

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 68 (1950)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Die Rolle der Werkstattpraxis in der Ausbildung zum Ingenieur  
**Autor:** Schultze, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-57950>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

technisch und architektonisch befriedigend folgende Ausführung gewählt: Abdeckung der Bogenuntergurte nach unten durch ein gewölbtes, mit Schilfrohr längsarmiertes Gipsbrett. Die eigens zu diesem Zweck von der Firma G. Bonalli, Dübendorf, angefertigten Gipsbretter überragen das Gurtprofil beidseitig um einige Zentimeter und sind der wechselnden Gurtbreite angepasst. Sie wurden an hölzernen Leisten befestigt, die ihrerseits an den Untergurt angeschraubt sind. Die Montage der Gipsbretter erfolgte erst nach Eindeckung der Halle von einem fahrbaren Rohrgerüst aus.

Der statischen Berechnung ist grosse Aufmerksamkeit geschenkt worden, in der Absicht, die Möglichkeiten, die der Baustoff Stahl bietet, voll auszuschöpfen. Insbesondere zwei

Probleme wurden eingehend abgeklärt: Die elastische Querstützung der gedrückten Bogenuntergurte, wobei sowohl die Gurtsteifigkeit als auch diejenige der stützenden Pfetten veränderlich ist, und das Kippen der äusserst schlanken Rückwandständer. Mit Rücksicht auf störungsfreien Lauf des Faltores waren auch genaue Untersuchungen über die zu erwartenden Durchbiegungen erforderlich.

Die umfangreichen statischen Berechnungen führte Dipl. Ing. R. Schlaginhaufen durch, unter dessen Leitung auch die Planbearbeitung erfolgte und der auch den Verkehr mit der Bauherrschaft und allen andern am Bau beteiligten Unternehmern besorgte.

## Die Rolle der Werkstattpraxis in der Ausbildung zum Ingenieurberuf

Von Dipl. Ing. M. SCHULTZE, Wettingen

DK 331.86 : 378.962

### I.

Technische Erzeugnisse sind auf Schritt und Tritt die Begleiter menschlicher Tätigkeit, so dass wir uns kaum mehr darüber Rechenschaft zu geben vermögen, wieviele Ingenieure und Techniker an ihrer Herstellung und ständigen Vervollkommnung beteiligt sind. Wenn wir im Laufe der Zeit durch tägliche Angewöhnung mit den mannigfachen technischen Einrichtungen vertraut zu werden beginnen und uns über ihre Zweckmässigkeit freuen, so sind wir bereit, nicht nur die schöpferische Idee anzuerkennen, sondern vor allem auch den eminent praktischen Sinn derjenigen zu bewundern, die alle diese Produkte zu brauchbaren Gegenständen des täglichen Lebens gemacht haben. Wir wären vielleicht sogar versucht, das technische Produkt in seiner ansprechenden Form als «endgültig» zu bezeichnen. Die Erfahrung lehrt aber, dass es wohl einen gewissen Grad der Vollkommenheit erreichen kann, wie sie sich aus den zur Zeit der Herstellung verfügbaren Mitteln ergibt, dass die Technik aber stets neue Wege zu beschreiten sucht, um einen noch höheren Standard zu erreichen.

Wir sehen also, dass für die Entwicklung technischer Erzeugnisse offenbar hauptsächlich zwei Disziplinen Hand in Hand gehen müssen: die theoretisch, d. h. gedanklich aus physikalisch-technischer Ueberlegung herausgewachsene Idee und das an der täglichen Praxis geschulte Wissen um die Herstellungsmethoden. Dass dabei nur die auf wirtschaftliche Ausnützung der Baustoffe und rationelle Fabrikation abzielenden Herstellungsverfahren einer Betrachtung wert sind, gehört heute zu den Selbstverständlichkeiten jeder industriellen Praxis.

### II.

Die Erscheinungsformen einer mit der Gegenwart verbundenen Technik sind ungeheuer mannigfaltig. War es dem mit allgemeinen technischen und wissenschaftlichen Kenntnissen sorgfältig ausgebildeten Ingenieur noch vielleicht vor einem Vierteljahrhundert möglich, sich auf den wichtigsten technischen Fachgebieten auf dem Laufenden zu halten oder doch über ihren neuesten Stand orientiert zu sein, so ist ihm dies heute nicht mehr möglich. Der berufstätige Ingenieur befasst sich mit einem bestimmten Gebiet, dessen Grenzbezirk wohl öfters auf andere Sondergebiete übergreift, dessen souveräne Beherrschung aber doch zahlreiche Spezialkenntnisse und eine jahrelange Erfahrung erfordert. Um ein Bild zu gebrauchen, kann jedes technische Fachgebiet im Bereich der beruflichen Wirksamkeit eines einzelnen Menschen mit einem Körper in Pyramidenform verglichen werden: Die Basis der Pyramide ist schmal geworden, die Spitze weit in die Höhe getrieben. Im Gesamten gesehen hätten wir also einen Wald von schmalen, zum Teil hoch aufragenden Pyramiden vor uns, während frühere Entwicklungsstufen weitere Bezirke technischen Schaffens umfassten, aber statt dessen nicht die heutige Höhe erreichten.

### III.

Die geschilderten Verhältnisse haben unstreitig zu einer weitgetriebenen Spezialisierung mit allen Vorteilen, aber auch mit ihren unverkennbaren Nachteilen geführt. Betreten wir irgend eine Ausstellung technischer Erzeugnisse, so werden uns überall die neusten Errungenschaften angepriesen, zu deren Verständnis trotz guter technischer Allgemeinbildung oftmals jede Voraussetzung fehlt, weil die entsprechenden Gedankengänge nur dem Spezialisten vertraut sind. Diesem für den älteren Praktiker manchmal etwas bemühenden Verzicht auf ganzes Verstehen einer unser Interesse durchaus verdienenden technischen Einrichtung steht nun die umgekehrte

