

Kristina HAUSCHILDT¹ & Michael JAEGER (Hannover)

Kompetenzförderung von Ingenieur Nachwuchs im Rahmen von FuE-Projekten

Zusammenfassung

Aufbauend auf der Evaluation einer Förderlinie für ingenieurwissenschaftliche FuE-Projekte an Fachhochschulen betrachtet der vorliegende Beitrag vertiefend den selbsteingeschätzten Kompetenzerwerb der eingebundenen Diplomandinnen und Diplomanden, Promovierenden und wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen in den Bereichen „Forschung“ und „Management“. Es zeigen sich insgesamt Kompetenzgewinne, jedoch sind auch Unterschiede zwischen den Gruppen sowie, für Diplomandinnen und Diplomanden, Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Unternehmenskontakt festzustellen. Die Ergebnisse werden diskutiert und Implikationen für die weitere Forschung und die Hochschulpraxis abgeleitet.

Schlüsselwörter

Ingenieur Nachwuchs, Kompetenzen, Forschungskompetenz, Praxisorientierung, Forschung und Entwicklung.

Development of young engineers' research and management competencies in R&D projects

Abstract

Based on an evaluation of a funding programme for R&D projects in engineering, the present study examines the self-rated competency gains pertaining to “research “ and “management” of young (or future) engineers involved in the project. Although, in general, all groups profited from the involvement in the project, different groups showed different patterns of gains. For masters-level students, there were differences between those who had contact with companies and those who did not. This paper discusses the results of the evaluation and suggests some possible implications for both future research and higher education.

keywords

young engineers, competencies, research competence, practice-oriented, R&D

¹ E-Mail: hauschildt@his.de

1 Hintergrund

Diese Studie baut auf einer vom HIS-Institut für Hochschulforschung (HIS-HF) durchgeführten Evaluation der Förderlinie „IngenieurNachwuchs“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) auf (JAEGER, HAUSCHILDT & IN DER SMITTEN, 2011). Im Programm „Forschung an Fachhochschulen“ werden durch diese Förderlinie seit 2007 ingenieurwissenschaftliche FuE-Projekte unterstützt, die von neu berufenen Professorinnen und Professoren an Fachhochschulen (FHs) durchgeführt werden.

Neben der Forschungsförderung ist ein zentrales Ziel der Förderlinie die Erhöhung der Beschäftigungsfähigkeit von Nachwuchskräften (Studierende, Promovierende und wissenschaftlicher Nachwuchs) durch Einbindung in die Forschungsprojekte und die Anfertigung von Abschlussarbeiten im Projekt. Zudem soll der Berufseinstieg durch frühzeitige Praxiskontakte erleichtert werden.

Dieser Beitrag untersucht, welche Auswirkungen die Einbindung in die Projekte auf den Kompetenzerwerb der involvierten Nachwuchskräfte hat. Betrachtet werden dabei selbsteingeschätzte Steigerungen in den Kompetenzbereichen „Forschung & wissenschaftliches Arbeiten“ und „Management & Führung“ (SCHMIDT, 2007). Die Ergebnisse werden diskutiert und in die bestehende Forschung eingeordnet; darüber hinaus werden Ansätze für praktische Gestaltungsmaßnahmen abgeleitet.

1.2 Kompetenzanforderungen an Ingenieurinnen und Ingenieure

Der Begriff „Kompetenzen“ bezeichnet laut WEINERT (2002) „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (S. 27 f.). Zentral, auch in Abgrenzung zu formalen Qualifikationen, ist dabei die handlungsbefähigende Komponente der Kompetenz (IN DER SMITTEN & JAEGER, 2010). Der Erwerb relevanter Kompetenzen bestimmt somit auch in erheblichem Maße die „employability“ von Hochschulabsolventinnen und -absolventen.

Zu bestimmen ist daher zunächst, welchen Kompetenzanforderungen beruflich tätige Ingenieurinnen und Ingenieure in Deutschland gerecht werden (müssen). Dazu kann auf mehrere Befragungsergebnisse zurückgegriffen werden. In der repräsentativen HIS-Absolventinnen- und -Absolventen-Befragung des Jahrgangs 2005 (BRIEDIS, 2007) schätzten FH-Absolventinnen und -Absolventen der ingenieurwissenschaftlichen Fächer ein Jahr nach ihrem Abschluss am häufigsten Methodenkompetenzen (bspw. Anwendung von Wissen, selbstständiges Arbeiten), Selbstorganisationsfähigkeit (bspw. Zeitmanagement), die Einzelkompetenzen „Fächerübergreifendes Denken“, „spezielles Fachwissen“ sowie (außer in der Elektrotechnik) Sozialkompetenzen (bspw. Kooperationsfähigkeit, Verhandlungsgeschick, Führung) als (sehr) wichtig für ihre Berufstätigkeit ein. Die wahrgenom-

mene Wichtigkeit der verschiedenen Kompetenzen hat sich dabei im Vergleich zum Abschlussjahrgang 2001 kaum verändert.

Für den Jahrgang 2001 liegen zudem Bewertungen des eigenen Kompetenzstands zum Zeitpunkt des Studienabschlusses vor. Defizite bei den eigenen Kompetenzen gegenüber den berichteten beruflichen Anforderungen sahen die Absolventinnen und Absolventen insbesondere in den Bereichen Selbstorganisationsfähigkeit und Sozialkompetenzen (SCHAEPER & BRIEDIS, 2004); gleiches gilt für die „Fähigkeit zum fachübergreifendem Denken“. Die zum Zeitpunkt des Abschlusses vorhandenen Methodenkompetenzen und Fachkenntnisse reichen hingegen aus Sicht der meisten Befragten aus, um die Anforderungen der beruflichen Tätigkeit zu bewältigen. FH-Absolventinnen und -Absolventen berichteten allerdings deutlich häufiger als Personen mit einem universitären Abschluss von Defiziten in diesen beiden Bereichen.

