

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 125/126 (1945)
Heft: 1

Artikel: Wechselwirkungen zwischen konstruktiven und fabrikationstechnischen Entwicklungen im Maschinenbau: Antrittsvorlesung
Autor: Bickel, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83579>

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: 30.01.2026

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

Inhalt: Wechselwirkungen zwischen konstruktiven und fabrikationstechnischen Entwicklungen im Maschinenbau. — Das Johanniter-Ritterhaus Bubikon. — Fortschritte im Kanal-, Schleusen- und Hebewerkbau. — Nekrologe: Jost Wey. A. Schrafl. — Mitteilungen: Die bauliche Gestaltung von Startpisten und Rollfeldern. Eidg. Techn. Hochschule. Bewirt-

schaftung des Aluminiums. 75 Jahre Kant. Gewerbe- und Industrie-Museum Bern. Arbeitgeberverband Schweiz. Maschinen- u. Metallindustrieller. — Wettbewerbe: Siedlungsbauten für Kant. Anstalten Waldhaus Chur u. Realta. Siedlung mit Kindergarten in Witellikon. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. Tafeln 1 bis 4: Das Johanniter-Ritterhaus Bubikon (Zürich).

Band 125

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 1

Wechselwirkungen zwischen konstruktiven und fabrikationstechnischen Entwicklungen im Maschinenbau

Antrittsvorlesung, gehalten am 21. Oktober 1944 von Prof. Dr. Ing. E. BICKEL an der E. T. H. Zürich

Unsere Schwesteranstalt, die Zürcher Universität, bringt durch ihren Namen das humanistische Bildungsideal der universitas litterarum, der Gesamtheit und Einheitlichkeit der Wissenschaften zum Ausdruck. Demgegenüber wurde bei der Gründung unserer Technischen Hochschule nicht der Name Technische Universität — etwa analog der Technical University der angelsächsischen Länder — gewählt, oder etwa die Bezeichnung Pantotechnikum — Bildungsstätte für alle Künste —, sondern Polytechnikum, was sinngemäss auf die Vielseitigkeit, die Mannigfaltigkeit der technischen Künste hinweist.

Wollte man dadurch zum Ausdruck bringen, dass man das universale Wissen einer naiven mittelalterlichen Scholastik als ein Scheinwissen ablehnte, oder wollte man mit kritischer Selbstbescheidenheit betonen, dass es besser sei, Weniges gründlich zu wissen und zu können, als alles nur oberflächlich, oder sollte der Akzent auf der Technik liegen, dem Können und Handeln? Lehnte man vielleicht deshalb ein universitas rerum technicarum ab, weil es ein umfassendes Wissen und eine einheitliche Lehre des technischen Handelns nicht geben kann, da Handeln im schöpferischen Sinn aus Intuition und Initiative geboren wird, welches letztgenannte wohl auf Wissen und Erfahrung gegründet sein mögen, aber durch keine Schulung, geschweige denn Methodik oder gar Dogmatik ersetzt werden können?

Wie auch die Antworten auf solche Fragen lauten mögen, so ist festzustellen, dass die Entwicklung der technischen Wissenschaften oder der wissenschaftlich fundierten Technik seit deren Entstehung im Maschinenzeitalter des 19. Jahrhunderts zu einer immer weiter getriebenen Spezialisierung geführt hat, sowohl in der Ausbildung der Ingenieure, wie vor allem in deren praktischem Arbeitsfeld.

Was im besonderen den Maschinenbau betrifft, so ist heute die Kunst, Maschinen zu bauen, allmählich in drei Aufgabenkreise aufgelöst worden: die Forschung als Vorbereitung neuer konstruktiver Möglichkeiten, die Berechnung und Konstruktion des Baues und die eigentliche Herstellung, das Bauen der Maschinen, die industrielle Fabrikation im weiteren Sinn.

An sich ist eine solche Dreiteilung durchaus sinnvoll, denn sie entspricht in natürlicher Weise dem harmonischen Ablauf des schöpferischen menschlichen Tuns: Zuerst das Besinnen auf das Wesentliche und Ursächliche, dann das Planen des Vorhabens, und zuletzt das Handeln, die Verwirklichung, die Tat. Was aber zu denken gibt, ist die Frage, ob es richtig sei, wenn diese drei sich ergänzenden Phasen menschlicher Arbeit so auf einzelne Individuen verteilt werden, dass die einen nur noch forschen, die andern planen und die dritten das Geplante verwirklichen.

Freilich, vom Standpunkt der Rationalisierung erscheint diese Arbeitsteilung und Spezialisierung durchaus sinnvoll, hat sie doch in konsequenter Anwendung bis hinunter zu jedem Handgriff des Maschinenarbeiters, bis zur Zweiteilung selbst jeder ausgeführten Arbeit in den Fabriken in eine Arbeitsvorbereitung und eine Arbeitsausführung erst die enorme Steigerung der Gebrauchsgütererzeugung bewirkt, die seit Beginn des Taylorismus es ermöglicht hat, dass die materiellen Früchte des Maschinenzeitalters den breiten Volksschichten in Form eines fast beliebig steigerungsfähigen allgemeinen Wohlstandes zugute kamen.

Es scheint daher nur eine konsequente Weiterentwicklung des durch die Praxis bewiesenen Nutzens solcher Arbeitsteilung und Spezialisierung zu sein, wenn sogar schon die eigentliche Forschungs- und Erfindertätigkeit rationalisiert, organisiert, budgetiert wurde, wie ich dies beispielsweise in dem grössten amerikanischen Unternehmen der elektrotechnischen Industrie festzustellen Gelegenheit hatte.

Dort ist die gesamte Forschungs- und Entwicklungstätigkeit in drei grossen Laboratorien aufgeteilt. Im ersten Laboratorium wird Forschung ohne Zweckgebundenheit getrieben. Da wurden z. B. Einkristalle gezüchtet oder Fluoreszenzerscheinungen nach Wesen und Ursache untersucht oder Magnetismus durch Rotation von Stahlstäben erzeugt. Jeder Ingenieur oder Chemiker konnte

dort erforschen, wofür er Neigung verspürte. Infolge der grossen Zahl der dort Beschäftigten — es waren Hunderte — musste ab und zu ein Goldkorn unter manchen Fehlleistungen materieller, aber auch ideeller Art zutage treten.

Die zweite Gruppe von Laboratorien hatte die Aufgabe, alle Entdeckungen der ersten Gruppe daraufhin kritisch zu untersuchen, ob die Ergebnisse von technisch-industriellem Nutzen sein könnten. Fand sich dabei ein solches Goldkorn, so bestand die weitere Aufgabe darin, das Forschungsergebnis durch zweckgebundene Forschung so zu erweitern, dass aus der Entdeckung eine Erfindung wurde, für die die konstruktive Entwicklungsarbeit einsetzen konnte.

