

## **Berufsspezial NOrA II - Nano + Druck + Design**

### **Was erwartet Euch bei der 2. NOrA? Worum geht es? Nano + Druck + Design - wie hängt das innovativ zusammen?**

NOrA II bietet euch als Nano-(Berufs-)Orientierungsakademie in Kooperation mit der Technischen Universität Darmstadt (TUD) und dem Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren (IDD) die Möglichkeit, ganz praktisch Grundlegendes über die Zusammenhänge zwischen Nanotechnologie am Beispiel „Druck von Nanomaterialien“ und daraus entstehende Produktideen sowie konkrete Produkte zu erfahren. Von der eigenständigen Herstellung verschiedener Nanopartikel (**Nano**), über das Kennenlernen von Druckverfahren, bei denen die Nanopartikel weiter verarbeitet werden (**Druck**), bis hin zur gestalterischen Umsetzung in innovative Produktideen (**Design**), möchte euch NOrA umfassend und anschaulich ein innovatives Tätigkeitsfeld im breiten Spektrum „Nanotechnologie“ vorstellen und näher bringen. Hierfür wird die zweite Nano-Orientierungs-Akademie unter anderem am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der TUD durchgeführt.

### **Was macht das IDD?**

Das IDD wurde 1953 von Druckmaschinenherstellern als gemeinsames Forschungsinstitut gegründet und später an den Fachbereich Maschinenbau der TU Darmstadt angegliedert. Es verarbeitet, ganz allgemein ausgedrückt, Nanomaterialien in flüssiger Form zu dünnen Schichten außerhalb des Vakuums (im Gegensatz zu z. B. Aufdampfen).

Heute besteht das IDD unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam aus 3 Forschungsgruppen mit insgesamt 33 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern:

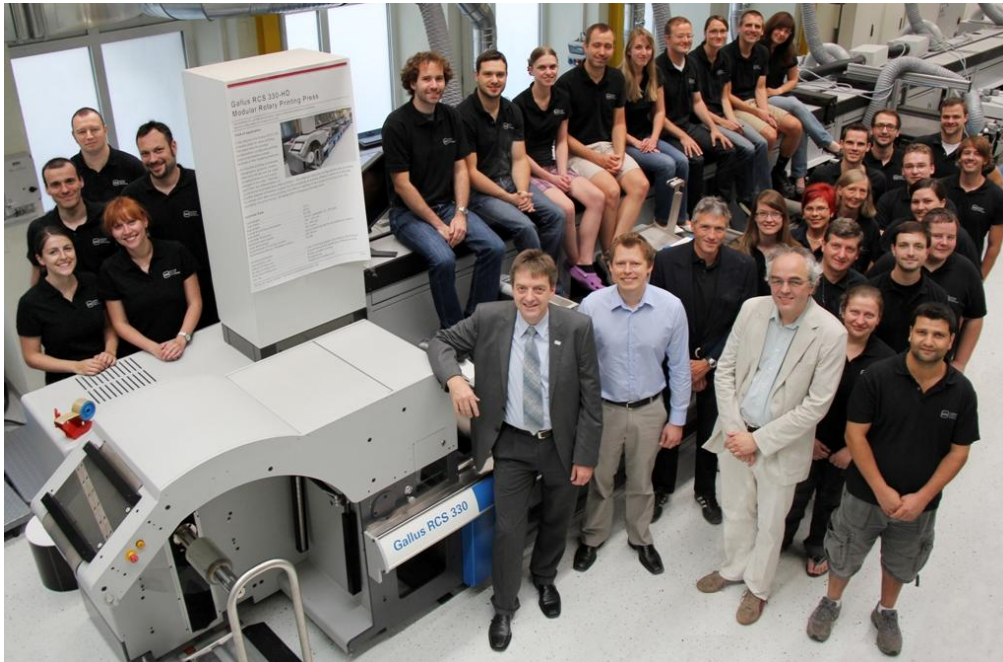
*Die Color Group (Farbmetrik)* beschäftigt sich mit (spektraler) Farbproduktion und Farbmessung und behandelt physikalische, chemische, ingenieurwissenschaftliche, mathematische und wahrnehmungspsychologische Fragestellungen rund um das Thema Farbe. Beispielsweise hat die Color Group den Prototypen eines multispektralen Kopiersystems entwickelt, mit dem sich Kopien erstellen lassen, die unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen ihren Originalen gleichen.

