

Vermittlung von Konzepten der Informationstechnik in Oberstufen der beruflichen Bildung unter Verwendung mobiler Roboter als Lernträger

Lars Otten

Bildungszentrum für Technik und
Gestaltung Oldenburg
Straßburger Straße 2
26123 Oldenburg

Zentrum für Didaktik der Technik
Leibniz Universität Hannover
Appelstraße 9A
30167 Hannover

lars.otten@bztg-oldenburg.de

Abstract: „RoboTea“ (Robotics for Technical Education Teaching Concept) ist ein Verfahren, das den Einsatz mobiler Roboter in Oberstufen technischer Fachrichtungen der beruflichen Bildung ermöglicht und der Vermittlung grundlegender Konzepte der Informationstechnik dient. Lehrkräften werden Lernmodule bereitgestellt, die sich an zu vermittelnden fachlichen Kompetenzen orientieren und u.a. Hinweise zu möglichen Unterrichtsabläufen und Unterrichtsmaterialien beinhalten. Ein wesentliches RoboTea-Merkmal ist der unterrichtliche Einsatz des als Lernträger dienenden mobilen Roboters „myBot“ (my Robot), der von den Schülerinnen und Schülern individuell konstruiert wird und den jede Schülerin und jeder Schüler zur zeit- und ortsungebundenen Nutzung besitzt.

1 Einführung

Ein wesentlicher Bestandteil der beruflichen Bildung technischer Fachrichtungen ist die Vermittlung von Kenntnissen aus dem Bereich der Informationstechnik, wobei der Praxisbezug ein wesentliches Element der Ausbildung darstellt. Im Gegensatz zur traditionellen dualen Ausbildung, bei der ein betrieblicher Dualpartner für die praktische Ausbildung zur Verfügung steht, erfolgt die Ausbildung innerhalb von Oberstufen beruflicher Bildung mit Ausnahme eventueller betrieblicher Praktika rein schulisch. Zu diesen Schulformen gehören insbesondere Berufliche Gymnasien sowie Berufsoberschulen und Fachoberschulen, die auf ein Studium an einer Fachhochschule bzw. Universität vorbereiten. In diesen Schulformen

- fehlt der in der dualen Ausbildung vorhandene betriebliche Dualpartner, so dass der damit verbundene betriebliche Betroffenheitsaspekt und die daraus resultierende Motivationsquelle nicht vorhanden sind,
- finden sich häufig in einem Klassenverband Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlicher beruflicher Spezialisierung. So verfügen z.B. Schülerinnen und Schüler der Berufsoberschule Technik zwar bereits über eine abgeschlossene berufliche Ausbildung im technischen Bereich, diese Berufe können jedoch aus unterschiedlichen Fachrichtungen wie z.B. der Elektrotechnik, der Informationstechnik oder der Metalltechnik stammen.

RoboTea soll

- Möglichkeiten aufzeigen, wie die Vermittlung grundlegender Konzepte der Informationstechnik unter Einsatz mobiler Roboter in Oberstufen berufsbildender Schulen technischer Fachrichtungen erfolgen kann,
- hinsichtlich unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade und unterschiedlicher fachlicher Schwerpunkte aus dem Bereich Informationstechnik anpassbar sein,
- dem konstruktivistischen Ansatz folgend eine hohe Eigenaktivität der Schülerinnen und Schüler beinhalten,
- eine hohe Motivation der Schülerinnen und Schüler bewirken, sich mit der Thematik mobiler Roboter und so mit den Inhalten der Informationstechnik zu befassen.

Die Idee des Einsatzes von Computern und darauf aufbauend von Robotern als Lernträger in der Schule stammt aus dem Ende der 70er Jahre und basiert auf dem Mathematiker und Psychologen Seymour Papert, dem Entwickler der Programmiersprache LOGO [PA80]. Insbesondere für den allgemeinbildenden Bereich existiert inzwischen eine Vielzahl von Untersuchungen bzgl. des Unterrichtseinsatzes der Robotik. So konnte dort unter anderem nachgewiesen werden, dass der Einsatz von Robotik die Schülerinnen und Schüler motiviert, sich mit dieser Thematik zu beschäftigen ([PE04], [RU04], [SC05]) und hierbei das Interesse an Technik fördern kann [SC05]. Erfahrungen im berufsbildenden Bereich zeigen ebenfalls eine hohe Motivation bei Einsatz von Robotern als Lernträger [MO12]. Es zeigt sich jedoch auch, dass der Robotereinsatz in fachfremden, d.h. nichttechnischen Berufen von den Auszubildenden als wenig hilfreich für die Ausbildung angesehen wird [ST08].

