

Weiner, Andreas

## **Förderung selbstregulierten Lernens in der Ausbildung von Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen**

*Lernen & lehren* 24 (2009) 93, S. 16-20



Quellenangabe/ Reference:

Weiner, Andreas: Förderung selbstregulierten Lernens in der Ausbildung von Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen - In: *Lernen & lehren* 24 (2009) 93, S. 16-20 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-39208 - DOI: 10.25656/01:3920

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-39208>

<https://doi.org/10.25656/01:3920>

### **Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### **Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### **Kontakt / Contact:**

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

Andreas Weiner

# Förderung selbstregulierten Lernens in der Ausbildung von Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen

## Herausforderungen für die Ausbildung von Mikrotechnologen

Der Beruf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin ist seit dem 01.08.1998 ein anerkannter Ausbildungsberuf. Die dreijährige Ausbildung zum Mikrotechnologen wird im dualen System der Berufsausbildung durchgeführt.

Ziele und Inhalte der erprobten Ausbildungsprojekte orientieren sich an den für die betriebliche Ausbildung und den Unterricht in der Berufsschule relevanten Ordnungsmitteln. Das Ziel und die Inhalte der betrieblichen Ausbildung sind festgelegt in der Verordnung über die Berufsausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin (6. März 1998). Die für den Unterricht in den Berufsschulen relevanten Ordnungsmittel, die von der Kultusministerkonferenz der Länder KMK verabschiedeten Rahmenlehrpläne, nennen als Ziel beruflicher Bildung die Entwicklung von Handlungskompetenz. Sie umfasst Fachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz. Kompetenz wird verstanden als „Lernerfolg in Bezug auf den einzelnen Lernenden und seine Befähigung zu eigenverantwortlichem Handeln in privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Situationen“ (RAHMENLEHRPLAN 1998).

Mit der Entwicklung von Handlungskompetenz ist das selbstgesteuerte Lernen eng verknüpft. Dabei geht es darum, die Selbsttätigkeit und die eigenständige Bearbeitung beruflicher Handlungsaufgaben und deren Durchführung in den Mittelpunkt zu stellen. „Handlungen müssen von den Lernenden möglichst selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet werden.“ (RAHMENLEHRPLAN 1998)

Für die Ausbildung von Mikrotechnologen wurden innerhalb des Netzwerkes „mstBildung“ (GATZEN 2007) kom-

plexe Lernsituationen gestaltet und erprobt. Ausgehend von beruflichen Problemstellungen erwerben die Auszubildenden strukturiertes Wissen und erproben es zur Lösung der Problemstellung. Sie werden hier verwendet, um dem Ziel, der Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz, zu entsprechen.

Für die Bereitstellung von Lernunterlagen wird das Lernmanagementsystem ILIAS (2008) genutzt. Es dient der Kommunikation der Auszubildenden untereinander und mit dem betreuenden Tutor.

Untersucht und erprobt wurden eine Reihe von Lehr-/Lernarrangements. Zwei werden im Folgenden dargestellt.

## Lehr-/Lernarrangement für das Lernfeld 7: Anwendung fototechnischer Verfahren

### Ausgangssituation

Das Ausbildungsberufsbild des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin enthält den Gegenstand „Herstellungs- und Montageprozesse“. Im Ausbildungsschwerpunkt „Mikrosystemtechnik“ gehört hierzu „Produktionsanlagen zur Herstellung von Komponenten der Mikrotechnik zu bedienen und zu beschicken, Prozesse zu kontrollieren und zu überwachen“ (VERORDNUNG 1998). Mit diesem Gegenstand korrespondiert das Ziel im Lernfeld 7 im Rahmenlehrplan für den Unterricht in der Berufsschule: „Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie“. Folgende Ziele werden genannt:

„Die Schülerinnen und Schüler beschreiben das Justieren der Masken, Belichten, Entwickeln und Entfernen von Fotolacken. Außerdem beurteilen sie den fototechnischen Prozess von Proben und bewerten das Gesamter-

gebnis. Sie vergleichen die Prinzipien fototechnischer Verfahren mit weiteren lithografischen Verfahren. Im Umgang mit Gefahrenstoffen und der Entsorgung der Arbeitsstoffe halten sie die Bestimmungen des Gesundheits- und Umweltschutzes ein. Sie entnehmen Informationen aus Beschreibungen in englischer Sprache“ (RAHMENLEHRPLAN 1998).

