

ERFAHRUNGEN MIT DER NEUEN ART VON DIPLOMARBEITEN

Von

L. GILLEMOT

Institut für Mechanische Technologie der Technischen Universität, Budapest

(Eingegangen am 20. Februar 1959)

Lehrplan und Unterrichtsmethoden an der Budapester Technischen Universität sind in den letzten 10 Jahren bedeutend fortgeschritten. Unter den zahlreichen Reformen im Lehrplan und Unterrichtswesen ragt als eine der bedeutsamsten die Einführung der Diplomarbeit und deren Verteidigung hervor. In den Jahrzehnten vor dem zweiten Weltkrieg bildete an der Budapester Technischen Universität das dritte Rigorosum (Hauptprüfung) den Abschluß der Ausbildung. Die Lehrgegenstände dieses Abschlußrigorosums gliederten sich, dem damaligen Ausbildungsgang für Ingenieure entsprechend, nach den drei Hauptfächern der Maschinenbau-Fakultät, die zwischen 1933 und 1948 Ingenieure für den landwirtschaftlichen, kalorischen und für den Elektromaschinenbau heranbildete. Nach dem zweiten Weltkrieg ging die Ausbildung von Elektroingenieuren in die Kompetenz einer eigens hierzu errichteten neuen Fakultät über, während das verbliebene Gebiet eine neuerliche Spezialisierung erfuhr, derzufolge sich gegenwärtig die Heranbildung von Maschinenbauingenieuren an der Budapester Technischen Universität auf 5 Fächer verteilt, u. zw. Maschinenbautechnologie, Textiltechnologie, Konstruktion kalorischer, landwirtschaftlicher und chemischer Maschinen. In allen fünf Fächern wurde an Stelle des früheren Abschlußrigorosums die Staatsprüfung eingeführt, die im wesentlichen aus der Verteidigung der Diplomarbeit besteht, zum Unterschied vom früheren Rigorosum, für das der Kandidat einen Entwurf anzufertigen hatte, um sodann die Prüfung in drei verschiedenen Gegenständen abzulegen. Ohne in Einzelheiten einzugehen, sei hier erwähnt, daß beispielsweise der Elektroingenieur, der damals noch an der Fakultät für Maschinenbau ausgebildet wurde, sein Rigorosum in den Lehrgegenständen Elektromaschinen, Elektrizitätswerke und kalorische Maschinen bestehen mußte. Der Entwurf für das Rigorosum hingegen bestand nach dem früheren System aus einer Projektierungsarbeit größeren Umfanges wie etwa aus dem Entwurf für eine 200 PS Dampfmaschine oder für ein 500 kW Umformer-Unterwerk. Selbstverständlich waren dies Projektierungsaufgaben, denen ein junger, angehender Ingenieur in seinem Arbeitskreis noch nicht begegnet sein konnte, vergingen doch in der Regel 10–20 Jahre, bis jemand



in die Lage kam, in der industriellen Praxis eine Aufgabe lösen zu müssen, deren Niveau an dasjenige seines Rigorosum-Projektes heranreichte.

Dem vormaligen System des Rigorosum-Entwurfes hafteten mithin zwei grundlegende Fehler an: einesteils stellte es den Studenten vor Aufgaben, deren Lösung in der Ingenieurpraxis nur nach sehr langer Erfahrung an ihn herantreten konnte, andererseits standen die Prüfungsdisziplinen der Rigorosa nicht immer mit dem Rigorosum-Entwurf im Einklang, so daß sich der Kandidat vor dem Rigorosum eigentlich auf vier verschiedenen Gebieten vorbereiten mußte, aus den drei Lehrgegenständen des Rigorosums und aus dem Wissenschaftsgebiet, den er zur Ausarbeitung seines Rigorosum-Entwurfes benötigte.

Im Zuge der in den letztvergangenen zehn Jahren auf der Universität in Kraft getretenen Reformen wurde nach sowjetischem Muster die Methode der Diplomarbeit und als Abschluß des Universitätsstudiums die Verteidigung derselben eingeführt. Dem früheren System gegenüber zeigt sich der wesentliche prinzipielle Unterschied schon in der Wahl der Themen für diese Diplomarbeiten. Als Aufgabe für Diplomarbeiten wird dem Kandidaten seitens der Universität die Lösung von Problemen aufgetragen, die in der Praxis des angehenden Ingenieurs schon innerhalb eines oder zweier Jahre auftauchen können, ja in den meisten Fällen kann die Diplomarbeit zugleich schon den ersten industriellen Auftrag des jungen Ingenieurs bilden.