Die dritte Gruppe von Laboratorien endlich hatte diejenigen Versuche auszuführen, die während der konstruktiven Entwicklungsperiode notwendig sind, um fabrikationsreife Konstruktionen zustande zu bringen.

Kein Zweifel, dass eine solche Methode zu technisch-industriellen Erfolgen führt, infolge der damit verbundenen Massenwirkung, so gut, wie die Spezialisierung des Arbeiters in der Fliesarbeit zu einem Optimum der Arbeitsleistung im einzelnen geführt hat. Aber wenn wir einmal die Frage der seelischen Auswirkung extremer Arbeitsteilung und Spezialisierung beiseite lassen und wenn wir sogar zugeben wollen, dass wohl für die überwiegende Mehrzahl der Menschen eine spezialisierte Routinearbeit keine seelische Belastung bildet, sondern im Gegenteil als angenehm empfunden wird, so müssen wir doch die Frage stellen: Kann wahre, schöpferische, technische Leistung überhaupt durch Arbeitsteilung zustande kommen?

Ich denke, man kann diese Frage unter Umständen bejahen, wenn es sich nämlich nicht um eine organisierte, sondern um eine freiwillig gesuchte, kameradschaftliche, freundschaftliche Arbeitsteilung handelt. Denn die Organisation der Arbeitsteilung ist ja nur ein technisches Hilfsmittel, um den Wirkungsgrad menschlicher Zusammenarbeit durch Verringerung von Störungen und Reibungen, die durch äussere, umweltbedingte Umstände entstehen, zu erhöhen. Organisation wirkt daher wie ein Schmiermittel auf den Gang einer Maschine, und sie ist deshalb umso unentbehrlicher, je mehr Reibungstellen der Mechanismus aufweist, je mehr menschliche Glieder in einem Kollektiv zusammenwirken. Aber die Organisation ist nicht die treibende Kraftquelle selbst für die Maschine, sondern diese liegt allein im schöpferischen Willen des Menschen, vorwiegend des einzelnen. Das wird uns in der Geschichte des Maschinenbaus oder der Technik dadurch bestätigt, dass an entscheidenden Wendepunkten stets das Eingreifen eines einzelnen Entdeckers oder Erfinders sichtbar wird, der die Konstruktion und die Ausführung seiner neuen Idee einheitlich konzipierte. Bisweilen finden wir dann auch das enge, freundschaftliche Zusammenarbeiten von zwei Männern, die, in Erkenntnis der Beschränkung ihrer Fähigkeiten, unter sich die Zweiteilung der schöpferischen Arbeit in die konstruktiv-planende und in die ausführende Phase des Baus der Maschine vornahmen.

Um vorweg einige klassische Beispiele für das letzte zu nennen: Watt war der Schöpfer der Dampfmaschine, aber Murdoch als sein Freund und Mitarbeiter entwickelte das Giessverfahren für die Zylinder dazu und konstruierte ausserdem die erste Maschine mit oscillierendem Zylinder. Hätte Papin einen Murdoch neben sich gehabt, so wäre er möglicherweise 100 Jahre vor Watt als der Schöpfer der ersten brauchbaren Dampfmaschine in die Geschichte der Technik eingegangen; so aber konnte zu seiner Zeit die ausführende Technik noch nicht leisten, was seine Idee erforderte, weil die Zylinderherstellung unmöglich war. Papin hat wohl als erster die Wärmekraftmaschine konzipiert, aber erst Watt konnte seine Maschine wirklich bauen, weil die konstruktive Entwicklung durch diejenige eines Herstellungsverfahrens ergänzt wurde.

Ein anderes klassisches Beispiel bietet die Zusammenarbeit des Konstrukteurs Siemens und des Mechanikers Halske,

über den Siemens schrieb: «Halske adoptierte stets freudig meine konstruktiven Pläne, die er mit merkwürdig mechanischem Taktgefühl sofort in überraschender Klarheit erfasste und denen er durch seine Gestaltungskraft oft erst den rechten Wert verlieh.» So schrieb der Schöpfer der Dynamomaschine.

Ich darf diesen zwei Beispielen klassischer schöpferischer Grosstaten vielleicht noch zwei Doppelnamen hinzufügen: Gauss und Weber, die den ersten elektrischen Telegraphen bauten, und Otto und Daimler, die die erste Viertakt-Verbrennungskraftmaschine zum Laufen brachten, wobei Daimler die vielen fabrikatorischen Schwierigkeiten überwand, die bei der Geburt der neuen Kraftmaschinengattung auftraten.

Aus der langen Liste grosser Ingenieure möchte ich aber vor allem einige Männer ins Gedächtnis zurückrufen, die in einer Person die konstruktiven und die fabrikatorischen Aufgaben meisterten, die die Verwirklichung ihrer Ideen erforderte.

Da steht an der Spitze Leonardo da Vinci, der geniale Ingenieur und Maschinenbauer, der vielleicht als erster und letzter die universitas rerum technicarum seines Zeitalters vollkommen beherrschte und erweiterte. Er hatte ausser dem Zeichnen, Malen und Modellieren auch das Erzgiessen und Schmieden gelernt, und es ist schwer zu entscheiden, in welcher Phase der technischen Schöpfung, der Forschung, der Konstruktion oder der Ausführung er mehr geleistet hat, so universal war sein Wissen und Können.

Auf dem Gebiet der Forschung und der theoretischen Mechanik stand Leonardo's Genie kaum dem des ein Jahrhundert später wirkenden Galilei, des Schöpfers der Dynamik, nach und verlangt vielleicht eine noch höhere Wertschätzung, wenn man seine Ideen und Leistungen auf dem rein theoretischen Gebiet mit dem Stand der Wissenschaft seiner Zeit vergleicht.

Als Maschinenkonstrukteur dagegen wird Leonardo wohl immer der Meister aller Zeiten bleiben, sei es in der Vielseitigkeit, in der Originalität oder in der Aesthetik der Darstellung. Maschinenelemente, Wasserräder, Krane, Brücken, Kanäle, Geschütze, Flugmaschinen finden wir meisterhaft gezeichnet in seinen Skizzenblättern. Seine Gelenkkettenkonstruktion finden wir heute noch an jeder Fahrradkette verwirklicht und lebendig — so gut wie seinen Glaszylinder, den er sich für Oellampen ausdachte, oder sein Hygrometer, das er als Zeigerinstrument ausbildete. Aber nicht genug damit, wurde für die Neukonstruktion zumeist auch das Herstellungsverfahren entwickelt und in Wort und Bild festgelegt. Da finden wir Skizzen für die Herstellung eisenbandagierter Schablonengussformen für seine Geschützkonstruktionen oder die Methoden zur Kernherstellung für den Rohrguss mit allen Einzelheiten, bis zur Kerndrehbank, beschrieben, die im Prinzip heute noch angewendet werden.

