

# Begabtenförderung mit LEGO Mindstorms

Monika Di Angelo, Klaus Berger, Aida Schönbauer  
Technische Universität Wien, Institut für Rechnergestützte Automation  
diangelo@auto.tuwien.ac.at

*Der Einsatz von Lego Mindstorms NXT zur gezielten Förderung von hochbegabten Schüler/innen wird untersucht und diskutiert. Sowohl Lego Mindstorms im schulischen Einsatz, als auch Hochbegabungsförderung allgemein sind in der Literatur gut dokumentiert, und der Stand des Wissens ist als sehr fortgeschritten zu bezeichnen. Die Kombination beider Gebiete wurde bisher jedoch wenig untersucht. In jeder Klasse findet sich der eine oder die andere Hochbegabte, doch sie verhalten sich sehr unterschiedlich. Daraus ergibt sich, dass die Fördermaßnahmen zwingend individualisiert ausfallen müssen. Gerade das bewerkstelligen die Lego Mindstorms Materialien hervorragend. In diesem Paper wird zunächst auf die beiden Themen Hochbegabung und Lego Mindstorms eingegangen, anschließend werden Fördermaßnahmen betrachtet. Schließlich folgen Praxisberichte.*

## 1 Einführende Bemerkungen

Durch die rasante Entwicklung im Bereich „Educational Robotics“ ist es heutzutage möglich, Roboter im Unterricht einzusetzen, und das für eine Vielzahl an Themengebieten. Das bekannteste und am intensivsten untersuchte, sich im Unterrichtseinsatz befindende Robotersystem ist Lego Mindstorms. Die existierenden wissenschaftlichen Untersuchungen zu den Lego Mindstorms verweisen auf eine besonders hohe Akzeptanz und Eignung, auch für Kinder im Volksschulalter.

Der modulare Aufbau des Systems und die scheinbar unbegrenzte Anzahl an damit umsetzbaren Projekten in den unterschiedlichsten Themengebieten ermöglichen eine besonders individuelle Förderung von Jugendlichen.

Begabtenförderung ist zwar in den Lehrplänen der Volksschule und AHS vorgesehen, es existiert aber kein einheitliches Konzept über das Ausmaß und den Inhalt. Herrschende Meinung und Grundbedingung ist jedoch, dass die Förderung individuell gestaltet wird und auf die Bedürfnisse der zu fördernden Hochbegabten eingeht.

In fast jeder Klasse findet sich der eine oder die andere Hochbegabte. Jedoch fallen diese oft nicht durch gute Leistungen, sondern in Gegenteil eher durch schlechte Noten oder wegen ihres Verhaltens auf. Nicht selten werden sie sogar zu Schulaussteiger/innen. Hier wäre eine gezielte Förderung notwendig.

## 2 Hochbegabung

Hochbegabung lässt sich nicht hinreichend durch einen Satz beschreiben, und es gibt keine allgemein gültige Definition. Jedenfalls ist sie eine Kombination aus ererbten und erworbenen Merkmalen, wobei manche Modelle Veranlagung mit Interesse gleichsetzen. Die Umwelteinflüsse sind je nach Modell unterschiedlich. Erst wenn alle Definitionskriterien eines Modells erfüllt sind, spricht man von Hochbegabung im Sinne dieses Modells. Für eine vertiefte Darstellung von Hochbegabungsmodellen sei beispielsweise auf [MÖ92], [RE78], [PR05] und [AL07] verwiesen.