*Die Gruppe „Technologie und Material“* beschäftigt sich mit der Erforschung der am Druckprozess beteiligten Materialien (Substrat, Druckfluide, Druckformen) und Prozesse (Farbübertragung, Modellierung und Simulation von Teilprozessen). Im Labor für Materialcharakterisierung stehen moderne Messverfahren zur Analyse des Verhaltens der am Druckprozess beteiligten Materialien zur Verfügung. In einer Prüfmaschine kann das Verhalten von Körpern (Gummituch, Flexodruckplatten) und dünnen Materialien (Papier, Folie) unter mehraxialer Beanspruchung untersucht werden.

*Die Gruppe „Funktionales Drucken“* beschäftigt sich mit der Untersuchung und Weiterentwicklung der Druckverfahren (inkl. Materialien und Teilprozesse) hinsichtlich ihrer Eignung für funktionale Materialien und deren Anwendungen (Polymerelektronik, Photovoltaik etc.). Diese Materialien lassen sich wie herkömmliche Druckfarben auftragen, entwickeln auf dem Substrat aber Funktionalitäten, wie zum Beispiel Elektrolumineszenz, fotoelektrischer Effekt oder elektrische Leitfähigkeit. Das Drucklabor am IDD hat einen dreistufigen Aufbau, in dem alle gängigen Druckverfahren (Offsetdruck, Tiefdruck, Siebdruck, Flexodruck, InkJet) von kleinsten Mengen bis hin zu produktionsnahen Bedingungen untersucht werden können.

Am IDD geht es für die Mitarbeiter um die wissenschaftliche Erforschung der Grundlagen des funktionalen Druckens. Darüber hinaus sieht sich das IDD als Dienstleister für Unternehmen, aber auch als Partner für interdisziplinäre (Industrie-)Projekte. Das Forschungsziel ist die Entwicklung von Technologien, die den wirtschaftlichen Einsatz von weitgehend automatisierten Druckprozessen ermöglichen, oder kurz: Make Printing More Industrial. Das Forschungskonzept des IDD soll zum Verständnis des Druckens unter sich

wandelnden Anforderungen und mit neuartigen Materialien beitragen. Damit ist einerseits die Weiterentwicklung bestehender Systeme und Verfahren möglich und andererseits die Entwicklung neuer innovativer Systeme. Somit eröffnet sich am IDD ein breites Spektrum an Möglichkeiten für engagierte Nachwuchskräfte, die Interesse an der interdisziplinären Wissenschaft Nanotechnologie haben.



1 Das IDD-Team 2011

### ... und was hat das mit Nanotechnologie zu tun?

Wie der Name bereits verrät, geht es am IDD um Druckmaschinen und Druckverfahren, insbesondere um Drucktechniken. Mittlerweile wird die Drucktechnik nicht mehr nur als Verfahren zur Herstellung von Büchern oder Zeitungen verwendet, sondern auch für das „funktionale Drucken“ von elektronischen Schaltelementen oder Teilen davon eingesetzt. Gegenüber dem „grafischen Drucken“ geht es beim funktionalen Drucken nicht um das strukturierte Aufbringen von Farben, sondern das Drucken defektfreier funktionaler Strukturen und Schichten mit neuartigen organischen und anorganischen Materialien. Insbesondere spielen hier Nanopartikel, die in Form kolloidaler Lösungen auch verdruckbar sind, eine immer wichtigere Rolle. Solche Lösungen bieten neben ihren günstigen prozessierungstechnischen Eigenschaften auch die Möglichkeit, neue Anwendungsfelder für das Drucken zu erschließen. Die Anforderungen an die Drucktechnik sind hierbei allerdings hoch, denn die Nanopartikel werden unter Bedingungen verarbeitet, die in der grafischen Drucktechnik eher unüblich sind.<sup>1</sup> Speziell am IDD geht es nun um die Verarbeitung von Nanomaterialien in flüssiger Form zu dünnen Schichten außerhalb des Vakuums (im Gegensatz zu z. B. Aufdampfen). Ein großer Vorteil hierbei ist, dass vorhandene Verfahren an Nanomaterialien angepasst werden können und somit nur wenige Neuentwicklungen für die Flüssigprozessierung nötig sind.