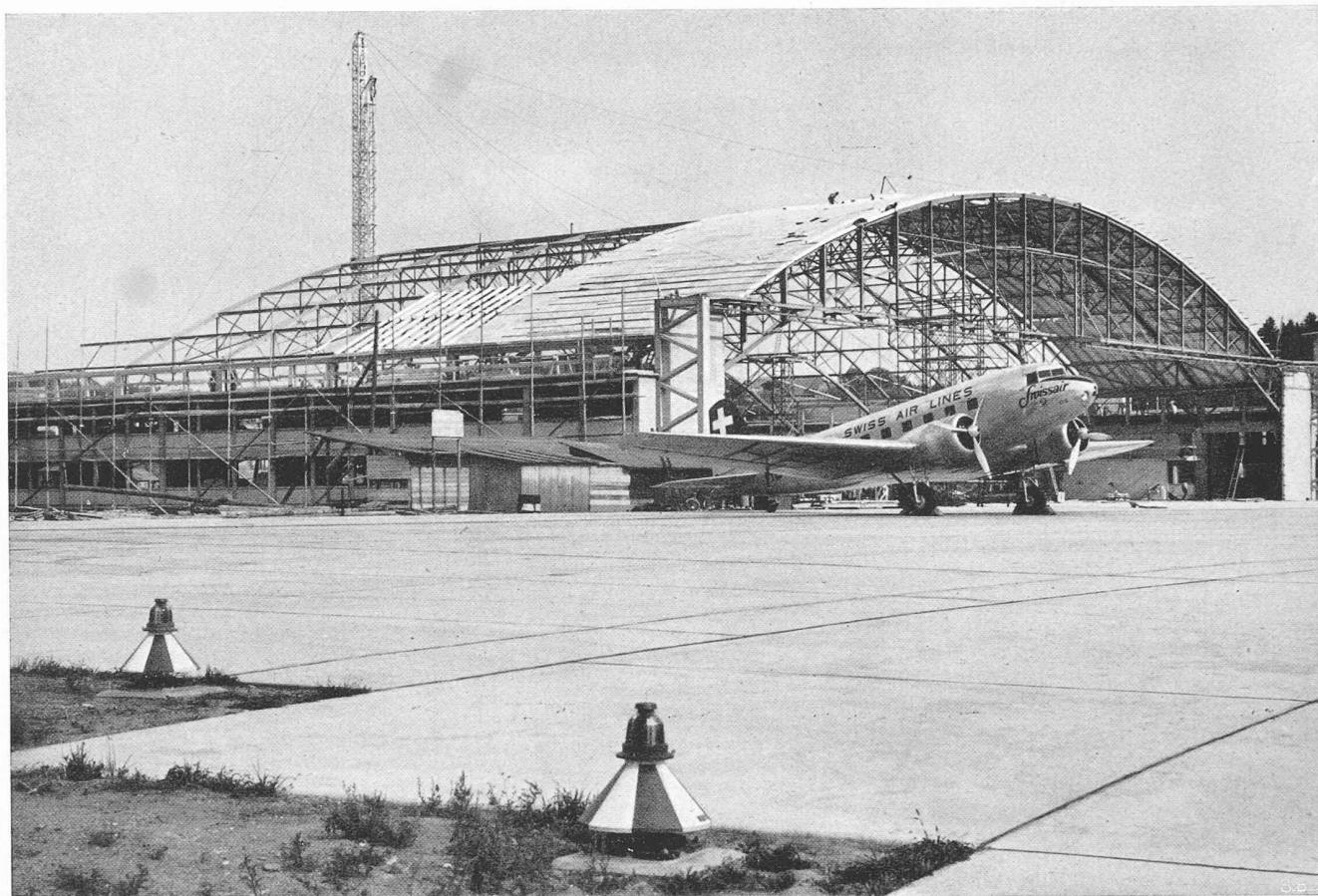
Einstellung z. B. der jungen Generation gegenüber, welche über die alten, soliden, allgemeinen Grundlagen fröhlich hinweg schreiten und sich auf technische Spitzenprobleme wie Radartechnik, Fernsehen, Atomphysik, Turbostrahlantriebe im Flugzeugbau usw. stürzen möchte. Der junge Gipfelstürmer der Technik empfindet jede Beschäftigung mit den propädeutischen Disziplinen als unnötigen Ballast, den er ja, wie er glaubt, später doch nicht brauchen könne, wogegen er ständig vom Gedanken verfolgt wird, sein Lieblingsgebiet stelle solch ungeheure Anforderungen an sein Wissen und Können, dass er möglichst rasch den einschlägigen Spezialwissenschaften zusteuern müsse. E. Lavater hat in trefflicher Formulierung die Entwicklung der wissenschaftlichen Erkenntnis mit dem Wachstum eines Baumes verglichen und auf die Gefahr hingewiesen, welche in der einseitigen Beschäftigung mit den feinsten Verästelungen, d. h. den neusten technischen Errungenschaften besteht. Das Studium seines temperamentvollen und von hoher geistiger Warte geschriebenen Aufsatzes «Technische Schulbildung und Bedürfnisse der Industrie» ist jedem, der sich mit Fragen des technischen Nachwuchses befasst, sehr zu empfehlen, auch wenn man über einige der darin behandelten Fragen vielleicht etwas anders denkt<sup>1)</sup>.