Zwischen Ausbildern und betrieblichen Experten der ausbildenden Institutionen sowie den Lehrkräften der Berufsschule wurde die Arbeitsaufgabe „Reinigen und Belacken eines Wafers“ vereinbart. Durch die Bearbeitung dieser Aufgabe können die Auszubildenden die Ziele im Lernfeld 7 erreichen. Die Arbeitsaufgabe ist Teil des lithografischen Prozesses – eine für Mikrotechnologen typische Arbeitsaufgabe.

### Arbeitsprozess

Wafer sind Rohteile für die Herstellung von mikrotechnischen Funktionseinheiten. Sie bestehen in der Regel aus Silizium mit einer Dicke von 1,5 mm bis 3 mm und haben eine kreisrunde Form. Auf den polierten Wafer wird eine Funktionsschicht z. B. aus Chrom aufgetragen, und auf dieser wird mittels Lithografie eine Struktur erzeugt (BÜTTGENBACH 1994).

### Notwendige Kenntnisse

Um die Arbeitsaufgabe planen und durchführen zu können, sind eine Reihe von Kenntnissen notwendig. Die Schülerinnen und Schüler können sie mithilfe von Leittexten und Leitfragen erwerben, die in das Lernmanagementsystem eingestellt sind. Die Lehrereinheiten enthalten sowohl allgemeine physikalische als auch anlagenspezifische Informationen, die für die Durchführung des Arbeitsauftrages relevant sind. Sie enthalten die Informationen in Form von Texten, Fotos, Videos, Grafiken und Datenblättern.

Im Folgenden wird eine Auswahl der Kenntnisse aufgeführt, die die Lernenden zur Ausführung der Arbeitsaufgabe benötigen:

Durch den Teilprozess der Belackung im Reinraum sollen die Schülerinnen und Schüler sowohl den Umgang mit allen für den Prozess benötigten Geräten als auch die Ermittlung der einzustellenden Parameter erlernen.<sup>1</sup> So ist für die Reinigung des Wafers das richtige Reinigungsmittel auszuwählen und einzusetzen. Des Weiteren sind Geräte wie Pinzette, Ultraschallbad und Trockenschleuder sowie Reinigungsmittel wie Isopropanol und Aceton richtig zu benutzen.<sup>2</sup> Um den Spin Coater richtig einstellen und benutzen zu können, müssen die Schülerinnen und Schüler die erforderliche Drehzahl in Abhängigkeit der zu erzielenden Resistdicke anhand eines Diagramms oder mithilfe von Tabellen ermitteln können und die Drehzahl am Spin Coater einstellen können.<sup>3</sup> Um einen ressourcenschonenden Umgang mit den Chemikalien zu erlernen, müssen die Lernenden wissen, welche Menge an Fotolack notwendig ist, um eine bestimmte Schichtdicke zu erzielen.<sup>4</sup> Um den Anforderungen an die Qualität des Produktes zu genügen, erfolgt die Belackung unter Gelblicht und unter Reinraumbedingungen. Die Schülerinnen und Schüler müssen wissen, welche Gründe für diese Maßnahmen sprechen und welche Folgen ein Arbeiten unter ungünstigen Bedingungen für das Produkt nach sich zieht.<sup>5</sup> Nach dem Belacken wird die Resistoberfläche durch eine Sichtkontrolle geprüft. Dabei sollen Blasen, Partikel oder Risse in der Oberfläche erkannt werden. Die Schülerinnen und Schüler müssen daher wissen, in welcher Weise die Qualität des Produktes geprüft werden kann und welche Kriterien zu berücksichtigen sind, um zu entscheiden, ob ein Produkt in Ordnung oder Ausschuss ist.<sup>6</sup> Darüber hinaus werden im Rahmen des beschriebenen Prozesses englische Fachbegriffe verwendet. So ist z. B. die Bedienungsanleitung der Resists in Englisch geschrieben, daher sind auch ausreichende Englischkenntnisse nötig.

### Berufspraktisches Lehr-/Lern-Arrangement

Die Lernsituation der Belackung eines Wafers mit Fotolack orientiert sich am Prinzip der „vollständigen Handlung“. Sie umfasst die Phasen der Information, der Arbeitsplanung, der Entscheidung, der Ausführung, der Kontrolle und der Reflexion (ROTTLUFF 1992). Die einzelnen Phasen können die Auszubildenden an verschiedenen Lernorten durchführen.