Gelegentlich der Verteidigung seiner Diplomarbeit braucht der Kandidat nicht Prüfungen aus bestimmten Lehrfächern zu bestehen, vielmehr muß er in der Lage sein, für seine Diplomarbeit einzustehen, was andererseits auch der Prüfungskommission viel weitere Möglichkeiten sichert, da sie solcherart grundsätzlich in der Lage ist, Fragen aus den mit der Diplomarbeit zusammenhängenden Gegenständen bzw. über das diesbezügliche Grundwissen zu stellen. Dennoch ist die Aufgabe des Kandidaten erleichtert, muß er doch bei der Anfertigung seiner Diplomarbeit sämtliche auftauchende Probleme selbständig lösen, die Anfertigung der Diplomarbeit schließt mithin die Vorbereitung auf ihre Verteidigung mit ein.

Offenbar bieten diese neuartigen Diplomarbeiten weitgehende Möglichkeiten zu einer viel tiefer greifenden und den wirklichkeitsnahen Lösungen wesentlich besser entsprechenden Erfassung der Probleme, im Gegensatz zu den früheren Rigorosum-Entwürfen, bei denen sich schon aus der Natur der erwähnten Aufgaben eine Beschränkung in dem Sinne ergab, daß der Kandidat bei der Ausarbeitung in der Regel über die Berechnung der Hauptabmessungen und über den Entwurf der Allgemeinordnung gar nicht hinausgehen konnte.

Die Anhänger des früheren Systems der Rigorosa pflegen damit zu argumentieren, daß diese früheren Rigorosa eine größere technische Übersicht erforderten als jene kleineren Teilaufgaben, die der Kandidat heute zu lösen

hat. Diese Argumentation entbehrt zweifellos nicht jeder Berechtigung, doch läßt sie unberücksichtigt, daß die für die Anfertigung des früheren Rigorosum-Entwurfes gesetzten Aufgaben in der Regel von einer Art waren, wie sie der Kandidat bestenfalls nach zehn bis zwanzigjähriger Praxis benötigte. Eben aus Mangel an Erfahrung vermochte mithin der angehende Maschineningenieur die Aufgaben nur in großen Zügen zu lösen, und seine Arbeit bestand zum Großteil in der Umarbeitung vorhandener Typen oder Zeichnungen.

Die gegenwärtigen Diplomarbeiten ermöglichen dem Studenten, sich in die Lösung je einer aktuellen industriellen Aufgabe unmittelbar einzuschalten. Nicht selten sind die Diplomarbeiten, bei deren Ausarbeitung der Studierende des fabrikationstechnologischen Faches irgendeinen für die Industrie tatsächlich aktuellen Bestandteil zu entwerfen hat, u. zw. in dem Bewußtsein, daß der von ihm entworfene Bestandteil nach dem von ihm ausgearbeiteten Verfahren auch tatsächlich gefertigt werden wird. Trifft dies nun auch nicht immer zu, so arbeiten die Studenten doch in dem unmittelbareren Gefühl der praktischen Nützlichkeit ihrer Diplomarbeit. Die neuen Diplomarbeiten bieten dem Studierenden besonders an Lehrstühlen, die auch über Laboratorien verfügen, Möglichkeiten dazu, im Zuge seiner Diplomarbeit eine neue Technologie derart auszuarbeiten, daß diese zugleich auch die Lösung eines konkreten Problem eines Fabrik beinhalte. Begabtere Hörer können überdies im Rahmen ihrer Diplomarbeit in die Lösung irgendeiner aktuellen Detailfrage der am Lehrstuhl im Gange befindlichen wissenschaftlichen Forschungsarbeit eingeschaltet werden.

Vor einigen Jahren wurde im Mechanisch-Technologischen Institut versuchsweise ein System eingeführt, demzufolge die Hörer für ihre Diplomarbeit Laboraufgaben erhalten, die entweder in der Ausarbeitung eines aktuellen industriellen Verfahrens oder in der Lösung einer wissenschaftlichen Detailfrage bestehen.