Unterrichtliche Robotikprojekte weisen häufig nur einen allgemeinen Bezug zum Lehrplan auf (z.B. Förderung des Technikinteresses [SC05]) oder beziehen sich lediglich auf spezielle Themengebiete (z.B. Automatisierungstechnik [MO12]). Hilfreich wäre jedoch auch ein Konzept, das zeigt, wie die Robotik in den täglichen informationstechnischen beruflichen Unterricht zur Förderung spezifischer fachlicher Kompetenzen eingebunden werden kann. Mit RoboTea wird ein Konzept bereitgestellt, das diese Anforderung unterstützt und die Vermittlung einer hohen Bandbreite fachlicher Inhalte der Informationstechnik derart ermöglicht, dass die Anwendung des Konzeptes nicht nur punktuell, sondern während der gesamten Ausbildungsdauer erfolgen kann.

2 Das RoboTea-Konzept

Bei RoboTea handelt es sich um ein Konzept, das Hilfestellung geben soll, wie mobile Roboter in Oberstufen berufsbildender Schulen technischer Fachrichtungen während der gesamten Ausbildung zur Vermittlung informationstechnischer Inhalte eingesetzt werden können. Diese Hilfestellung umfasst

- Anleitungen und Hinweise zur Planung und Durchführung des robotikbasierten Unterrichts,
- die Bereitstellung exemplarischer Unterrichtseinheiten zur Vermittlung wesentlicher Inhalte der Informationstechnik z.B. zu den Themen Aufbau und

Funktionsweise von Rechnern, Programmierung, Grundlagen der Elektrotechnik und Steuerungstechnik,

- Hinweise zu den zu verwendenden mobilen Robotern.

Kern des RoboTea-Konzeptes sind Module, die entsprechend der roboterbasierten Vermittlung fachlichen Kompetenzen aufbereitet sind. Hierbei besteht die Möglichkeit der Modulanpassung durch die Lehrkraft bzgl. geplanter Lehr-/Lernziele. Da der Unterricht an berufsbildenden Schulen nach dem didaktischen Konzept der Handlungsorientierung durchzuführen ist [NK11], beinhaltet jedes Modul Lernsituationen, die handlungs- und berufsorientierte Aufgabenstellungen und Lernarrangements beinhalten. Hierbei wird die von S. Papert definierte und auf dem Konstruktivismus basierende Didaktik des Konstruktivismus berücksichtigt, bei der das Lernen als förderlich angesehen wird, wenn Elemente durch den Lernenden individuell hergestellt, d.h. konstruiert werden [PA94]. Auf den Einsatz der Robotik bezogen bedeutet dieses, dass der Bau von Roboterkomponenten sowohl hard- als auch softwaremäßig nicht fest vorgegeben ist, sondern Freiheitsgrade beinhaltet, die individuelle Lösungen der Lernenden zulassen.

Bei der roboterbasierten Vermittlung informationstechnischer Inhalte kann der Robotikeinsatz den zentralen Unterrichtsgegenstand darstellen, einen vertiefenden Charakter aufweisen oder auch nur unterrichtsbegleitend erfolgen. Entsprechend der von der Lehrkraft durchzuführenden Unterrichtsplanung berücksichtigen die RoboTea-Module diese Einsatzarten. Der mobile Roboter besitzt dabei jeweils die Funktion eines Lernträgers.

Das wesentliche Merkmal des RoboTea-Konzeptes ist die Verwendung mobiler Roboter als Lernträger mit denen die Lernenden z.B. eigene Experimente durchführen können. Untersuchungen zeigen, dass die Nutzung eines eigenen Experimentierkits, auf das man zeit- und ortsunabhängig Zugriff hat, eine Erhöhung der fachliche Kompetenz bewirkt gegenüber der Nutzung von Experimentieranordnungen, die lediglich in der Schulungseinrichtung zur Verfügung stehen [GR06]. Übertragen auf den Einsatz mobiler Roboter bedeutet dieses, dass der Roboter nicht nur in der Schule, sondern auch zuhause z.B. zur Durchführung von Programmierübungen verwendet werden sollte. Jeder Lernende erhält daher einen eigenen Roboter (Bezeichnung „myBot“ für „my Robot“), der in seinem Besitz ist und während der gesamten Ausbildungszeit verwendet wird.

