

Die Ausbildung zum Chemiker HTL am Technikum beider Basel

Von P. HAUENSTEIN, Direktor der HTL, und Dr. F. SIEGFRIED, Dozent für Chemie

1. Einführung

Die Höhere Technische Lehranstalt Muttenz/Basel ist ein Technikum der beiden Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft. Die vermessungstechnische Abteilung besteht seit 1963, die Eröffnung der weiteren Abteilungen ist wie folgt vorgesehen:

- | | |
|---|-------------|
| – Maschinenbau, Elektrotechnik
und Tiefbau | Herbst 1970 |
| – Chemie | Herbst 1971 |
| – Hochbau | Herbst 1972 |

Der Neubau in Muttenz, der 700 Studenten Aufnahme bietet, kann termingemäß erst im Herbst 1971 bezogen werden. Die ersten Maschinenbau-, Elektro- und Tief-

bauklassen werden deshalb in ihrem ersten Studienjahr in der neu erstellten Gewerbeschule Muttenz unterrichtet. Die Chemieabteilung ist hingegen von allem Anfang an auf Laboratorien angewiesen und kann daher erst nach Fertigstellung des Neubaus eröffnet werden.

Bekanntlich war das Technikum ursprünglich ohne Chemie-Abteilung geplant. Dies mag heute erstaunen, da die chemische Industrie in der Umgebung der neuen HTL besonders stark vertreten ist. Wir werden bei der Darstellung des Ausbildungszieles hierauf zu sprechen kommen.

Dieser Artikel berichtet nicht über Erfahrungen, sondern legt Zukunftsziele dar. Nicht zuletzt dient er der