Auch aus Arbeitgeber/innen-Sicht zeigen sich Defizite. In einer Umfrage der deutschen Industrie- und Handelskammer nannten jeweils ein Viertel der Unternehmen mangelnde Fähigkeiten, theoretische Kenntnisse in der Unternehmenspraxis umzusetzen sowie Selbstüberschätzung als Gründe, sich von einer Mitarbeiterin bzw. einem Mitarbeiter getrennt zu haben, dicht gefolgt von mangelnder Sozialkompetenz (HEIDENREICH, 2011). Fachliche Mängel spielten eine untergeordnete Rolle. Ähnliche Ergebnisse erzielen verschiedene weitere Befragungen zur Passung der Qualifikation ingenieurwissenschaftlicher Absolventinnen und Absolventen zu den Erwartungen und Anforderungen der Wirtschaft (vgl. BECKER, 2007; MINKS, 2006; SCHRAMM & KERST, 2009; WÄCHTER, 2002). Dies gilt auch für Promovierte (ACATECH, 2008).

Die zitierten Studien basieren größtenteils auf einer gängigen Klassifikation von Kompetenzen in die vier Bereiche Methoden-, Personal- /Selbstorganisations-, Sozial- und Fachkompetenz (vgl. SCHAEPER & BRIEDIS, 2004). Eine weitere Möglichkeit ist es, Kompetenzen entsprechend des Tätigkeitsfeldes, in dem sie zum Einsatz kommen sollen, zu klassifizieren. Schmidt (2007) hat eine solche Einteilung für junge wissenschaftliche Mitarbeiter/innen vorgenommen. Er hat die Tätigkeitsfelder „Forschung & wissenschaftliches Arbeiten“, „Management & Führung“ und „Präsentation und Vermittlung“ identifiziert und ihnen jeweils relevante Einzelkompetenzen zugeordnet (SCHMIDT, 2007). Im Bereich „Forschung und wissenschaftliches Arbeiten“ sind Kompetenzen zum Erwerb von Wissen und dessen Anwendung notwendig; der Bereich „Management & Führung“ umfasst kooperative, kommunikative und organisatorische Aspekte der Projektarbeit.² In der vorliegenden Studie werden diese beiden Kompetenzbereiche betrachtet, da die Förderlinie „IngenieurNachwuchs“ explizit auf Kompetenzsteigerungen in diesen Bereichen abzielt. Zudem werden durch die enthaltenen anwendungsorientierten und sozialen Kompetenzen diejenigen Kompetenzbereiche abgedeckt, die mit Blick auf die Berufstätigkeit ingenieurwissenschaftlicher Absolventinnen und Absolventen wichtig sind.

² Die Einzelkompetenzen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

1.3 Kompetenzerwerb in Forschungsprojekten

Als Reaktion auf die festgestellten Defizite in der Berufsvorbereitung der Hochschulabsolventinnen und -absolventen wurden mehrfach Verbesserungen der Hochschullehre gefordert (vgl. BECKER, 2007; HEIDENREICH, 2011; MINKS, 2006). Häufig werden ein stärkerer Praxisbezug der Ausbildung und/oder neue Lehr-/Lernformen angemahnt – beide sollen die Übertragbarkeit des Gelernten in die berufliche Praxis erleichtern. Als besonders effektiv zur Förderung von überfachlichen Kompetenzen gelten aktivierende, Theorie und Praxis integrierende Lehrformen/Lernumwelten wie Projektkurse (LADWIG & SELENT, 2007; MINKS, 2006; SCHAEPER & BRIEDIS, 2004; SCHAEPER, 2009) oder andere induktive Formen des Lehrens (vgl. PRINCE & FELDER, 2006). In einem solchen projekt- oder problembasierten Ansatz werden Studierende mit „echten“, d. h. komplexen und wenig strukturierten, Problemen und Aufgabenstellungen konfrontiert, die sie selbstständig, häufig in Gruppen, bearbeiten (MILLS & TREAGUST, 2003). Der Erfolg dieses Ansatzes konnte, auch aufgrund der Unterschiedlichkeit verschiedener Implementationen, noch nicht eindeutig belegt werden (vgl. auch WALKER & LEARY, 2009). Eine projekt- oder problembasierte Herangehensweise scheint jedoch speziell die außerfachlichen Kompetenzen der beteiligten Studierenden zu fördern (MILLS & TREAGUST, 2003; SCHAEPER, 2009) und erscheint somit zur Förderung der defizitären Kompetenzbereiche ingenieurwissenschaftlicher Absolventinnen und Absolventen besonders geeignet.

Zu den tatsächlichen Effekten einer solchen Lernumgebung gibt es, zumindest für die Gruppe der Graduierten im Bereich Ingenieurwissenschaften, nur wenige Erkenntnisse (eine Ausnahme bilden ROGERS & GOKTAS, 2010). In einer Überblicksstudie stellen SEYMOUR, HUNTER, LAURSEN & DIATONI (2004) insbesondere die Steigerung des Interesses am Thema, bessere Berufsvorbereitung, klarere Berufsvorstellungen, sowie Verbesserungen in Forschungsmethoden, kritischem Denken, Verständnis für die Bearbeitung von Problemen sowie Kommunikation und (in geringerem Maße) auch Kooperation als potentielle positive Ergebnisse der Beteiligung an Forschungsprojekten heraus. Die meisten der diskutierten Publikationen liefern allerdings nur schwache Belege für die angenommenen Effekte. Zudem ist der Bezug zu den aktuell vorliegenden Daten nicht unmittelbar gegeben, da die Studien im Gegensatz zur vorliegenden auf Studierende fokussieren.

