des Teilmoduls	curricularer Bezugspunkt
Verladekran	Datenstrukturen (Stapel, Hash-Tabellen)
Fernsteuerung	Datenstrukturen (Liste)
Datenbanken	Datenbanken, Abfragesprachen
Kommunikation	Kommunikationsprotokolle, ISO/OSI-Referenzmodell

Tabelle 1: Die implementierten Module

Ziele waren die Konstruktion eines mechatronischen Artefakts und die Entwicklung methodisch wie inhaltlich abwechslungsreicher Aufgaben. Neben den umgesetzten Themen gibt es eine Reihe von weiteren Vorschlägen, deren Realisierung aus unterschiedlichen Gründen bislang nicht vorangetrieben werden konnte. Dazu gehören:

- Positionsbestimmung zur Navigation eines Fahrzeuges in der Ebene z.B: über Kompassensoren
- Navigation eines Fahrzeuges unter Berücksichtigung der aktuellen Position und der Position von Hindernissen
- Entwicklung eines Kollisionsvermeidungskonzepts (Fahrabschnittskontrolle) für autonome Transportfahrzeuge

4 Beschreibung der Teilmodule

Durch die thematische Eingliederung in den Kontext eines automatisierten Containerhafens wurden für die Teilmodule Aspekte aufgegriffen, die für die Einbettung der curricularen Bezugspunkte geeignet erschienen. Zur Umsetzung der Datenstrukturen wurden als Artefakt jeweils Portalkräne gewählt, wie sie charakteristisch für das Erscheinungsbild eines Containerhafens sind, und die mit hoher Wahrscheinlichkeit für die meisten Schüler ein bekanntes Element darstellen. Die beiden anderen Stationen bauen auf den autonomen Transportfahrzeugen auf, die in automatisierten Hafenanlagen Schiffscontainer zwischen Kränen, Lagerplätzen und Verladestationen transportieren. Im folgenden beschreiben wir die Teilmodule im Einzelnen.

4.1 Gemeinsamkeiten der Teilmodule

In den drei Zeitstunden, die den Schülern zur Verfügung stehen, wird vor allem Wert darauf gelegt, dass die Teilnehmer möglichst selbstständig mit den vorhandenen Modellen arbeiten. Daher wird nur zu Beginn eine kurze Einführung in die Arbeitsumgebungen gegeben, um einen Überblick über das vorhandenen Material zu

verschaffen. Der in Java verfasste Programmcode wird in der Entwicklungsumgebung NetBeans³ bearbeitet, die neben den üblichen Funktionen wie Syntaxhervorhebung und Codevervollständigung auch die Integration von Javadoc-APIs erlaubt. Außerdem lassen sich die Programme mit nur einem Mausklick auf die NXT Bausteine übertragen. Neben dem Quelltext steht eine virtuelle Erkundungsumgebung in Form eines Wikis zur Verfügung. In dieser werden zusätzliche Informationen zu den Systemen bereitgestellt, die zum selbstständigen Bearbeiten der Module von Nutzen sind.

Die angebotenen Aufgaben stellen eine Mischung aus eher theoretischen und eher experimentellen Problemstellungen dar. Erstere sollen die Schüler dazu anregen, sich mit den konzeptionellen Schwerpunkten der Teilmodule zu befassen. Die experimentellen Aufgaben dienen der Umsetzung der entwickelten Konzepte und laden zum „herumbasteln“ ein.

4.2 Verladekran: Automatisierte Lagerung von Containern

Für das Teilmodul wurde bei der Umsetzung die Variante eines Verladekrans gewählt, der Container auf festgelegte Lagerplätze verteilen kann. Jeder Lagerplatz hat eine bestimmte Kapazität und kann von dem Hubwagen angesteuert werden. Die Implementierung basiert auf Arrays und die Schüler stoßen bei der Erweiterung der Funktionalität bald auf die Grenzen dieser Datenstruktur. Das Auswählen einer passenderen Alternative (Stapel) und das Rekonstruieren des Systems stellen hier wichtige Ziele dar. Als weitere Aufgabe soll ein RFID-Sensor genutzt werden, um Chips an den Containern auszulesen. Auf diese Weise können den einzelnen Frachtstücken Informationen zugeordnet werden, die innerhalb des Programms in einer Hash-Tabelle abgelegt sind. Die Schüler erweitern eigenständig das Programm und nutzen die vorhandenen Java-APIs zum Zugriff auf Hash-Tabellen.