---

<sup>1</sup> Vgl. dazu „Einsatzmöglichkeit von Drucktechniken zum Drucken funktionaler Anwendungen“ in Nanotechnologie in Kunststoff - Innovationsmotor für Kunststoffe, ihre Verarbeitung und Anwendung, HA HessenAgentur GmbH (Hrsg.), 2009

## Was macht diesen Bereich spannend für eine berufliche Zukunft? Was kann man damit machen?

Die Arbeit im Bereich Druckverfahren und Drucktechniken gestaltet sich sehr interdisziplinär, genau wie die Nanotechnologie selbst. D.h. der Forschungsarbeit in diesem Fachgebiet können ganz unterschiedliche Ausbildungen vorausgehen. Studiengänge wie Maschinenbau, Physik, Mechatronik, Elektrotechnik, Informatik sowie des Papieringenieur- und Wirtschaftsingenieurwesens können den Weg in diese Richtung ebnen. Anschließend können sich Möglichkeiten ganz verschiedener Tätigkeitsbereiche im Feld Drucktechniken im Rahmen von Forschungsprojekten ergeben. Das IDD z.B. hat bereits in Kooperation mit Industriepartnern und weiteren Forschungseinrichtungen einige Forschungsprojekte durchgeführt. Interessant hierbei ist vor allem die enge Zusammenarbeit mit anderen Fachdisziplinen der TUD wie den Fachbereichen Chemie, Physik, Materialwissenschaft und Elektrotechnik – ein kreatives und interdisziplinäres Forschungsumfeld, in dem die zu lösenden Aufgaben und Herausforderungen des funktionalen Drucks gemeinsam bearbeitet werden.

Die Entscheidung für einen der oben genannten Studiengänge und darüber hinaus für die Spezialisierung auf den Bereich Drucktechniken und Druckverfahren eröffnet gute Perspektiven für eine erfolgreiche berufliche Zukunft. Gesucht werden in diesem Spektrum vor allem Naturwissenschaftler/-innen und Ingenieure/-innen in Planung, Entwicklung, Forschung, Konstruktion, Fertigung, Produktion, Vertrieb und Beratung.

Nanomaterialien werden in Zukunft vermutlich häufiger in flüssiger Form verarbeitet, aber die Grundlagen des funktionalen Drucks sind bisher wenig wissenschaftlich erschlossen. Zum Einstieg in diese neue Druckanwendung ist viel Erfahrung nötig, die künftig mit Hilfe gut ausgebildeter Mitarbeiter und in Kooperation mit Industriepartnern gesammelt werden muss. Eine Person, die diesen Weg eingeschlagen hat und heute erfolgreich am IDD arbeitet, möchten wir an dieser Stelle gern vorstellen:

Constanze Ranfeld, Diplomingenieurin für Mikrotechnik/Mechatronik in der Fachrichtung Print- u. Medientechnik



**NORA:** Liebe Frau Ranfeld, Sie arbeiten im Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren. Was machen Sie da genau?