Nichtsdestotrotz erscheint es plausibel, dass eine Einbindung in ein Forschungsprojekt für die Beteiligten eine Lernumgebung darstellt, die aktives Lernen erfordert und dadurch Steigerungen sowohl fachlicher (durch die Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung) als auch überfachlicher (durch die bei der Projektarbeit geforderten Management- und Kooperationstätigkeiten) Kompetenzen bewirken kann. Eine Besonderheit der im Rahmen der BMBF-Förderlinie „IngenieurNachwuchs“ geförderten Projekte ist die obligatorische Beteiligung von Unternehmenspartnern. Je nach Ausgestaltung der Kooperation scheint diese Einbindung von Praxispartnern in besonderem Maße zur Förderung überfachlicher Kompetenzen geeignet. Im vorliegenden Beitrag soll daher genauer untersucht werden, welche Kompetenzbereiche bei den in den Forschungsprojekten der Förderlinie „Ingeni-

eurNachwuchs“ beteiligten Nachwuchskräften durch die Einbindung in das Projekt gefördert wurden.

1.4 Die Förderlinie „IngenieurNachwuchs“

Die Förderlinie „IngenieurNachwuchs“ im Programm „Forschung an Fachhochschulen“ des BMBF unterstützt seit 2007 Forschungsprojekte, die von neu berufenen Professorinnen und Professoren an FHs zusammen mit Nachwuchsteams durchgeführt werden. Mit jährlich unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen³ werden Projekte bis zu 36 Monate lang mit insgesamt bis zu 260.000 € gefördert. Ein Hauptziel der Förderlinie stellt die wirtschaftsnahe FuE-Qualifizierung des ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchses dar. Hierzu zählen neben den Erstberufenen auch Absolventinnen und Absolventen, Promovierende und Studierende. Im Zentrum steht dabei die Förderung von Forschungs- sowie Projektmanagementkompetenzen. Ebenfalls sollen kooperative Promotionen erarbeitet und Studierende, bspw. durch die Erstellung von Abschlussarbeiten, an FuE-Themen herangeführt werden. Weiteres Ziel ist es, eine Vertiefung der Kontakte von FHs zu KMU zu erreichen. Daher ist die Kooperation mit mindestens einem KMU Voraussetzung für eine Förderung.

HIS-HF hat im Zeitraum Oktober 2010–August 2011 im Auftrag des BMBF die Förderlinie „IngenieurNachwuchs“ evaluiert. Innerhalb des Evaluationsprojekts wurden qualitative und quantitative Untersuchungsmethoden kombiniert. Unter anderem richteten sich schriftliche Befragungen an verschiedene relevante Bezugsgruppen des Programms. Die Befragung der Studierenden, Promovierenden und wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen bildet die Grundlage der vorliegenden vertiefenden Analysen. Der Fokus liegt dabei auf dem Kompetenzerwerb dieser Personengruppen im Projekt.

1.5 Fragestellungen

Betrachtet werden explorativ die folgenden Fragestellungen:

- 1) *In welchem Maße werden die Kompetenzbereiche „Forschung und wissenschaftliches Arbeiten“ und „Management & Führung“ der in die FuE-Projekte eingebundenen Nachwuchskräfte gefördert? Welche Gruppe profitiert insgesamt am meisten?*
- 2) *Wie stellen sich die Auswirkungen konkret auf Ebene der einzelnen Kompetenzen dar (z. B. Kenntnis wissenschaftlicher Methoden, Kooperationsfähigkeit), und welche Gruppe profitiert jeweils am stärksten?*
- 3) *Gibt es unterschiedliche Muster im Kompetenzgewinn bei Gruppen mit und ohne Unternehmenskontakt?*

³ Bisherige Ausschreibungen: „Maschinenbau“ (2007), „Elektrotechnik“ (2008), „Informatik“ (2009), „Verfahrenstechnik“ (2010) und erneut „Maschinenbau“ (2011).

2 Methoden und Ergebnisse

2.1 Stichprobe

Die Datenerhebung fand im Rahmen der Evaluation der Förderlinie „Ingenieur-Nachwuchs“ statt. Da keine Kontaktdaten der in die Projekte eingebundenen Studierenden und Mitarbeiter/innen vorlagen, wurden die Projektleiter/innen der Projekte per E-Mail gebeten, einen Link zu einem Online-Fragebogen an diesen Personenkreis weiterzuleiten. Aus 280 Zugriffen auf den Fragebogen ergaben sich 164 nutzbare Datensätze⁴, 104 Personen wiederum ließen sich eindeutig einer von drei Gruppen zuordnen: 1) 46 Personen sind/waren ausschließlich als wissenschaftliche Mitarbeitende tätig, 2) 26 Personen sind/waren gleichzeitig als wissenschaftliche Mitarbeitende und als Promovierende tätig, und 3) 32 Personen verfass(t)en im Rahmen des Projekts ihre Diplom- oder Masterarbeit (im Folgenden: Diplomandinnen und Diplomanden). Die restlichen Befragten waren auf mehr als eine Weise in das Projekt eingebunden, so dass eine Zuordnung von unterschiedlichen Kompetenzgewinnen zu Merkmalen der Einbindung aufgrund der geringen Fallzahlen nicht möglich ist. Diese Personen wurden daher von den weiteren Analysen ausgeschlossen. Von den verbleibenden 104 Befragten sind 84 % männlich, das durchschnittliche Alter beträgt 29.1 Jahre (SD = 3.7). 23 % besitzen bereits einen Bachelorabschluss, 26 % einen Masterabschluss, 49 % ein Diplom. Jeweils ein Prozent ist promoviert oder hat einen anderen Abschluss. 50 % verfügen über eine abgeschlossene Berufsausbildung. 72 % strebten zum Zeitpunkt der Befragung einen weiteren Hochschulabschluss an.