### IV.

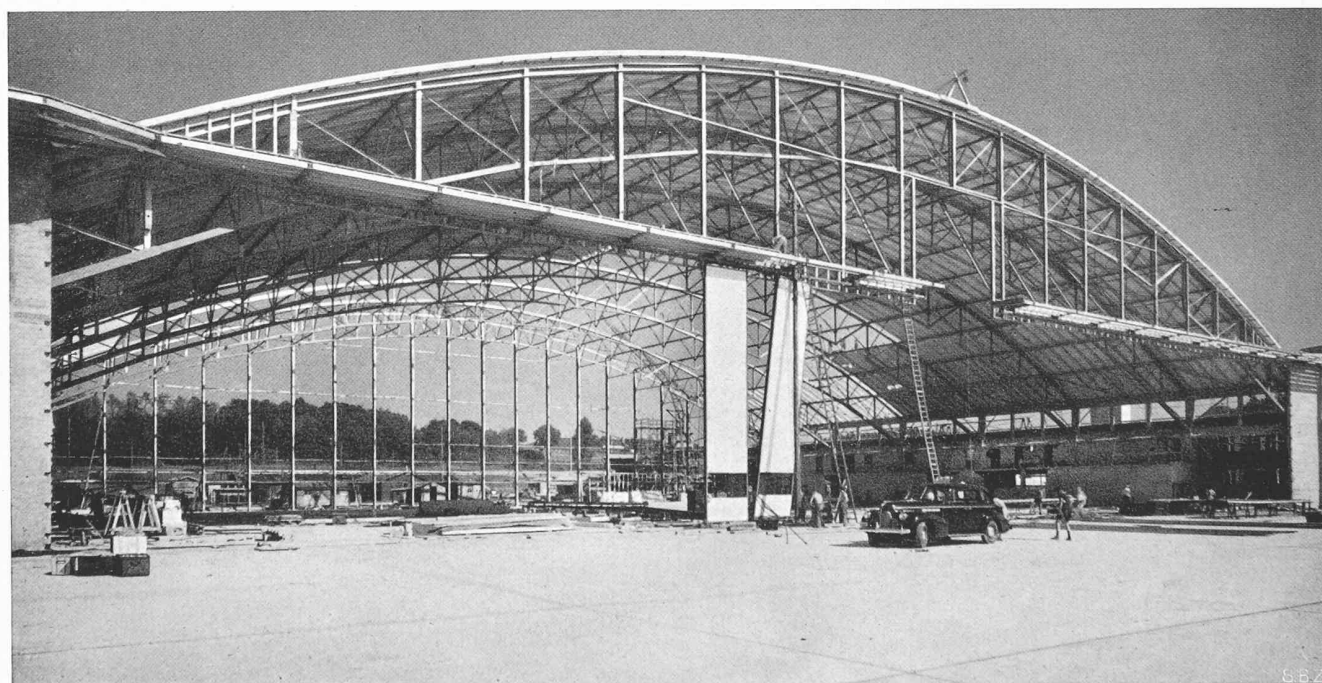
Wir wollen nun das Streben der vorerwähnten jungen Gipfelstürmer nach dem möglichst geraden Weg zur Erkenntnis der technischen Spitzenprobleme etwas näher unter die Lupe nehmen. Psychologisch betrachtet, ist die innere Einstellung dieser jungen Menschen durchaus verständlich, weil neue, in Fachzeitschriften und in der Tagespresse häufig in eklatanter Aufmachung geschilderte Errungenschaften ihre Phantasie sehr stark beschäftigen. Sie sehen das Ziel ihrer beruflichen Wünsche vor Augen, aber es fehlt ihnen noch Lebenserfahrung, und sie unterschätzen den Zeit- und Energieaufwand, der nötig ist, um den Weg zum gesteckten Ziel stufenweise und über manche Hindernisse hinweg zu gehen.

Wir wollen die zukünftigen Ingenieure und Physiker keineswegs daran hindern, schon frühzeitig einen Blick z. B. in eines der Forschungslaboratorien, welche die Tummelplätze ihres wissenschaftlichen Dranges sein werden, zu werfen. Beim Betrachten der vielen Spezialeinrichtungen und häufig selbst angefertigten Versuchsobjekte beginnen die jungen Leute plötzlich darüber zu staunen, dass die auf die ersehnte Spezialwissenschaft ausgerichteten Experimente oft ganz neuen, vorher nicht geahnten Problemen rufen, welche manchmal weit ausserhalb des engen Spezialgebietes liegen. Der Spezialist, welcher ihnen seine Laboratoriumseinrichtungen zeigt, um ihrer jugendlichen Neugierde Genüge zu leisten, entpuppt sich sehr bald als ein Mann mit einer auf einem soliden Fundament aufgebauten technischen Allgemeinbildung. Denn die Herstellung seiner Versuchsobjekte und Hilfseinrichtungen verlangt z. B. eingehende technologische Kenntnisse über die dazu verwendeten Materialien, über Schweiß- und Lötverfahren, über die Druckfestigkeit von Gefässen, über die Vakuumtechnik, wie sie z. B. beim Bau von Röhren für die Hochfrequenztechnik eine überragende Rolle spielt. Der junge Laboratoriumsbesucher erhält den bestimmten Eindruck, dass die Pyramide seiner zukünftigen beruflichen Tätigkeit doch eine breitere Basis haben sollte, als er sich dies vorgestellt hatte. Führen wir den propädeutischen Anschauungsunterricht weiter und zeigen z. B. dem zukünftigen Studierenden eine Werkstätte der schweizerischen Maschinen- oder Elektroindustrie, deren weltbekannte Produkte er dem Namen nach

<sup>1)</sup> SBZ 1949, Nr. 1 und 2.



Bauzustand am 19. August 1949



Beginn der Tormontage, 5. September 1949

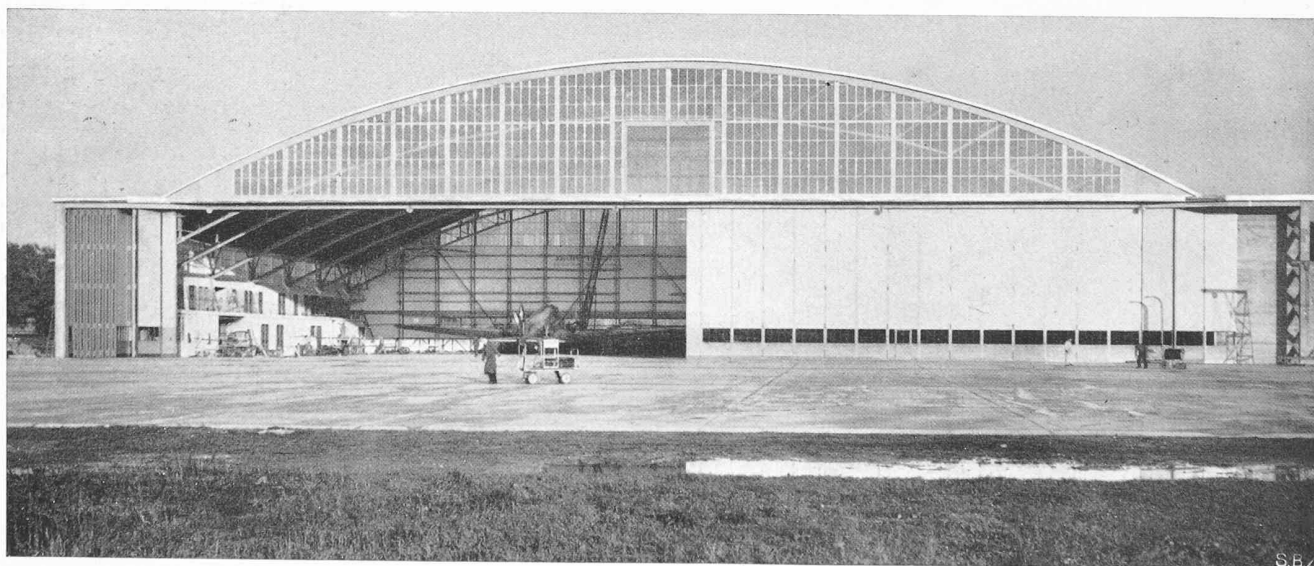
### Hangar des Zürcher Flughafens in Kloten