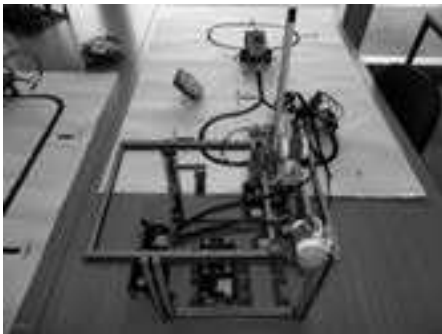


Abbildung 1: Teilmodul "Verladekran"



Abbildung 2: Teilmodul "Fernsteuerung"

³<http://netbeans.org>

4.3 Fernsteuerung: Programmierung einer Notfallfernsteuerung

Ähnlich wie das erste Teilmodul bildet das Artefakt des Moduls Fernsteuerung einen Portalkran nach. Im Unterschied dazu arbeitet dieser Kran nicht vollständig autonom, sondern wird über eine Fernbedienung gesteuert. Diese ist mit Hilfe eines zweiten NXT Bausteins erstellt worden und kann über eine Bluetooth Verbindung Befehle an den Kran schicken. Um die manuelle Steuerung zu erleichtern soll eine Makro-Funktion implementiert werden, mit der es möglich ist, spezielle Ablauffolgen des Krans einzuspeichern. Die Ansätze einer solchen Funktion sind schon vorhanden und müssen von den Schülern ergänzt und vervollständigt werden. Die Makros werden als Positionsangaben der Motoren in einer Liste gespeichert. Deren Implementierung orientiert sich, als Bezug zum Unterricht, vor allem an den Vorgaben für das Zentralabitur 2012 [Mil10]. Die Listen werden in Textdateien gespeichert, wodurch Konzepte wie Ein- und Ausgabestreams genutzt werden müssen.

4.4 Datenbank: Datenbank gesteuerter Transport von Containern

Für die Station zum Thema Datenbanken wurde ein autonomes Fahrzeug entworfen, das einer schwarzen, zyklischen Linie folgt und anhand von Markierungen am Streckenrand seine Position erkennen kann. Dadurch kann das Fahrzeug völlig autonom Aufträge abarbeiten, bei denen zum Beispiel ein Container von einem Lager zu einem Anlieger gebracht werden soll. Die Aufträge werden von einem datenbankgestützten PC-Programm über Bluetooth an das Fahrzeug gesendet. Zunächst können über eine textbasierte Benutzeroberfläche Datenabfragen gestellt und Aufträge an das Fahrzeug gesendet werden. Durch das Erkunden des Systems wird die Aufteilung der Daten in verschiedene Tabellen sowie die Verknüpfung über Primärschlüssel sichtbar. Die Schüler nehmen Änderungen an der Datenbank vor, indem Sie neue Tabellen einfügen und die Benutzerschnittstelle um neue Abfragemöglichkeiten erweitern. Dabei ist es nicht notwendig, den Umgang mit Abfragesprachen zu beherrschen, da dafür eine objektorientierte Abstraktionsschicht vorgegeben wird. Dies bietet den Vorteil, dass sich durch die Typsicherheit von Java der Aufbau von Abfragen schon aus der Methodensignatur der einzelnen Abfrage-Klassen ergibt.