Die Entwicklung von Drehbänken und Bohrbänken, Schleifmaschinen, Feilenhaumaschinen, Gewindeschneidmaschinen mit Leitspindeln und Wechselrädern, diese mit selbstzentrierendem Spannfutter, auch der nötigen Werkzeuge für die zerspanende Formgebung, z. B. der Gewindebohrer, scheinen den Gieserei- und Schmiedetechniker besonders gereizt zu haben, da eben seine Konstruktionen in Metall, die an die Stelle plumper Holzkonstruktionen traten, verfeinerte Herstellungsverfahren erforderten als nur die relativ rohen, ungenauen Verfahren des Giessens und Schmiedens.

Doch wir brauchen gar nicht bis zu Leonardo da Vinci, dem Universalkünstler in des Wortes wörtlichster Bedeutung, vorzudringen, der vielleicht wegen seiner Einzigartigkeit, als Ausnahme, als Zufall, gerade das Gegenteil eines Beweises für die Notwendigkeit, ja die Zwangsläufigkeit der wechselseitigen Befruchtung konstruktiver und fabrikatorischer Entwicklung wäre — wir finden auch in der neueren Technik so viele Beispiele der engen Verbundenheit beider Entwicklungen in den Schöpfungen bedeutender Ingenieure, dass es nicht schwer fällt, aus der Fülle der Beispiele auf einige markante Namen und ihre Schöpfungen hinzuweisen. Da ist Nasmyth, der die Maschinen für einen damaligen Riesendampfer, als Werkstattmann würde man heute sagen, zu bauen hatte, sich aber auf keine bekannten Verfahren stützen konnte und deshalb Grosswerkzeugmaschinen konstruierte und wegen der Unmöglichkeit, die konstruktiv notwendigen Schmiedestücke herzustellen, den Dampfhammer erfand und konstruierte. Da ist der grosse Newton, der selbst Spiegelteleskope konstruierte und deshalb auch gezwungen war, das Schleifverfahren für die Herstellung der Hohlspiegel zu entwickeln, das im Prinzip bis heute beibehalten wurde, und der dann sogar Fabrikant und Lieferant von Hohlspiegeln wurde.

Da sind vor allem die vielen Pioniere der konstruktiven Entwicklung des Maschinenbaus, die aus der Werkstattpraxis

hervorgingen, ein Handwerk gelernt hatten und die nicht deshalb als reine Empiriker des Maschinenbaus bezeichnet werden dürfen, weil sie ihr Handwerk verstanden, sondern die über den damals bekannten konstruktiven Entwicklungsstand hinaus-schreiten konnten, weil sie den Stand der Herstellungsverfahren ebenfalls kannten und sich zutrauen konnten, die durch die Neukonstruktion bedingten neuen fabrikatorischen Aufgaben zu lösen:

Stephenson, der Lokomotivbauer, war handwerklich durchgebildet. Er reparierte z. B. eine zeitlang Uhren als Brotverdienst. Jacquard, der den Buntmuster-Webstuhl schuf, hatte eine Ausbildung als Schriftgiesser genossen und erfand neue Werkzeuge zur Verwirklichung seiner Konstruktionen. Newcome n, der die erste atmosphärische Dampfmaschine konstruierte und die Einspritzkondensation einführte, war gelernter Schmied. Bell konstruierte nicht nur den ersten Telefonapparat, sondern baute ihn selbst. Besse mer, der Erfinder des Windfrischverfahrens, das die Stahlerzeugung revolutionierte, war gelernter Schriftgiesser und konstruierte und baute als solcher eine Lettergiessmaschine. Mauser, der Büchsenmacher, dessen Name durch das Mausergewehr berühmt wurde, konstruierte nicht nur Hinterladergewehre und Geschütze, sondern entwickelte die Verfahren für deren Herstellung nebst den zugehörigen Werkzeugmaschinen, und ebenso ist Alfred Krupp sowohl als Konstrukteur von Geschützen und Verschlüssen anzusprechen wie als Techniker des Giessens, Schmiedens und der Stahlveredelung. Dass Hefener-Alteneck, der Erfinder und Konstrukteur des Trommelankers, seine Tätigkeit bei Siemens in der Werkstatt als Wochenlöhner begann, erklärt zur Genüge seine Fähigkeit für die Verbesserung oder Neuentwicklung von Herstellungsverfahren, die der neue Elektromaschinenbau zwingend erforderte, besonders auf dem Gebiet der Drahtisolierung und der Wicklerei. Auch der Feinmechaniker Schuckert war bei der konstruktiven Entwicklung seiner Scheinwerfer-Bogenlampe vor die Notwendigkeit gestellt, eine Glasspiegel-Parabolschleifmaschine zu entwickeln, und schliesslich sei nochmals daran erinnert, dass James Watt, der Zimmermannssohn, eine sehr grosse Handfertigkeit im Gebrauch der Mechanikerwerkzeuge besass und dass seine ersten Konstruktionsversuche für eine Dampfmaschine fehlschlügen, weil die Ausführungsmethoden noch nicht genügend entwickelt waren, da ihm zunächst nur die primitiven Werkzeuge des Feinmechanikers und seines ersten Gehilfen, eines Spenglers, zur Verfügung standen. Robert Bosch, der Erfinder der magnetoelektrischen Zündapparate für Benzinmotoren, war ein hervorragender Feinmechaniker und hat nicht nur seine ersten fabrikationsreifen Modelle selbst gebaut, sondern war noch lange, als er schon Inhaber eines Grossbetriebes war, persönlich sein eigener Betriebsleiter und Instruktor für die Werkstattarbeit.

Ein besonders eigenartiger Impuls für eine erfinderische Leistung auf dem Gebiet der Herstellungsverfahren, um dadurch Ideen zu verwirklichen, wurde bei Senefelder ausgelöst. Er war Schriftsteller und hielt sich für einen Dramatiker, hatte aber nicht das Geld, um seine geistigen Produkte drucken zu lassen. Deshalb und dafür suchte er nach einem neuen, billigen Vervielfältigungsverfahren und wurde dabei der Erfinder der Lithographie. Also auch die Konstruktion von Dramen hat schon zur Verbesserung der Herstellungsverfahren für die Realisierung geführt.