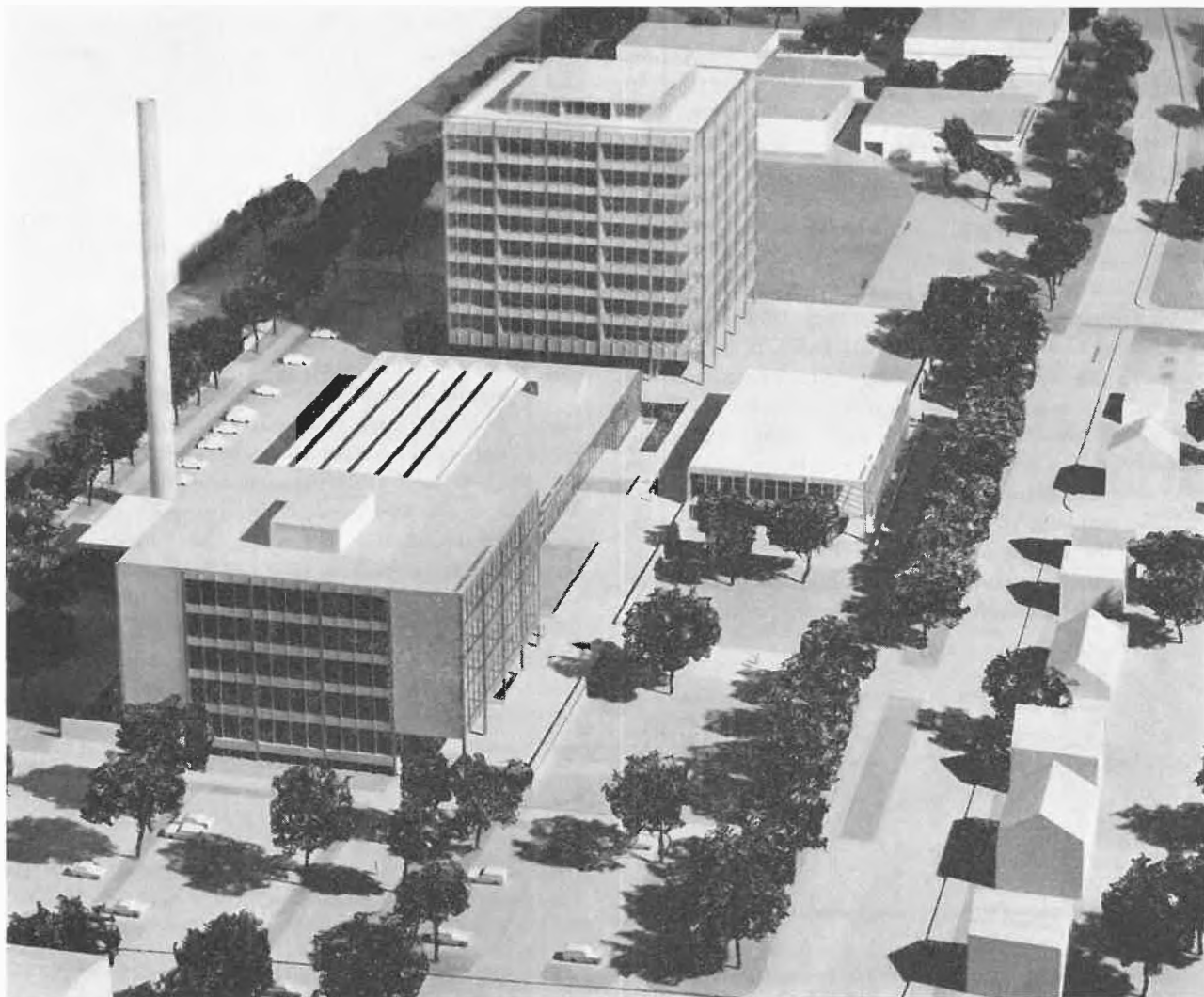


Abb. 1. Modell der HTL

Information der Öffentlichkeit in einem Zeitpunkt, wo allfällige Einwände noch entgegengenommen und notwendige Änderungen fristgerecht durchgeführt werden können.

2. Die Eintrittsbedingungen

Zur Aufnahmeprüfung für das erste Semester wird zugelassen, wer das Fähigkeitszeugnis als Laborant, Chemikant oder Drogist besitzt. In Ausnahmefällen können auf ein entsprechendes Gesuch hin auch Kandidaten ohne Fähigkeitszeugnis zur Aufnahmeprüfung zugelassen werden, wenn sie sich über die notwendige schulische Vorbildung und eine ausreichende praktische Tätigkeit in einem chemischen Betrieb ausweisen.

Für die Aufnahmeprüfung ist der Ausbildungsstand der abgeschlossenen Berufslehre maßgebend. Geprüft wird in den Fächern Rechnen, Algebra, Geometrie, Deutsch und Berufskunde. Die Gewerbeschulen von Basel, Liestal und Muttenz sowie einige private Insti-

tute führen spezielle Kurse, welche auf die HTL-Aufnahmeprüfung vorbereiten.

Zusätzliche Industriepaxis nach bestandener Lehrabschluss wird empfohlen, ist aber nicht Bedingung; die idealen Voraussetzungen für ein erfolgreiches HTL-Studium wären praktische Erfahrungen in einem chemischen Labor, in einem chemischen Betrieb sowie in einer mechanischen Werkstatt. Kandidaten mit Maturitätszeugnis müssen vor dem Eintritt eine mindestens anderthalbjährige Berufspraxis absolviert haben; sie haben die Aufnahmeprüfung nur im Fach Berufskunde abzulegen*.

3. Das Ausbildungsziel

Gemäß eidgenössischem Berufsbildungsgesetz vermittelt die Höhere Technische Lehranstalt durch Unterricht

* Die erste Aufnahmeprüfung der Chemieabteilung wird im Januar 1971 stattfinden. Das Sekretariat der HTL Muttenz (Tel. 061 421600) erteilt gerne nähere Auskünfte.

auf wissenschaftlicher Grundlage sowie durch Konstruktions- und Laborübungen jene Kenntnisse und Fähigkeiten, die zur fachgemäßen Ausübung höherer technischer Berufe, für welche keine Hochschulbildung vorausgesetzt wird, notwendig sind. Zu diesem Unterricht gehört neben der grundlegenden mathematisch-naturwissenschaftlichen und der technischen Ausbildung auch eine Schulung in den Sprachen und in weiteren geisteswissenschaftlichen Fächern, die der Allgemeinbildung und der Entwicklung der Persönlichkeit dienen.