2.2 Methoden und Analysen

Die Kompetenzerfassung wurde mit Hilfe der Skalen „Forschung und wissenschaftliches Arbeiten“ und „Management & Führung“ aus SCHMIDT (2007) durchgeführt. Die Einzelitems der beiden Skalen finden sich in Tab. 1; beide Skalen wiesen mit $\alpha > .70$ eine zufriedenstellende interne Konsistenz auf ($\alpha_{\text{Forschung}} = 0.73$; $\alpha_{\text{Management}} = 0.77$). Die Teilnehmer/innen gaben auf einer 5-stufigen Likert-Skala von „gar nicht“ bis „sehr stark“ an, in welchem Maße ihre Einbindung im Projekt bei ihnen zu einer Steigerung der jeweiligen Kenntnisse und Fähigkeiten beigetragen habe. Neben einer Beschreibung der unterschiedlichen Antwortmuster wurde zur Überprüfung von Unterschieden zwischen den Gruppen aufgrund der geringen und ungleichen Gruppengrößen mit dem Mann-Whitney-U-Test für jeweils zwei Gruppen ein non-parametrisches Verfahren gewählt, das die Verteilungen der Werte in den beiden Gruppen vergleicht (RASCH, FRIESE, HOFMANN & NAUMANN, 2010). Um einzelne Variablen miteinander zu vergleichen, wurden Wilcoxon-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt.

⁴ Ohne Datensätze mit mehr als 50 % fehlenden Angaben (n=78), Ausreißer (n=7), Personen ohne (ersten) Hochschulabschluss (n=31). Fehlende Werte wurden bei maximal 2 % der Werte pro Variable durch den Mittelwert imputiert.

2.3 Ergebnisse

1) Welche Kompetenzbereiche werden gefördert, und welche Gruppe profitiert am meisten?

Alle drei Gruppen nehmen bei sich eine deutliche Steigerung ihrer Kompetenzen in beiden Bereichen (Forschung & Management) wahr (vgl. Tab. 1). Dabei fällt der selbsteingeschätzte Zuwachs an Forschungskompetenz in allen Gruppen signifikant höher aus als derjenige an Managementkompetenz ($z_{\text{Wiss.MA}} = 4.71$, $z_{\text{Promov.}} = 3.72$, $z_{\text{Dipl./Mast.}} = 4.83$, alle $p < 0.001$). Der Unterschied zwischen Zuwächsen an Forschungs- und Managementkompetenz ist bei Diplomandinnen und Diplomanden am größten.

Im Bereich Forschungskompetenz zeigen sich bei den Zuwächsen keine signifikanten Unterschiede zwischen Promovierenden, wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und Diplomandinnen und Diplomanden (vgl. Tab. 1 und Abb. 1). Mit Blick auf den Bereich der Managementkompetenzen liegen die Steigerungen bei den Promovierenden am höchsten und fallen hier auch signifikant höher aus als bei den Diplomandinnen und Diplomanden ($z = 2.09$, $p < 0.05$). Zudem liegen alle Mittelwerte bei den Promovierenden über dem Skalenmittelpunkt von „3“, während wissenschaftliche Mitarbeiter/innen und Diplomandinnen und Diplomanden für jeweils ein bzw. zwei Items Zuwächse unter dem Mittelpunkt angeben (beide: „Verhandlungsgeschick“, Diplomandinnen und Diplomanden auch „Führungsqualitäten“).

| | Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen | | Promovierende | | Diplomandinnen/ Diplomanden | | Gesamt | |
|--|-------------------------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------------------|-----------|----------|-----------|
| | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> |
| <i>Spezielles Fachwissen/Fachkompetenz</i> | 4,5 _a | 0,6 | 4,6 _a | 0,6 | 4,4 _a | 0,7 | 4,5 | 0,6 |
| <i>Wissenschaftliche Ergebnisse/ Konzepte praktisch umsetzen</i> | 3,9 _a | 0,8 | 4,3 _b | 0,7 | 4,3 _b | 0,7 | 4,1 | 0,7 |
| <i>Kenntnis wissenschaftlicher Methoden</i> | 3,7 _a | 1,0 | 4,2 _b | 0,8 | 4,0 _{a,b} | 0,9 | 3,9 | 0,9 |
| <i>Fachübergreifendes Denken</i> | 3,8 _a | 1,0 | 3,7 _a | 0,9 | 3,7 _a | 1,2 | 3,8 | 1,0 |
| <i>Literaturrecherche/Einarbeitung in neue Fachthemen</i> | 3,9 _a | 1,0 | 4,0 _{a,b} | 0,8 | 4,4 _b | 0,8 | 4,0 | 0,9 |
| <i>Einsatz v. Forschungsmethoden</i> | 3,4 _a | 1,0 | 3,9 _a | 0,6 | 3,6 _a | 1,2 | 3,6 | 1,0 |
| <i>„Forschung und wissenschaftliches Arbeiten“ insgesamt</i> | 3,9 _a | 0,6 | 4,1 _a | 0,3 | 4,1 _a | 0,6 | 4,0 | 0,6 |
| <i>Verhandlungsgeschick</i> | 2,7 _a | 1,1 | 3,3 _b | 1,0 | 2,3 _a | 1,0 | 2,7 | 1,1 |
| <i>Zeitmanagement</i> | 3,2 _a | 0,9 | 3,7 _b | 0,9 | 3,5 _{a,b} | 1,0 | 3,4 | 0,9 |
| <i>Kooperationsfähigkeit</i> | 3,7 _a | 0,9 | 3,7 _a | 1,1 | 4,0 _a | 0,9 | 3,8 | 1,0 |
| <i>Qualitätsmanagement/Evaluation</i> | 3,3 _a | 1,2 | 3,3 _a | 1,0 | 3,1 _a | 1,2 | 3,2 | 1,1 |
| <i>Führungsqualitäten</i> | 3,0 _a | 1,3 | 3,7 _b | 0,9 | 2,3 _c | 1,1 | 2,9 | 1,3 |
| <i>Organisationsfähigkeit/Projektplanung</i> | 3,7 _a | 0,9 | 3,9 _a | 0,9 | 3,6 _a | 0,9 | 3,7 | 0,9 |
| <i>„Management und Führung“ insgesamt</i> | 3,3 _{a,b} | 0,7 | 3,6 _a | 0,7 | 3,1 _b | 0,8 | 3,3 | 0,8 |

Anmerkung: Zeilenweise unterschiedliche Subskripte geben einen signifikanten Unterschied zwischen zwei Gruppen an (Mann-Whitney-U-Test für jeweils 2 Gruppen; $p < 0.05$).