Halten wir nach Pionieren des schweizerischen Maschinenbaus Ausschau, so brauche ich nur Namen wie Georg Fischer oder Johann Jakob Sulzer, Begründer von Maschinenindustrien von Weltruf, zu nennen, die als Giesser und Dreher ausgebildet, das konstruktive und fabrikatorische Wirken des Maschineningenieurs in einer Person vereinigten, so gut wie etwa auch Charles Brown d. A. e., der mit Heinrich Sulzer als Konstrukteur der Ventildampfmaschinen mit zu den Begründern des schweizerischen Maschinenbaues gehört, der aber zugleich die Werkstatteinrichtungen bei Sulzer verbesserte, wobei er dort auch Werkzeugmaschinen konstruierte, um damit seine verbesserten Konstruktionen überhaupt herstellen zu können.

Schliesslich seien noch drei Pionier-Namen aus der letzten Entwicklung des Maschinenbaues, der Flugtechnik erwähnt: Lilienthal, der Vater der Flugtechnik, der das Prinzip «schwerer als Luft» mit seinen Gleitflügen verwirklichte und der vollständig darauf angewiesen war, seine Modelle aus Holz, Bambus, Leinwand und Vogelfedern eigenhändig anzufertigen, so gut wie die beiden Brüder Wright, die als Fahrradmechaniker die Flugzeuge selbst bauten, mit denen zum ersten Mal ein Mensch mittels Motorkraft die Erdschwere überwand.

Der Schöpfer des Metallflugzeugs jedoch war Hugo Junkers, der als wahrhaft genialer Konstrukteur den überaus kühnen Schritt unternahm, die ersten wissenschaftlichen Forschungsergebnisse der neuen Aerodynamik auf die Konstruktion des freitragenden, dicken Hohlflügels anzuwenden und gleichzeitig dünne Metallbleche als Baustoffe zu verwenden, eine Erstkonstruktion, die damals, 1918, von den Fachleuten die Bezeichnung «Blechesel» erhielt. Junkers konnte diesen kühnen Schritt deshalb wagen, weil er sich bei der Fabrikation seiner Gasapparate derart in die Feinblechbearbeitungstechnik eingearbeitet hatte, dass er dem ersten Betriebsleiter seiner kleinen Gasapparatefabrik in Dessau, dem Spenglergesellen Knick, an Fachkenntnis kaum nachstand und deshalb auch die Wege weisen konnte, wie diese für den Maschinenbau ganz neuen Bauformen aus neuen Baustoffen so bearbeitet werden konnten, dass die kühne Neukonstruktion ausführbar war.

Die neuen Blechkonstruktionen aus Leichtmetall erforderten nämlich die Entwicklung mancher neuer Fabrikationsverfahren, sowohl für die thermische Behandlung zur Vergütung des Werkstoffs, wie auch für das Stanzen, Biegen, Verschrauben, Vernieten und Schweissen, sei es mit Gas, sei es durch elektrische Widerstandsschweissung. Andererseits mussten neue, im Maschinenbau noch nicht verwendete Konstruktionsteile entwickelt werden, die geringstes Gewicht mit der äussersten Materialausnützung hinsichtlich der Festigkeitsanforderungen verbanden. Diese Entwicklung hatte eine völlige Verschmelzung der konstruktiven und fabrikationstechnischen Aufgaben und ihrer Lösungen zur Folge, wie sie in dieser Art vielleicht nur hundert Jahre früher, zu Beginn des Maschinenzeitalters oder beim Bau der ersten elektrischen Maschinen, ihre Parallele hat.

Es war insbesondere auch die Feinblech-Stanz- und Zieh-technik, die, bis anhin noch nie in den Dienst maschinentechnischer Konstruktionen gestellt, zur Schaffung sehr leichter und doch fester Konstruktionselemente anregte. Es möge der Hinweis genügen, dass z. B. auch für die wassergekühlten Flugzeugmotoren die Zylinderblöcke oder auch die Einzelzylinder mit Kühlmänteln aus dünnem Stahlblech konstruiert wurden, was wiederum an die Fabrikationstechnik des Ziehens und Schweissens neuartige Aufgaben stellte. Auch die Herstellung hohler Metallpropeller aus Feinblech wurde 1925 konstruktiv ins Auge gefasst, jedoch war hier das Ziel für die Fabrikationstechnik zu weit gesteckt, und meines Wissens wurde die Aufgabe auch seither nicht weiter verfolgt, zumal dann 10 Jahre später der Ersatz der Holzpropeller durch voll geschmiedete und bearbeitete Metallpropeller gelang.

Man darf aber sicherlich das Metallflugzeug als die erste Maschine betrachten, mit der die konstruktive und fabrikatorische Entwicklungsperiode der Leichtbauweise im Maschinenbau eingeleitet wurde, die als allgemeines Charakteristikum des Maschinen-, Fahrzeug- und Flugzeugbaues heute noch in voller Entwicklung steht.

In solchen Entwicklungsperioden tritt stets besonders deutlich zutage, wie eng die konstruktive und die fabrikatorische Seite des Maschinenbaues voneinander abhängig, miteinander verbunden sind, wie neue konstruktive Lösungen zu neuen Aufgaben für die Herstellungstechnik führen, oder aber, wie Fortschritte auf fabrikatorischem Gebiet dem Konstrukteur neue Wege für die konstruktiven Lösungen erschliessen.

So sehen wir, um nochmals an dem Beispiel des Leichtbaues mittels Feinblechkonstruktion anzuknüpfen, wie diese Idee sich zunächst konstruktiv auf den Automobilbau übertrug, wie dort die relativ schweren Warmwalzprofile als Chassisgerüste verschwanden und durch kaltgestanzte Feinblechelemente ersetzt oder durch gezogene Stangenprofile abgelöst wurden, und wie schliesslich der Konstrukteur immer weitergehende Anforderungen an die Blechziehtechnik stellte, um die sehr dünnwandigen, aber in sich genügend festen Gehäuseformen einer Karosserie oder sonstige Bauelemente herstellen zu können. Nicht genug damit, dass für diese konstruktiven Anforderungen die Blech-Tiefzieh-Technik erheblich geändert, verbessert werden musste, durch Einführung der pneumatischen Blechhaltung beim Ziehprozess und andere Mittel, griff diese Forderung auch über auf die Feinblech-Walztechnik und führte dort zu sehr grossen Umwälzungen durch die Entwicklung der Kaltblank-Walzverfahren, eine Entwicklung, in der wir noch mitten drin stehen, wenigstens in Europa, während die amerikanische Stahlindustrie diese neuen Methoden, die die Investition von Milliardenbeträgen für die neuen Produktionsanlagen erforderten, schon vor Kriegsausbruch in grossem Masse anwandte und nicht zuletzt dadurch das grosse Übergewicht ihres industriellen Potentials erreicht hatte.