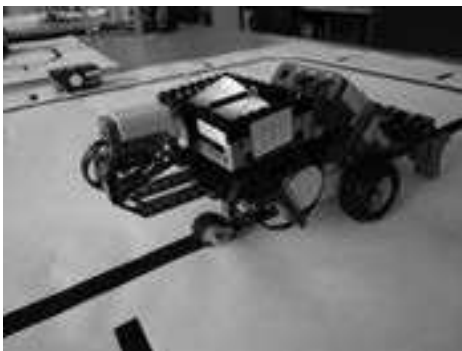


Abbildung 3: Datenbank

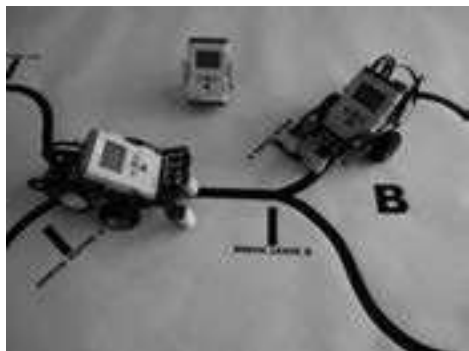


Abbildung 4: Kommunikation

4.5 Kommunikation: Interaktionen autonomer Transportfahrzeuge

Zentrale Themen des vierten Teilmoduls sind Kommunikationsprotokolle und das ISO/OSI-Referenzmodell. Das vorhandene Informatiksystem besteht aus zwei autonomen Transportfahrzeugen, die eine sich kreuzenden Kreisbahn befahren. Um Kollisionen zu vermeiden kommunizieren beide Fahrzeuge mit einem zentralen Server, der für die Sperrung und Freigabe der kritischen Streckenabschnitte zuständig ist. Die Schüler erkunden die Bestandteile von Protokollen anhand der vorhandenen Kommunikation und lernen zwischen den Schichten des ISO/OSI-Modells zu unterscheiden. Dabei wird der Fokus auf die drei obersten Schichten (Anwendung, Präsentation, Sitzung) gelegt. Unter anderem werden Aufgaben zur Differenzierung zwischen verschiedenen Bedeutungen des Begriffs Protokoll und ein „Schichtenpuzzle“, bei dem die Schichten des Referenzmodells in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht werden sollen, angeboten. Zum Schluss wird zusätzlich zum vorhandenen Kommunikationsserver ein „Piratenserver“ aktiviert. Dieser versucht durch Störsignale eine Blockade der Strecke oder eine Kollision der Fahrzeuge zu provozieren. Da das Verbindungsprotokoll keine Identifikation der Kommunikationspartner vorsieht, kann der Piratenserver einen kritischen Streckenabschnitt beim Server als frei melden, den er vorher nicht als besetzt markiert hat. Zur Absicherung der Kommunikation müssen die Schüler nun ihr bisher erworbenes Wissen einsetzen und selbstständig eine Lösung des Problems erarbeiten.

5 Evaluation

5.1 Evolution des Moduls

Das Modul „Informatik im Containerhafen“ mit seinen oben beschriebenen vier Teilmodulen hat seit der ersten Konzeption wesentliche Änderungen durchlaufen. Zu verschiedenen Zeitpunkten wurden Testdurchläufe mit anschließender Überarbeitungsphase angesetzt. Nach Fertigstellung der ersten Modulversionen durch Studenten musste zunächst eine Reduktion des, als Obermenge von möglichen Aufgaben angelegten, Umfangs vorgenommen werden. Bei einem Test mit Hilfe eines Kurses der Jahrgangsstufe 12 wurde deutlich, dass der Umfang des Programmcodes zu groß war. In der abschließend durchgeführten informellen Befragung gaben die Teilnehmer an, dass in drei Stunden die Einarbeitung zwar möglich wäre, aber daneben keine sinnvolle Bearbeitung der Aufgaben zu schaffen sei. Diese seien aber ansprechend und zielgruppengerecht gestaltet. Die Arbeit mit der NetBeans Umgebung, die den Umgang mit den umfangreichen Quelltexten erleichtern sollte, stellt eher eine Hürde als eine Hilfe dar, da den Schülern die Funktionen zum Großteil unbekannt waren. Als Konsequenz wurden für die Schüler unwichtige Klassen in externe Bibliotheken ausgelagert, wodurch sich der Umfang des Quelltextes nun auf eine überschaubare Anzahl von Klassen beschränkt. Durch die Möglichkeiten von NetBeans ist es einfach die Bibliothek zusammen mit der Dokumentation direkt in der Entwicklungsumgebung verfügbar zu machen. Damit die Vorteile der Plattform auch genutzt werden, wurde die kurze Einführungsphase zu Beginn der Arbeitszeit ergänzt. Durchführungen mit weiteren Kursen haben diesen veränderten Aufbau des Moduls als sinnvoll bestätigt.