2.1 RoboTea-Lernmodule

Das RoboTea-Konzept ist so gestaltet, dass es bzgl. der zu vermittelnden Inhalte und der Dauer der Inhaltsvermittlung anpassbar und erweiterbar ist. Ebenso ist adaptierbar, ob der Einsatz mobiler Roboter als zentraler Unterrichtsgegenstand, unterrichtsbegleitend oder zur Vertiefung informationstechnischer Inhalte erfolgen soll.

Die Flexibilität des Unterrichtskonzeptes wird durch Lernmodule erreicht, die in Abhängigkeit der jeweils geforderten Lehr-/Lernziele eingesetzt werden. RoboTea-Lernmodule beschreiben Lernziele, Eingangsvoraussetzungen, Lerninhalte, Lernsituationen, mögliche Unterrichtsabläufe und Übungen. Sie sind ein Hilfsmittel für

die Unterrichtsplanung und stellen Unterrichtsmaterialien wie z.B. Leittexte und Informationen zur Verfügung.

Für die Unterrichtsplanung können mittels der Lernmodule Lernpfade festgelegt werden, die den jeweiligen unterrichtlichen Schwerpunkten entsprechen. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht vorhandener Lernmodule, bei denen mögliche Lernpfade mittels Pfeilen gekennzeichnet sind. Die gestrichelten Pfeile geben exemplarisch einen Lernpfad an, bei denen die Module I1 (Einführung in die Informationstechnik), E (Grundlagen der Elektrotechnik), P1 (Imperative Programmierung) und S (Einführung in die Steuerungstechnik) der Reihe nach bearbeitet werden.

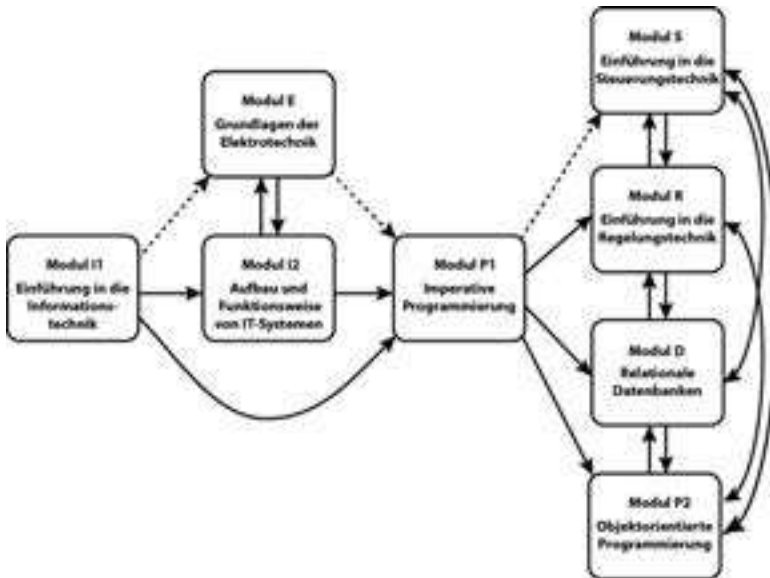


Abbildung 1: RoboTea-Module mit Lernpfaden

Inhaltlich-didaktisch-methodische Leitlinien der RoboTea-Lernmodule:

- Jedes RoboTea-Modul wird einem informationstechnischem Themenbereich zugeordnet, innerhalb dessen die Vermittlung fachlicher Kompetenzen erfolgt. Derzeit wird zwischen Modulen folgender Themenbereiche unterschieden: Informationstechnik (I), Elektrotechnik (E), Programmierung (P), Steuerungstechnik (S), Regelungstechnik (R), Datenbanken (D)
- Ein durch ein Modul repräsentiertes Themengebiet kann in weitere Module unterteilt werden, wobei die Kennzeichnung der Modulthemen dann mit aufsteigender Nummerierung erfolgt. So wird das Modul „Programmierung“ (P) z.B. unterteilt in die Module P1 „Imperativen Programmierung“ und das darauf aufbauende Modul P2 „Objektorientierte Programmierung“.
- Die Lernsituation beinhaltet eine robotikbasierte und produktorientierte Problemstellung, die unterschiedliche Lösungsansätze ermöglicht.