Wiederum waren es im Zuge dieser Entwicklung die Anforderungen an die Fabrikationstechnik des Blechziehens, die für die Herstellung der neuartigen Werkzeuge eine besonders interessante Entwicklung in der Fabrikationstechnik auslösten, welche letzte wohl in absehbarer Zeit nicht ohne Rückwirkung auf die Konstruktionsformen des Maschinenbaues bleiben wird — ich meine die Bearbeitung von Maschinenteilen, die eine beliebige Raumform haben.

Die Formen der Maschinenteile lassen ja noch heute erkennen, dass die Bearbeitung mit den klassischen Methoden des Bohrens, Drehens, Hobelns und Feilens nur Raumformen zulassen, die aus dem Kreiszylinder, dem Kreiskegel und der Ebene und allenfalls aus Kombinationen derselben bestanden. Hinzu traten allmählich bearbeitete Schraubenflächen und gegen Ende des letzten Jahrhunderts durch die Entwicklung der Frästechnik und die Einführung profilierter Dreh- und Fräswerkzeuge auch Rotationskörper beliebiger Art, sowie Flächen, die durch geradlinige, kreisförmige oder schraubenförmige Bewegung beliebiger, aber kurzer Kurvenstücke erzeugt werden können, also vor allem die Zahnflanken an Zahnrädern und Schneckenrädern. Die grosse Mannigfaltigkeit der dadurch entstehenden Formen darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass für den Konstrukteur auch heute noch eine grosse Einschränkung in der Gestaltung dadurch besteht, dass die Formen im allgemeinen nur durch gleichmässig geradlinige und kreisförmige Relativbewegungen zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug maschinell erzeugt werden können. Nur für die unbearbeiteten Oberflächen gegossener Werkstücke erlaubt die Giesstechnik eine grössere Freiheit in der Gestaltung, die aber wegen der oft ungenügenden Oberflächengüte und Materialfestigkeit der gegossenen Werkstücke praktisch sehr eingeschränkt ist, vor allem der Tendenz des Leichtbaues hindernd im Wege steht.

Der Leichtbau und vor allem die Blechziehtechnik verlangten aber Werkzeugformen, nämlich Zieh- und Pressformen, beliebiger Art. Die Unmöglichkeit, diese auf den bekannten Werkzeugmaschinen zu bearbeiten, gab den Anstoss zur Entwicklung von Kopier-Werkzeugmaschinen, die es ermöglichen sollten, eine beliebige Raumform an dem harten Werkstück dadurch zu bearbeiten, dass die Relativbewegungen zwischen Werkstück und Werkzeug an der Werkzeugmaschine in mindestens zwei aufeinander senkrechten Richtungen durch eine automatische Steuerung bewirkt werden, wobei sie durch einen Fühler, einen Tastfinger oder ähnliches nach einem Originalmodell kopiert werden. Dieses wiederum könnte oder sollte aus einem weichen Stoff, etwa Holz oder Gips oder einer gegossenen Steinmasse bestehen dürfen, also relativ leicht von Hand herstellbar sein.

Der Wunsch nach einer solchen kopierenden Bearbeitungsmaschine war ursprünglich ausserhalb des Arbeitsgebietes des Maschinenbaues entstanden. Schon 1900 nahm nämlich der Italiener Bontempi ein Patent auf eine Bildhauer-Kopiermaschine und deutete dabei auch schon drei Lösungsmöglichkeiten an, eine mechanische, eine hydraulische und eine elektrische. Aber die Erfindung blieb unbeachtet und auf dem Papier, und erst die durch die Idee des Metallflugzeugs ausgelöste Entwicklung der Ganzstahl-Karosserien im amerikanischen Automobilbau in der ersten Nachkriegsperiode veranlasste den Amerikaner Shaw 1923, die erste brauchbare, automatisch elektrisch gesteuerte Kopierfräsmaschine, die sogenannte Kellermaschine, als neue Werkzeugmaschinengattung für die Herstellung von Karosserie-Ziehwerkzeugen beliebiger Raumform zu entwickeln, die dann rasch in den Werkzeugmachereien Eingang fand. Die Entwicklung der Kellermaschine dürfte nicht unwesentlich dazu beigetragen haben, dass die im selben Dezennium entwickelten neuen Verfahren der Spritzgusstechnik und der Kunststoffpressen sehr rasch für den allgemeinen Maschinenbau nutzbar gemacht werden konnten, denn auch hier lag der Schlüsselpunkt für die allgemeine konstruktive Anwendung dieser Verfahren aus wirtschaftlichen Gründen bei der technischen Möglichkeit, Werkzeugformen beliebiger Art aus Stahl genau und relativ billig herstellen zu können. Hierzu bot aber die neue Kopier-technik die Möglichkeit.

Die Herstellung beliebiger Raumformen blieb aber nicht auf den Werkzeugbau beschränkt, von wo sie ihren Ausgang genommen hatte. Alle Kraft- oder Arbeitsmaschinen, in denen Energie der Strömung umgesetzt wird, seien es Dampfturbinen oder Wasserturbinen oder Kreislumpen oder Kompressoren oder auch Propeller und deren Bauelemente, führen nur dann zu strömungstheoretisch besten Lösungen, wenn deren Bauelemente beliebige Raumformen annehmen dürfen. Dem Konstrukteur sind aber heute noch starke Einschränkungen in dieser Hinsicht

durch die wirtschaftliche Herstellungsmöglichkeit der Raumformen auferlegt. Kein Wunder, dass bald nach dem Aufkommen des Kopierverfahrens im Werkzeugbau auch die Rückwirkung auf die konstruktive Entwicklung spürbar wurde durch Anwendung des Kopierverfahrens auf die eigentliche Maschinenkonstruktion, eine Entwicklung, in deren Anfang wir noch drin stehen. Schon auf der Kellermaschine wurden Laufräder für Pumpen oder Kompressoren derart hergestellt, dass die Strömungswege in Stahlscheiben aus dem Vollen eingefräst wurden, wodurch höhere konstruktive Festigkeiten des Bauelements erreichbar waren. Eine erste Nutzenanwendung des Raumkopierverfahrens im Grossmaschinenbau erfolgte in den Werkstätten von Escher Wyss in Zürich bei der Konstruktion und Herstellung der Laufräder für die Kaplanmaschinen der Kraftwerke Dogern und Ryburg-Schwörstadt 1932. Um die Kavitationerscheinungen zu vermindern, war ein Höchstmass an Genauigkeit erwünscht, das durch die bisher übliche und im übrigen auch sehr teure Bearbeitung von Hand derartiger grosser Laufräder bis 7 m Durchmesser nicht erreichbar erschien. Das Problem führte zur Konstruktion einer hydraulisch gesteuerten Kopierdrehbank, die überdies gegenüber der Kellermaschine sich dadurch auszeichnete, dass nicht mehr im Masstab 1:1 zwischen Modell und Werkstück kopiert zu werden brauchte, sondern ein beliebig kleinerer Masstab für das Modell gewählt werden konnte, dadurch, dass in die Rückführung zwischen der Kopierstift- und Werkzeugbewegung, die im übrigen nach dem Prinzip der hydraulischen Turbinenregulierungen gelöst wurde, ein veränderliches Uebersetzungsglied eingeschoben wurde.

