

POSITIONSPAPIER zur zukünftigen Ausgestaltung des Aus- und Weiterbildungssystems in der Mikrosystemtechnik und anderer Hochtechnologien

- I. Hochtechnologieausbildung in Deutschland
- II. Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik – eine erste Bilanz
- III. Herausforderungen und Lösungsansätze für die Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik und affiner Hochtechnologien

I. Hochtechnologieausbildung in Deutschland

Schlüsseltechnologien wie Biotechnologie, Nanotechnologie, Optische Technologien und Mikrosystemtechnik (MST) bestimmen die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands. Die Überführung neuester Forschungserkenntnisse in die Industrie, d.h. der zeitnahe Wissenstransfer von Forschung in Unternehmen ist der Schlüssel zu Erfolg versprechenden Produkten und Markterfolg. Die parallele Entwicklung von anpassungsfähigen Aus- und Weiterbildungsangeboten spielt hierbei eine immer stärkere Rolle.

Das BMBF fördert seit 2002 sechs Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik (AWNET), um die regionalen Akteure zusammenzubringen und damit den Wissenstransfer voranzutreiben. Die Akteure von AWNET haben in ihrer bisherigen Arbeit und ihrer damit verbundenen einzigartigen Erfahrung Herausforderungen für die zukünftige Entwicklung des Bildungssystems im Hochtechnologiebereich identifiziert. Einige der zentralen Fragestellungen werden unter Punkt III näher erläutert:

- Wie kann man einen Nachwuchspool aufbauen, der als „Human Resource“ für absehbare Entwicklungen in der Hochtechnologie zur Verfügung steht?
- Wie können vorhandene Ausbildungsberufe für die Anforderungen weiterer Technologiefelder geöffnet werden?
- Wie können Unternehmen durch bedarfsgerechte Weiterbildung vom Know-how der Forschungs- und Bildungseinrichtungen profitieren?
- Warum sind Ausbildungsfoundries in der Hochtechnologieausbildung eine sinnvolle Art praktische Ausbildung kosteneffizient durchzuführen?

Die AWNET haben zu diesen und weiteren für die zukünftige Entwicklung der Hochtechnologieausbildung existenziellen Fragen erste Lösungsansätze entwickelt, welche nun durch die Diskussion primär mit Industrievertretern reflektiert und vertieft werden sollen. Ziel ist, gemeinsam effektivere Aus- und Weiterbildungsstrukturen zu schaffen und damit zu einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands beizutragen.

II. Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik – eine erste Bilanz

In der Mikrosystemtechnik wurde bereits frühzeitig, Anfang der 1990er Jahre, darauf geachtet, dass neben Investitionen in Forschung und Entwicklung auch Qualifizierungsprogramme initiiert wurden. Um dem Bedarf der Industrie an Ingenieuren mit MST - Know-how gerecht zu werden, wurden MST-spezifische Studiengänge bzw. Studienschwerpunkte entwickelt. Auf Facharbeiterebene wurde 1998 der Beruf des Mikrotechnologen / der Mikrotechnologin mit den beiden Schwerpunkten Mikrosystemtechnik und Halbleitertechnik eingeführt. Die aus diesem Qualifikationssystem hervorgehenden Fachkräfte sind mit breitem naturwissenschaftlichem Grundlagenwissen ausgestattet und in unterschiedlichsten Bereichen und Positionen einsetzbar. Um jedoch vorhandene Aus- und Weiterbildungsmodelle an den sich verändernden Bedarf anzupassen und für weitere Hochtechnologien nutzbar zu machen, müssen nun verstärkt Unternehmen über Inhalte informiert, in die Ausbildung einbezogen sowie für die Weiterentwicklung und Nutzung dieses Qualifizierungssystems sensibilisiert und gewonnen werden.

III. Herausforderungen und Lösungsansätze für die Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik und affiner Hochtechnologien

Die Entwicklungen im Bereich von Hochtechnologien sind von einer starken Dynamik gekennzeichnet. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Qualifizierungsbedarfe und -angebote auch in kürzeren Rhythmen zu analysieren und ggf. neu auf einander abzustimmen. Dies muss in enger Kooperation zwischen Bildungsdienstleistern und der Industrie erfolgen, um Angebotsformate und Curricula in der MST-Aus- und Weiterbildung auch im Zusammenhang mit der Neuordnung von Berufen bedarfsgerecht und aktuell zu halten.

- ▶ Die AUNET streben an, ein Monitoringsystem gemeinsam mit der Industrie auf Basis bereits erprobter Instrumente für die o.a. Zwecke zu entwickeln und mit Unterstützung von industrienahen Verbänden und Organisationen anzuwenden.