In der Berufsschule erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Einweisung in die Arbeitsaufgabe (Problemstellung) sowie in die Nutzung des Lernmanagementsystems. In ihren Ausbildungsbetrieben und an ihrem Arbeitsplatz zu Hause können sie die für die Planung und Ausführung der Aufgabe notwendigen Kenntnisse erwerben und den Arbeitsplan erstellen. Dazu benutzen sie die im Lernmanagementsystem abgelegten Leittexte. Während dieser Phase bearbeiten die Schülerinnen und Schüler Leitfragen, die ihnen ebenfalls aus dem Lernmanagementsystem zur Verfügung stehen. Die Leitfragen unterstützen den selbstgesteuerten Erwerb der für die Arbeitsplanung notwendigen Kenntnisse. Ihre Antworten stellen die Schüler in

das Lernmanagementsystem ein. Die Lehrkräfte überprüfen die Lösungen und geben den Auszubildenden ein Feedback. In einer Präsenzphase vor der Ausführung präsentieren die Auszubildenden ihre Arbeitspläne, vergleichen sie untereinander und erstellen gemeinsam einen Arbeitsplan.

Der Inhalt einer Seite im Lernmanagementsystem (Abb. 1) enthält einerseits schriftliche Informationen zur richtigen Ausführung des Arbeitsgangs „Spülen mit Lösungsmitteln“. Andererseits ist eine Videosequenz integriert, die die richtige Ausführung des Arbeitsganges darstellt. Die Arbeitsblätter sind in der linken Spalte eines Inhaltsverzeichnis übersichtlich zusammengestellt. Die rechte Spalte enthält Aufgaben zum Thema „Fotolacke“ (Abb. 2).

Die Auszubildenden führen die Arbeitsaufgabe im Institut für Mikrotechnologie (IMT) der Leibniz-Universität Hannover aus. Das IMT verfügt über einen Reinraum, der für Forschungsaufgaben sowie für die Ausbildung von Studierenden und die Ausbildung von Mikrotechnologen genutzt wird. Auszubildende, die nicht im IMT ausgebildet werden, führen die Arbeitsaufgabe zusammen mit ihren Mitschülern im Reinraum des IMT aus und kontrollie-



Abb. 1: Screenshot der ILIAS-Oberfläche: Die linke Spalte zeigt die Übersicht über die vorhandenen Seiten. Eine Video-Sequenz (rechte Spalte) zeigt das richtige Reinigen des Wafers mit Lösungsmitteln.



Abb. 2: Screenshot der ILIAS-Oberfläche. Die linke Spalte zeigt die Übersicht über die Arbeitsblätter. Die rechte Spalte enthält Aufgaben zum Thema „Fotolacke“.

ren das Arbeitsergebnis. Abschließend reflektieren sie in der Berufsschule den Prozess der Problemlösung und erörtern Möglichkeiten der Verbesserung.

**Resümee**

Mithilfe des Lernmanagementsystems können die Auszubildenden die für die Belackung notwendigen Kenntnisse erwerben. Im Reinraum des IMT können sie das erworbene Wissen auf seine Relevanz für die Arbeitsaufgabe hin überprüfen. Diese Lernsituation hat in der beschriebenen Weise seine Grenzen in der Anleitung der Arbeitsschritte, insbesondere in der Anleitung für die Benutzung des Spin-Coaters. Hier werden die Auszubildenden im Reinraum von einer Fachkraft unterstützt.

Die Nutzung des Lernmanagementsystems ermöglicht das Kennenlernen der Arbeitsaufgabe bereits vor Beginn der Ausführungen. Entscheidungen, die im Rahmen der Ausführung der Arbeitsaufgabe zu treffen sind, können vorbereitet werden. Zudem nutzen die Auszubildenden das Lernmanagementsystem nicht nur als Wissensspeicher, sondern auch zur Kommunikation untereinander und mit dem Tutor (SANDVOSS/WEINER 2005).

Als besonderer Vorteil des Lernmanagementsystems wird erachtet, dass Lehrunterlagen mit geringem Aufwand herzustellen sind. Es bietet zudem den Vorteil der schnellen Aktualisierung. Fotos und Videos, die den speziellen Arbeitsprozess zeigen, können mit Consumer-Hardware erstellt und in das System eingebunden werden.