Wir haben eingangs erwähnt, daß die neue HTL bis zum Jahre 1962 ohne Chemieabteilung geplant war. Gemäß alter Tradition war der Hochschulchemiker der einzige geschulte Fachmann, der die Geschicke der chemischen Industrie in ihrem vollen Umfang zu lenken hatte. In der Forschung hatte sich das Team, bestehend aus Akademiker und Laborant, bestens bewährt; die Bildung einer Zwischenstufe schien überflüssig. Man betrachtete deshalb die Schaffung einer zweiten Ausbildungsstätte für Chemiker als Konkurrenzierung der Hochschule und als Verzettelung der Kräfte und Finanzen.

Heute wird kaum mehr bestritten, daß die Ausbildung von HTL-Chemikern in unserer Region dringend notwendig ist. Unseres Erachtens haben drei Umstände zu dieser Meinungsänderung beigetragen: Erstens hat sich die Struktur der chemischen Industrie gewandelt. Neben die chargenweise arbeitende Laboranlage trat der kontinuierliche großtechnische Betrieb. Forschung allein genügt heute für den Geschäftserfolg nicht mehr; die Entwicklung zweckmäßiger Verfahren und die rationelle Produktion rufen nach Fachleuten, die neben naturwissenschaftlichen Kenntnissen eine vertiefte *technische* Bildung besitzen. Zweitens hat man erkannt, daß der HTL-Chemiker in der Regel nicht Grundlagenforschung betreiben soll. Gelegentliche Mißerfolge waren weitgehend auf falschen Einsatz der Technikumsabsolventen zurückzuführen. Drittens hat die neue HTL in engem Kontakt mit allen interessierten Kreisen ihr Ausbildungsziel so festgelegt, daß eine Konkurrenzierung des akademischen Chemikers vermieden wird. Unsere Schulung ist nicht nur im Niveau, sondern vor allem in ihrer Struktur von der Universitätsausbildung verschieden, was die nachfolgenden Darlegungen zeigen sollen.

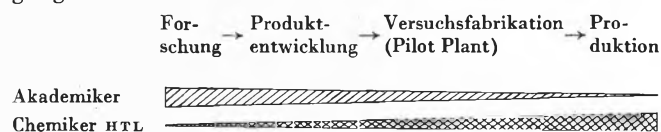
Ein neues Produkt der chemischen Industrie durchläuft, schematisch ausgedrückt, die Phasen:

- Forschung
- Produktentwicklung
- Versuchsfabrikation (= Pilot Plant)
- Produktion

Der am Gymnasium und an der Universität Basel ausgebildete Akademiker wird aufgrund seiner umfassenden Schulung vor allem in der Forschung tätig sein.

Das Technikum beider Basel bereitet hingegen den zukünftigen Chemiker HTL grundsätzlich auf die letzten

beiden Phasen – Versuchsfabrikation und Produktion – vor. Für solche Tätigkeiten bringt er schon von seiner Berufslehre günstige Voraussetzungen mit. Die Phase der Produktentwicklung steht beiden Absolventen offen. Das nachfolgende Schema verdeutlicht diese Darlegungen:



Die HTL Muttenz legt den Schwerpunkt der Ausbildung auf Betriebschemie. Der Absolvent eignet sich daher in erster Linie als Betriebschemiker und Betriebsleiter. Aufgrund seiner Ausbildung kann er auch mit Erfolg bei der Planung und im Betrieb von Pilot-Anlagen eingesetzt werden.

Daneben erhält der HTL-Student eine gründliche Ausbildung in der Anwendung der modernsten Analysengeräte und -technik, die ja heute mehr und mehr auf physikalisch-chemischen Grundprinzipien beruhen. Damit wird er später befähigt, die geeigneten Analysemethoden in seinem Betrieb einzusetzen; andererseits wird er sich als Spezialist in einem analytischen Labor bewähren. Selbstverständlich wird der Chemiker HTL mit seinen erworbenen Kenntnissen auch als Applikationschemiker oder Chemiker-Kaufmann erfolgreich sein.