5.2 Lehrerfortbildung im Schülerlabor

Um den Kontakt zur Lehrerschaft herzustellen und das Modul zu bewerben, wurde im Herbst 2012 eine Fortbildung im Rahmen des Moduls Informatik im Hafen durchgeführt. 16 Lehrerinnen und Lehrer hatten Gelegenheit die Module (Artefakte und Aufgaben) zu erkunden und Erfahrungen mit den Systemen zu sammeln. Im Anschluss wurde Feedback zusammengetragen und eine Diskussion über Möglichkeiten zur Verknüpfung von außerschulischem Lernen und Informatikunterricht angeregt. Trotz einiger technischer Probleme konnte ein überwiegend positives Feedback eingeholt werden. Unter Berücksichtigung der besonderen Voraussetzungen, die das Modul an die Kurse stellt, schätzten die anwesenden Lehrkräfte den Schwierigkeitsgrad und den Umfang als angemessen ein. Die Kombination der Themengebiete stieß dagegen auf Kritik. Durch die breite Fächerung der gewählten Themen über die gesamte Qualifikationsphase⁴ fiel es den Anwesenden schwer, den Besuch im Labor auf sinnvolle Weise mit dem Unterricht zu verknüpfen, da die teils erheblichen Unterschiede in den Voraussetzungen als Zeitpunkt für einen Besuch nur das Ende der Q2 zulassen würden. Obwohl die thematische Breite des Moduls aus unserer Sicht einen attraktiven Aufbau darstellt, scheint dies aus Lehrersicht eher nicht der Fall zu sein, und der sinnvollen Einbettung in den Unterricht im Wege zu stehen. Um diesem Problem zu begegnen, wurde vorgeschlagen, die vier Teilmodule in vier vollwertige, thematisch fokussierte Module aufzuteilen, die auch einzeln gebucht werden können. Um dies zu ermöglichen werden die technischen Artefakte derzeit vereinheitlicht und angepasst um vier Kopien jedes Modells verfügbar zu haben, so dass 16 bis 20 Schüler das gleiche Teilmodul bearbeiten können. Dadurch würden aber theoretisch auch beliebige Zusammenstellungen der Teilmodule ermöglicht.

5.3 Befragung der Workshop-Besucher

Zur weiteren Evaluation wurde seit Ende 2012 zum Abschluss der Bearbeitungszeit sowohl an die Schüler, als auch an die betreuenden Lehrkräfte ein kurzer Fragebogen ausgegeben. Die Teilnehmer wurden nach der zuletzt bearbeiteten Aufgabe gefragt und aufgefordert, mit eigenen Worten die Inhalte zu beschreiben. Dann folgten insgesamt 21 Items, die auf einer 4-Stufigen Likert-Skala von „Trifft überhaupt nicht zu“ (1) bis „Trifft voll und ganz zu“ (4) beurteilt werden sollten. Im Itempool befanden sich Fragen zu Schwierigkeit und Umfang der Aufgaben, der Funktionsweise der Modelle, der Einstellung der Befragten zum Modul und dem Schülerlabor, sowie der Einbettung des Besuchs im Unterricht. Den Lehrkräften wurden vor allem Fragen zur Verknüpfung mit dem Informatikunterricht gestellt. Darunter, ob der Besuch im Labor mit größeren Umständen (lange Fahrtzeit, zusätzliche Kosten) verbunden war. Der Fragebogen wurde in Bezug auf eine ähnliche Evaluation in einem Aachener Schülerlabor erstellt [BHS12].