Tab. 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Einzelitems und der Skalen „Forschungskompetenz“ und „Management & Führung“ insgesamt und getrennt für die drei Gruppen Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen ohne Promotionstätigkeit, promovierende wissenschaftliche Mitarbeiter/innen und Diplomandinnen und Diplomanden

2) Welche einzelnen Kompetenzen werden gefördert, und welche Gruppe profitiert am meisten?

Betrachtet man die einzelnen Kompetenzen zunächst rein deskriptiv, zeigen sich die größten Steigerungen (Rang 1) bei allen drei Gruppen bei der Einzelkompetenz „Fachwissen“. Insgesamt folgen auf Rang 2 und 3 die „Praktische Umsetzung“ und „Literaturrecherche“. Allerdings unterscheiden sich die Gruppen leicht: Bei Diplomandinnen und Diplomanden haben diese beiden Einzelitems jeweils vertauschte Rangplätze (Rang 3 und 2), während bei den Promovierenden die „Kenntnis wissenschaftlicher Methoden“ noch vor der Literaturrecherche Rang 3 einnimmt. Die geringsten Zuwächse (Gesamtrang 12) werden insgesamt für die Kompetenz „Verhandlungsgeschick“ berichtet. Promovierende geben bei diesem Item allerdings signifikant höhere Zuwächse als die beiden anderen Gruppen an ($z_{\text{WissMA/Promo}} = -2.5$, $p < 0.05$; $z_{\text{Promo/Dipl.}} = 3.5$, $p < 0.001$). Vergleichsweise geringe Zuwächse werden von den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und Diplomandinnen und Diplomanden auch für Führung berichtet (Rang 11 bzw. 12), bei Promovierenden liegt der Wert signifikant höher ($z_{\text{WissMA/Promo}} = -2.3$, $p < 0.05$; $z_{\text{Promo/Dipl.}} = 4.4$, $p < 0.001$) und auf Rang 8.

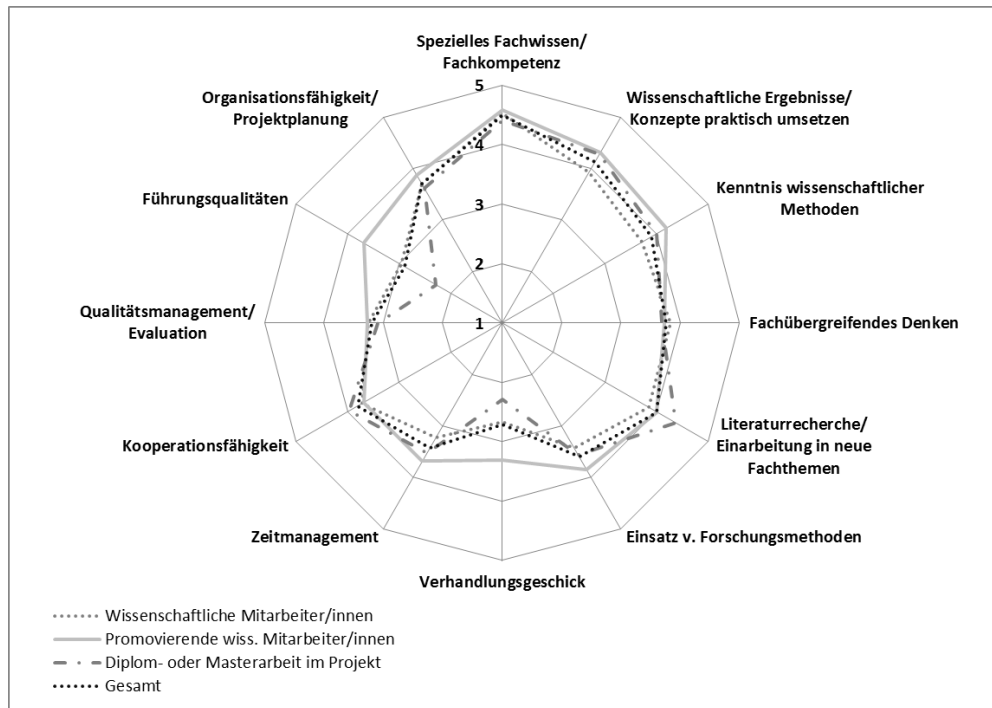


Abb. 1: Muster der selbsteingeschätzten Kompetenzsteigerungen der drei Gruppen: Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen ohne Promotionstätigkeit (n=46), Promovierende wissenschaftliche Mitarbeiter/innen (n=26) und Diplomandinnen und Diplomanden (n=32)

3) Gibt es unterschiedliche Muster im Kompetenzgewinn?

Deskriptiv sind neben den bereits erwähnten Niveauunterschieden im Kompetenzzuwachs auch unterschiedliche Muster festzustellen: In der Tendenz berichten Diplomandinnen und Diplomanden stärkere Steigerungen im Bereich Forschung („Praktische Umsetzung“, „Literaturrecherche“, „Kenntnis wissenschaftl. Methoden“, „Einsatz von Forschungsmethoden“), wissenschaftliche Mitarbeiter/innen hingegen im Bereich Management („Organisationsfähigkeit“, „Qualitätsmanagement“, „Führung“, „Verhandlung“). Diese Unterschiede sind allerdings nicht signifikant.