- Die Lernmodule sind so konzipiert, dass deren sequentielle Abarbeitung einen Lernpfad darstellt. Die Lehrkraft wählt einen Lernpfad und damit die zu vermittelnden fachlichen Schwerpunkte.
- Handlungsorientierter Unterricht ist aufgrund des Aufbaus ein induktiv ausgerichtetes Unterrichtskonzept, bei dem ausgehend von einer konkreten Lernsituation auf allgemeine Grundsätze geschlossen wird. Da es sich bei dem mobilen Roboter jedoch um ein bereits recht komplexes technisches System handelt, wird in den Modulen neben der induktiven Vorgehensweise eine Vermittlung angestrebt, die inhaltlich vom „Groben“ zum „Feinen“ führt. Ausgehend von „Black Boxes“, bei denen zunächst die Ein- und Ausgabe betrachtet und somit ein Überblickswissen vermittelt wird, erfolgt anschließend der Übergang zu dem inneren Aufbau und der Funktionsweise dieser Black Boxes.
- Jedes RoboTea-Modul enthält Übungsaufgaben in zwei Schwierigkeitsstufen (grundlegend, erhöht). Entscheidet sich die Lehrkraft, das RoboTea-Modul nicht als zentralen Unterrichtsgegenstand unter Verwendung der enthaltenen Lernsituation zu verwenden, sondern das Modul unterrichtsbegleitend einzusetzen, so werden lediglich die grundlegenden robotikbasierten Übungsaufgaben bearbeitet. Bei Verwendung des RoboTea-Moduls als vertiefender Einsatz werden die Übungsaufgaben der erhöhten Schwierigkeitsstufe bearbeitet.

2.2 Allgemeiner RoboTea-Unterrichtsverlauf

Im Sinne des geforderten handlungsorientierten Unterrichts erfolgt der Unterrichtsverlauf innerhalb eines RoboTea-Moduls im Rahmen einer vollständigen Handlung, in der die Phasen „Informieren“, „Planen/Entscheiden“, „Umsetzen“, „Kontrollieren/Auswerten“ solange nacheinander durchlaufen werden, bis die Problemlösung zufriedenstellend erfolgt ist. Die zeitlichen Rahmen der einzelnen Phasen sind abhängig von der zu vermittelnden fachlichen Kompetenz und der jeweiligen Schülerklientel und sind somit nicht einheitlich. Jedes RoboTea-Modul mündet in der Erstellung eines hard- und/oder softwaremäßigen Produktes.

Bei gewünschter Durchführung eines RoboTea-Unterrichts sind von der Lehrkraft im Rahmen der Unterrichtsplanung zunächst folgende Elemente festzulegen:

- a) Lernpfad (RoboTea-Module): Welche fachlichen Kompetenzen sollen vermittelt werden?
- b) Einsatzart: Soll der Robotereinsatz als zentraler Unterrichtsgegenstand, unterrichtsbegleitend oder zwecks Vertiefung bereits vorhandener Kenntnisse erfolgen?
- c) Falls der Robotikeinsatz als zentraler Unterrichtsgegenstand erfolgt: Entspricht die in dem RoboTea-Modul enthaltene Lernsituation den eigenen Vorstellungen? Sind hier ggf. Anpassungen vorzunehmen?
- d) Zeitrahmen: Entsprechen die in den RoboTea-Modulen enthaltenen Zeitrichtwerte der unterrichtlichen Situation z.B. bzgl. der eigenen Schülerklientel?

Nach Vorstellung der robotikbasierten Lernsituation durch die Lehrkraft, informieren sich die Lernenden in Gruppenarbeit zunächst über bislang unbekannte Sachverhalte der

Problemstellung. In der sich anschließenden Planungsphase wird die Problemlösung geplant, d.h. es wird festgelegt, welche Schritte notwendig sind, um das robotikbasierte Problem zu lösen. Nach der Planung erfolgt die Umsetzung der geplanten Lösungsschritte, so dass hier die eigentliche Roboterprogrammierung oder –konstruktion erfolgt. Wurde das Problem nicht zufriedenstellend gelöst, informieren sich die Lernenden erneut, planen wiederum die Problemlösung, usw. Bei zufriedenstellender Problemlösung präsentieren die Schülergruppen ihre Ergebnisse anschließend im Plenum. Da es sich bei den Lernsituationen grundsätzlich um konkrete Problemstellungen handelt, erfolgt im Anschluss an die Präsentationsphase noch eine Zusammenfassung und Verallgemeinerung der Problemstellung in Form eines Lehrer-Schüler-Gespräches, so dass ein Transfer der konkreten Problemstellung auf ähnliche Problemstellungen für die Lernenden erleichtert wird. Abschließend erfolgt die Bewertung der Schülerleistungen durch die Lehrkraft.