Nicht alle Hochbegabten verhalten sich gleich. So können laut [BE88] sieben verschiedene Profile unterschieden werden: **Die erfolgreichen Schüler/innen** leben die klassische Vorstellung von Hochbegabung. Sie sind perfektionistisch, bringen gute Leistungen, wollen von den Lehrkräften bestätigt werden, vermeiden dabei jedoch das Risiko. Des Weiteren fallen sie durch ein gefügiges und abhängiges Verhalten auf. **Die Herausforderer** haben große Stimmungsschwankungen, sind jedoch ehrlich und direkt. Auch verbessern sie gerne den Lehrer, haben eine geringe Selbstkontrolle und eine Vorliebe für praktisches Handeln und Diskutieren. **Die Rückzieher** stehen nicht zu ihrer Begabung oder sind sich ihrer kaum bewusst. Sie vermeiden Herausforderungen und sind ständig auf der Suche nach sozialer Akzeptanz. **Die Aussteiger** sind klassische Underachiever. Sie fallen durch unregelmäßige Teilnahme am Unterricht auf, stören und erreichen mittelmäßige oder niedrige Schulleistungen. **Die Lern- und Verhaltensgestörten** sind ebenfalls Underachiever. Sie liefern nur geringe oder mittelmäßige Schulleistungen, arbeiten inkonsistent und stören den Unterricht. **Die Selbstständigen** fallen durch gutes Sozialverhalten, selbständige Arbeitsweise und intrinsische Motivation auf. Sie vertreten ihre Auffassungen und verteidigen diese auch.

Daraus ergibt sich, dass die Fördermaßnahmen zwingend individualisiert ausfallen müssen, da die Profile in höchstem Maße verschieden sind. Außerdem sieht man eine deutliche Diskrepanz zwischen tatsächlich gezeigter Leistung und Potential [BE88]. Welches Profil Hochbegabte einnehmen, hängt von ihrem sozialen Umfeld, ihren Lehrern und ihrer Einstellung ab. Besonders Underachiever sind schwer als hochbegabt zu erkennen, da sie ihre Begabung oft verbergen. Gründe dafür sind mangelnde Herausforderung, permanente Unterforderung oder soziale Ausgrenzung. Oft werden sie von ihrem Umfeld, aufgrund ihres auffälligen Verhaltens, als nicht kompetent oder wenig intelligent eingestuft, und die Hochbegabung bleibt unentdeckt.

### 3 LEGO Mindstorms NXT

Das Lego Mindstorms NXT Set ist ein Roboterbaukasten mit einem zentralen, programmierbaren Baustein. Er besteht aus einer 32-bit CPU mit 256KB Flash Speicher und 64KB RAM. Der Baustein kann über 4 Sensoren (Licht-, Geräusch-, Ultraschall- und Tastsensor) und 3 Motoren mit der Umwelt interagieren. Das Set ist kompatibel mit den übrigen Lego-Bauteilen, besonders mit der Lego-Technik-Serie.

Es ist speziell für den Unterrichtseinsatz konzipiert und besticht zudem durch seine Einfachheit. Sowohl die Roboter selbst, als auch die eingesetzte Drag&Drop-Programmieroberfläche sind leicht zu bedienen. Dadurch sind bereits Kinder im Volksschulalter in der Lage, diese zu verwenden und erste Erfahrungen im Programmieren, Problemlösen und Konstruieren zu sammeln [WE04], [MC04].

### 4 Begabtenförderung

Grundlegend wird zwischen zwei verschiedenen Fördermaßnahmen unterschieden: Dem **Enrichment** und der **Akzeleration**. Beide Maßnahmen können außerdem entweder außerschulisch oder im Schulbetrieb zur Förderung verwendet werden.

Bei der Akzeleration wird das Standardlehrprogramm schneller durchlaufen (beschleunigt). Maßnahmen sind z.B.: vorzeitiger Eintritt in die Volksschule, vorzeitiger Abschluss der Schule, Überspringen von Schulstufen oder fächerweises Überspringen. Durch die Akzelerationsmaßnahmen werden die Begabten in hohem Maße aus ihrem herkömmlichen Klassenverband extrahiert.