Zu den Fördervoraussetzungen der Förderlinie gehört die Kooperation mit Unternehmen. Insgesamt 71 % der Befragten berichten, dass sie in irgendeiner Weise Kontakt zu beteiligten Unternehmen hatten. Zwischen den Gruppen sind die Kontakte jedoch ungleich verteilt: Während die Hälfte (50 %) der Diplomandinnen und Diplomanden angibt, keine Kontakte zu Unternehmen gehabt zu haben, trifft dies nur auf 13 % der wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen und 12% der Promovierenden zu. Die Frage nach der Relevanz von Unternehmenskontakten für die Kompetenzentwicklung kann daher an dieser Stelle nur für die Diplomandinnen und Diplomanden untersucht werden, da in den beiden anderen Gruppen die Fallzahlen für Personen ohne Unternehmenskontakt zu gering ausfallen.

| | Diplomandinnen/ Diplomanden ohne Unternehmenskontakt (n=16) | | Diplomandinnen/ Diplomanden mit Unternehmenskontakt (n=16) | |
|--|--|-----|---|-----|
| | M | SD | M | SD |
| <i>Spezielles Fachwissen/Fachkompetenz</i> | 4,3 _a | 0,7 | 4,6 _a | 0,6 |
| <i>Wissenschaftliche Ergebnisse/ Konzepte praktisch umsetzen</i> | 4,3 _a | 0,6 | 4,3 _a | 0,8 |
| <i>Kenntnis wissenschaftlicher Methoden</i> | 3,9 _a | 0,8 | 4,1 _a | 1,0 |
| <i>Fachübergreifendes Denken</i> | 3,3 _a | 1,1 | 4,1 _b | 1,0 |
| <i>Literaturrecherche/Einarbeitung in neue Fachthemen</i> | 4,4 _a | 0,6 | 4,3 _a | 0,9 |
| <i>Einsatz v. Forschungsmethoden</i> | 3,3 _a | 1,1 | 3,9 _a | 1,2 |
| <i>„Forschung und wissenschaftliches Arbeiten“ ges.</i> | 3,9 _a | 0,6 | 4,2 _a | 0,7 |
| <i>Verhandlungsgeschick</i> | 2,3 _a | 0,9 | 2,3 _a | 1,1 |
| <i>Zeitmanagement</i> | 3,3 _a | 1,1 | 3,8 _a | 0,9 |
| <i>Kooperationsfähigkeit</i> | 3,8 _a | 1,0 | 4,2 _a | 0,8 |
| <i>Qualitätsmanagement/Evaluation</i> | 2,8 _a | 1,0 | 3,4 _a | 1,4 |
| <i>Führungsqualitäten</i> | 1,8 _a | 0,8 | 2,8 _b | 1,2 |
| <i>Organisationsfähigkeit/Projektplanung</i> | 3,3 _a | 1,0 | 3,9 _a | 0,7 |
| <i>„Management und Führung“ ges.</i> | 2,9 _a | 0,7 | 3,4 _a | 0,8 |

Anmerkung: Zeilenweise unterschiedliche Subskripte geben einen signifikanten Unterschied zwischen zwei Gruppen an (Mann-Whitney-U-Test für jeweils 2 Gruppen; $p < 0.05$).

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Einzelitems und der Skalen „Forschungskompetenz“ und „Management & Führung“ für Diplomandinnen und Diplomanden sowie Personen, die ihre Masterarbeit erstell(t)en ohne/mit Unternehmenskontakt (N jeweils=16)

Diplomandinnen und Diplomanden berichten sowohl für den Bereich Forschungskompetenzen als auch für den Bereich managementbezogener Kompetenzen größere Zuwachsraten, wenn sie Kontakt mit Unternehmen hatten (s. Tabelle 2).⁵ Für den Bereich „Managementkompetenzen“ fällt dieser Unterschied auf dem 10 %-Niveau signifikant aus ($z = -1.9$, $p = 0.056$). Insbesondere für die Kompetenzen „Fachübergreifendes Denken“ und „Führung“ werden von Diplomandinnen und Diplomanden mit Unternehmenskontakt signifikant höhere Steigerungen berichtet ($z_{\text{fachü.}} = -2.1$, $p < 0.05$; $z_{\text{Führung}} = -2.3$, $p < 0.05$). Ein vergleichbares Muster zeigt sich auch bei Promovierenden und wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, aufgrund der oben genannten Einschränkungen werden diese jedoch hier nicht dargestellt.

⁵ Insgesamt hatten 16 Diplomandinnen und Diplomanden auf mind. eine Weise Kontakt zum Unternehmen. Jeweils elf Personen berichten von Beteiligung an Projekttreffen und/oder individuellen (E-Mail-, Telefon-)Kontakten zu den Unternehmenspartnern, zwei waren in irgendeiner Form beim Unternehmen beschäftigt und eine Person hat die Diplom-/Masterarbeit im Unternehmen verfasst.

3 Diskussion

Der selbstberichtete Kompetenzerwerb der in die FuE-Projekte eingebundenen Nachwuchskräfte erweist sich als weitestgehend passfähig sowohl zu den Zielen der Förderlinie als auch zu den in Studien festgestellten Kompetenzdefiziten in der Ingenieurausbildung.