Die mehr auf die Praxis gerichtete Ausbildung vermittelt jedoch in der Regel nicht genügend theoretische Kenntnisse, um den Anforderungen der Grundlagenforschung voll zu genügen. Es fehlt die breite Allgemeinbildung des Gymnasiums sowie die biologische Schulung, auf welche die HTL im Sinne einer Beschränkung auf das Wesentliche verzichten muß. Will der HTL-Chemiker in der Forschung tätig sein, so benötigt er eine gründliche Einarbeitung und eine Vertiefung des Wissens durch zusätzliche Schulung bzw. Selbststudium.

4. Die Struktur der Ausbildung

Wir haben gezeigt, daß die Einsatzmöglichkeiten des Akademikers und des HTL-Chemikers verschieden sind. Selbstverständlich ist unsere Einteilung nicht als starres Schema aufzufassen. Die Grenzen zwischen den beiden Gruppen sind fließend, und die Schulungswege weisen eine gewisse Durchlässigkeit auf. Die Ausbildung muß indessen grundsätzlich auf die genannten Ziele ausgerichtet sein.

Während beim Akademiker (Hochschulstudent) die Theorie im Vordergrund steht, bildet die *Praxisnähe* das Fundament in der Ausbildungsstruktur der HTL. Die Hochschule muß den Lehrstoff zum großen Teil aus den mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundgesetzen heraus entwickeln, da der Maturand keine praktischen Erfahrungen mitbringt. Im Gegensatz dazu stützt sich die HTL von allem Anfang an auf zwei Grundpfeiler: die in der Lehre erworbenen praktischen Erfahrungen einer-

seits und die – allerdings geringeren – naturwissenschaftlichen Schulkenntnisse andererseits. Dementsprechend sind die Unterrichtsziele der beiden Lehranstalten verschieden. Der Bildungsweg der Hochschule entwickelt vor allem die Fähigkeit zum logischen, abstrakten Denken, während die HTL die intuitiven, praktisch-schöpferischen Bildungskomponenten stärker betont.

Die Bezugnahme auf die in der Lehre erworbenen Erfahrungen wirkt sich günstig auf die *Lernmotivation* aus. Die moderne Lernpsychologie legt ja auf die Motivation ein ganz besonderes Gewicht. Der Schüler soll nicht lernen *müssen*, weil er sonst bei der Prüfung durchfällt, sondern er soll zu freudiger Mitarbeit angeregt werden. Der geschickte HTL-Dozent wird z. B. die Theorie über Vakuumpumpen nicht mit abstrakten Formeln beginnen, sondern er wird einen Studenten vorerst über seine persönlichen Erfahrungen mit einer Vakuumpumpe referieren lassen. Das schafft eine direkte Beziehung zur Materie und fördert die Lernbereitschaft.

Erfahrungsgemäß wenden sich viele Chemiker HTL nach dem Studium einer betrieblichen Tätigkeit zu. Der HTL-Bildungsweg besitzt auch in den betriebstechnischen Fächern seine spezifische Struktur, nämlich die direkte Bezugnahme auf bekannte Gegebenheiten des Betriebes. Unterricht auf dem Gebiet der *Betriebsführung* ist dann besonders fruchtbar, wenn die Studenten den Betrieb (Labor, Fabrik, Werkstatt), von dem im Unterricht gesprochen wird, bereits kennen. Dies ist bei den HTL-Studenten, die eine Berufslehre absolviert haben, der Fall, während der Bildungsweg Gymnasium/Hochschule nur wenig Einblick in den praktischen Betrieb ermöglicht.