In den seither vergangenen Jahren haben sich nun bereits so viele Erfahrungen angesammelt, daß die ersten Schlüsse über den Erfolg des Systems gezogen werden können. Überraschend war der außerordentliche Fleiß und der große Arbeitseifer jener Hörer, die selbständige wissenschaftliche Ergebnisse in ihrer Diplomarbeit zu erzielen hatten. Unter den an ganz selbständigen und neuen Themen arbeitenden Kandidaten war kein Zurückbleiben zu beobachten, während jene Hörer, die keine wissenschaftlich neuen oder industriell verwertbaren Aufgaben zu lösen hatten, weitgehend zurückblieben. Die Zeit der Diplomarbeiten an der Budapester Technischen Universität dauert vom Januar bis Mai, worauf bis Juni ihre Verteidigung folgt. Im verflossenen Lehrjahr erhielten zwölf Hörer Aufgaben für ihre Diplomarbeit, die entweder industriell verwertbare Ergebnisse zu zeitigen vermochten, oder deren Lösung den Charakter einer wissenschaftlichen Neuheit haben konnte. Sämtliche dieser zwölf Hörer verteidigten ihre Diplomarbeit bis einschließlich Ende Juni, wäh-

rend zwölf andere Hörer, die nicht an derartigen Aufgaben, sondern an solchen arbeiteten, die mit der Praxis oder dem wissenschaftlichen Leben in keinem Zusammenhang standen und nur geeignet waren, die geistigen Fähigkeiten des Hörers zu erproben, zum angesetzten Termin ihre Arbeit bloß zur Hälfte beendeten. Die Erfahrungen der vorangegangenen Jahre zeigten gleiche Ergebnisse.

Letzten Endes ist mithin heute bereits die Feststellung berechtigt, daß als Diplomarbeit den Studenten Aufgaben gestellt werden müssen, die ihnen nicht nur selbständige Betätigung ermöglichen, sondern auch Aussicht auf praktische industrielle Verwertung oder auf selbständige neue wissenschaftliche Erkenntnisse bieten. Scheinbar sind Diplomarbeiten dieser Natur schwerer, doch wecken sie das Interesse der Studenten in weit größerem Maße, so daß diese erfahrungsgemäß wesentlich bessere Ergebnisse erzielen als bei verhältnismäßig leichteren Diplomarbeiten reproduktiven Charakters.

Als besonders erfolgreich erwies sich die Einschaltung der Studenten in die akademische wissenschaftliche Forschungsarbeit des Instituts bzw. in die Aufgaben, die mit der Realisierung der im Zuge der Forschungsarbeit entwickelten neuen Technologien zusammenhängen. In den vergangenen Jahren verfolgte die Forschungsarbeit des Mechanisch-Technologischen Instituts drei Hauptrichtungen.

Die ihrem Umfang nach größte Forschungstätigkeit gilt der Werkstoffprüfung mit der Zielsetzung einer physikalischen Untermauerung derselben und einer Entwicklung von Kennwerten, die über die Eigenheiten der Stoffe mehr besagen als die bisher üblichen, und eindeutige Zusammenhänge mit der Werkstoffstruktur festlegen. So wurde im Zuge der akademischen Forschungsarbeit am Lehrstuhl die Art der Berechnung der Kontraktionsarbeit ausgearbeitet und der Verlauf derselben für die verschiedensten Legierungsreihen untersucht. Diese Arbeit erstreckte sich auf die Fe—C, Al—Fe, Al—Si, Al—Cu, Al—Zn, Cu—Ni, Zn—Sn-Legierungen, bei denen die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Kontraktionsarbeit und Struktur der Legierungen geklärt werden konnten. Im Interesse der weiteren Unterlagensammlung erhielten einzelne Hörer für ihre Diplomarbeit Aufgaben aus dem gleichen Arbeitsgebiet. So war es Diplomaufgabe von L. Juhász, die Kontraktionsarbeit der Aluminium-Magnesium-Legierungsreihe zu bestimmen. Die Diplomarbeit lieferte wertvolle Unterlagen für die akademische Forschungsarbeit des Lehrstuhles, gab aber zugleich auch dem Kandidaten Gelegenheit, die Legierungen selbst anzufertigen, sich Übung in der Technologie des Stangen-Preßverfahrens anzueignen und die Möglichkeit zu Wärmebehandlungen, Röntgen-Reflex-Untersuchungen zwecks Bestimmung der Gitterparameter sowie zu Messungen und Berechnungen im Zusammenhang mit der Bestimmung der Kontraktionsarbeit.

