

**Protokoll** von Prof. Dr. E. Nowotny zum **Vortrag von Prof. Dr. Manfred Hild**, Beuth Hochschule für Technik Berlin, im Rahmen des **Hegau-Bodensee-Seminars** am 6.10.2014 im Alexander-von-Humboldt Gymnasium Konstanz

Titel des Vortrages: „**My Square Lady**“ – **Der humanoide Roboter Myon auf dem Weg zum Opernstar**

In der einleitenden Begrüßung stellte Frau Dr. Norina Procopan, Koordinatorin des Hegau-Bodensee-Seminars, zu Beginn den wissenschaftlichen und beruflichen Werdegang des ehemaligen Humboldt-Schülers, Prof. Dr. Manfred Hild, vor:

- Abitur 1987 am Alexander-von-Humboldt Gymnasium Konstanz
- Studium der Mathematik (Dipl. Math) und Nebenfach Psychologie an der Universität Konstanz
- Projektmanager in verschiedenen Unternehmen, unter anderem an der Schmieder-Klinik in Allensbach
- Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Autonome Intelligente Systeme, Sankt Augustin bei Bonn
- Ab 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Humboldt-Universität zu Berlin (HU)
- Dort, Promotion 2008 im Bereich der Künstlichen Intelligenz
- Danach 18-monatigen Forschungsaufenthalt am Sony Computer Science Laboratory in Paris
- Zuletzt leitete er das Labor für Neurorobotik an der Humboldt-Universität zu Berlin
- Seit September 2014 hat er eine Professor an der Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB für Mechatronik

Zunächst stellte Herr Hild seinen Roboter Myon und das damit verbundene Forschungsprojekt vor. Myon ist ein autonomer, humanoider und modular aufgebaute Roboter (im Gegensatz zu den Aufgaben orientierten Industrierobotern). Neben einer größeren Version ist der hier vorgestellte Roboter ca. 1,25 m groß und wiegt 15 kg. In mehreren kurzen Filmsequenzen erhielt man einen guten Eindruck bezüglich Aussehen und Verhalten von Myon.

Der Roboter wirkte nicht bedrohlich oder monströs, sondern erschien in gewissem Sinne freundlich, wie es die Absicht der Erbauer von Myon war. Diese positive Ausstrahlung wurde auch unterstrichen durch die Größe, die einem Kind von acht Jahren entspricht. Wie Herr Hild ausführte, wurde bewusst auf ein menschliches Aussehen verzichtet, wie es bei vielen anderen Robotern versucht wurde. Ein menschliches Aussehen, Gesicht, Hände et cetera, das mit den Fähigkeiten des Roboters korrespondiert, schlägt schnell ins Groteske, Unsympathische und Bedrohliche um, wenn winzige Kleinigkeiten nicht stimmen. Siehe auch das Foto auf der Einladung zum Vortrag.

Autonom und modular, wie Herr Hild erläuterte, bedeutet, dass alle Teile wie Kopf, Körper, Arme und Beine austauschbar sind. Die Steuerung und Vernetzung der Module, die Elektronik samt Software jedes einzelnen Moduls sowie deren Energieversorgung durch Akkus sind auf diese modularen Elemente dezentral verteilt. Dadurch kann auch jedes einzelne Element separat in seiner Funktion getestet werden. Speziell entwickelte Verbindungsteile sorgen dafür, dass Kopf, Körper, Arme und Beine eine stabile Einheit bilden und die Weiterleitung von Signalen garantieren. Verstärkt wird das ganze Modell durch cremeweiße Schalen, die an der Ober- und Unterseite des Kopfes, dem Brustkorb, den Ober- und Unterarmen sowie den Beinen derart angebracht sind, dass sie die Gelenkigkeit nicht stören. Dadurch bekam das Aussehen von Myon eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Playmobil-Figur. Auch diese Schalen können leicht abgenommen werden, so dass man die gesamte Technik, die im Inneren verbaut ist, sehen kann. Es ist also nichts versteckt. Dieses Prinzip der Modularität und der Dezentralisierung von Energieversorgung und "Intelligenz" hat mehrere Vorteile, wie Herr Hild betonte: ein so hoch komplexes Gerät ist teuer und sehr aufwändig in der Herstellung. Reparaturen und Wartung werden daher einfacher und kostengünstiger. Außerdem können jederzeit neue Entwicklungen und Verbesserungen bezüglich der einzelnen Module eingebracht werden. So ist Myon, dessen Start an der Humboldt-Universität in Berlin 2010 begann, kontinuierlich in seinen Funktionen und Fähigkeiten gewachsen. Die Körperteile von Myon können jederzeit abgenommen werden und als selbstständige Module alleine oder im Zusammenhang mit anderen Bauteilen verwendet und getestet werden. Diese Eigenschaften zeichnen ihn vor vielen anderen Robotertypen aus, die nach einer gewissen Zeit technisch überholt waren und museumsreif wurden.