3 Das mobile Robotersystem „myBot“

In robotikbasierten Unterrichtseinheiten werden häufig Fertigroboter wie z.B. FESTO-Robotino [MO12] oder Roboterbausätze wie z.B. LEGO-Mindstorms [SC05] verwendet. Fertigroboter wie z.B. FESTO-Robotino [FE12], NI LabVIEW Robotics Starter Kit [NI12] oder Volksbot [FR12] mit Preisen zwischen 1600 Euro und 6500 Euro¹ sind für viele berufsbildende Schulen nicht finanzierbar. Die RoboTea-Anforderung, dass jeder Lernende einen eigenen Roboter erhält, mit dem nicht nur in der Schule, sondern auch zuhause gearbeitet werden kann, ist damit nicht realisierbar. Gegen die Verwendung von Fertigrobotern spricht ebenfalls die im Sinne des von S. Papert definierten Konstruktivismus fehlende Möglichkeit der individuellen Konstruktion und die damit verbundene niedrigere Identifikation und Motivation bzgl. der Beschäftigung mit diesem System.

Roboterbausätze wie z.B. LEGO-Mindstorms [LE13] oder Fischertechnik-ROBO [FI13] erfüllen zwar die Anforderung, eigene Konstruktionen vornehmen zu können, sie liegen mit Preisen zwischen 200 Euro und 300 Euro¹ jedoch ebenfalls in Bereichen, bei denen die Anschaffung eines Systems pro Schüler kaum finanzierbar ist. Diese Roboterbaukästen besitzen zudem den Nachteil, dass Technik aufgrund der Anwender ab dem Grundschulalter weitestgehend „versteckt“ wird. Eigene Erweiterungen sind häufig nur schwer möglich und benötigen Spezialbauteile (z.B. LEGO-Spezialstecker). In der beruflichen Bildung technischer Fachrichtungen sollte Technik jedoch erkennbar und messtechnisch leicht verifizierbar sein. Ebenso sollten Änderungen und eigene Erweiterungen bzgl. der bestehenden Technik durchführbar sein. Diese Anforderungen erfüllt z.B. die im Hochschulbereich u.a. in der Lehre eingesetzte mobile Robotikplattform MoRob [WA04], die modular aufgebaut ist und eine Vielzahl von Hard- und Software-Schnittstellen für eigene Erweiterungen bereitstellt. Da mit diesem mobilen System jedoch auch komplexe und schwere Elemente transportierbar sind, ist es entsprechend groß und mit Kosten von einigen tausend Euro pro System kaum finanzierbar. In Anlehnung an MoRob wurde innerhalb von RoboTea daher ein

¹ Stand März 2013

Robotiksystem entwickelt, das ebenso wie MoRob modular aufgebaut ist und über eine Vielzahl von Schnittstellen für eigene Erweiterungen verfügt, jedoch klein (17cm x 11cm x 11cm, LxBxH) und kostengünstig (ca. 80 Euro bis 150 Euro) ist. Dieses System ist von den Lernenden zeit- und ortsunabhängig einsetzbar, so dass es sowohl während des Unterrichts als auch zuhause z.B. zur Durchführung von Programmierübungen nutzbar ist. Jeder Lernende erhält daher einen eigenen mobilen Roboter, der von ihnen käuflich erworben wird. Die Lernenden sind hierbei für die individuelle Gestaltung ihres Roboters sowie die sachgerechte Umgangsweise mit dem System verantwortlich. Das mobile Robotersystem erhält daher auch die Bezeichnung „myBot“ als Abkürzung für „my Robot“ – der eigene Roboter der Schülerinnen und Schüler.