Im Dezember 2012 und Januar 2013 buchten 5 Klassen mit insgesamt 68 Schülern das Modul. Von diesen waren zwei Kurse der Q1 (LK und GK) und drei der Q2 (zwei LKs

⁴In Nordrhein-Westfalen gibt es seit ein paar Jahren ein Nebeneinander von sog. G8 und G9-Abitur, so dass man die Jahrgangsstufen nicht mehr mit 11, 12 und 13 bezeichnet. Stattdessen setzt man die Bezeichnungen Einführungsphase für das erste Jahr und Qualifikationsphase 1 und 2 (Q1, Q2) für die beiden weiteren Jahre.

und ein GK) vertreten. Der Besuch im Schülerlabor war in der Regel mit einem Besuch im MuseumsForum oder einem anderen Programmpunkt verbunden (nur eine Klasse kam ausschließlich für das Modul „Informatik im Hafen“). Dazu kamen teils erhebliche Fahrtzeiten von über drei Stunden. Die Auswertung der Schülerdaten zeigt, dass die Vorerfahrungen mit Lego Mindstorms eher gering waren. Für 58% der Befragten traf die Aussage „Ich hatte schon zuvor Erfahrungen mit Lego Mindstorms“ nicht zu. Nur bei einem Kurs mit 18 Schülern waren Mindstorms zuvor Bestandteil des Unterrichts. Überraschenderweise zeigt der Bearbeitungsfortschritt, dass die Schüler mit Vorerfahrungen eher weniger Aufgaben bearbeiteten, als diejenigen ohne. Während die letzte Gruppe sich mit etwas über 60% der bereitgestellten Probleme befasste, waren es bei der ersten Gruppe nur etwa 53%. Obwohl diese Beobachtung aufgrund der geringen Anzahl an Befragten Schülern nicht als aussagekräftig gewertet werden kann, bietet sie Anlass für zukünftige Untersuchungen. Eine mögliche Erklärung ist, dass viele Gruppen Aufgaben übersprungen haben (vgl. Abschnitt 9), und so die Anzahl der tatsächlich bearbeiteten Aufgaben von der Angabe des Fortschritts abweicht.

Das Ziel, ein komplexes Informatiksystem zu erschaffen, das über die Möglichkeiten des Schulunterrichts hinaus geht, konnte nur zum Teil erfüllt werden. Die Schüler schätzten die Komplexität der beiden Teilmodule Verladekran und Fernsteuerung deutlich höher ein als die der beiden Teilmodule Kommunikation und Datenbank (Item: „Die Modelle waren komplizierter als die Modelle mit denen ich bisher gearbeitet habe.“). Dies ist wenig überraschend, da die Arbeit mit Mindstorms in der Regel mit Fahrzeugen begonnen wird. Die Portalkräne entsprechen hier auf den ersten Blick eher dem Anspruch, neue Erfahrungsfelder zu öffnen. Andererseits stellen auch die Programmpakete zur Steuerung der Fahrzeug-Module hohe Ansprüche an die Schüler. Da in der aktuellen Evaluation die Software nicht berücksichtigt wurde, können hierzu keine Aussagen getroffen werden. Dies wird in Zukunft nachgebessert.

Die Aufgabenstellungen wurden als nicht zu schwer und nicht zu leicht eingeschätzt. Die Aussagen „Die Arbeit mit dem Modul hat mir Spaß gemacht“ und „Ich würde gerne wieder das Schülerlabor besuchen“ wurden deutlich positiv beurteilt. Das Selbe gilt für die eigenständige Arbeitsform im Labor, die 97% der Befragten gefallen hat. Das zeigt sich auch daran, dass 80% der Befragten angaben, bei der Bearbeitung etwas Neues gelernt zu haben. Andererseits scheint sich die neuen Kenntnisse nicht unbedingt auf die zentralen Themen der einzelnen Stationen zu beziehen, denn etwa 60% gaben an, dass ihnen die Inhalte des Moduls schon vor dem Laborbesuch bekannt waren. Die Einschätzungen der Schüler können aber zunächst als positiv gewertet werden, da das Lerndesign des Moduls sie zum Arbeiten motiviert und mit den Thematiken in Berührung bringt. Die nächsten Schritte sollten nun darauf zielen zu prüfen, ob durch die Arbeit am Informatikmodul ein Beitrag zur Entwicklung der informatischen Kompetenzen der Schüler geleistet werden kann. Um dies zu evaluieren müssen gezielte Kompetenztests mit den Schülern durchgeführt werden. Ansätze dazu können zum Beispiel im MoKoM Projekt [Li12] gefunden werden, in dem unter anderem ein Messinstrument für Kompetenzen im Bereich der Systemmodellierung entwickelt wurde.