**CR:** Ich bin am IDD als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin tätig, meine Arbeit gestaltet sich daher recht vielfältig. Im Rahmen meiner Doktorarbeit geht es um das Drucken leitfähiger, strukturierter Schichten (z. B. als Elektroden für Transistoren). Solch ein Prozess findet beispielsweise Anwendung im Bereich gedruckter Elektronik. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin betreue ich ein Projekt im Rahmen des Spitzenclusters Forum Organic Electronics, gefördert vom BMBF, eine gemeinsame Forschungs- und Transferplattform von Wissenschaft und Wirtschaft in der Metropolregion Rhein-Neckar. Hierbei beschäftige ich

mich mit dem Drucken und Laserstrukturieren von Displayansteuerelektronik (Pixelmatrix), das Projekt heißt „Kosadis“, dies ist die Abkürzung für Komplementäre Schaltungstechnik für gedruckte Anzeigen und DISplays. Kurz zum Hintergrund: Gedruckte Schaltungstechnik auf flexiblen Substraten erlaubt einen kostengünstigen Aufbau flexibler Anzeigen, z.B. für Verpackungen und kodierbare Preisdisplays an Regalen. Ziel des Projekts ist die Entwicklung von Materialien und Herstellverfahren sowie die Erprobung von Prototypen von Anzeigen mit integrierten Ansteuerschaltungen sowie Zeilenansteuerungen für Displays. Hierbei arbeiten wir mit verschiedenen Partnern wie BASF, der Tesa Scribos GmbH und der Universität Stuttgart zusammen, was die Projektarbeit besonders interessant gestaltet. Über die Projektarbeit und die Arbeit an meiner Dissertation hinaus gehört auch die Lehre zu meinen Aufgabengebieten. Dies beinhaltet z.B. die Vorlesungsbetreuung für die Veranstaltung „Digitale Druckverfahren“.

**NOrA:** Wollten Sie das schon immer machen? Wie war Ihr Berufsweg / Berufseinstieg, welche Ausbildung haben Sie gewählt?

**CR:** Nach dem Abitur hätte ich mir alles vorstellen können, die Studienwahl habe ich mir nicht leicht gemacht, weil mich einfach ganz viele verschiedene Richtungen interessiert haben. Letztlich habe ich mich für das Studium Wirtschaftsingenieurwesen & Mikrotechnik, entschieden, weil es doch sehr interdisziplinär ist und einem nach dem Studium ein breites Berufsfeld offen steht. So gibt es z. B. die Möglichkeit, im Bereich Sensorentwicklung zu arbeiten oder auch bei namhaften Druckmaschinenherstellern einzusteigen. Darüber hinaus stehen einem aber auch die Türen in die Entwicklung offen – je nach Interessenslage. Ich selbst habe meinen Weg über Praktika bei einem Werkzeugmaschinenhersteller, bei DPC, dem Digital Printing Center (ein Forschungsinstitut für Digitaldruck in Schweden) und einem Druckmaschinenhersteller eingeschlagen. Mein Berufseinstieg erfolgte über die Diplomarbeit am IDD, der dann der Direkteinstieg am IDD folgte.

**NOrA:** Was fanden Sie besonders spannend für Ihre Berufswahl?

**CR:** Wie gesagt, letztlich hat mich gereizt, dass der Studiengang sehr interdisziplinär aufgestellt ist und mir ein breites Berufsfeld im Anschluss offen stand. Irgendwie war es auch ein wenig die Herausforderung, einen recht männerdominierten Studiengang gut abzuschließen, die meine Entscheidung mit beeinflusste.

**NOrA:** Wir kooperieren bei der zweiten NOrA - Nano-Orientierungs-Akademie - mit Ihrem Institut. Was genau hat Ihr Tätigkeitsfeld mit Nanotechnologie zu tun? Warum arbeiten Sie mit Nano? Was ist das Besondere daran?