Die überaus erfolgreiche Lösung dieser fabrikationstechnischen Aufgabe bei Escher Wyss führte dort dazu, die Anwendung des Kopierverfahrens auf andere konstruktive Gebiete zu übertragen: auf die Herstellung von Flugzeug-Metallpropellern, die seit den schon erwähnten erfolglosen Versuchen von Junkers ein Jahrzehnt geruht hatte, und auf die Herstellung von Schiffpropellern, deren Herstellung bis dahin eine sehr schwierige, umständliche und teure Kunst der Handbearbeitung und Profilvermessung geblieben war. Durch besondere Schiffschrauben-Kopierfräsmaschinen gelang es, diese Herstellung und damit auch die Schraube selbst zu verbessern. Auch eine andere schweizerische Maschinenfabrik, die Starrfräsmaschinenfabrik Rorschach, hat sich um die Kopiertechnik für die direkte Herstellung von Maschinenbauteilen verdient gemacht und hydraulisch gesteuerte Kopierfräsmaschinen entwickelt, die insbesondere für die Erzeugung beliebig gekrümmter Strömungsflächen von Dampfturbinenschaufeln neue Wege eröffnen. Verfolgt man die Anstrengungen, die inzwischen auch auf dem Gebiet der elektrischen Kopiersteuerungen an Fräs- und Drehmaschinen gemacht wurden, so finden wir schon kühne Vorstösse, um die Raumformen, anstatt von einem Modell, direkt von der Zeichnung bzw. einer Anzahl Schnittzeichnungen auf die Relativbewegungen zwischen Maschinen und Werkzeug zu übertragen, dadurch, dass an die Stelle eines Fühlstiftes oder Taststiftes, dessen Bewegungen die elektrische oder hydraulische Steuerung des Werkzeugs bewirken, eine photoelektrische Steuerung tritt, wobei das Modell durch die Schwarz-Weissgrenze einer Schnittzeichnung in Tusche auf Papier ersetzt wird. Ist es da eine zu kühne Prognose, mit der Möglichkeit zu rechnen, dass in absehbarer Zeit unsere Maschinenbauteile immer mehr von den starren geometrischen Formen abweichen werden, die bisher durch die Bearbeitungsverfahren vorgezeichnet waren, und dass damit die Ueberdimensionierung, die nicht aus Festigkeitsgründen, sondern aus Herstellungsgründen an vielen Bauteilen anzutreffen ist, vielfach verschwinden kann, so, wie dies ja in der Entwicklungslinie des Leichtbaues liegt?

Es sind ja nicht nur die Feinblechkonstruktion und die Bearbeitungsmöglichkeit beliebiger Bauformen, die der Konstruktion neue Wege in dieser Richtung erschliessen, sondern es war vor allem auch die Schweissttechnik, sowohl mit Gas, wie vor allem die Widerstands- und Lichtbogen-Schweissttechnik, bei der die Wechselwirkung zwischen konstruktiven und fabrikationstechnischen Entwicklungen einerseits und der Entwicklung der Verfahren andererseits in einer kurzen Zeitspanne sowohl neue konstruktive Lösungen wie auch erhebliche Verbesserungen der Verfahren bewirkt hat.

Mit wenigen Stichworten seien diese Entwicklungen skizziert: Anwendung der in ihrer Qualität zunächst noch unsicheren und deshalb auf leichte Bauschlosserarbeiten beschränkte Lichtbogenschweissung auf hochbeanspruchte Maschinenbauteile, auf die Nähte von Hochdruckkesseln oder Hochdruckleitungen und dadurch der Anreiz zur Verbesserung der Verfahren mittels der ummantelten Elektroden und Ausbildung von Stromerzeugern

mit spezieller statischer und dynamischer Charakteristik. Das eröffnete die Möglichkeit, auch hochlegierte Stähle elektrisch zu verschweissen, was wiederum die technologische Vorbedingung war für die Verwirklichung derartig neuer konstruktiver Ideen, wie z. B. des Velox-Dampfkessels von Brown Boveri, der es ermöglicht, mit einem Bruchteil von Raumbedarf und Zeit, gemessen an den Dampfkesseln bisheriger Art, die Dampfmengen für Grosskraftmaschinen zu erzeugen. Aus den zahlreichen konstruktiven Entwicklungen, die der Maschinenbau durch Anwendung der Schweissttechnik verwirklichen konnte, seien nur zwei konstruktive Lösungen ihrer Originalität wegen erwähnt: die Konstruktion von Dampfturbinen-Rotoren ohne durchgehende Welle und die Anwendung von Zement als Maschinenbaustoff. Die erstgenannte Konstruktion entstand aus dem Gedanken heraus, zunächst einmal die üblichen Laufräder, als Scheiben gleicher Festigkeit konstruiert, am Umfang zu verschweissen zwecks Schwingungsdämpfung, was dann zu der Ueberlegung führte, die ganze Welle wegzulassen und damit das Problem der hohen Nabenbeanspruchung dieser Scheiben äusserst elegant dadurch zu lösen, dass eben keine Naben mehr vorhanden waren*). Das Ende dieser durch einheitliche Konzeption befruchteten Entwicklung war die Anwendung höherer Umfangsgeschwindigkeiten am Rotor mit allen technischen Konsequenzen in der Richtung der Gewichts- und Raumverringerung pro Leistungseinheit, also des Leichtbaues.