Ingenieure SCHUBERT & SCHWARZENBACH, Zürich, Prof. Dr. F. STÜSSI, Zürich, WARTMANN & CIE., Brugg





Innenansicht, 24. November 1949



Gesamtbild, am 24. November 1949

### Hangar des Zürcher Flughafens in Kloten

kennt, und an deren Herstellung er dereinst als fertig ausgebildeter Ingenieur mitwirken möchte! Auch in der Werkstatt öffnet sich ihm im Prinzip das selbe Bild: Er lernt aus eigener Anschauung erkennen, dass das fertige Produkt aus einer ganzen Reihe von Arbeitsgängen gewonnen wird, und dass die bis ins kleinste sauber durchdachten Details erst das zuverlässige Arbeiten des fertigen Produktes verbürgen. Viel mehr noch als im Laboratorium für Spezial-Forschung tritt ihm bei der Erzeugung industrieller Güter des Maschinenbaues und der Elektrotechnik die Tatsache entgegen, dass eine ganze Vielfalt von Einzelwissen, personifiziert in qualifizierten Vertretern der Werkbelegschaft, zusammenwirken muss, um das Endprodukt zu schaffen. Der junge Mann beginnt seinen Irrtum, auf Grund dessen er eine Ausbildung in den allgemeinen Fächern der Ingenieur-Wissenschaften als Ballast bezeichnete, einzusehen.

## V.

Der erzieherische Wert der vielgestaltigen Einflüsse praktischer und geistiger Natur, welche ein Praxisaufenthalt in einem Werkstattbetrieb der Industrie auf den jungen Ingenieur-Studenten ausübt, ist von den Lehrkräften und Aufsichtsbehörden technischer Hochschulen schon längst erkannt worden. Die deutschen technischen Hochschulen haben z. B. schon vor dem ersten Weltkrieg ein obligatorisches Praxisjahr in den Ausbildungsgang ihrer Absolventen eingeführt. Auch die ETH in Zürich schreibt für Studierende des Maschineningenieurwesens und der Elektrotechnik eine praktische Ausbildung in einem Industriebetrieb von mindestens neun Monaten Dauer vor<sup>2)</sup>. Für diese Werkstattpraxis sind in enger Fühlungnahme mit der schweizerischen Maschinenindustrie bestimmte Richtlinien aufgestellt worden, um diejenigen Disziplinen im praktischen Lehrgang zu berücksichtigen, welche einerseits den propädeutischen Unterricht, beispielsweise der Werkstoffkunde und des Maschinenbaus, befruchten und andererseits das Selbsterleben der sozialen Probleme, mit denen sich der Fabrikarbeiter täglich zu befassen hat, vermitteln sollen. Von der fachlich-technischen Seite wird später noch die Rede sein.

Jeder, der Einblick in den Werdegang eines hochgezüchteten Produktes der schweizerischen Maschinen- und Elektroindustrie hat, weiss, in welch hohem Masse nebst einer vorzüglichen konstruktiven Durchgestaltung auch das handwerkliche Können und die Hingabe des schweizerischen Industriearbeiters an der allgemein anerkannten Qualität des Erzeugnisses mitbeteiligt sind. Diese Tatsache soll dem Hochschulpraktikanten schon frühzeitig bewusst werden und ihn veranlassen, den Arbeiter als Menschen und Fachmann anzuerkennen und zu schätzen. Erst dann kommt auch der richtige Kontakt mit dem Werkstattarbeiter zustande und schafft den grösstmöglichen Nutzen aus der, nach fachlichen Begriffen, ohnehin kurz bemessenen Praxiszeit. Die Erinnerung an seine selbst erlebte Werkstattpraxis wird den berufstätigen Ingenieur die richtige menschliche Einstellung gegenüber seinen Untergebenen viel leichter finden lassen.

## VI.

Welches sind nun die Probleme, mit denen sich der Maturand auseinanderzusetzen hat, wenn er den Beruf des Maschinen- oder Elektroingenieurs ergreifen soll? Die meisten Ansichten für das technische Fachstudium sind darauf angewiesen, es mit möglichst regelmässiger auf direktem Wege bis zum Schlussdiplom zu durchlaufen. Jede Fehlleitung auf dem Wege zum vorgesteckten Ziel würde einen Verlust an Zeit und Geldmitteln bedeuten. Für einen guten Anlauf des Studiums scheint uns einerseits die richtige berufliche Beratung der zukünftigen Studierenden ausserordentlich wichtig zu sein, andererseits aber auch die Forderung, dass die ersten Semester des Lehrplanes der Hochschule, wie er z. B. an der ETH besteht, von jeder Spezialisierung absehen und im Bedarfsfalle ohne allzu grosse Schwierigkeiten einen Uebergang von einem Fachgebiet zum anderen erlauben.

Kompetente Stellen für die akademische Berufsberatung befinden sich in allen grösseren Schulzentren, vor allem in den Kantonshauptorten. Trotzdem macht man recht häufig die Beobachtung, dass die jungen Mittelschulabsolventen unentschieden sind, welchen Weg sie einschlagen sollen, besonders dann, wenn sie weder mit der Praxis in irgendwelche Berührung gekommen sind, noch das «Berufsklima» z. B. aus der

Erfahrung von Familienangehörigen kennen gelernt haben. Ihre Eltern wägen die Zukunftsaussichten des Ingenieurberufes sorgfältig ab und kommen nicht selten zu dem an sich gewiss zutreffenden Schluss, dass dieser Beruf vom Standpunkt materiellen Wohlstandes nicht an erster Stelle steht. Ein guter Ingenieur zu werden und zu sein, stellt zudem hohe Anforderungen schon während der Ausbildung an der Hochschule und später erst recht im Getriebe eines Produktionsapparates, wo es auf Arbeitsdisziplin, geistige Beweglichkeit und Geschick im Umgang mit Mitarbeitern ankommt. Wie sehr gerade auf den Charakter und die geistige Haltung Wert gelegt wird, zeigt beispielsweise die von einer Industriefirma aufgestellte Bewertungsskala für die berufliche Einschätzung ihres Personals. Den guten Fachkenntnissen wird gegenüber den Eigenschaften der Persönlichkeit weniger grosse Bedeutung zugemessen.