Wichtig war nicht, dass alle menschlichen Details vorhanden sind. So hat die Hand zum Beispiel nur den Daumen und drei Finger, um das Prinzip von Greifen und Halten zu ermöglichen. Die Gelenke, die insgesamt 32 Freiheitsgrade umfassen, werden durch 48 Aktuatoren gesteuert, d.h., manche Gelenke, die besonders beansprucht werden, werden durch mehr als einem Aktuator unterstützt. Wie bei dem mythischen Kyklopen besitzt Myon nur ein Auge, mit dem er seine Umgebung verfolgen kann. Beeindruckend waren die Experimente des für Arme und Beine

entwickelten Prinzips der Streckung und Beugung (und allgemeiner: das Zusammenspiel von Spannung und Entspannung). Dadurch konnte das Verhalten der Gliedmaßen des Roboters bei Berührung, Widerstand und Druck sehr naturgetreu (im Vergleich zu biologischen Vorbildern wie bei Wespen, aber auch beim Schwimmen und bei der Fangbewegung von Quallen) simuliert werden. Die Kraftwirkungen an den verschiedenen Gelenken, verursacht durch die Schwerkraft der Erde, werden bezüglich Richtung (Winkel zwischen den Gelenken) und Stärke gemessen. Diese Daten mit dem speziell konzipierten neuronalen Regelwerk helfen z.B., dass der Roboter sich bezüglich Stellung der Füße, Kniebeugung, Oberkörper und Kopf aufrecht hält und lernen kann, auch auf schrägem Boden sich fort zu bewegen.

Die "Intelligenz" des Gesamtsystems Roboter besteht unter anderem darin, dass verteilte neuronale Regelungen das Verhalten steuern. Dabei wirken entscheidend sensomotorische Regelkreise mit. Was das im einzelnen ist und was dahinter steckt, wurde nicht erläutert und auch nicht in der Diskussion am Ende des Vortrags nachgefragt. Durch adaptives Verhalten kann der Roboter sich autonom den Umweltgegebenheiten anpassen und lernt, sich in realen Umgebungen ohne Eingriffe von außen zu bewegen. Durch das dezentral verteilte neuronale Netzwerk lernt der Roboter und kann in späteren ähnlichen Situationen entsprechend reagieren. Außerdem ist ein solches Netzwerk ziemlich robust gegen Schäden, die dem Roboter absichtlich oder durch Zufall zugefügt werden könnten. Die Daten, die der Roboter für seine autonom vorgenommenen Aktionen vorhält und verarbeitet, können auf verschiedenen Monitoren von außen beobachtet werden. So haben die Entwickler des Systems den Überblick sowohl über das gesamte Regelnetzwerk als auch über dessen individuelle Komponenten.

Aufgabe des Roboters ist es, Emotionen zu lernen, Bewegungen nachzumachen, z.B. beim passiven Zuschauen, wie ein Dirigent die Arme bewegt, und Emotionen auszudrücken. Er lernt, zunächst ihm unbekannte Umgebungen zu erkunden und sich später dann wieder darin zurechtzufinden.