**CR:** Mit Nanotechnologie arbeite ich insofern, dass ich schlichtweg Nanomaterialien verarbeite, hierbei hauptsächlich leitfähige und halbleitende Druckfluide (z. B. Silber und Graphen). Der Einsatz der Nanotechnologie an unserem Institut begründet sich in der Nutzung der geänderten Materialeigenschaften der Nanopartikel im Vergleich zu den herkömmlichen Partikelgrößen im Mikrometerbereich (z. B. Sintertemperatur von Metallen o. ä.). Damit bietet die Nanotechnologie ein breites Einsatzspektrum.

**NOrA:** Was bietet das IDD speziell für Einstiegsmöglichkeiten?

**CR:** Am IDD besteht die Möglichkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter oder als studentische Hilfskraft (schon im Rahmen des Studiums) zu arbeiten. Darüber hinaus werden auch studentische Arbeiten angeboten.

**NOrA:** Es gibt immer das (Vor-)Urteil, in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Bereichen wie Ihrem arbeiten nur Männer. Können Sie das bestätigen? Arbeiten auch Frauen in Ihrem Bereich? Bzw. gibt es Probleme, Schwierigkeiten in Ihrem Umfeld zwischen Männern und Frauen?

**CR:** Es stimmt schon, dass im natur- und ingenieurwissenschaftlichen Bereich der Anteil männlicher Kollegen sehr hoch ist. Am IDD herrscht allerdings, ganz im Gegenteil, eine sehr hohe Frauenquote und die Zusammenarbeit zwischen den Geschlechtern läuft sehr gut. Dazu muss man aber auch mal sagen, dass das Geschlecht grundsätzlich weniger wichtig

ist als Qualifikation und Können. Das Studium hingegen ist tatsächlich sehr männerdominiert, was letztlich aber ein Vorteil sein kann. Man wird oft unterschätzt und es kommt schon mal vor, dass die männlichen Kommilitonen und Professoren über die Leistungen der Studentinnen staunen, das stärkt natürlich das Selbstbewusstsein und dann kann ein solches Studium richtig Spaß machen.

**NOrA:** Eine persönliche Frage: Sie sind 29 Jahre alt. Haben Sie bereits Kinder? Oder planen Sie, eine Familie zu gründen? Und wenn ja, wie werden Sie dann Beruf und Familie versuchen, miteinander zu vereinbaren?

**CR:** Ich habe noch keine Kinder, aber irgendwann sind sicherlich Kinder geplant. Über die spätere Vereinbarkeit von Beruf und Familie mache ich mir eigentlich keine Sorgen, mein Partner und ich sind da recht offen, was die Aufteilung in Bezug auf Kinderbetreuung betrifft, so dass sich das sicherlich alles ganz gut unter einen Hut bringen lässt, ohne dass sich einer von beiden überfordert oder benachteiligt fühlt. ;)

**NOrA:** Letzte Frage: Haben Sie besondere Tipps für Abiturientinnen unserer NOrA-Initiative, in Ihr Berufsfeld einzusteigen?

**CR:** Aus eigener Erfahrung würde ich sagen, dass es wichtig ist, Vorurteile in Bezug auf die Geschlechterrollen zu überwinden und sich auf keinen Fall einreden zu lassen, dass Frauen dies oder jenes doch gar nicht können. Im Gegenteil, Frauen können vor allem auch im Studium sehr gut mit männlichen Kollegen mithalten und ich selbst habe auch die Erfahrung gemacht, dass man als Frau in einem männerdominierten Studiengang wirklich gute Unterstützung erfährt. Außerdem kann ich auch raten, ruhig mal „ins kalte Wasser zu springen“, also einfach machen. Z.B. bei den Instituten der Universitäten nach Praktikumsplätzen oder HiWi-Jobs fragen, auch wenn man noch keine Erfahrung hat, irgendwann muss man einfach den Anfang machen und so hat man eine wirklich gute Gelegenheit mal zu testen, ohne sich gleich festzulegen. Dazu kommt, dass man hierbei die Chance nutzen kann, sich schon frühzeitig ein Netzwerk aufzubauen, das zum Ende der Studienzeit in der Berufsfindungsphase sehr hilfreich sein kann.