Wir möchten allen jungen, für die Technik begeisterten Maturanden nahelegen, den Ingenieurberuf aus keinem anderen Grunde, denn aus innerstem Bedürfnis heraus zu ergreifen und sich über die soeben geschilderten Verhältnisse rückhaltlos Rechenschaft zu geben. Aus Industriekreisen hört man immer wieder die Aeusserung, dass es heutzutage zu viele Hochschulabsolventen mit dem Ingenieurdiplom gibt, aber stets zu wenig wirklich brauchbare und einsatzbereite junge Akademiker. Es nützt unseres Erachtens auch nichts, das Ansehen und die soziale Stellung des Ingenieurstandes durch den Beitritt zu Berufsverbänden vor der Öffentlichkeit und «gegen oben» heben zu wollen. Massgebend ist allein der Mensch, sein Charakter, sein Können, seine Fähigkeit, sich in eine Arbeitsgemeinschaft einzuordnen und nicht zuletzt das selbständige Streben nach harmonischer Weiterentwicklung der Persönlichkeit.

Die Entwicklung zur Persönlichkeit ist aber nur auf Grund einer guten Allgemeinbildung möglich. Einseitige fachtechnische Bildung ohne jeden Sinn für die vielseitigen kulturellen Aufgaben, welche uns im Leben auf Schritt und Tritt entgegentreten und Abwechslung und Farbe in den Alltag hineinbringen, führt mit der Zeit zu einer geistigen Starrheit der Weltbetrachtung, welche der Franzose mit Recht als «déformation professionnelle» bezeichnet hat. Es kann deshalb nicht hoch genug eingeschätzt werden, dass schon bei der Vorbereitung auf die technische Hochschule grosser Wert auf Allgemeinbildung gelegt und als Bildungsausweis z. B. eine bestandene Maturitätsprüfung verlangt wird. F. Turrettini sagt hierzu in seinem tiefschürfenden Buche «L'homme et la matière», dass das Studium der technischen Wissenschaften eine vielfältige Ausbildung der geistigen Fähigkeiten erfordert, damit der Ingenieur im Beruf auch Dinge begreift, welche ausserhalb seines unmittelbaren Arbeitsbereiches liegen.

Wir möchten, ohne Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben zu wollen, die Voraussetzungen für eine erfolgreiche persönliche Entwicklung im Ingenieurberuf mit folgenden Worten umschreiben: gute Allgemeinbildung, welche sich stets an vielseitiger geistiger Tätigkeit erneuert; Begeisterung für die eigentlichen Berufsaufgaben, ob diese nach aussen grösser oder weniger gross erscheinen; zäher Wille, Hindernisse im Leben überwinden zu lernen und sich selbst zu helfen; verträglicher Charakter im Hinblick auf die tägliche Arbeitsgemeinschaft mit Gleichgestellten, Vorgesetzten und Untergebenen, wobei wir die Respektierung der Ansicht des Mitarbeiters als einen wesentlichen Punkt hervorheben möchten; Interesse für die Fragen der wirtschaftlichen Gütererzeugung; Verständnis für die sozialen Probleme der Arbeiterschaft.

Wenn wir den Besitz dieser Fähigkeiten als erstrebenswertes Ziel im Auge behalten, so dürfen wir ohne Einschränkung sagen, dass der Ingenieurberuf zu den schönsten, dankbarsten und vielseitigsten Berufen gehört. Dies sei in Anbetracht der früher ausgesprochenen Vorbehalte über die Wahl dieses Berufes mit Nachdruck hervorgehoben!

## VII.

Ein besonderes Kapitel soll der Werkstattpraxis des Hochschulstudenten gewidmet sein. Ueber ihre grundsätzliche Wünschbarkeit, sowie über die Praxisvorschriften technischer Hochschulen ist im Abschnitt V bereits gesprochen worden. Wie bei allen Problemen beruflicher Schulung, bildet auch für die praktische Ausbildung in einer Werkstatt die Bildungsfähigkeit des jungen Mannes den Masstab dessen, was ihm an Kenntnissen vermittelt werden kann. Wir glauben in Uebereinstimmung mit der Ansicht der verantwortlichen Organe

<sup>2)</sup> Siehe SBZ 1948, Nr. 27, S. 379.



z. B. der Maschinenindustrie sagen zu dürfen, dass sich nirgends so sehr, wie bei der Werkstattarbeit die individuellen Leistungen so stark voneinander unterscheiden. Von den Hochschulpraktikanten gilt dies in ganz besonderem Masse, weil sie je nach Herkunft, väterlichem Beruf, geistigem Milieu und charakterlicher Veranlagung rascher oder auch mühsamer in die Atmosphäre der Fabrikarbeit hineinwachsen. Nicht selten erfährt man aus dem Munde der Praktikanten, welch ungewohnten Eindruck die Werkstätte mit ihren bisher unbekannten Arbeitsmethoden und besonders der ganz anders gearteten Mentalität der Belegschaft auf ihre seelische Verfassung ausübt. Zwischen der behüteten Sphäre in Elternhaus und Schule und dem Einblick in den Kampf des täglichen Lebens in der Fabrik besteht für viele junge Leute ein scharfer Gegensatz, welcher vom jugendlichen, noch stark beeinflussbaren Gemüt unter Umständen sehr stark empfunden wird. Aus dieser Rückwirkung erklärt sich denn auch das gelegentliche Versagen der Praktikanten bei der ersten Bekanntschaft mit der Werkstattarbeit.