Aus Zeitmangel können oft nur die Grundlagen der Fachgebiete systematisch und ausführlich behandelt werden. Dazu gehören die gemeinsamen Prinzipien, die möglichst vielen Anwendungen zugrunde liegen. Einzelheiten und praktische Anwendung des Gelernten müssen sodann an Beispielen oder im Rahmen von Übungen erläutert und beigebracht werden. Diese Unterrichtsart – Übersicht über ein großes Gebiet und Vertiefung an einigen Stellen – ist als exemplarische Methode oder als *Pilzprinzip* bekannt. Für die Schulung zum Können ist es unwesentlich, an welchen Stellen die Pilze gesetzt werden; jedes Beispiel übt den Geist in gleicher Weise. Die Hochschule kann und muß sogar gelegentlich praxisfremde Beispiele durchnehmen, um den zukünftigen Akademiker vor schablonenhafter Arbeit zu bewahren. Was heute noch graue Theorie ist, kann morgen praktisch angewendet werden, wobei der Akademiker das «Morgen» mitbestimmen wird. Die HTL hingegen muß die Pilze vorwiegend in praxisnahe Erde setzen, weil einerseits weniger Zeit zur Verfügung steht und andererseits die Studenten abstrakten Gedankengängen weniger zugänglich sind. Unsere Pilzbeispiele sollen gleichzeitig lehrreich, gut lehrbar und praxisnah sein.

Angesichts der stürmischen Entwicklung der Chemie bildet die Bewältigung eines stets wachsenden Unter-

richtsstoffes bei gleichbleibender Studiendauer für alle Lehranstalten ein ernstes Problem. Wir haben uns gefragt, ob eine vermehrte *Spezialisierung* einen Ausweg aus dem Dilemma darstellen könnte. Nun ist aber zu bedenken, daß die Spezialkenntnisse eines heutigen Diplomanden in zehn Jahren bereits überholt sein können. Die Industrie muß andererseits anpassungsfähig bleiben und ihr Kader auch auf neuen Arbeitsgebieten einsetzen können. Es hat sich auch gezeigt, daß sich die jungen Leute nicht gern in einem frühen Zeitpunkt auf ein enges Fachgebiet festlegen wollen. Die HTL dient deshalb sowohl dem Studenten wie der Wirtschaft besser, wenn sie alle Basisgebiete in ihren Grundlagen behandelt und dafür auf die Vermittlung der rasch überholten Detailkenntnisse verzichtet. Dieses Vorgehen hat wohl eine längere Einarbeitungszeit in die Praxis zur Folge, die aber gerne in Kauf genommen wird. In Muttenz durchlaufen deshalb alle Chemiker HTL dasselbe Ausbildungsprogramm; einzig im «Seminar über ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie» und im technisch-chemischen Labor kann nach Wahl das eine oder andere Teilgebiet vertieft behandelt werden.

Eine gewisse Spezialisierung besteht indessen darin, daß *jeder* in Muttenz diplomierte Chemiker die Schwerpunkte «Technik – Verfahren – Betrieb» auf seinen beruflichen Lebensweg mitnimmt.

In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, daß nicht alles tatsächlich Spezialisierung ist, was gemeinhin mit diesem Wort bezeichnet wird. So hat sich z. B. die Verfahrenstechnik im Grenzbereich zwischen Physik, Chemie und Maschinenbau in den letzten Jahren zu einem neuen Wissensgebiet entwickelt. Technische Probleme dieses Faches, die früher als Einzelfälle gelehrt wurden, wie z. B. die Erdölgewinnung, werden jetzt in größere wissenschaftliche Zusammenhänge gestellt. So betrachtet, ist Verfahrenstechnik ein Gegenstück zur Spezialisierung.

Die Teamarbeit wird in der modernen Wirtschaft zunehmend wichtiger; umfassende Aufgaben müssen immer häufiger von einer Gruppe verschieden ausgebildeter Fachleute gelöst werden. Diese Tatsache wollen wir auch in der Ausbildung berücksichtigen. Die Laborübungen unserer technischen Bildungsanstalten sind schon bisher weitgehend in Gruppen durchgeführt worden. Drei Studenten messen z. B. gemeinsam das Verhalten einer Extraktionskolonne aus und verfassen zusammen ein Protokoll, das vom Professor korrigiert wird. Die HTL Muttenz wird nun als erste Lehranstalt Übungsteams einsetzen, die aus Schülern verschiedener Fachrichtungen zusammengesetzt wird. Ein angehender Chemiker, ein Maschinen- und ein Elektrotechniker werden z. B. gemeinsam eine Laboraufgabe der Verfahrenstechnik lösen, wobei der Chemiker den Prozeß, der Maschinentechniker die apparativen Fragen und der Elektrotechniker Steuerung, Regelung und Automation behandelt. Mit diesen Teamübungen möchten wir sowohl das technische Verständnis für benachbarte Fach-