Enrichment hingegen dient der Erweiterung des Lehrangebots, und zwar entweder in die Tiefe oder in die Breite. Beim horizontalen Enrichment werden weitere, meist speziell auf die

Hochbegabten angepasste Themen angeboten, während das vertikale Enrichment eine Vertiefung und Intensivierung des Unterrichtsstoffes vorsieht, ohne dabei im Stoff vorzugreifen. Enrichment findet in den verschiedensten Formen statt, z.B.: Arbeitsgemeinschaften, erweiternde Kurse, Einsatz von Hochbegabten als Tutoren für andere Schüler, alternative Darbietungsweisen. Beim Enrichment werden die Hochbegabten nicht aus dem Klassenverband herausgerissen. Sie werden jedoch anders behandelt als die meisten ihrer Schulkollegen, wobei es auf die Pädagogen ankommt, wie dies von den anderen Schülern angenommen wird. Werden alle Schüler/innen von der Lehrkraft individuell berücksichtigt und gefördert, sind keine Probleme zu erwarten.

In der Praxis werden Mischformen der beiden Maßnahmen eingesetzt. So wird der Unterrichtsstoff oft zügiger durchgenommen, und die gewonnene Zeit zur individuellen Erweiterung des Lehrstoffs genutzt.

#### 4.1 Begabtenförderung in Österreich

Die Begabtenförderungsmaßnahmen in Österreich liegen im guten EU-Durchschnitt [WEB01]. Dennoch gibt es in Österreich keine zentral organisierte Begabtenförderung. In den Lehrplänen der unterschiedlichen Schulstufen ist stets ein Freigegegenstand „Interessen- und Begabungsförderung“ zu finden. Je nach Engagement der jeweiligen Schulen bieten diese zusätzliche Fördermaßnahmen während der Unterrichtszeit an. Die derzeitigen außerschulischen Fördermaßnahmen beruhen meist auf freiwilligen Initiativen der Bundesländer oder Schulen [WEB02].

Ein österreichweites einheitliches Fördermodell ist derzeit noch nicht vorhanden. Zwar nehmen die Förderangebote stets zu, jedoch ist die Reichweite dieser Angebote lokal stark begrenzt. Ein weiteres Problem dieser individuellen Kurse ist die fehlende objektive Kontrollmöglichkeit. Es gibt derzeit noch keinerlei Richtlinien, um einen Kurs als begabtenfördernd einstufen zu können. Diesem Problem nimmt sich das Österreichische Zentrum für Begabtenförderung und Begabtenforschung an. [WEB02]

#### 4.2 Mindstorms zur Begabungsförderung

Laut österreichischem Lehrplan für die Begabtenförderung muss der Inhalt individuell auf das Kind abgestimmt sein und auf die Interessen des Kindes eingegangen werden. Diese Forderungen können mit Lego Mindstorms erfüllt werden. Die folgende Aufstellung gibt einen Überblick, warum sich Lego Mindstorms besonders gut zur Förderung von Hochbegabung eignet:

- **Lego:** Die meisten Kinder kennen Lego und verbinden damit Spiel und Spaß.
- **Modularität:** Lego bietet, angefangen von bunten Bausteinen bis hin zu erstklassigen Sensoren, eine riesige Palette an Teilen an, die miteinander kombinierbar sind.
- **Individualisierbarkeit:** Probleme können auf unterschiedlichste Weise, egal ob einfach oder kompliziert, gelöst werden.
- **Skalierbarkeit:** Aufgabenstellungen können sehr einfach im Schwierigkeitsgrad angepasst werden, so dass sich mit dem Set sowohl für die jüngeren (ab etwa 8 Jahren) als auch die Jugendlichen (16+) spannende, fordernde Aufgaben finden lassen.
- **Community:** Die Lego Community ist weltweit aktiv und steht allen Interessierten mit Rat und Tat zur Seite und unterstützt dadurch das eigenverantwortliche und selbstständige Lernen.

Auch die mit Lego Mindstorms abdeckbaren Themengebiete sind sehr weitreichend. Beinahe alle schulischen Themengebiete [WE04] können mit den Lego Roboter gelehrt und vor Allem bereichert werden, denn durch die Roboter wird den Kindern die Möglichkeit gegeben, die theoretische Komponente des Lernens durch eine greifbare, praktische Komponente wahrzunehmen und, vielmehr noch, zu erproben.