Zur technischen Seite der Werkstattpraxis soll eine zusammengefasste Uebersicht über diejenigen Kenntnisse gegeben werden, welche eine unter optimalen Bedingungen durchgeführte Werkstattausbildung in der hierfür eingeräumten, verhältnismässig kurzen Zeit vermitteln kann. Von optimalen Bedingungen sprechen wir dabei nicht nur im Hinblick auf die in einem Werkstattribetrieb vorhandenen vielseitigen Arbeitsgebiete für den Praktikanten, sondern ebenso sehr auch in bezug auf die persönliche Eignung des Praktikanten selbst, seine innere Aufgeschlossenheit und seinen Eifer. Denn die bestausgerüstete Werkstätte kann dem jungen Mann nur wenig bieten, wenn er nicht selbst seine Aufgaben erkennt. (Einige nützliche Winke siehe «Merkblatt für den Praktikanten».)

Wir beschäftigen uns bei den nachfolgenden Ausführungen nur mit der Anfängerausbildung für solche Praktikanten, die überhaupt noch nie in einer Werkstätte gearbeitet haben.

Die Werkbank mit dem Schraubstock ist der erste Arbeitsplatz. Zur Verfügung steht das Standard-Werkzeug des Maschinenschlossers. Die Feilarbeiten vermitteln das Gefühl für die Härte der Metalle und ihre Ueberwindbarkeit mit den zur Verfügung stehenden Werkzeugen. Je nach Geschicklichkeit stehen die Anfängerarbeiten auf einem höheren oder tieferen Stande handwerklichen Könnens. Im allgemeinen fehlt die Zeit, um bei einer bestimmten Arbeit länger zu verweilen, als das durch den Lehrmeister vorbereitete Zeitprogramm vorsieht, auch wenn das Resultat handwerklich noch nicht befriedigt. Wichtig ist, dass der Praktikant das Grundsätzliche seiner Arbeit erfasst und, was nicht genug empfohlen werden kann, mit einigen Notizen schriftlich festhält. Alles, was als neue Erfahrung an ihn herantritt, sollte er aufschreiben. Auf diese Weise wird er dazu angehalten, erstens einen technischen Vorgang klar und einfach formulieren zu lernen und zweitens das Erlebte nochmals durchzudenken. Von jedem Stück, an dem er arbeitet, sollte eine Handskizze mit den Bearbeitungsangaben angefertigt werden (Zeichnungs-Normalien).

Der Gebrauch der Werkzeuge wird den Praktikanten beispielsweise zu ihrer thermischen Nachbehandlung führen (Härten, Anlassen). Ueber das wichtige Kapitel der Wärmebehandlung von Werkzeugstählen kann die Werkstattpraxis also schon vor dem Studium der Gefügestruktur und der Zustandsdiagramme wertvollen Aufschluss erteilen.

Die Arbeit an den Werkzeugmaschinen führt den Praktikanten vollends in die Bearbeitungsmethoden des Maschinenbaus ein. Nur schon das Studium der Frage, auf welcher Maschine eine vorgegebene Arbeit durchgeführt werden soll, ist lehrreich. Dann ist die Kenntnis der für die Maschinenbearbeitung notwendigen Materialzugaben wichtig. An der einfachen Spitzendrehbank übt sich der Praktikant im unabhängigen Gebrauch der beiden Hände beim Vorschub des Werkzeugschlittens und lernt den Zusammenhang zwischen Schnittgeschwindigkeit und Vorschub kennen. Blau angelaufene Drehspäne sind beim Lehrmeister nicht in allen Fällen geschätzt! Die Genauigkeitsgrade der Bearbeitung und Kontrollmethoden mit Hilfe von Lehren und Messuhren werden erlernt, ebenso einige Anfangsgründe des vielfältigen Systems der Toleranzen und Passungen.

Die bis jetzt aufgezählten Kenntnisse werden wohl in den meisten Betrieben am besten in der Lehrwerkstätte erworben. Arbeiten an Fräs- und Hobelmaschinen, an Stoss- und Schleif-

maschinen werden im allgemeinen in den verschiedenen Produktionswerkstätten ausgeführt. Auch hier ist die Einführung in das Grundsätzliche wichtiger als die mechanische Handhabung der Maschinen ohne genügendes Verständnis für die funktionellen Zusammenhänge. Es wird in manchen Fällen einer gewissen Zähigkeit von seiten des Praktikanten bedürfen, die ihn interessierenden Auskünfte unter allen Umständen zu erhalten.

Für eine vertiefte praktische Kenntnis der im Maschinenbau verwendeten Metalle und ihrer Formgebung ist ein Aufenthalt in einem Giessereibetrieb von grossem Nutzen. Dem Praktikanten kommt dabei zustatten, dass einige der bedeutendsten Firmen der schweizerischen Maschinenindustrie über Giessereiabteilungen verfügen, so dass die Giessereipraxis in vielen Fällen in das Ausbildungsprogramm des gleichen Lehrbetriebes einbezogen werden kann. Die Giesserei bedeutet für den Anfängerpraktikanten ein vollständig neues Gebiet werkstatttechnischer Arbeitsweise. Zunächst sieht er von den in Guss herzustellenden Bestandteilen gewissermassen das Negative im Formsande eingegraben und muss sein räumliches Vorstellungsvermögen schulen, um das fertige Gusstück ohne Schwierigkeit aus der Sandform zu erkennen. Auch alle gusstechnischen Rücksichtnahmen beim Einformen sind für ihn neu und interessant. Meistens kann der Praktikant kleinere Maschinenbestandteile selbst einformen und sieht bei der Kontrolle des gegossenen Stückes, ob beim Einformen Fehler gemacht wurden.

Kompliziertere Gusstücke mit Hohlräumen benötigen Kerne, welche in einer besonderen Abteilung, der Kernmacherei, hergestellt werden. Die Bedeutung der Kerne kann schon bei kleinen Gusstücken studiert werden. In der Grosse Giesserei treten nun die giessereitechnischen Fragen besonders deutlich zum Vorschein. Begriffe wie Lunkerbildung, die Vermeidung von Gussspannungen, der richtige Abzug der beim Giessen gebildeten Gase (der Giesser spricht vom «Luftstechen») und versteht darunter das Anbringen von Abzugslöchern für die Gase) sind dem Praktikanten aus täglichem Erleben geläufig. Dem Guss eines mehrere Tonnen schweren Gusstückes beiwohnen zu können, gehört zu den eindrucksvollsten Erlebnissen!