gebiete wie auch die menschliche Bereitschaft zur Zusammenarbeit fördern.

Diese hochgesteckten Ziele können natürlich nur mit Lehrkräften erreicht werden, welche neben ihren fachlichen Qualitäten den Willen zur interdisziplinären Zusammenarbeit mitbringen. Wichtig ist dabei ein intensiver *Kontakt mit der Industrie*, den wir in mehrfacher Weise fördern: Zunächst besteht der Lehrkörper, soweit er die eigentliche Fachausbildung vermittelt, aus akademisch gebildeten Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, welche sich in mehrjährigem Wirken in der Praxis mit den Erfordernissen der Industrie vertraut gemacht haben. Sodann ist die Schule für eine dauernde Verbindung mit der technischen Entwicklung besorgt, indem sie ihre Dozenten mit den entsprechenden Industriebetrieben in Kontakt kommen läßt. Einige Lehrer sind überdies nur nebenamtlich an der Schule tätig und stehen hauptberuflich in der Praxis. Ferner werden für die Studenten Betriebsbesichtigungen organisiert, die im Zusammenhang mit dem Lehrstoff stehen. Schließlich sucht die Schule den Kontakt mit der Industrie durch gelegentliche Einschaltstunden, die wir «Referate aus der Praxis» nennen.

Eine umfassende Darstellung unserer Ausbildungsstruktur würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Wir haben uns auf wenige *Strukturelemente* beschränkt. Im übrigen sind wir der Ansicht, daß sich der rasche Wandel der Technik auch in der Ausbildung auswirken wird: Unsere Lehrpläne haben keinen Ewigkeitswert, sie sollen periodisch revidiert werden.

In Deutschland bestehen starke Bestrebungen, die dortigen Ingenieurschulen (die unseren HTL entspre-

chen), zu Fachhochschulen auszubauen. Wir glauben nicht, daß die schweizerischen HTL diesen Absichten folgen sollten. Die dargestellten Strukturelemente zeigen, daß unsere Höheren Technischen Lehranstalten Schulen eigener Prägung sind. Sie bieten unbestreitbare Vorteile und können auf die Nachahmung anderer Ausbildungsweisen verzichten.

5. Die Ausbildungsstätte

An der Gründenstraße in Muttenz ist die neue Ausbildungsstätte, bestehend aus Hauptbau, Labor- und Restaurant/Aulatrakt, im Aufbau begriffen. Der Standort ist verkehrstechnisch günstig gelegen: Er ist in acht Minuten vom Bahnhof und in drei Minuten von der Haltestelle «Technikum» der Trambahn Basel-Pratteln erreichbar. Zudem ist er nur 1,5 km vom entstehenden Anschlußbauwerk Hagnau der Autobahn N 2 entfernt, für motorisierte Schüler, Dozenten und Besucher ein wesentlicher Vorteil.

Den Studierenden stehen im 8. Obergeschoß modern eingerichtete Laborräume für anorganische, organische, physikalische und technische Chemie zur Verfügung. Dazu gehören mehrere Wägeräume, ein Chromatographie-raum, ein Instrumentenraum, ein Stinkraum mit moderner Abluftreinigung, ein Autoklavenraum und mehrere Materiallager. Jeder hauptamtliche Dozent besitzt sein Büro mit dazugehörigem Dozentenlabor.