Es sei noch anzumerken, dass sich nicht jede Art von Hochbegabung durch Lego Mindstorms fördern lässt. Feinmotorisch unterbegabte Kinder würden hohe Frustration beim Arbeiten mit dem System erleiden, da sie durch ihre manuelle Fähigkeiten nicht in der Lage wären, die Roboter zusammenzubauen. Hier sei nochmals erwähnt, dass die gewählten Aufgaben die Kinder nicht überfordern dürfen.

Im Planunterricht sowie außerschulisch lassen sich mit Lego Mindstorms dadurch sowohl Akzelerations- als auch Enrichmentangebote für Hochbegabte umsetzen. Wissenschaftliche Artikel zum Einsatz von Lego Mindstorms zur Förderung von Hochbegabung sind sehr selten, jedoch lassen sich die Artikel über Lego Mindstorms im Unterricht indirekt auf Hochbegabtenförderung ummünzen.

Der Einsatz von Lego Robotern als Unterrichtsmaterial führt scheinbar automatisch zu bestimmten Lehrmethoden und –gepflogenheiten. In allen untersuchten Artikeln wurde zumindest eines der folgenden Schlagwörter gefunden: „Learning by Doing“, „Problem Based Learning“, Konstruktivismus, Konstruktionismus. Jede dieser eng miteinander verknüpften Methoden zielt auf das individuelle Erfahren und eigenständige Lösen von Problemen ab [LA99], [KA06]. Durch diese offene Art zu lernen und zu erfahren ist das Gelernte nicht nur kontextlose Information, sondern einsetzbares und später abrufbares Wissen. Diese Lernweisen und Methoden sind für Hochbegabte bestens geeignet und unterstützen deren individuelle Förderung [DE02], [MA09], [WA06].

### **5 Begabtenförderungskurs „Robotix“ am BRG6, Marchettigasse**

Seit dem Schuljahr 2003/2004 werden am BRG 6, Marchettigasse Kurse für begabte und interessierte Schüler/innen im Fach Informatik abgehalten. Robotix ist ein Enrichment-Angebot des BRG 6 für alle Jahrgangsstufen.

Alle konstruktiven Tätigkeiten, d.h. Entwerfen und Bauen der Roboter werden im 50 m<sup>2</sup> großen EDV-Labor mit 14 PCs durchgeführt. In der Mitte des Labors befindet sich ein großer Werk Tisch, der für das Bauen der Roboter geeignet ist, sowie ausreichend Freifläche rund um den Tisch, um die Roboter am Boden auszutesten.

Auf den 2GHz+ PCs ist Windows XP eingerichtet und die LEGO Mindstorms Software lokal installiert. Kopfhörer, die für das Anhören der LEGO-Tutorials (Bestandteil der LEGO-Software) nötig sind, werden an die Soundausgänge angeschlossen. Um die Programme vom PC auf den LEGO-Baustein zu laden, werden USB-Anschlüsse verwendet.

Als Einstieg wird meist ein Film vorgeführt, der einen Roboter „in Action“ zeigt. Der Film wird von den Kindern durchwegs positiv aufgenommen und ruft starkes Amüsement hervor. Danach erfolgt die Einteilung in Zweier- und Dreiergruppen. Nach einigen freien Übungen, um sich an die Programmierumgebung zu gewöhnen, werden konkrete Aufgaben gestellt, wie:

- „Folge einem (am Boden für den Sensor sichtbaren aufgemalten) Pfad“.
- „Bewege dich innerhalb eines (am Boden für den Sensor sichtbaren aufgemalten) abgegrenzten Gebiets“. Um die Aufgabenstellung optisch aufzupeppen (ohne dabei die Anforderungen inhaltlich zu verändern) wird sie erweitert um die Anforderung, dieses Gebiet von (vorher darauf verstreuten) LEGO-Steinen freizumachen.
- „Finde durch ein Labyrinth“.