Mit dem Giessereibetrieb stehen in enger Verbindung die Einrichtungen für die Sandaufbereitung, die Gussputzerei, die Trocknungseinrichtungen für die Gussformen, die Vorbereitung der fertigen Gusstücke (Entfernung der Eingüsse und Steigtrichter) und die Wiederverwendung des reichlich anfallenden Schrottes als Schmelzgut. Diese zusätzlichen Betriebsabteilungen sollte jeder Praktikant mindestens einmal gründlich besichtigen, wie es überhaupt zum Prinzip einer auf verhältnismässig kurze Dauer beschränkten Werkstattpraxis gehört, dass man sich Einblicke und Kenntnisse verschafft, wo diese gerade zu haben sind. Ein vernünftiger Betriebsleiter wird dem Praktikanten nie vorhalten, er stecke seine Nase in Dinge, welche ihn nichts angehen, sofern sie in den Zusammenhang des Ausbildungsprogrammes gehören. In manchen Firmen ist es üblich, die Praktikanten zu bestimmten Stunden in gewisse Werkstattabteilungen einzuführen, damit sie auch einen Begriff vom Zusammenspiel der verschiedenen Abteilungen erhalten und mit dem Gesamtproduktionsgebiet der Firma vertraut werden.

Die Giesserei, insbesondere die Elektrostahlgiesserei, ist der Ort, wo der Elektroingenieur-Praktikant einige Fragen der Verwertung elektrischer Energie für die Stahlgusserzeugung im Elektro-Ofen studieren kann. Er erkennt, mit welchen Mitteln z. B. die mit dem Schmelzbetrieb verbundenen Leistungsschwankungen gemildert werden. Besonders interessant sind die Schmelzöfen mit induktiver Erhitzung des Metallbades, wie man sie vereinzelt auch in unserem Lande antrifft.

Wir haben uns mit der Giessereipraxis absichtlich etwas eingehender befasst, weil sie, sofern der Betrieb eine Giesserei besitzt, gewissermassen im Mittelpunkt des Ausbildungsprogrammes steht. Dabei möchten wir in der Reihenfolge der durchlaufenen Abteilungen die Giesserei vor die Modellschreinerei stellen, weil der Zweck verschiedener Vorkehrungen bei der Herstellung der Modelle nach durchlaufener Giessereipraxis besser verstanden wird.

Welche weiteren Gegenstände innerhalb des Zeitprogramms der praktischen Ausbildung noch vermittelt werden können, hängt von der besonderen Struktur des Betriebes ab. In Fabriken der elektrotechnischen Branche, stark- oder schwachstromtechnischer Fachrichtung, besteht die Möglich-

keit, den Praktikanten noch im Apparatebau, in der Wicklerei, im sogenannten Buchtenbau (Verdrahten von Linienwählerapparaturen für Fernsprechkentralen) arbeiten zu lassen. In Maschinenfabriken ist die Mitwirkung bei der Materialprüfung im Festigkeitslaboratorium möglich, ferner in der Detail- und auch in der Grossmontage, obwohl in dieser der Werdegang einer Maschine nur in besonders günstigen Fällen während der kurzen verfügbaren Zeit soweit vorwärts schreitet, dass der Praktikant einen Begriff vom Zusammenbau grosser und grösster Maschineneinheiten erhält. Da grosse Objekte aber stets eine starke Anziehungskraft ausüben, besonders wenn noch ein Probelauf auf dem Prüfstand bevorsteht, ist es am zweckmässigsten, wenn der die Praxis beaufsichtigende Ingenieur zu einem passenden Zeitpunkt die Praktikanten gemeinsam zu dem betreffenden Objekt hinführt und damit die Neugierde der jungen Leute durch eine geführte Besichtigung befriedigt.

Die für die zukünftigen Studierenden der ETH gültigen Richtlinien weisen ausdrücklich darauf hin, dass jeder Aufenthalt auf Prüfständen oder spezialisierten Abteilungen nicht im Interesse der Anfängerausbildung liegt, weil der Vorstudienpraktikant noch nicht über die notwendigen theoretischen Kenntnisse verfügt, um Versuche an Maschinen und Apparaten richtig zu erfassen. Auch zeigt die Erfahrung, dass für eine einigermaßen vielseitige Praxis im Sinne der aufgestellten Richtlinien eher Zeitnot herrscht, so dass aus diesem Grunde jede Zersplitterung vermieden werden muss.

Der Gewinn der Werkstattpraxis dürfte in fachlicher Hinsicht hauptsächlich darin liegen, dass der Vorlesungsstoff an der Hochschule durch die praktische Anschauung unterbaut ist. Das folgende Beispiel mag dafür den Beweis erbringen. Ein Studierender im ersten Jahreskurs der Abteilung für Maschinen-Ingenieurwesen, welcher vor dem Studium eine vierjährige praktische Lehrzeit als Maschinenschlosser durchmachte, hat unseres Erachtens den Kern der Sache getroffen, wenn er den Gewinn der Praxis durch folgende Beobachtung kennzeichnet:

«Beim Unterricht an der Hochschule werden oft Demonstrationsobjekte aus dem betreffenden Fachgebiete vorgezeigt. Der Student, welcher keine oder wenig Praxis gemacht hat, sieht mehr auf gewisse äusserliche Einzelheiten, welche jedoch, im Grunde genommen, gar nicht wichtig sind. Derjenige, dessen Auge durch die Werkstattpraxis geschult worden ist, erkennt sofort den funktionellen Zusammenhang des betreffenden Stückes mit anderen Bestandteilen oder Einrichtungen. Für ihn ist gewissermaßen schon rein gefühlsmässig das Urteil darüber gegeben, wozu das Objekt zu dienen hat oder welchen Zweck es am besten erfüllen kann, auch für den Fall, dass er es in dieser Form in der Fabrik nie angetroffen hat. Dem Studierenden ohne Werkstattpraxis geht dieses Urteilsvermögen vollständig ab.»

Der Gewinn hinsichtlich der Wertschätzung des Fabrikarbeiters und der Eingewöhnung in die Disziplin eines straff geführten Fabrikbetriebes ist bereits früher betont worden.