Diese Fähigkeiten hatten zu einem interessanten Projekt geführt, das die Komische Oper Berlin, das Performance-Kollektiv Gob Squad und das Labor für Neurorobotik an der Beuth-Hochschule für Technik Berlin und das Institut für Informatik der Humboldt-Universität Berlin gemeinsam durchführen wollen: „My Square Lady“. Nächstes Jahr soll die Performance (Musiktheater) als Experiment 3 mal aufgeführt werden. Dazu finden zunächst einmal als Vorstufen zu den eigentlichen Proben Projektsitzungen statt. Bei der ersten Sitzung z.B. saßen alle Bühnenakteure und Schauspieler im Halbkreis dem Roboter gegenüber und mussten ihm etwas erzählen, was aber nicht mit der geplanten Aufführung zu tun haben musste. Es sah lustig aus, wie der kleine Roboter Myon auf seinem Stuhl saß und „scheinbar andächtig“ zuhörte. Dabei stellte er auch fest, aus welcher Richtung das Gesprochene oder andere Töne kamen und konnte sich dem zuwenden. Er sollte dabei zunächst seine „Opernpartner“ kennenlernen. Später wird er sich dann, ohne während der Performance eingreifende Regieanweisungen, selbständig auf der Bühne bewegen und seine Emotionen zur Schau stellen.

Es wird ohne Zweifel spannend werden, auch unkalkulierbare Reaktionen von Myon zu erleben. Der Titel der Performance wurde in Anlehnung an den mythischen Künstler Pygmalion bzw. an das Musical „My Fair Lady“ nach der Vorlage des entsprechenden Schauspiels von G.B. Shaw gewählt, in welchem eine Kunstfigur zu Leben erweckt werden sollte. Für die Akteure der Komischen Oper Berlin und die Performancegruppe Gob Squad wird das sicherlich neue Erfahrungen, Reflexion und Hinterfragung von Bühnenproduktionen bringen. Und das Entwicklungsteam um Herrn Hild herum wird dabei eine Menge ergänzende Möglichkeiten zur Konstruktion und Ausstattung von humanoiden Robotern erhalten.

In seinem Vortrag spürte man wie die Vielseitigkeit (Technik und Wissenschaft, aber gerade auch Musik und Theater sowie seine offene Art, gepaart mit mit einem sehr sehr weiten Blick über den Tellerrand seines Faches hinaus) es Herrn Hild ermöglichte, ein solch komplexes und interdisziplinär angelegtes Projekt zu stemmen. Es war eine Freude, seinen Ausführungen zu folgen, auch für den nicht-technisch Interessierten. Viele Fragen an Herrn Hild, die er ausführlich und zum Vortrag ergänzend beantwortete, ließen die 1 ½ Stunden sehr kurz werden. Wir warten gespannt auf die Reaktionen der Operaufführung „My Square Lady“ an der komischen Oper in Berlin mit dem Stargast Myon, einem humanoiden Roboter!

Ekkehard Nowotny

**Einige Internet-Links, zusammengestellt von E. Nowotny:**

**Beuth Presse, Campuszeitung der Beuth Hochschule für Technik Berlin, dort Seite 34:**

[http://www.beuth-hochschule.de/uploads/media/Beuth\\_Presse\\_2-2014.pdf](http://www.beuth-hochschule.de/uploads/media/Beuth_Presse_2-2014.pdf)  
<http://www.beuth-hochschule.de/>

**Forschungslabor Neurorobotik** (NRL) Fachbereich VII der Beuth-Hochschule für Technik Berlin:

[http://www.neurorobotik.de/index\\_de.php](http://www.neurorobotik.de/index_de.php)  
[http://www.neurorobotik.de/team\\_de.php](http://www.neurorobotik.de/team_de.php)  
[http://www.neurorobotik.de/robots/myon\\_de.php](http://www.neurorobotik.de/robots/myon_de.php)

(mit ergänzenden technisch-wissenschaftlichen Artikeln zu Myon unter den pdf-Links bei Abschnitt „Veröffentlichungen“)

**Komische Oper Berlin:**

<http://www.komische-oper-berlin.de/oper-entdecken/my-square-lady/>  
<http://www.komische-oper-berlin.de>

**Performance-Kollektiv Gob Squad:**

<http://www.gobsquad.com/home>  
<http://www.gobsquad.com/projects/my-square-lady>