Das myBot-System besitzt folgende Eigenschaften:

- Mechanischer Aufbau:
Das myBot-System ist kein fester Bausatz, sondern besteht aus Komponenten, die von den Lernenden individuell zusammengesetzt, angepasst und erweitert werden können.
- Programmierung:
Zur Einführung in die Programmierung eignet sich die grafische Programmierumgebung „Scratch“ [MI13]. Sie stellt ebenfalls einen geeigneten Übergang zur Programmierung mittels höherer Programmiersprachen dar [LE07]. Programmierbefehle werden bei Scratch als Puzzleteile dargestellt, die nur dann zusammenpassen, wenn sie syntaktisch korrekt angeordnet sind. Syntaxfehler sind bei der Programmierung somit ausgeschlossen. Aufgrund der Eignung der Scratch-Programmierung für Programmierneulinge, wurde diese Programmiermöglichkeit auch für das myBot-System entwickelt und bereitgestellt. Zusätzlich ist das myBot-System mittels gängiger Hochsprachen wie z.B. C++ oder C# programmierbar. Ein typisches Einsatzgebiet der Programmierung in technischen Berufen ist die Automatisierung technischer Anlagen. Daher wurde eine Applikation entwickelt, die die myBot-Programmierung zusätzlich mittels simulierter verbindungsprogrammierter Steuerungen ermöglicht. Hiermit kann nicht nur das myBot-System selbst gesteuert werden, sondern es ist auch eine Steuerung von Modellen technischer Anlagen möglich, die an das myBot-System angeschlossen sind.
- Steuereinheit:
Kernelement des myBot-Systems ist eine Steuereinheit, die mittels eines modular aufgebauten Mikrocontrollersystems vom Typ „.NET Gadgeteer“ [MC12] realisiert wird. Das .NET-Gadgeteer-Mikrocontrollersystem enthält standardisierte Steckplätze, über die sich eine Vielzahl von Komponenten wie Sensoren und Aktoren ohne die Notwendigkeit des Lötens anschließen lassen. Schülerinnen und Schüler ohne Vorkenntnisse können mit Hilfe des .Net-Gadgeteer-Systems schnell eigene Roboter-Prototypen zusammenstecken. Fortgeschrittene Schülerinnen und Schüler können hingegen eigene Komponenten wie z.B. die Motorsteuerung selbst entwickeln und über das System betreiben.



Abbildung 2: Variante eines myBot-Systems

4 Bisherige Untersuchungsergebnisse

Anhand von 114 Schülerinnen und Schülern (Alter zwischen 16 und 24 Jahren) eines Beruflichen Gymnasiums Technik mit Schwerpunkt Informationstechnik (Jahrgangsstufe 11 und 12) sowie einer Berufsoberschule Technik (Jahrgangsstufe 13) wird derzeit untersucht, ob die Anwendung des RoboTea-Konzeptes neben der Förderung der Motivation, sich mit den Inhalten der Informationstechnik zu beschäftigen, zu einer signifikanten Förderung fachlicher Kompetenzen in diesem Bereich führt.

Bisherige Ergebnisse:

- a) *Führt die Anwendung des RoboTea-Konzeptes zu einer Erhöhung der fachlichen Kompetenz im Bereich der Informationstechnik?*

Es können bislang Aussagen bzgl. der Bereiche Programmierung und Steuerungstechnik getroffen werden:

Die Programmierung des myBot-Systems mittels der auf Scratch basierenden Programmierumgebung führt bei Programmierneulingen schnell zu Erfolgserlebnissen, so waren 90% (103 Personen) der Lernenden nach vier Unterrichtsstunden (Modul P1) in der Lage, ihnen unbekannte imperativ arbeitende Programme, die Wiederholungs- und Entscheidungsstrukturen beinhalten, korrekt zu analysieren.

Die Bearbeitung des Lernmoduls der Steuerungstechnik (S) wird derzeit von 14 Schülergruppen (3 bis 4 Personen pro Gruppe) durchgeführt. Es wurde die myBot-Motorsteuerung entwickelt und umgesetzt, so dass die hierzu notwendigen elektrotechnischen Inhalte korrekt erarbeitet wurden. Alle Schülergruppen haben korrekt funktionierende Steuerungen zur Implementierung der Roboterbewegung entwickelt und umgesetzt, so dass die hierzu notwendigen fachlichen Kompetenzen erworben wurden.