Allerdings zeigen sich teilweise große Unterschiede zwischen den verschiedenen Personengruppen; insbesondere profitieren Promovierende insgesamt am meisten und in beiden Bereichen des Kompetenzerwerbs („Forschung und wissenschaftliches Arbeiten“ sowie „Management & Führung“). Diese Ergebnisse sind wahrscheinlich Ausdruck unterschiedlicher Tätigkeiten und Einbindungen der jeweiligen Gruppen im Projekt. Eine solche tätigkeitsorientierte Interpretation wird auch durch die bei wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen und Diplomandinnen und Diplomanden zu beobachtende tendenzielle Profilierung in jeweils einem Bereich (wissenschaftliche Mitarbeiter/innen: Management, Diplomandinnen und Diplomanden: Forschung), die zu den jeweiligen typischen Anforderungen passt, gestützt.

Tendenziell deuten die Ergebnisse auch darauf hin, dass sich die Ausbildung von Kompetenzen im Bereich „Management & Führung“ ohne Unternehmenskontakte als schwierig erweist. Personengruppen mit mehr Kontakt zu den kooperierenden Unternehmen (wissenschaftliche Mitarbeiter/innen, Promovierende und Diplomandinnen und Diplomanden mit Unternehmenskontakt) berichten von stärkeren Zugewinnen als solche ohne. Auch wenn nicht alle Unterschiede signifikant sind, scheint eine Einbindung von Unternehmen in anwendungsorientierte FuE-Projekte, wie sie die Förderlinie „IngenieurNachwuchs“ vorsieht, daher trotzdem Chancen zu bieten, Nachwuchskräfte auf eine Tätigkeit im Unternehmen vorzubereiten.

3.1 Einschränkungen

Einschränkend in Bezug auf die Aussagefähigkeit der Ergebnisse ist anzumerken, dass nicht alle berichteten Unterschiede das konventionelle Signifikanzniveau erreichten. Da die gefundenen Unterschiede und Muster jedoch über verschiedene Kompetenzen und Gruppen hinweg ein plausibles Muster bilden, sehen wir die Ergebnisse nichtsdestotrotz als interessant an.

Weiterhin schränken die nicht-zufällige Stichprobenziehung, das Fehlen einer Kontrollgruppe sowie der Rückgriff auf Selbsteinschätzungen die Generalisierbarkeit einiger Befunde ein und erschweren die kausale Interpretation. Selbst unter Annahme einer (Selbst-)Selektion der Teilnehmer/innen bleiben jedoch die differentiellen Zugewinne der unterschiedlichen Gruppen bedeutsam, die wir auf die unterschiedlichen Arten der Einbindung in das Projekt zurückführen.

Allerdings sind diese Erklärungen zu einem gewissen Grad Spekulation und basieren auf Annahmen über die „typische“ Tätigkeit der Personengruppen in FuE-Projekten. Über die Gruppenbezeichnung hinaus stehen nur wenige Informationen über die tatsächliche Tätigkeit und Ausgestaltung der Einbindung ins Projekt zur Verfügung. Die Tatsache, dass „Unternehmenskontakte“ in Zusammenhang mit unterschiedlichen Kompetenzgewinnen bei Diplomandinnen und Diplomanden

stehen, ist unserer Meinung nach jedoch vielversprechend, gerade aufgrund der vermutlich innerhalb der Gruppen bestehenden nicht erfassten Heterogenität.

3.2 Implikationen für Praxis und Forschung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass die Einbindung von ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchskräften in kooperative FuE-Projekte mit Unternehmen ein Mittel sein könnte, um diese gleichzeitig sowohl praxis- als auch forschungsnah zu qualifizieren. Weitere Studien sollten genauer untersuchen, welche konkreten Ausgestaltungsmerkmale und Rahmenbedingungen für Kompetenzzugewinn maßgeblich sind, um Fördermaßnahmen ggf. noch besser fokussieren zu können. Denkbar als relevante Faktoren sind vor allem Merkmale der Beteiligung und der Lern-/Tätigkeitsumgebung selbst (bspw. aktiv vs. passiv; Intensität, Dauer), aber auch Merkmale der Aufgabe, der Projektleitung, der Projektpartner und der Kooperation. Zur Überprüfung entsprechender Hypothesen empfiehlt sich ein möglichst kontrolliertes (quasi-)experimentelles Design, in dem zusätzlich zu Selbstbeurteilungen auch Fremdbeurteilungen und/oder Tests zur Kompetenzmessung (vgl. WEINERT et al., 2011) genutzt werden. Auch Längsschnittstudien, die Merkmale des Studiums mit dem späteren Berufserfolg in Verbindung bringen, können in diesem Zusammenhang interessant sein (vgl. BRAUN, SHEIK & HANNOVER, 2011).

Aus Sicht der Hochschulsteuerung ergeben sich aus den Ergebnissen je nach Rahmenbedingungen der Hochschule verschiedene Empfehlungen. Eine verstärkte Einbindung von Nachwuchskräften in FuE-Projekte ließe sich bspw. durch eine curriculare Verankerung entsprechender Projekte, eine hochschulseitige Unterstützung durch einen internen Förderfonds oder durch eine Unterstützung bei der Einwerbung passender Projekte bei externen Förderern erreichen. Mit Blick auf die kompetenzfördernden Effekte des Unternehmenskontakts scheint ein aktiver Aufbau bzw. die Pflege von Netzwerken mit örtlichen Unternehmen oder die Etablierung von Unternehmenskooperationen insbesondere im Bereich Nachwuchsförderung als Profilmerkmal der Hochschule erfolgversprechend. Auch aus Unternehmenssicht dürfte auf Basis der vorliegenden Studie eine (von vielen engagierten Unternehmen schon praktizierte) Strategie der aktiven Kooperation mit Hochschulen in der Ausbildung zielführend sein, insbesondere mit Blick auf den von Wirtschaftsseite formulierten Fachkräftebedarf (z. B. VDI, 2012).