Das gewünschte Ziel einer Einbettung in den Schulunterricht ist mit dem Informatikmodul derzeit nur bedingt erreicht. Nur eine Lehrkraft gab an, den Besuch im Schüler-

labor als Abschluss einer Unterrichtsreihe zu nutzen. Eine mögliche Erklärung dafür lässt sich im Feedback der Lehrerfortbildung (s.o.) erkennen. Die thematische Vielfalt des Moduls steht dem direkten Einbezug in den Verlauf einer Unterrichtsreihe im Weg. 43% der Schüler konnten dennoch Anknüpfungspunkte zum vorangegangenen Unterricht finden und gaben an, dass der Besuch gut zum Unterricht der letzten Wochen gepasst habe. Die Auswertung zeigt aber auch, dass zur Verknüpfung des Schülerlabor Moduls mit dem Unterricht noch weitere Änderungen notwendig sein werden.

5.4 Weitere Beobachtungen

Die Aufgabe der Moderatoren ist es, jeweils auf Nachfrage, oder falls sie auf Schwierigkeiten aufmerksam werden, Hilfestellungen zu geben. Da einige Schülergruppen nur sehr zögerlich dazu bereit sind, von sich aus Hilfe einzufordern, haben die Moderatoren den Auftrag, regelmäßig die Fortschritte der Gruppen zu überprüfen. Dabei konnten die beobachten, dass die Schüler konzentriert an ihren Teilmodulen arbeiteten und die Aufgaben im wesentlichen selbstständig lösten.

Besonders auffällig bei den Schülergruppen war, dass sie sich nicht an den vorgegebenen Arbeitsablauf gehalten haben. Vor allem wurden Aufgaben ohne Einbezug der Modelle oder ohne direkte Implementierung häufig übersprungen bzw. nicht sorgfältig bearbeitet. Gerade die Aufgaben, die zu einer tieferen konzeptionellen Verständnis beitragen sollen, wurden nur selten bearbeitet. Beispielsweise wurde das „Schichtenpuzzle“ des Kommunikations-Teilmoduls, die als unplugged Aufgabe gestaltet ist, nur von einer der Schülergruppen bearbeitet. Durch das Auslassen dieser Aufgaben stellt sich die Frage, in wie weit die Schüler den beabsichtigten Einblick in die vorgestellten Thematiken bekommen. Zur Beantwortung dieser Frage wird es notwendig sein Vor- und Nachtests in den Schulen durchzuführen.

6 Fazit und Ausblick

Mit diesem Modul sollen Schüler angesprochen werden, die für sich selbst schon einen Schwerpunkt in der Informatik gesetzt haben. Sie sollen ihre Erfahrungen und Kompetenzen im Fach Informatik vertiefen. Dies gelingt dahingehend, dass die Schüler selbstständig entlang der Aufgabenstellungen an den Informatiksystemen arbeiten. Allerdings werden dabei häufig gerade diejenigen Aufgaben übersprungen, die der konzeptionellen Vertiefung bzw. Festigung und nicht der Weiterentwicklung dienen. Anhand der Beobachtungen kann exemplarisch gezeigt werden, ob und wie Unterricht mit komplexeren, in einem Kontext stehenden Systemen möglich ist und ob dabei Richtlinien konform und gemäß der Vorgaben gearbeitet werden kann. Es gilt zukünftig herauszufinden, wo bei der Umsetzung solcher didaktischer Ansätze Grenzen verlaufen und wie die Schüler dazu animiert werden können, auch bei eher konzeptionellen Aufgaben konzentriert und engagiert zu arbeiten. Hierzu mag auch die Kooperation mit einem Gymnasium im Rahmen eines Informatik-Projektkurses dienen, der mit dem Ziel startet, zunächst ein Teilmodul aus Schülersicht weiterzuentwickeln. Durch weitere Fortbildungen sollen daneben auch Lehrerperspektiven berücksichtigt werden und hoffentlich weitere Schulklassen für detailliertere Evaluationen gewonnen werden.