**Lehr-/Lernarrangement im Lernfeld 12: Beschreibung von Mikrosystemen – Analyse und Einsatz eines piezoresistiven Drucksensors**

Dieses Lehr-/Lernarrangement wurde in der zweiten Ausbildungsstufe des Ausbildungsberufes „Mikrotechnologie/Mikrotechnologin“ mit der Vertiefungsrichtung Mikrosystemtechnik erprobt. Das Lernfeld 12 trägt den Titel „Beschreibung von Mikrosystemen“. Es enthält die folgenden Ziele: „Die Schülerinnen und Schüler beschreiben grundlegende Funktionen von Mikrosystemen und erkennen Sensoren, Aktoren, Signalaufbereitung und Schnittstellen als deren wesentliche Bestandteile. Sie beschreiben den Aufbau, die verschiedenen Funktionsprinzipien, Eigenschaften und Anwen-

dungsbereiche ausgewählter Sensoren und Aktoren.“

Als Inhalte werden u. a. genannt: „Einsatz von Mikrosystemen; Sensoren zur Erfassung von Temperatur, Durchflussmenge, Druck, Beschleunigung; ... Schnittstellen zum makroskopischen Umfeld“ (RAHMENLEHRPLAN 1998).

Um die Bildungsziele zu erreichen, wurde die didaktische Makroform des Stationenlernens erprobt. Die Schülerinnen und Schüler lernen dabei an verschiedenen Unterrichtsstationen. Die Lehrkraft richtet die Stationen ein und stellt Lehrmaterialien zur Verfügung. Als Vorteil wird gesehen, dass die Lehrkraft den Lernenden individuelle Hilfestellung geben kann (JÜRGENS 2006).

In diesem Fall werden fünf Stationen eingerichtet, an denen die Schülerinnen und Schüler in Einzel- oder in Teamarbeit an PC-Arbeitsplätzen arbeiten können. Auf dem Lernmanagementsystem sind dazu Leittexte und Leitfragen eingestellt (Abb. 3).



Abb. 3: Schülerinnen und Schüler arbeiten mit dem Lernmanagementsystem ILIAS

Die Themen der Stationen im Einzelnen:

- Station 1: Die physikalische Größe „Druck“
- Station 2: Aufbau piezoresistiver Drucksensoren
- Station 3: Wheatstonsche Brücke
- Station 4: Vom Druck zum Signal
- Station 5: Funktionsweise: Piezoresistiver Effekt

In einer komplexeren Aufgabe setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit



der Herstellung von piezoresistiven Silizium-Membran-Sensoren auseinander.

Dazu verwenden sie Lehrunterlagen, die ebenfalls auf dem Lernmanagementsystem ILIAS abgelegt sind. Dadurch ist es möglich, diese Aufgabe nicht nur im Klassenraum, sondern auch zu Hause oder im Ausbildungsbetrieb zu lösen.

Abschließend beurteilen die Schülerinnen und Schüler mithilfe eines Versuches die Eignung eines ausgewählten Sensors für den Einbau in einen PKW-Reifen. Hier steht ihnen ein englischsprachiges Datenblatt mit den zum Betreiben und Testen des Sensors notwendigen Daten zur Verfügung. Die mit dem Datenblatt bestimmten Werte müssen mit einem digitalen Multimeter verifiziert werden, um bei der Durchführung der Testmessung eine Beschädigung von Bauteilen zu vermeiden. Anschließend wird die eigentliche Testmessung durchgeführt, bei der verschiedene Spannungen mithilfe eines Notebooks und eines Controllers dokumentiert werden (Abb. 4). Einige ausgewählte Messwerte werden in der Kontrollphase in einen vergleichbaren Druck übertragen. Hier werden zum einen ein Diagramm und zum anderen eine Auswertfunktion zu Hilfe genommen, die beide dem Datenblatt des Drucksensors zu entnehmen sind. Die abschließende Interpretation und Bewertung der gemessenen Werte sowie die Beantwortung der eingangs gestellten Frage, ob sich der vorliegende Sensor für seine vorgesehene Aufgabe eignet, sind die Hauptbestandteile der Bewertungsphase. Durch das eigenständige Begründen der Antwort über die Eignung des Drucksensors und das Reflektieren der kompletten Vorgehensweise in dem Unterrichtsprojekt zur Lösung des gestellten Problems wird den Schülerinnen und Schülern die Bewertung des eigenen Handelns ermöglicht.