Diese Analyseergebnisse werden auch hilfreiche Hinweise zu anderen im Weiteren ausgeführten Aspekten zur Verbesserung des Aus- und Weiterbildungssystems in der Mikrosystemtechnik geben können. Die von den Netzwerken bereits identifizierten Herausforderungen und Lösungsansätze sind nicht nur für die Mikrosystemtechnik, sondern auch für die Aus- und Weiterbildung in anderen Hochtechnologiefeldern von hoher Bedeutung.

(a) Schaffung eines „Nachwuchspools“ für Hochtechnologien

Jugendliche auf vorhandene Ausbildungsmöglichkeiten und Berufschancen in der Zukunftstechnologie Mikrosystemtechnik aufmerksam zu machen ist eines der Grundanliegen der AUNET. Die Netzwerke engagieren sich stark dafür, Jugendliche für die Mikrosystemtechnik zu motivieren. In einem zweigliedrigen System werden Jugendliche direkt durch Projekte der regionalen Netzwerke und indirekt über deren LehrerInnen, die in den regionalen Netzwerken spezifische Weiterbildungen erhalten, angesprochen und informiert. Vorrangige Ziele sind, Technikvorbehalte abzubauen, Mikrotechnik begreifbar zu machen und für die Hochtechnologien zu begeistern. Ausdrücklich wird dabei die Identifikation von Schülerinnen mit der Technik im Allgemeinen und der Mikrotechnik im Besonderen gefördert. Gemeinsam mit den lokalen Institutionen erarbeiten die Netzwerke Richtlinien für das Fach Technik an Schulen und setzen diese um. Dabei sind die regionalen Netzwerke in hohem Maße auf die Unterstützung der Industrie und entsprechender Verbände angewiesen.

- ▶ Die AUNET regen an, gemeinsam mit Industrieverbänden bzw. Unternehmensvertretern Richtlinien und Inhalte für das Fach Technik an Schulen zu diskutieren, um durch abgestimmte Zielvorgaben adäquate Lehrplanvorschläge erarbeiten zu können.

Die Maßnahmen zur Nachwuchssicherung lassen sich momentan nur durch erheblichen persönlichen Einsatz der Netzwerkpartner in den AWWNET realisieren. Es steht zu befürchten, dass nach dem Auslaufen der BMBF-Förderung in zweieinhalb Jahren gerade dieser enorm wichtige Bereich mit seinem großen Erfahrungsschatz verschwindet.

- ▶ Um einen nachhaltigen Erfolg sicher zu stellen, muss es gelingen, die Belastungen auf alle Interessenten gleichmäßig zu verteilen und insbesondere Firmen noch stärker in die Nachwuchsaktivitäten einzubinden.

(b) Ausbildungszahlen in der dualen Berufsausbildung zum Mikrotechnologen / zur Mikrotechnologin; Öffnung des Ausbildungsberufes für andere Technologiefelder

Seit 1998 wurden rund 700 junge Menschen zu Mikrotechnologen ausgebildet, ca. 500 befinden sich momentan in der Ausbildung. Der Beruf des Mikrotechnologen ist gegenwärtig bei Unternehmen und Forschungseinrichtungen, aber auch bei Berufsberatern und Jugendlichen noch zu wenig bekannt. Vorbehalte ausbildungswilliger Unternehmen bei Fragen zur Passfähigkeit für die jeweiligen konkreten betrieblichen Belange und zur Erfüllbarkeit der Ausbildungsordnung wirken sich ebenfalls hemmend aus.

- ▶ Die Steigerung des Bekanntheitsgrades des Ausbildungsberufes Mikrotechnologe/-in bei Unternehmen und Jugendlichen erfordert eine konzertierte Aktion der Akteure aus dem Bereich der MST-Aus- und Weiterbildung und der Industrie.

Zur weiteren Profilierung der Ausbildung entsprechend aktuellen und für die Zukunft denkbaren qualitativen und quantitativen Anforderungen von Unternehmen und Institutionen – auch aus MST-nahen Technologiefeldern – sind gemeinsame Initiativen zwingend erforderlich. Die AWWNET möchten hier vor allem folgende Überlegungen einbringen: Entsprechend der gegenwärtigen Verordnung erfolgt die Ausbildung in den Schwerpunkt-richtungen „Halbleitertechnik“ und „Mikrosystemtechnik“.