Dieser Kurs wurde auch für die Sommerakademien in NÖ und Wien verwendet. Die SOAK für NÖ setzte sich aus einer homogenen Gruppe von 13 – 15jährigen zusammen. Auch bei den SOAKn für Wien handelte es sich um relativ homogene Gruppen.

Die Kinder werden dazu angehalten, Berichte über das Erlebte im Kurs zu verfassen. Hier ein Auszug der durchwegs positiven Reaktionen:

- „Mir hat gefallen: das gemeinsame Arbeiten im technischen Bereich, Berichte über Technisches zu verfassen und dass es allen Spaß gemacht hat. Das viele Schreiben hat mit weniger gefallen. Gelernt habe ich, dass mind storm=Geist(Sinn) Sturm und Sensor=Fühler. Für die Zukunft wünsche ich mir, wieder mitmachen zu dürfen und einen ähnlichen Aufbau wie dieses Mal. Danke.“
- „Am meisten hat mir das Programmieren gefallen. Mir hat alles gefallen. Ich habe ein bisschen das Programmieren gelernt. Für die Zukunft wünsche ich mir noch einmal so etwas zu machen.“
- „Mir hat das Roboterbauen am besten gefallen. Mir ist das Programmieren am schwersten gefallen. Das leichteste war das Schreiben am PC. Mir hat Robotix sehr gut gefallen.“

## Literatur und Referenzen

- [AL07] C. Alvarez: Hochbegabung: Tipps für den Umgang mit fast normalen Kindern. Originalausgabe, Deutscher Taschenbuch Verlag, 2007.
- [BE09] K.Berger: Begabtenförderung mit LEGO. Diplomarbeit an der TU Wien, 2009.
- [BE88] G.Betts, M.Neiart: Profiles of the Gifted and Talented. In: Gifted Child Quarterly 32(2), 1988.
- [DE02] J.R. Delisle: Barefoot Irreverence: A Collection of Writings on Gifted Child Education. Prufrock Press, 2002.
- [KA06] A. Karoulis: Evaluating the Lego-RoboLab interface with experts. In: Comput. Entertain. 4 (2), 2006.
- [LA99] K.W. Lau et.al.: Creative learning in school with Lego(R) programmable robotics products. FIE'99 Frontiers in Education Conference 1999.
- [MA09] D.J. Matthews, J. Foster: Being Smart about Gifted Education: A Guidebook for Educators and Parents. 2. Ausgabe, Great Potential Press, 2009.
- [MG04] C. McGoldrick, M. Huggard: Peer learning with Lego Mindstorms. FIE'04 Frontiers in Education Conference, 2004.
- [MÖ92] F.J. Mönks: Ein interaktionales Modell der Hochbegabung. In: E.A.Hany & H.Nickel (eds) Begabung und Hochbegabung, Bern: Huber, 1992.
- [PR05] C. Pruisken: Interessen und Hobbys hochbegabter Grundschulkindern. Waxmann Verlag, 2005.
- [RE78] J.S. Renzulli: What makes Giftedness? Reexamining a definition. In: Phi Delta Kappa 60, 1978.
- [SC04] A.Schönbauer: ROBOTIX – Einführung in den Roboterbau und die Programmierung. ECHA-Diplomarbeit, 2004.
- [WA06] B. Wallace, G.I. Eriksson: Diversity in gifted education: international perspectives on global issues. Routledge, 2006.
- [WE04] T.L. Weisheit: Using practical toys, modified for technical learning. In: Crossroads 10(4), 2004.
- [WEB01] Spezifische Bildungsmaßnahmen zur Förderung aller Arten von Begabung an Schulen in Europa (abgefragt am 14.11.2009) <http://eacea.ec.europa.eu/portal/page/portal/Eurydice/showPresentation?pubid=082DE>
- [WEB02] Begabungs- und Begabtenförderung als Chance für die Zukunft unseres Landes. Eine Strategie für Österreich. ÖZBF (abgefragt am 14.11.2009) <http://www.begabtenzentrum.at/wcms/index.php?id=481,666,0,0,1,0>