Dieses Lehr-/Lernarrangement wurde in der Berufsschule erprobt. Es bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit des selbstorganisierten Lernens. Sie können die Lerninhalte in eigenem Lerntempo bearbeiten. Bis auf die Arbeit am Versuchsstand ist die Arbeit im Klassenraum nicht zwingend erforderlich. Diese Lehr-/Lernform erfährt eine hohe Akzeptanz



Abb. 4: Die Schülerinnen und Schüler überprüfen im Unterricht die Eignung des Drucksensors

seitens der Schülerinnen und Schüler (WEINER/SANDVOSS 2007).

### Zusammenfassung und Ausblick

Als Herausforderungen für die berufliche Bildung der Mikrotechnologen werden die Vielfalt der Lernorte und die Praxisferne der Ausbildung genannt: „Eine Ursache für die bestehenden Probleme liegt in der vielfältigen Teilung des Bildungssystems – in der strikten institutionellen, inhaltlichen, räumlichen, zeitlichen und personellen Trennung der einzelnen Bildungsbereiche (Facharbeiterausbildung, Hochschulbildung, Weiterbildung etc.) sowie innerhalb dieser selbst (Trennung von Theorie und Praxis), die sich bis in den einzelnen Unterricht/Kurs etc. hinein verfolgen lässt“ (HÜBENER/KALISCH 2003, S. 228): Als erfolgreiches Modell zur Bewältigung der Trennung von Theorie und Praxis kann ein Ausbildungsnetzwerk angesehen werden. Darin sind ausbildende Institutionen und Berufsschulen zu integrieren. DEHNBOSTEL (2007) hält solche Netzwerke am ehesten für geeignet, den strukturellen und didaktisch-methodischen Ansprüchen von modernen Berufen und Hochtechnologieberufen gerecht zu werden. Folgt man diesem Urteil, dann müssen alle Partner ihre Ressourcen überprüfen, ihre Ent-

wicklung aufeinander abstimmen und beschreiben, in welchem Umfang sie Schülerinnen und Schüler bzw. Auszubildende bei der Kompetenzentwicklung für Hochtechnologieberufe unterstützen können.

Die erprobten Lehr-/Lernarrangements zeigen einen Weg auf, Auszubildenden zu ermöglichen, an unterschiedlichen Orten zu lernen. Zu den Orten gehören Berufsschule und Labor nach ihren je spezifischen Möglichkeiten. Durch den Einsatz webbasierten Lernens ist es jedoch möglich, dass die Schüler für die Phasen der Information und Vorbereitung andere Orte als die traditionellen nutzen. Notwendig sind hierfür nur ein Laptop sowie ein schneller Internetzugang. Webbasiertes Lernen ist damit nicht nur eine andere Form des Lernens, es ist auch anzunehmen, dass diese Form des Lernens den Ansprüchen der neuen Generation entgegen kommt. Eines der Bedürfnisse ist der Zugang zu „online problem-solving and learning tools“ (DELOITTE 2008). Lehrer und Ausbilder können ihre Auszubildenden mithilfe geeigneter Kommunikationssysteme unabhängig von Ort und Zeit bei der Lösung von Problemen unterstützen, die während der Ausbildung auftreten.