- ▶ Mit den Betrieben ist zu diskutieren, inwieweit diese und ggf. weitere Schwerpunkt-richtungen, wie z. B. „Aufbau- und Verbindungstechnik“, dem Bedarf entsprechen.

Der Facharbeiterberuf des Mikrotechnologen / der Mikrotechnologin bietet grundsätzlich eine Basis für andere Hochtechnologiebereiche wie z. B. die Nanotechnologie, die Optischen Technologien, die Medizintechnik sowie die Biotechnologie / Biosystemtechnik. Die Integration weiterer Hochtechnologiebildungsthemen in das Mikrotechnologen-Curriculum befördert das Erreichen „kritischer Massen“ in den Bildungseinrichtungen.

- ▶ Es sollte daher eine allzu starke Differenzierung, also die Einrichtung neuer Ausbildungsberufe bspw. in der Nanotechnologie, unbedingt vermieden werden. Die gegenwärtige Ausbildungsordnung verfügt bereits über ein Flexibilitäts-potenzial, das es erlaubt, bestimmte neue Inhalte zu integrieren.
- ▶ Für die darüber hinaus gehende Weiterentwicklung des Berufsbildes regen wir an, bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein Kerncurriculum zu definieren, welches durch Bildungsmodule, die spezifische Anforderungen der Unternehmen und Institutionen berücksichtigen und zum Erwerb von Zusatzqualifikationen führen, ergänzt wird.

(c) Lebenslanges Lernen durch gezielte Weiterbildung von Fachkräften und Akademikern

Die Entwicklung von bedarfsorientierten Angeboten zur Weiterbildung von Facharbeitern und Ingenieuren stellt die Netzwerke vor eine besondere Herausforderung. Zum momentanen Zeitpunkt erwerben Unternehmen das erforderliche Know-how für neue Produkte und Technologien i.d.R. auf zwei Wegen:

- Es werden entsprechend ausgebildete Mitarbeiter eingestellt. Durch die Rasanzen technischer Entwicklungen besonders in der MST sind Unternehmen jedoch gezwungen ihre existierenden Arbeitskräfte weiterzubilden.
- Vorhandene Mitarbeiter müssen sich neues Know-how selbst aneignen, meist durch learning by doing, durch Kooperationsprojekte oder Konferenzteilnahmen.

Durch das in den Netzwerken vorhandene Potenzial an Bildungs- und Forschungseinrichtungen können Unternehmen gezielt von dem Know-how dieser Einrichtungen profitieren und den Einstieg in neue Technologien und Prozesse finden. Die effektive Ermittlung des konkreten Bedarfs der Industrie an Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern stellt sich allerdings als extrem schwierig heraus.

- ▶ Mit Unterstützung von Unternehmern und deren Interessensvertretern soll das Angebot der Netzwerke den industriellen Anforderungen entsprechend weiterentwickelt bzw. aufbereitet werden.

(d) Kosteneffizientes Lehren und Lernen durch Ausbildungsfoundries

Die Infrastruktur für praktische Lehre und Forschung in der MST und weiteren Hochtechnologien ist z. T. sehr kostenintensiv. Dies führt häufig dazu, dass z. B. vorhandene Reinnräume für die Lehre nicht zur Verfügung stehen, da diese zur Deckung der laufenden Kosten für Produktion und Forschung genutzt werden müssen. Ein Ausfall von Geräten durch naturgemäß passierende Fehler von Studierenden wird daher nur selten in Kauf genommen.

Ausbildungsfoundries, also eine von mehreren Institutionen für die praktische Ausbildung gemeinsam genutzte Infrastruktur – analog zur Fertigungsfactory –, stellen einen sinnvollen Ansatz zur dauerhaften Sicherung hochwertiger praktischer Ausbildung für Firmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen dar. Allerdings müssen dazu bestehende Finanzierungsmodelle verändert werden, da derzeit Hochschulen verfügbare Mittel eher in die eigene Ausbildung investieren als diese für eine externe Foundry einzusetzen. Da sich derartige Modelle nur für größere Einzugsgebiete rechnen, ist ein Modell zur Hochschulfinanzkooperation auch über Ländergrenzen hinaus zu entwickeln.

- ▶ Bundesländer übergreifende Programme, welche die Nutzung von Foundries durch (Ko-)Finanzierung der entstehenden Kosten unterstützen, wären ein wichtiger Ansatz zur beschleunigten Entwicklung dieses "Geschäftsmodells".