### VIII.

Unsere Betrachtungen über die Ausbildung zum Ingenieurberufe wären unvollständig, wenn nicht noch ein paar Worte über die Aussichten gesagt würden, welche für die Wahl dieser Berufsrichtung ausschlaggebend sein können. Dass Eignung und innere Berufung vorhanden sein müssen, soll hier nicht wiederholt werden. Dagegen können wir uns fragen, welche Probleme der zukünftige Ingenieur zu behandeln haben wird. Eine eindeutige Beantwortung dieser Frage scheint angesichts der zum Teil revolutionären Weiterentwicklung der Technik nicht möglich zu sein. Auf jeden Fall, und diese Feststellung ist für sich selbst schon wichtig genug, können alle Befürchtungen zerstreut werden, der heutige Standard des technischen Schaffens habe vielfach bereits seine endgültige Form gefunden, so dass auf manchen bisher sorgfältig gepflegten Gebieten in naher Zeit ein Stillstand eintreten werde. Als willkürlich herausgegriffenes Beispiel sei der Elektromaschinenbau erwähnt, welchem hier und da, allerdings zu unrecht, diese Prognose gestellt wird. Es befinden sich zahlreiche Sonderbauarten elektrischer Maschinen im Studium oder in Ausführung, bei denen Grundgedanken verwirklicht werden, welche von denjenigen der allgemein bekannten Maschinentypen abweichen. Die gewaltige Publizität in der technischen Zeitschriftenliteratur, die an internationalen Kongressen behandelten Probleme aus allen Gebieten der Technik, sowie die beinahe unerschöpfliche Menge von Patentanmeldungen für den Schutz

technischer Erfindungen zeigen jedem aufmerksamen Beobachter zur Genüge, dass wir weit davon entfernt sind, für unseren Ingenieurnachwuchs keine fesselnden Aufgaben mehr zu finden! Auch die nicht minder wichtige Aufgabe, mit deren Erwähnung diese Betrachtungen geschlossen werden mögen, wird stets den seiner Verantwortlichkeit bewussten Ingenieur beschäftigen, die darin besteht, die grosse Diskrepanz zwischen technischem und kulturellem Fortschritt ausgleichen zu helfen.

### Merkblatt für den Praktikanten

**Einige Gesichtspunkte zur Frage: „Worauf muss ich in meiner Praxis achten?“**

1. *Allgemeine Orientierung.* Zuständige Person für alle Praxisfragen während der ganzen Ausbildungszeit. Einblick in das Arbeitsprogramm. Wem bin ich direkt unterstellt? Zuständige Person für Auskünfte technischer oder persönlicher Natur. Wo besteht die Möglichkeit für Unterricht im Zeichnen und Kennenlernen der Zeichnungsnormen? Welches sind die hauptsächlichsten Erzeugnisse der Fabrik?

2. *Anlernperiode am Schraubstock.* Notiere dir sämtliche Handarbeiten, welche mit deinem Normalwerkzeug gemacht werden. Genaue Bezeichnung der einzelnen Werkzeuge. Keine Feilarbeit ohne Mass-Skizze und Masskontrolle. Gefühl für die für einen Bearbeitungsvorgang erforderliche Zeit. (Widerstand des Materials gegen die Bearbeitung.) Lerne stets vom erfahrenen Arbeiter (Werkstattkniffe).

3. *Thermische Metallbehandlung.* Notiere die wichtigsten Arbeitsgänge, für welche eine Wärmebehandlung erforderlich ist. Unterschied gegenüber gewissen Kaltverfahren. Lass dir vom Meister die verschiedenen Verfahren und praktischen Anwendungen erklären. Temperaturskala der Glüh- und Anlauffarben. Schweissverfahren: autogen, elektrisch mit Gleich- oder Wechselstrom. Hilfsmittel zur Erzielung guter Schweissverbindungen.

4. *Modellschreinerei und Giesserei.* Holzarten für den Modellbau; Farbe, Härte, Faserung der Hölzer. Massnahmen gegen das Verziehen, «Werfen», besonders beim Verleimen verschiedener Teile oder Holzarten. Unterteilung der Modelle mit Rücksicht auf Gussform; Zugabe für Schwindmass; Kernbüchsen und Kernlager.

Unterschied des Formsandes für Nassgiesserei und Stahlgesserei in vorgetrockneter Form. Lass dir alle Massnahmen zur Vermeidung von Gussfehlern erklären. Wo wendet man Stahlguss statt Grauguss an? Was ist Temperguss und wozu braucht man ihn? Studiere den Ofenbetrieb und die Hilfsbetriebe der Giesserei.

5. *Werkzeughaltung, Messtechnik.* Organisation der Werkzeughaltung und Werkzeugausgabe. Zweck verschiedener Spezialwerkzeuge. Nachbehandlung und Pflege hochwertiger Werkzeuge. Mache dich mit den wichtigsten Messwerkzeugen vertraut; unterscheide sie je nach der verlangten Bearbeitungsgenauigkeit des Werkstückes. Grundzüge der genormten Passungen und Toleranzen. Praktische Anwendung der Lehren zur Masskontrolle. Messverfahren an der Drehbank.

6. *Arbeiten an Werkzeugmaschinen.* Studiere die Bauarten der Maschinen in der Abteilung und achte auf ihre Anwendungsgebiete. Genaue Benennung der Einzelteile. Unterhalt und Pflege der Werkzeugmaschinen. Hilfsmittel beim Gebrauch der Schneidwerkzeuge (Oel, Seife). Form der Schneide, Wahl der Härte je nach Art der Maschinenarbeit. Schutzmassnahmen gegen Unfälle. Wiederverwendung der Eisenabfälle in der Fabrik.

7. *Detailmontage.* Erfasse die Fabrikorganisation für das rationelle Zubringen der zu montierenden Bestandteile. (Auch die Transporteinrichtungen.) Probleme der Verschraubungen, der Schraubensicherungen, der geltenden Normen, der genormten Gewindearten. Materialien und Verfahren zum Abdichten von Rohranschlüssen, Deckeln, Gefässböden. Gesichtspunkte für richtigen Einbau von Kugel- oder Rollenlagern. Vorkehrungen für die Schmierung umlaufender oder gleitender Maschinenteile.

8. *Wicklerei.* Elektrische Funktionen der Wicklung in Maschinen und Transformatoren. Notiere die wichtigsten Isoliermaterialien für die Wicklerei. Trocknungs- und Imprägnierverfahren für Wicklungen. Massnahmen für gute Lötverbindungen. Lerne die Wicklungstypen für Dreiphasen-Maschinenwicklungen voneinander unterscheiden. Zeichne ein komplettes Wicklungsschema auf.