- b) *Wirkt die Anwendung des RoboTea-Konzeptes motivierend auf Schülerinnen und Schüler, sich mit Inhalten der Informationstechnik zu beschäftigen?*

75% (86 Personen) der Lernenden zeigte ein hohes Interesse an der Arbeit mit dem myBot-System, das sich u.a. in der Formulierung eigener myBot-Problemstellungen äußerte. 10% (11 Personen) der Lernenden zeigte ein sehr hohes Interesse, indem sie sich außerhalb des Unterrichts selbstständig in die myBot-Programmierung mittels einer höheren Programmiersprache eingearbeitet haben. Völliges Desinteresse war bei keinem Lernenden identifizierbar. 45% (51 Personen) der Lernenden haben in ihrer Freizeit eigene Anpassungen und Erweiterungen an dem myBot-System vorgenommen. Aufgrund des Interesses am Umgang mit dem myBot-System, wurde eine Robotik-AG gegründet, an der zurzeit 15% (17 Personen) der Lernenden wöchentlich in der 9./10. Stunde und somit in ihrer Freizeit teilnehmen.

Innerhalb des bislang umgesetzten RoboTea-Konzeptes (Module I1, P1 und S) konnten folgende Faktoren zur Förderung der Motivation ermittelt werden:

- Schnelle Erfolge bei Programmierneulingen bzgl. der myBot-Programmierung mittels der auf Scratch basierenden Programmierumgebung.

- Die direkte Umsetzung eigener Programme in physikalische Bewegungen. Dieses betrifft sowohl Bewegungen des myBot-Systems, als auch mittels myBot durchgeführte Steuerungen externer technischer Anlagen.
- Starke Identifikation der Schülerinnen und Schüler mit dem myBot-System und den dort individuell vorgenommenen Anpassungen und Erweiterungen.
- Ortsunabhängige Verfügbarkeit des myBot-Systems: Da das myBot-System auch zuhause verfügbar ist, können Ergebnisse dort z.B. den Eltern präsentiert werden. Zudem können eigene Anpassungen und Erweiterungen am myBot-System außerhalb der Schule durchgeführt werden.

c) *Bietet das RoboTea-Konzept eine Hilfestellung bei der Planung und Durchführung informationstechnischen Unterrichts?*

Rückmeldungen der beteiligten Lehrkräfte zeigen, dass die bereitgestellten Unterrichtshinweise und –materialien eine gute Unterstützung für die Vermittlung darstellen. Die in den Lernmodulen enthaltenen Lernsituationen und zugehörigen Unterrichtshinweise bilden einen „roten Faden“ bzgl. der Vermittlung und stellen somit eine gute Planungsgrundlage dar. Die Unterrichtsmaterialien sind jedoch auch an einigen Stellen zu überarbeiten, so wurde z.B. die Entwicklung der myBot-Motorsteuerung von den Lehrkräften als zu aufwendig beurteilt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit RoboTea wurde ein Verfahren vorgestellt, dass in Oberstufen berufsbildender Schulen technischer Fachrichtungen eingesetzt werden kann und der Vermittlung grundlegender Konzepte der Informationstechnik dient. Anhand von Beispielen aus der Programmierung und der Steuerungstechnik konnte gezeigt werden, dass dieses Verfahren geeignet ist, fachliche Kompetenzen aus dem Bereich der Informationstechnik zu vermitteln. Ein wesentliches RoboTea-Merkmal ist der unterrichtliche Einsatz des als Lernträger dienenden mobilen Roboters myBot, der von den Lernenden individuell konstruiert wird und den jeder von ihnen zur zeit- und ortsungebundenen Nutzung besitzt. Die Schülerinnen und Schüler nutzen das myBot-System daher sowohl in der Schule zur Durchführung des RoboTea-Unterrichts als auch zuhause zur Durchführung von Übungen. Es hat sich gezeigt, dass viele Schülerinnen und Schüler das myBot-System auch in ihrer Freizeit nutzen und Programmierungen vornehmen oder das System anpassen und erweitern, so dass hier eine erhöhte Motivation sichtbar wird.