## Literatur

- BÜTTGENBACH, S. (1994): Mikromechanik: Einführung in Technologie und Anwendung. 2. Auflage. Stuttgart.
- DEHNBOSTEL, P. (2007): Verbände und Netzwerke als Lernortkooperationen in modernen Berufen. In: BRUHNE, A. u. a. (Hrsg.): Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen. Tagungsband des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerkes mstbildung. Aachen. S. 16–30.
- DELOITTE, o. Vn. (2008): Managing the Talent Crisis in Global Manufacturing. Strategies to Attract and Engage Generation Y. ([http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de\\_mfg\\_talentcrisis062507%281%29.pdf](http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_mfg_talentcrisis062507%281%29.pdf); Zugriff am 15.10.2008).
- GATZEN, H.-H. (2007): Einführung. In: BRUHNE, A. u. a. (Hrsg.): Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen. Aachen. S. 13–15.
- HÜBENER, N./KALISCH, C. (2003): Das integrierte Bildungskonzept des MANO-Netzwerkes. In: LUCZAK, H. (Hrsg.): Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten. Tagungsband der GFA. Stuttgart. S. 228–231.
- ILIAS: <http://www.ilias.uni-koeln.de/> (Zugriff am 15.10.2008).
- JÜRGENS, E. (2006): Offener Unterricht. In: ARNOLD, K.-H. u. a. (Hrsg.): Handbuch Unterricht. Bad Heilbrunn. S. 280–284.
- RAHMENLEHRPLAN (1998): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 30. Januar 1998). (Online im Internet: URL: [http://infobub.arbeitsagentur.de/berufe/docroot/r1/blobs/pdf/recht/r\\_00102.pdf](http://infobub.arbeitsagentur.de/berufe/docroot/r1/blobs/pdf/recht/r_00102.pdf); Zugriff am 15.10.2008).
- ROTTLUFF, J. (1992): Selbstständig lernen. Weinheim.
- SANDVOSS, R./WEINER, A. (2005): Netzbauierte Lernformen in der Ausbildung von Mikrotechnologen/Mikrotechnologinnen. In: PANGALOS, J. u. a. (Hrsg.): Informatisierung von Arbeit, Technik und Bildung. Münster. S. 333–344.
- VERORDNUNG (1998): Verordnung über die Berufsausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin vom 06. März 1998 (BGBl. I S. 477 vom 19. März 1998) nebst Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 30. Januar 1998). Bielefeld.
- WEINER, A./SANDVOSS, R. (2007): Netzbauiertes Lernen in der Ausbildung von Mikrotechnologen/Mikrotechnologinnen: Piezoresistiver Silizium-Membran-Drucksensor. In: AWNET (Hrsg.): Interesse wecken – Motivation steigern – praxisorientiert ausbilden. Berlin. S. 104–110.

---

Nicolas Hübener

# Bedeutung von Berufsschulen in Bildungsnetzwerken der Mikrotechnologie

## Erfahrungen aus fünf Jahren Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik

Bildungsnetzwerke im Hochtechnologiebereich bieten zahlreiche Möglichkeiten und Synergieeffekte für die beteiligten Partner und für die Regionen. Akteure unterschiedlicher Stufen des beruflichen und akademischen Aus- und Weiterbildungssystems können sich austauschen. Parallel kann die Technologieentwicklung durch geeignete Bildungsprogramme und -strukturen unterstützt werden.

Doch wie entstehen disziplinübergreifende Netzwerke, wie finden sich geeignete Partner in einer Region, wie kann auch überregional ein Austausch oder sogar eine Zusammenarbeit stattfinden? In über fünfjähriger Zusammenarbeit in den sechs regionalen Aus- und Weiterbildungsnetzwerken

für die Mikrosystemtechnik (AWNET) wurden Erfahrungen und teilweise auch Antworten auf diese Fragen gefunden. Mit einem Schwerpunkt auf die Rolle und die Einbindung der Berufsschulen sowie der Berufsschullehrkräfte soll der folgende Artikel diese Erfahrungen darstellen und Anregungen zur Zusammenarbeit geben.

## AWNET – Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik

### Vorgeschichte

Das Qualifizierungssystem in der Mikrosystemtechnik (MST) hat sich seit Beginn der 1990er-Jahre entwickelt. Frühzeitig wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) erkannt, dass die Förderung der Technologieentwicklung in der Mikrosystemtechnik nur dann fruchtbar ist, wenn auch entsprechend ausgebildete Fachkräfte zur Verfügung ste-

hen. Parallel zur Technologieförderung wurde die Einrichtung von Studiengängen unterstützt und auch die Einführung des eigenen Berufsbilds „Mikrotechnologe/Mikrotechnologin“ im Jahr 1998 vorangetrieben. Um die Bildungsangebote an die Anforderungen der regionalen Industrie anzupassen, bedarfsgerechte Angebote zu Fort- und Weiterbildung zu entwickeln und Lehr- und Lernmaterialien zu erstellen, wurde die Vernetzung von Akteuren aus unterschiedlichen Bildungsebenen notwendig.

### Entstehung der AWNET

Im Jahr 2002 wurde ein Wettbewerb zur Förderung von Aus- und Weiterbildungsnetzwerken ausgeschrieben, die die Kompetenzentwicklung in der MST berufs- und disziplinübergreifend unterstützen und das Bildungssystem in der MST parallel zur rasanten Technologieentwicklung ausbauen und anpassen sollten (BMBF 2002).