Erfolg versprechende Ansätze werden derzeit im Rahmen von AWWNET erprobt und stoßen insbesondere bei Firmen-finanzierten Studienangeboten auf eine sehr positive Resonanz. Ähnliche Modelle werden für die praktischen Bildungsmodulen im Rahmen der gewerblichen Ausbildung innerhalb der AWWNET bereits erfolgreich umgesetzt. Die AWWNET werden mit Unternehmen und Verbänden Erfolg versprechende Ansätze diskutieren, um ein Modell zu entwickeln und den Nutzen für alle Beteiligten zu kommunizieren.

(e) Nutzung neuer Medien

Neue Medien können ein effektives Werkzeug sein, um fachliche Inhalte der MST zu vermitteln. Mit Hilfe von PC und Internet können Auszubildende und Studierende sehr kostengünstig Lehr- und Lernangebote nutzen. Arbeitsprozess begleitende computergestützte Lernmaterialien bieten für Arbeitnehmer/-innen eine adäquate Form der Weiterbildung. Methodisch-didaktisch sind die konzeptionellen Möglichkeiten von „blended learning“ bislang nicht ausreichend ausgeschöpft. In der Didaktik wurden neue Konzepte entwickelt, um moderne Lehrformen effizienter zu gestalten. Dazu zählt z.B. das sog. Game-based-learning, bei dem neben dem Intellekt auch die Emotion angesprochen wird. Derartige Ansprachen steigern die Motivation der Nutzer erheblich.

- ▶ In Kooperation mit industriellen Partnern sind Strategien für die Entwicklung von Lern-/Lehrmaterialien abzustimmen, welche die Möglichkeit schaffen, sowohl aktuelle fachspezifische wie auch lernpsychologische Erkenntnisse zeitnah umzusetzen.

Von der Industrie wird dabei zumindest ein Input bezüglich der wesentlichen fachspezifischen Inhalte erwartet. Weitergehende Kooperationen im Sinne eines PPP-Ansatzes sind denkbar.

(f) Durchlässigkeit von Ausbildungssystemen zur Eröffnung neuer Bildungsformen und -wege

Die heutigen Ausbildungsmodelle und -strukturen sind nach wie vor starr. Es bestehen weitgehend getrennt voneinander nur die traditionellen Ausbildungswege duale bzw. vollschulische Berufsausbildung, sowie Studium an Fachhochschule oder Universität. Eine Anerkennung von Berufsabschluss, Berufserfahrung und Weiterbildung bspw. auf ein Hochschulstudium ist bisher nur in seltenen Einzelfällen möglich. Selbst der Wechsel von Fachhochschule zur Universität ist meist mit erheblichen Schwierigkeiten und zeitlichen Verlusten verbunden. Dies führt häufig zum Verzicht auf Höherqualifizierung. Durch das Zusammenspiel von allgemein bildenden Schulen, Berufsschulen, Technikerschulen, Ausbildungszentren, Fachhochschulen und Universitäten lassen sich Durchlässigkeitskonzepte auf allen Ebenen erproben. Auch die Umstellung auf Bachelor- und Masterstudiengänge bietet die Gelegenheit, die Ausbildungssysteme an den Hochschulen durchlässiger zu gestalten. Für die MST stehen erste Bildungsmodelle (Arbeitsprozess begleitendes Technikerstudium) kurz vor der Umsetzung.

Um diese ersten Überlegungen und Modelle auszuweiten, ist die Diskussion mit Industrie und Verbänden unerlässlich. Der Nutzen für die Industrie muss dabei in einem gesunden Verhältnis zum Aufwand stehen.

- ▶ Die AUNET regen an, gemeinsam Modelle für solche Aufstiegsqualifikationen und die Finanzierung solcher Modelle zu diskutieren und weiterzuentwickeln.

Gezeichnet:



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Nicolas Hübener".

Nicolas Hübener
Gesamtkoordinator AWNET



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Norbert Schwesinger".

Prof. Norbert Schwesinger
Koordinator Bayern/München



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Franz Derriks".

Franz Derriks
Koordinator Nordrhein-Westfalen/Essen



Two handwritten signatures in blue ink, one appearing to read "Andreas Schütze" and the other "Antoni Picard".

Prof. Andreas Schütze, Prof. Antoni Picard
Koordinator Saarland/Saarbrücken
Koordinator Rheinland-Pfalz/Zweibrücken



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Christine Ruffert".

Christine Ruffert
Koordinatorin Niedersachsen/Hannover



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Marion Wadewitz".

Marion Wadewitz
Koordinatorin Thüringen/Erfurt



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ralf Kerl".

Ralf Kerl
Koordinator Berlin/Brandenburg/
Mecklenburg-Vorpommern