Aus technischer Sicht hat der Aufbau der Module die Grenzen der LEGO Mindstorms Education-Sets – des Basiskastens für den Schuleinsatz – aufgezeigt. Für kurze Sequenzen, die einen Einstieg in die Programmierung bieten, lassen sich die mitgelieferten Bauteile gut einsetzen. Allerdings ist das Einsteiger-Modell sehr schnell ausgereizt, will man nicht hauptsächlich basteln, sondern Konzepte vermitteln. Mechanik und Sensorik komplexerer mechatronischer Systeme lassen die erforderliche Präzision vermissen, was nicht nur die Lust derer sinken lässt, die nicht mit intrinsischer Motivation am Informatikunterricht teilnehmen. Wollte man LEGO Mindstorms nicht nur im AG-Bereich, z.B. für Roboter-Wettkämpfe, sondern tatsächlich im Informatikunterricht nutzen, müsste man nicht nur diese Probleme beseitigen, sondern auch für mindestens drei Jahrgangsstufen in Kursstärke Material vorhalten. Bei üblichen Kursgrößen von 20 bis 30 Schülern entsteht nicht nur finanzieller Aufwand sondern auch Bedarf an Lagerkapazitäten, da die Artefakte aufgebaut bleiben und vor (un-)absichtlicher Zerlegung geschützt werden müssen. Für Roboter- oder Informatik-AGs mit hoch motivierten Schülern ist hierin aber weiterhin ein attraktives Betätigungsfeld zu finden.

7 Literaturverzeichnis

- [BHS12] Bergner, N., Holz, J., Schroeder, U.: InfoSphere: An Extracurricular Learning Environment for Computer Science. In: Knobelsdorf, M., Romeike, R. (Hrsg.) Proceedings of 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE 2012). Hamburg. (2012) (in press)
- [En11] Ende, G.: Didaktische und softwaretechnische Entwicklung einer Lernstation zur Übertragung mittels RFID-Technik und Farbsensoren im Rahmen des ZDI-Schülerlabors mit den Schwerpunkten Leistungsvergleich und der Anbindung an Datenbanken. Staatsarbeit, Universität Paderborn. (2011)
- [Li13] Linck, B., Ohrndorf, L., Nelles, W., Neugebauer, J., Magenheim, J., Schaper, N., Schubert, S., Stechert, P.: Competence model for informatics modelling and system comprehension. 4th IEEE Global Engineering Education Conference (IEEE EDUCON 2013). Berlin. (2013) (in press)
- [Ma03] Magenheim, J.: Informatik-Lernlabor. Systemorientierte Informatik in der Praxis. In: Hubwieser, P. (Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht, Proceedings der Infos 2003, 10.GI-Fachtagung Informatik und Schule, 17.-19. September in Garching bei München, S. 13-31
- [Mi10] Ministerium für Schulen und Weiterbildung Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen. Vorgaben zu den unterrichtlichen Voraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen im Abitur in der gymnasialen Oberstufe im Jahr 2012, 2010
- [Ne11] Neugebauer, J.: Didaktische und softwaretechnische Entwicklungen für eine Station im Rahmen des ZDI-Schülerlabors mit dem Schwerpunkt „Kommunikationsprotokolle autonomer LEGO-Mindstorms Fahrzeuge“. Staatsarbeit, Universität Paderborn. (2011)
- [Th11] Thiessen, A.: Didaktische und softwaretechnische Entwicklung einer Lernstation „Fernsteuerung“ im Rahmen des ZDI-Schülerlabors mit dem Schwerpunkt der Aufzeichnung und Bearbeitung von Bewegungsabläufen des Verladekrans durch Verwendung der ADT Liste. Staatsarbeit, Universität Paderborn. (2011).
- [Wö10] Wöstefeld, S.: Didaktische und softwaretechnische Entwicklung einer Lernstation im Rahmen des Schülerlabors mit dem Themenschwerpunkt „Containerverladung mit Senesortechnik“. Staatsarbeit, Universität Paderborn. (2010)