4 Literaturverzeichnis

- Acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften** (2008). *Empfehlungen zur Zukunft der Ingenieurpromotion. Wege zur weiteren Verbesserung und Stärkung der Promotion in den Ingenieurwissenschaften an Universitäten in Deutschland*. Bonn und Berlin: Acatech.
- Becker, F.-S.** (2007). Was heute von Elektroingenieuren verlangt wird. Sonderdruck aus J. Grüneberg & I.-G. Wenke (Hrsg.), *Arbeitsmarkt Elektrotechnik Informationstechnik 2007*. Berlin/Offenbach: VDE Verlag.

- Braun, E., Sheik, H. & Hannover, B.** (2011). Self-rated competences and future vocational success: a longitudinal study. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36(4), 417-427.
- Briedis, K.** (2007). *Übergänge und Erfahrungen nach dem Hochschulabschluss*. (HIS: Forum Hochschule 13/2007). Hannover: HIS.
http://www.his.de/pdf/pub_fh/fh-200713.pdf, Stand vom 26. Juni 2012.
- Heidenreich, K.** (2011). *Erwartungen der Wirtschaft an Hochschulabsolventen*. Köln: Deutsche Industrie- und Handelskammer (DIHK).
<http://www.dihk.de/presse/meldungen/2011-01-21-hochschulumfrage>, Stand vom 26. Juni 2012.
- In der Smitten, S. & Jaeger, M.** (2010). Kompetenzerwerb von Studierenden und Profilbildung an Hochschulen. In S. In der Smitten & M. Jaeger (Hrsg.), *Studentischer Kompetenzerwerb im Kontext von Hochschulsteuerung und Profilbildung* (HIS:Forum Hochschule 13/2010). Hannover: HIS.
http://www.his.de/pdf/pub_fh/fh-201013.pdf, Stand vom 26. Juni 2012.
- Jaeger, M., Hauschildt, K. & In der Smitten, S.** (2011). *Qualifizierung von Ingenieurwachstums an Fachhochschulen*. Bonn/Berlin: BMBF.
http://www.bmbf.de/pub/qualifizierung_ingenieurwachstums_an_fachhochschulen.pdf, Stand vom 26. Juni 2012.
- Ladwig, A. & Selent, P.** (2007). Kompetenzentwicklung im Ingenieurstudium. *Journal Hochschuldidaktik*, 18(2), 10-11.
- Mills, J. E. & Treagust, D. F.** (2003). Engineering education – Is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, 4(1), 2-16.
- Minks, K.-H.** (2005). Kompetenzen für den globalen Arbeitsmarkt: Was wird vermittelt? Was wird vermisst? In J. Grüneberg & I.-G. Wenke (Hrsg.), *Arbeitsmarkt Elektrotechnik 2005* (S. 29-48). Berlin: VDE Verlag.
- Prince, M. J. & Felder, R. M.** (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123.
- Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. & Naumann, E.** (2010). *Quantitative Methoden 2*. Berlin: Springer.
- Rogers, S. W. & Goktas, R. K.** (2010). Exploring engineering graduate student research proficiency with student surveys. *Journal of Engineering Education*, 99(3), 263-278.
- Schaeper, H. & Briedis, K.** (2004). *Kompetenzen von Hochschulabsolventinnen und Hochschulabsolventen, berufliche Anforderungen und Folgerungen für die Hochschulreform* (HIS Kurzinformation A6/2004). Hannover: HIS.
http://www.his.de/pdf/pub_kia/kia200406.pdf, Stand vom 26. Juni 2012.
- Schaeper, H.** (2009). Development of competencies and teaching-learning arrangements in higher education: findings from Germany. *Studies in Higher Education*, 34(6), 677-697.
- Schmidt, B.** (2007). *Personalentwicklung für junge wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen. Kompetenzprofil und Lehrveranstaltungsevaluation als Instrumente hochschulischer Personalentwicklung*. Dissertation Universität Jena.

Schramm, M. & Kerst, C. (2009). *Berufseinmündung und Erwerbstätigkeit in den Ingenieur- und Naturwissenschaften*. Hannover: HIS.

www.his.de/pdf/22/MINT_Gesamt_20090512.pdf, Stand vom 26. Juni 2012.

Seymour, E., Hunter, A. B., Laursen, S. L. & DeAntoni, T. (2004). Establishing the benefits of research experiences for undergraduates in the sciences: First findings from a three-year study. *Science Education*, 88(4), 493-534.

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Hrsg.) (2012). *Ingenieurmonitor Mai 2012*. Düsseldorf: VDI.

http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/dps_dateien/SK/Ingenieurmonitor/2011/12-06-27_Ingenieurmonitor_2012.pdf, Stand vom 26. Juni 2012.

Wächter, M. (2002). *Anforderungen an eine moderne Ingenieurausbildung* (IMW - Institutsmitteilung Nr. 27). Clausthal: Institut für Maschinenwesen der TU Clausthal.

[http://www.imw.tu-](http://www.imw.tu-clausthal.de/fileadmin/Bilder/Forschung/Publikationen/Mitt_2002/02_23.pdf)

[clausthal.de/fileadmin/Bilder/Forschung/Publikationen/Mitt_2002/02_23.pdf](http://www.imw.tu-clausthal.de/fileadmin/Bilder/Forschung/Publikationen/Mitt_2002/02_23.pdf), Stand vom 26. Juni 2012.

Walker, A. & Leary, H. (2009). A problem based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 12-43.

Weinert, F. E. (2002). *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim: Beltz.

Weinert, S., Artelt, C., Prenzel, M., Senkbeil, M., Ehmke, T. & Carstensen, C. H. (2011). Development of competencies across the life span. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 14, 67-86.

Autor/in



Dr. Kristina HAUSCHILDT || HIS-Institut für Hochschulforschung
|| Goseriende 9, D-30159 Hannover

www.his.de

hauschildt@his.de



Dr. Michael JAEGER || HIS-Institut für Hochschulforschung ||
Goseriende 9, D-30159 Hannover

www.his.de

m.jaeger@his.de