Der Zement als Maschinen-Baustoff wurde meines Wissens erstmalig im Werkzeugmaschinenbau angewendet: dort hat man zwecks Schwingungsdämpfung bisher im allgemeinen den dem Leichtbau entgegengesetzten Weg eingeschlagen und die Maschinengestelle aus Gusseisen immer schwerer gemacht; die statische Beanspruchung des Materials wurde dabei verschwindend gering. Die Schweissttechnik ermöglichte aber neue konstruktive Lösungen durch Anwendung zellenförmiger geschweisster Stahlblech-Baukörper, die infolge der hohen Eigenfrequenz der einzelnen Bauglieder die gewünschte Starrheit ergeben, und man ging schliesslich so weit, einzelne Teile des Maschinenkörpers als geschweisste Kastenformen aus dünnem Blech herzustellen, die mit Zement ausgegossen werden. Wenn es sich dabei auch nur um erste Versuche handelt, so ist nicht einzusehen, was der Anwendung eines ummantelten Eisenbetons für gewisse Maschinenbauteile grundsätzlich im Wege stehen sollte, nachdem durch geschweisste Stahlblechkonstruktionen die Herstellung kein Problem mehr wäre.

Noch ein anderes Verfahren zum unlöslichen Verbinden von Metallteilen hat in jüngster Zeit dem Konstrukteur zur Verwirklichung mancher Ideen geholfen, die sonst auf dem Papier geblieben wären: die Hartlötung unter Schutzgas, das Hyde-Welding. Das als Lot wirkende Buntmetall dringt dabei unter Kapillarwirkung als äusserst dünne Schicht in die feinsten Fugen ein, die durch das Aneinanderstossen glatt bearbeiteter Stahlbauteile gebildet werden, und verbindet die Teile festhaftend und, im Gegensatz zur Schweissung, ohne Auftrag einer Schweissraupe oder Wulstes oder ähnlichem, so glatt und fugenlos, dass das Lot praktisch nicht in Erscheinung tritt. Derart liessen sich z. B. Turbo-Gebläseäder kleiner Abmessung, mit kleinen, geschlossenen, gekrümmten Kanälen, herstellen, die wegen Temperaturbeanspruchung, wie sie z. B. bei Aufladengebläsen auftreten, aus hochlegierten Cr-Ni-Stählen gebaut werden mussten und nach irgend einem andern Verfahren nicht hätten hergestellt werden können, da die bei einem normalen Löt- oder Schweissverfahren entstehenden Chromoxyde die metallische Bindung verhindern würden.

Die im Vakuum oder Schutzgas entstehende metallische Bindung zwischen Stahl und Buntmetall des Lotes erwies sich dabei als sehr gut haftend, wofür eine tief eindringende Diffusion des Stahles in das Buntmetall die Ursache ist. Deshalb stand auch der Herstellung eines Doppelwerkstoffs, bestehend aus einer Schicht beliebig legierten Stahls und einer Schicht Bronze, grundsätzlich nichts im Wege, so wenig wie der Herstellung dünner Lagerschalen aus Stahl mit unter Schutzgas aufgetragenen Laufflächen aus Bronze, die also die Festigkeitseigenschaften hochlegierter Stähle mit den Laufeigenschaften bester Bronzen verbinden, Konstruktionseigenschaften, die im Leichtbau, beispielsweise für Flugmotoren, von grosser Bedeutung sind.

*) Freilich war die erste Reaktion der Fachwelt auf diesen Vorschlag reichlich skeptisch, schrieb doch seinerzeit, 1931, die Zeitschrift «Engineering», man hoffe, dass diese Konstruktion auf dem Papier bleibe! — Die Verfolgung dieser konstruktiven Idee war übrigens einer der Impulse, der von der Konstruktion auf die Verbesserung des Schweissverfahrens ausgeübt wurde, galt es doch, Chrom-Nickel und Chrom-Molybdänstähle einwandfrei und gleichmässig zu verschweissen, was zur Entwicklung neuer, besserer Elektroden den Anstoss gab.

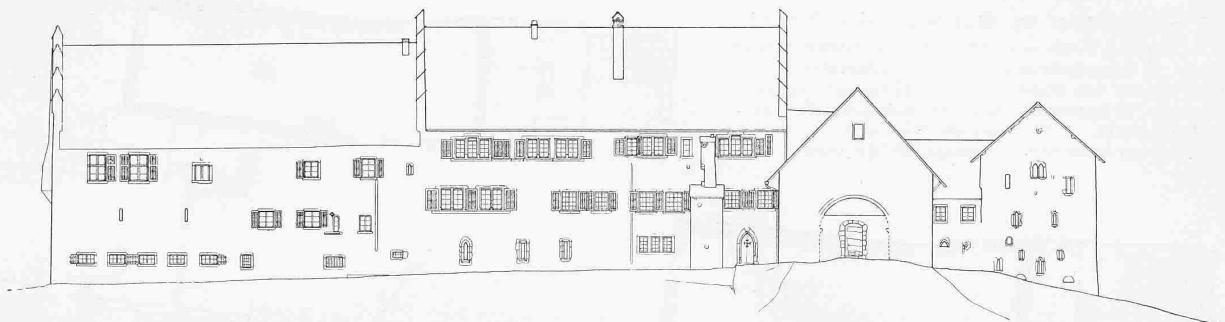


Abb. 2. Südostfront des Ritterhauses, links Rittersaalflügel, Mitte Komturei und Konventhaus, rechts Kapelle und Altes Ordenshaus. — 1:500

Wohl eine der stärksten Wechselwirkungen zwischen den konstruktiven und fabrikatorischen Entwicklungen im Maschinenbau haben wir in der Zwischenkriegszeit bei der Steigerung der Genauigkeit und Oberflächengüte der durch Zerspanung bearbeiteten Werkstücke erlebt, eine Entwicklung, die ebenfalls noch nicht zum Abschluss gekommen ist. Ihren Anstoss erhielt sie durch den harten Zwang der Kriegsproduktion des ersten Weltkrieges, die den unbedingten Austausch der Waffenteile, die aus den verschiedensten Fabriken stammten, forderte. Diese Forderung führte zu dem grossartigen Werk der internationalen Toleranz- und Passungsnormung der Zwanziger- und Dreissigerjahre. Hier ging also der Anstoss von der Konstruktion aus, wenn auch leider von der Waffenkonstruktion, und wirkte sich auf die Verfeinerung der Messtechnik und der Maschinen und Werkzeuge auf breiter Linie aus. Als aber im gleichen Dezenium durch die Entwicklung der Hartmetalle und ihre Anwendung als Zerspanungswerkzeuge die Arbeitsgeschwindigkeiten beim Drehen und Bohren sehr gesteigert werden konnten, stellte man fest, dass diese Geschwindigkeitsteigerung zugleich die Massgenauigkeit und die Oberflächengüte, also die Glätte der bearbeiteten Werkstücke, erheblich hinaufsetzte, durch Verringerung der wirkenden Kräfte einerseits und durch eine neuartige Form der Spannbildung, den Fliessspan, andererseits. Das führte zu den verschiedenen, am treffendsten mit Massglätten bezeichneten neuen Verfahren des Feinstdrehens und Feinstbohrens, die dem Konstrukteur erlaubten, durch Verwendung exakterer Bauformen der Einzelbauteile diese höher zu beanspruchen und leichter zu gestalten oder auch den Wirkungsgrad der Maschinen zu steigern.