Ein zweites Forschungsgebiet des Lehrstuhles bildet die Weiterentwicklung nitrierbarer Stähle. Die hier bereits in früheren Jahren ausgearbeiteten nitrierbaren Titanstähle, bei denen die Nitrierdauer von den üblichen 50 Stunden auf 5 Stunden herabgesetzt werden konnte, ermöglichten die weitverzweigte Verbreitung der Nitriertechnologie in der Industrie. Aus diesem Themenkreis erhielt T. Visi seine Diplomaufgabe, auf experimentellem Wege einen in einem ungarischen Betrieb bisher durch Zementierung gehärteten Bestandteil derart zu entwickeln, daß er aus Titanstahl im Präzisionsgußverfahren erzeugt und nitriert werden könne. Der Kandidat hatte somit die bisherige Fertigungstechnologie, die Präzisionsgußmethode und das Zementieren zu studieren und mußte sich sodann mit der Metallographie der Titanstähle und mit ihrer praktischen Herstellung, ferner mit den Problemen des Präzisionsgusses derartiger Stähle, sowie mit dem Nitriervorgang befassen. Hierbei konnte er sich notwendigerweise eine ausgedehnte Übung in den Meßmethoden des Laboratoriums, in der Härtemessung, Mikroskopie usw. aneignen.

Das dritte Betätigungsfeld der Forschungen des Lehrstuhles umfaßt das Schweißen. Auf diesem Gebiet wurden die Kandidaten nicht in die eigentliche Forschungsarbeit des Lehrstuhles eingeschaltet, vielmehr erhielt einer der Hörer den Auftrag, das im Ausland bereits bekannte Lichtbogen-Schneiden von Aluminium zu studieren und die Ergebnisse den Verhältnissen in Ungarn anzupassen. Obzwar die Versuche auf diesem Gebiete keine neue Ergebnisse zeigten, — da es sich um eine bekannte Technologie handelt, — konnte doch erreicht werden, daß dieses in Ungarn neu einzuführende Verfahren von einem jungen Maschineningenieur theoretisch und praktisch beherrscht wird.

Unter diesen als Beispiel angeführten drei Diplomarbeiten dient die eine der Lösung einer wissenschaftlichen Detailfrage, die zweite der industriellen Verwertung eines wissenschaftlich bereits gelösten Problems, die dritte hingegen der Einführung eines auf ausländischer Dokumentation beruhenden neuen Verfahrens in die Industrie, wobei diese Arbeit auch selbständiges Experimentieren erforderlich machte.

Die zitierten drei Beispiele entsprechen somit drei Typen von Diplomarbeiten, deren gemeinsames Merkmal es ist, daß sie von den Studenten mit großer Lust und Begeisterung aufgegriffen und verrichtet wurden.

In der vorliegenden Nummer der *Periodica Polytechnica* sind nur Mitteilungen über die Ergebnisse vorjähriger Diplomarbeiten enthalten. Der beschränkte Umfang des Blattes gestattet natürlich nur eine auszugsweise Wiedergabe der Diplomarbeiten, und obzwar jede derselben korrekte Lösungen der Aufgaben enthält, muß bei ihrer Lektüre doch berücksichtigt werden, daß es sich um die erste wissenschaftliche Arbeit je eines angehenden Maschineningenieurs bzw. um den ersten Versuch zur selbständigen Lösung einer Aufgabe handelt. Aus diesem Grunde ist das Niveau der einzelnen Arbeiten nicht ganz einheitlich, doch gibt es unter ihnen auch solche, wie etwa der

Aufsatz von Gy. Ziaja über den Einfluß der Alterung auf die Kontraktionsarbeit, die selbst auf einem internationalen Kongreß bereits vorgetragen werden konnte.

Letztlich gelangt man mithin auf Grund der Erfahrungen der letztvergangenen drei Jahre zu der Schlußfolgerung, daß den Hörern als Thema ihrer Diplomarbeit ohne Bedenken die Ausarbeitung selbständiger wissenschaftlicher Detailfragen oder neueinzuführender Technologien anvertraut werden kann. Damit werden nicht bloß neuere Ergebnisse für Wissenschaft und Industrie erzielt, sondern auch der Eifer der Studenten angespornt, die derartige Aufgaben mit bedeutend größerer Begeisterung verrichten. Nichts beweist dies besser, als die Tatsache, daß viele der eingereichten Diplomarbeiten zur teilweisen oder gänzlichen Publikation durchaus geeignet sind.

Prof. L. GILLEMOT, Budapest, XI., Bertalan Lajos u. 7.