Zurzeit beschränkt sich die RoboTea-Untersuchung auf die RoboTea-Module Informationstechnik (I1), Programmierung (P1) und Steuerungstechnik (S). Für genauere Untersuchungsergebnisse sind weitere Lernmodule auszuarbeiten und zu testen. Ebenso sind die bisherigen Lernmodule zu überarbeiten. So hat sich z.B. gezeigt, dass die Konstruktion und Umsetzung der myBot-Motorsteuerung zu zeitaufwendig ist. Für eine nachhaltige Einführung des RoboTea-Unterrichts ist zudem eine Fortbildung für Lehrkräfte durchzuführen, in der sowohl das RoboTea-Konzept verdeutlicht wird, als auch eine Einführung in den Umgang mit dem myBot-System und dessen vielfältigen Möglichkeiten der Programmierung erfolgt.

Literaturverzeichnis

- [FE12] Festo Didactic: Lernsystem Robotino – Forschen und lernen mit Robotern, Festo Didactic, Denkendorf, 2012
URL: <http://www.festo-didactic.com/de-de/lernsysteme/robotino-forschen-und-lernen-mit-robotern>
- [FI13] Fischertechnik, ROBO
URL: <http://www.fischertechnik.de/home/produkte/computing.aspx>
- [FR10] Bredenfeld, A.; Leimbach, T.; Theidig, G.; Trella, S.; Breuer, T.: Roberta - Grundlagen, Roberta - Reihe Band 1, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart, 2010
- [FR12] Fraunhofer Institut, VolksBot, URL: <http://www.volksbot.de/>
- [GR06] Grimheden, M., Hanson, M.: The Lab in Your Pocket – A modular approach to experimental learning in Mechatronics, in *Mechatronics Engineering Education*, Doctoral Thesis M. Grimheden, S.261-273, KTH School of Industrial Engineering and Management, Stockholm, 2006
- [LE07] Leitner, H. H.; Malan, D. J.: Scratch for Budding Computer Scientists, Proceeding SIGCSE'07, S. 223-227, ACM, New York, USA, 2007
- [LG13] LEGO, Mindstorms, URL: <http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>
- [MC12] Hammil, K.; Hodges, S.; Miller, C.; Scott, J.; Villar, N.: .NET Gadgeteer: A Platform for Custom Devices, Pervasive 2012, LNCS 7319, S. 216-233, Springer, Heidelberg, 2012
- [MI13] Lifelog Kindergarten Group, MIT Media Lab: Project Scratch
URL: <http://scratch.mit.edu>
- [MO12] Motz, F.; Riedl, A.: Mobile Robotik im Berufsschulunterricht, in *Die berufsbildende Schule*, Heft 7/8 2012, S. 235-239, dbb Verlag GmbH, Berlin, 2012
- [NI12] National Instruments, NI LabVIEW Robotics Starter Kit für Ausbildung und Lehre,
URL: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/de/nid/208018>
- [NK11] Niedersächsisches Kultusministerium: Ergänzende Bestimmungen für das berufsbildende Schulwesen (EB-BbS) 2011, Abschnitt 2.7,
URL: http://www.mk.niedersachsen.de/download/61881/Ergaenzende_Bestimmungen_fuer_das_berufsbildende_Schulwesen_2011_-_Lesefassung_.pdf
- [PA80] Papert, S.: Mindstorms: children, computers and powerful ideas, Basic Books Inc., New York, 1980
- [PA94] Papert, S.: Revolution des Lebens, Verlag Heinz Heise, Hannover, 1994
- [PE04] Petre, M.; Price, B.: Using Robotics to Motivate 'Back Door' Learning. In *Education and Information Technologies*, Volume 9, S.147-158, Springer Netherlands, 2004
- [RU04] Ruiz-del-Solar, J.: Robotics Courses for Children as a Motivation Tool. In *IEEE Transactions on Education*, Volume 47, Nr. 4, Santiago, Chile, 2004
- [SC05] Schecker, H.; Schelhowe, H.: Wissenschaftliche Begleitung des Projekts ROBERTA – Mädchen erobern Roboter – Abschlussbericht, Universität Bremen, 2005
URL: http://dimeb.informatik.uni-bremen.de/documents/Wiss.Begl.Abschlussb_Oktober_2005.pdf
- [ST08] Struwe, U.: Abschlussbericht ProfiBot, Fraunhofer - Institut Intelligente Analyse- und Informationssysteme, Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e.V., Sankt Augustin, Bielefeld, 2008
- [WA04] Wagner, B.; Hohmann, P.; Gerecke, U.; Brennecke, C.: Technical Framework for Robot Platforms in Education, International Conference on Engineering Education and Research, iCEER'04, Olomouc, Czech Republic, 2004