Wenn es heute z. B. die Fabrikationstechnik gestattet, eine Lagerschale für eine Kurbelwelle eines Benzinmotors nicht nur mit einer grössten Durchmesserunterschied von einigen Tausendstel Millimetern und vorzüglichster Oberflächengüte herzustellen, sondern diese, zur Angleichung an die elastischen Deformationen des Lagerzapfens während des Laufes statt als Kreiszylinder als ein Hyperboloid mit $\frac{1}{100}$ mm Unterschied im grössten und kleinsten Durchmesser zu drehen, so sind diese unscheinbaren Massunterschiede von grösster Bedeutung für die Belastbarkeit des Lagers durch Aufrechterhaltung des Schmierfilms. Und ebenso hatte die Steigerung des Genauigkeitsgrades an grossen Zahnradgetrieben, wie sie für die Anwendung von Dampfturbinenantrieb für langsam laufende Stromerzeuger, Schiffspropeller und ähnliches notwendig sind, die grössten Auswirkungen für neue konstruktive Möglichkeiten, auch wenn die Genauigkeitssteigerung in der Zahnteilung, in der Profilgenauigkeit oder Oberflächengüte der Zähne sich nur auf Beträge von Hundertstel oder Tausendstel Millimeter auswirkte. Die Leistungsgrenze solcher Konstruktionen von Turbinen und Getrieben liess sich um Tausende von Pferdestärken steigern durch Reduzierung der Teilungsfehler an den Zahnrädern auf 2 bis 3 μ .

Es wäre ein leichtes, an zahlreichen weiteren Beispielen die enge Verbundenheit der konstruktiven und fabrikationstechnischen Entwicklungen im Maschinenbau nachzuweisen. Diese Feststellung wäre aber nicht der Zweck des Nachweises. Dieser liegt vielmehr in dem Hinweis, dass ein Maschinenbauer niemals ein schöpferischer Maschineningenieur von der Art der eingangs zitierten Pioniere der Technik sein kann, wenn er in isolierter Einseitigkeit nur die konstruktive oder die fabrikatorische Seite des Maschinenbaues studiert und in sich aufnimmt, denn die Entwicklung dieser beiden Seiten geht nicht unabhängig und nebeneinander vor sich, sondern in engster Verflechtung. Wenn schon, wegen der notwendigen Arbeitsteilung, in der beruflichen Praxis die Arbeitsgebiete Forschung, Konstruktion und Fabrikation im Mittel- und Grossbetrieb zur getrennten, spezialisierten Arbeit geführt haben, wenn es auch für den Einzelnen fast

unmöglich ist, die universitas rerum technicarum zu überblicken, geschweige denn, sie zu beherrschen, so ist es umso notwendiger, in der grundlegenden Ausbildung des Maschineningenieurs an der Hochschule das Wesen dieser universitas in den Vordergrund zu stellen, auf die der Jungingenieur, gleichgültig in welcher Spezialrichtung ihn sein Lebensweg führt, stets sein technisches Denken richten muss, wenn er zu einer schöpferischen Leistung kommen will. In diesem Sinne, glaube ich, gibt es doch eine universitas auch an unserer Technischen Hochschule, und ich glaube, dass sie sich als Bildungsziel, trotz der fortschreitenden Spezialisierung, auch für die Zukunft aufrecht erhalten lässt.

Das Johanniter-Ritterhaus Bubikon (Zürich)

In einer Zeit, in der so viele unersetzliche Baudenkmäler skrupellos zerstört werden, ist es eine umso grössere Genugtuung, auf eine glücklich durchgeführte Wiederherstellung hinweisen zu können. Es handelt sich um ein einzigartiges Objekt: einen ganzen Bautenkomplex, den Rest einer ehemals halbklosterlichen Siedlung mit zugehörigen landwirtschaftlichen Gebäuden (Abb. 1).

Von den letzten ist allerdings der grössere Teil verschwunden, die wichtigeren Bauten sind — man darf sagen durch eine Reihe glücklicher Zufälle — erhalten geblieben, wenn auch sehr entstellt durch den Einbau vieler Wohnungen, die seit 1938 sukzessive wieder entfernt wurden, sodass eine grosszügige Wiederherstellung mit Beiträgen der Gemeinde Bubikon, des Kantons Zürich und des Bundes durchgeführt werden konnte. Die Arbeiten lagen in den Händen von Architekt Johannes Meier in Wetzikon, wobei als Präsident der Eidg. Kommission für Denkmalpflege zuerst Professor Dr. Joseph Zemp, nach dessen Tod sein Nachfolger Dr. Linus Birchler die Arbeiten vom Standpunkt des Kunsthistorikers überwachten.

Im Jahr 1192 stiftete der Freiherr Diethelm von Toggenburg die Johanniterkomturei Bubikon, wobei er die geistliche Gründung wie üblich mit den für den Unterhalt der Insassen erforderlichen Ländereien ausstattete. Der im Zusammenhang mit den Kreuzzügen gegründete Ritterorden war eine eigenartige religiöse Vereinigung adeliger Herren, die sich durch das Beispiel eines untadeligen Lebenswandels zum Kampf gegen die

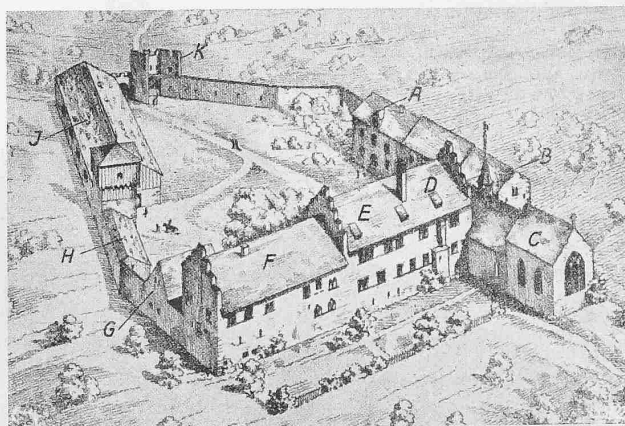


Abb. 1. Fliegerbild aus Süden des Ritterhauses Bubikon.
Legende: A Neuhaus, B Altes Ordenshaus, C (abgebrochener) Chor der Kapelle, D Konventhaus, E Komturei, F Rittersaalflügel, G Sennhaus, H Wagenschopf, J Ställe, K Portenhaus