NOrA: Wir danken herzlich für das Interview.

### **Welche Kompetenzen braucht man?**

Um ein Studium im Bereich Nanotechnologie (z.B. Chemie, Physik, Maschinenbau oder Materialwissenschaft) und im Anschluss vielleicht einen Vertiefungsstudiengang (z.B. Maschinenbau – Mechanical and Process Engineering) erfolgreich zu absolvieren, sollte man einige Voraussetzungen mitbringen. Besonders wichtig ist es, sich im Vorfeld ganz konkret über die verschiedenen Studiengänge und Ausbildungsmöglichkeiten und deren Inhalte zu informieren, um einschätzen zu können, was einen während der Ausbildung erwartet. Hierbei ist eine gesunde Mischung aus Idealismus und Realismus sehr von Vorteil, darüber hinaus sollten Interessierte auch Neugier mitbringen. Studiengänge im Bereich Nanotechnologie sind theorielastig und es ist unabdingbar, das nötige ‚Handwerkszeug‘ dafür zu erlernen.

Nanotechnologie-Interessierte sollten vor allem über interdisziplinäres Interesse und die Motivation über den Tellerrand hinauszuschauen sowie über Ehrgeiz und eine gewisse Frustrationstoleranz, sozusagen über eine Leidenschaft für das Fach verfügen. Ein Nanotechnologie-Studium erfordert neben einer intensiven Beschäftigung mit der Thematik und der Bereitschaft zum Verstehen auch die Auseinandersetzung und das sich Einlassen auf die relevanten Größen und ein kontinuierliches Infragestellen. Darüber hinaus sollten sich Nanowissenschaft-Studierende praktisch einbringen, z.B. als Hilfwissenschaftler/-innen, um konkret in die Anwendungsbereiche reinzuschmecken und selbst ausprobieren zu können – quasi Entdecker/-in sein.

## **Wie kommt man rein – in die Drucktechnik und den Bereich Nanotechnologie?**

Speziell an der TU Darmstadt kann man durch die Studiengänge Chemie, Physik und Materialwissenschaft zur Drucktechnik gelangen, aber auch als Quereinsteiger aus Maschinenbau oder Biologie, Biomolekular Engineering bzw. Biotechnologie besteht die Möglichkeit im Bereich Druckverfahren Fuß zu fassen.

Zur praxisnahen Ausbildung der Studierenden verfügt z. B. das IDD über ein Drucklabor sowie verschiedene Messlabore für die Charakterisierung von Druckfluiden, -produkten und -farben. Themen für Master- und Bachelorarbeiten werden fachgebietsintern oder auf Wunsch auch zusammen mit der Industrie vergeben. Interessante und aufschlussreiche Exkursionen zu den Druckmaschinenherstellern, wie auch zu den Druckzulieferern und der weiterverarbeitenden Druckindustrie, werden regelmäßig angeboten und durchgeführt.

Im Bereich Nanotechnologie ganz allgemein bieten bundesweit 26 Hochschulen insgesamt 30 fachspezifische Studiengänge im Bereich der Schlüsseltechnologie an: von Nanotechnologien und Nanowissenschaften bis hin zu Nanoelektronik, Nanochemie und Nanobiotechnologie.

Aber auch zahlreiche klassische Studiengänge, ähnlich wie an der TU Darmstadt (z. B. Chemie, Physik, Biologie, Biotechnologie, Medizin) bieten einen soliden Einstieg und Spezialwissen in Fachgebieten, die direkt dem Feld der spannenden Zukunftstechnologie zugeordnet werden (z. B. Analytik).

Detaillierte Informationen zu den Nano-Bildungsangeboten sind unter <http://bildung-beruf.nanonet.de> zusammengestellt. Die einzelnen Nano-Studiengänge sind kartografisch, interaktiv und als Porträts unter <http://nano-bildungslandschaften.de/> abrufbar.