**Aufführungstermine: 21.6.2015 (Premiere My Square Lady), 25.6.2015 und 5.7.2015:**

<http://www.komische-oper-berlin.de/spielplan/my-square-lady/792/>  
<http://www.komische-oper-berlin.de/spielplan/salon-der-komischen-oper/1190/>

**Design von Myon:**

Frackenpohl Poulheim, Making of Myon on Vimeo:

<http://www.frackenpohl-poulheim.de/>  
<http://www.frackenpohl-poulheim.de/cases/#c224>  
<http://vimeo.com/88433050>

und

FORMFUSION Produktdesign/Köln

<http://wordpress.formfusion.net/myon-humanoid-robot/>  
<http://wordpress.formfusion.net/studio/>

**Antiker Mythos Pygmalion**, der Opern- und Filmvorlage, das Schauspiel Pygmalion von G.B.Shaw für das Musical My Fair Lady:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Pygmalion>  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Pygmalion\\_%28Shaw%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Pygmalion_%28Shaw%29)  
[http://de.wikipedia.org/wiki/My\\_Fair\\_Lady\\_%28Film%29](http://de.wikipedia.org/wiki/My_Fair_Lady_%28Film%29)

**Stationen der Projektentwicklung, Presse-Reaktionen:**

2009: <https://www.ki.informatik.hu-berlin.de/mitarb-en/manfred-hild>

2010: Dr. Manfred Hild, HU Berlin, Labor für Neurorobotik Projekt Zukunft am Institut für Informatik der Humboldt-Universität Berlin, Video der Deutschen Welle 2010 (3:58 min):

[http://www.myvideo.de/watch/7740387/Dr\\_Manfred\\_Hild\\_HU\\_Berlin\\_Labor\\_fuer\\_Neurorobotik\\_Projekt\\_Zukunft](http://www.myvideo.de/watch/7740387/Dr_Manfred_Hild_HU_Berlin_Labor_fuer_Neurorobotik_Projekt_Zukunft)

ARD 2010:

[http://www.ard.de/home/wissen/Ein\\_Roboter\\_der\\_in\\_Einzelteilen\\_lernt/114116/index.html](http://www.ard.de/home/wissen/Ein_Roboter_der_in_Einzelteilen_lernt/114116/index.html)

2010 HU:

[https://www.hu-berlin.de/pr/pressemitteilungen/pm1006/pm\\_100604\\_01](https://www.hu-berlin.de/pr/pressemitteilungen/pm1006/pm_100604_01)

2012: Autonome Roboter mit analoger Verhaltensregelung

<https://think-analogue.hu-berlin.de/hild>

2014: Nacht der Wissenschaft Berlin:

<https://storify.com/kluegstenacht/pressetour>

2014: Deutsche Welle:

<http://www.dw.de/myon-ein-roboter-als-opernstar-teil-1/av-17560790>

<http://www.dw.de/myon-ein-roboter-als-opernstar-teil-3/av-17808493>

**Ergänzende technisch-wissenschaftliche Artikel zu Myon:**

Siedel T., Hild M. Weidner M. (2011) Concept and Design of the Modular Actuator System for the Humanoid Robot MYON:

<http://www.neurorobotik.de/downloads/publications/2011%20Siedel%20-%20Concept%20and%20Design%20of%20the%20Modular%20Actuator%20System%20for%20the%20Humanoid%20Robot%20MYON.pdf>

Hild M. et al. (2011) The Distributed Architecture for Large Neural Networks (DISTAL) of the Humanoid Robot MYON:

<http://www.neurorobotik.de/downloads/publications/2011%20Hild%20-%20The%20Distributed%20Architecture%20for%20Large%20Neural%20Networks%20%28DISTAL%29%20of%20the%20Humanoid%20Robot%20MYON.pdf>

Hild M. et.al. (2011 ) Myon Concepts and Design of a Modular Humanoid Robot Which Can Be Reassembled During Runtime:

<http://www.neurorobotik.de/downloads/publications/2011%20Hild%20-%20Myon%20Concepts%20and%20Design%20of%20a%20Modular%20Humanoid%20Robot%20Which%20Can%20Be%20Reassembled%20During%20Runtime.pdf>