## **Wie kommt man weiter?**

Grundsätzlich bestehen nach einem Studium mit dem Schwerpunkt Nanotechnologie zahlreiche Möglichkeiten für eine zukünftige Tätigkeit z. B. als Gruppen- bzw. Abteilungsleiter in der Industrie oder an einer Hochschule. Eher an Forschung Interessierte haben sehr gute Chancen über den Weg der Promotion ihre wissenschaftliche Karriere voranzutreiben, bis hin zur Professur.

Darüber hinaus besteht auch in der Wirtschaft ein wachsender Bedarf an Nanowissenschaftlern, insbesondere High-Tech-Ingenieure werden vor allem für die Bereiche Produktion und Analytik künftig wichtiger, aber auch entsprechende Qualifikationen sollten die Nachwuchskräfte mitbringen. So werden laut *nanotechnologie aktuell 2010*, einer Publikation des Instituts für wissenschaftliche Veröffentlichungen (IWW), z.B. im Bereich Charakterisierung und Analyse Fachkompetenzen bei Rastermikroskopie, Partikelgrößenmessung und optische Mikroskopie ganz groß geschrieben. Allerdings gehören auch die sogenannten Soft Skills wie Kreativität und Kommunikationsfähigkeit sowie methodische und soziale Kompetenzen zu den künftigen Anforderungen an Nano-Forscher und Entwickler. Einige Großunternehmen, die in der Nanotechnologie tätig sind, weisen darauf hin, dass von den akademischen Fachkräften neben Fachkompetenzen vor allem selbst organisiertes Lernen erwartet wird. Dazu gehört Wissen über die neuesten Entwicklungen und die neuesten wissenschaftlichen Fachpublikationen der Nanotechnologie. Von Führungskräften aus Forschung und Entwicklung wird auch erwartet, dass sie ihre wissenschaftlichen Ergebnisse publizieren und präsentieren.

Zum Thema „Nano-Berufsperspektiven – Was Unternehmen und Institute zu bieten haben“ ist in *nanotechnologie aktuell 2010* folgendes zu lesen:

Bereits heute sind etwa 750 innovative Unternehmen in Deutschland mit der Entwicklung, Anwendung und der Vermarktung nanotechnologischer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen befasst. Zu den etwa 150 Großunternehmen, die entsprechende Geschäftsfelder eingerichtet haben, gehören weltweit ausgerichtete Unternehmen mit guten Aufstiegsmöglichkeiten wie Daimler, Carl Zeiss, Evonik, BASF und Bayer. Absehbar ist, dass

in Zukunft deutlich mehr Beschäftigte mit nanotechnologischen Methoden arbeiten werden. Nanotechnologische Entwicklungen werden als Beiträge zur Lösung von Zukunftsfragen und Innovationen in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft Einzug halten und letztlich auch unseren Alltag prägen. Eine Vielzahl der innovativen Nano-Unternehmen richtet sich mit attraktiven Einstiegsangeboten direkt an Hochschulabsolventen. Bei der Rekrutierung neuer Mitarbeiter als künftige Forscher und Entwickler herrscht ein Wettbewerb um hoch qualifizierte Absolventen der Nanotechnologie. Zunehmend nutzen Unternehmen die Möglichkeit, künftige Nano-Mitarbeiter bereits während des Studiums über Praktika, Master- und Promotionsarbeiten an das Unternehmen zu binden. Praktika werden oftmals vor Aufnahme des Studiums mehrwöchig oder studienintegriert bis zu einer Dauer von drei Monaten angeboten. Ein früher Einstieg in das Unternehmen im Rahmen von Praktika oder wissenschaftlichen Arbeiten im Rahmen des Studiums sichert oftmals Vorteile bei der Einstellung und der Einarbeitungsprozess kann günstiger gestaltet werden. Nach drei bis fünf Jahren Berufserfahrung kommen Ingenieure beispielsweise in den Bereichen Vertrieb, Produktion und Elektrotechnik auf mehr als 50.000 Euro durchschnittliches Jahresgehalt.