Im 7. Obergeschoß befindet sich der große Hörsaal mit 100 Plätzen, der gemeinsame Experimentalvorlesungen für zwei bis drei Klassen ermöglicht. Dem Unterricht im Klassenverband dienen der kleine Hörsaal (40 Plätze)

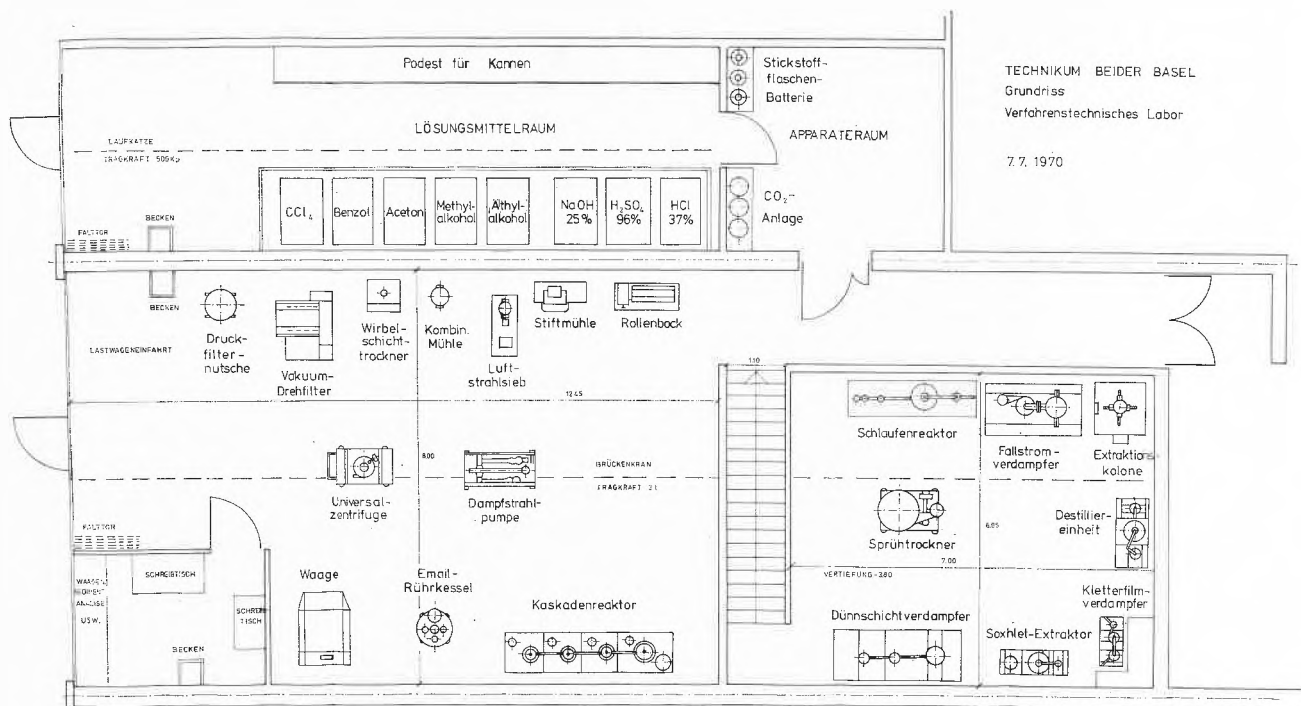


Abb. 2. Grundriß des verfahrenstechnischen Labors

und drei Theoriezimmer. Als einzige Abteilung besitzt die Chemie eine Handbibliothek; zusätzlich steht ihr auch die Hauptbibliothek der HTL zur Verfügung.

Der Chemieabteilung dient auch das verfahrenstechnische Labor im Labortrakt mit dazugehörigem Lösungsmittelraum und Materialraum. Eine Vertiefung im Erdgeschoß, Bärengraben genannt, ermöglicht die Aufstellung von Versuchsanordnungen bis 12 m Höhe (barometrische Absaugung). An Medien stehen zur Verfügung: Dampf 5 atü, 2 atü, 0,5 atü, Druckluft 5 atü, Vakuum aus Wasserringpumpe, Kühlsole, Stadtgas, Stickstoff, selbstverständlich Kalt- und Warmwasser sowie elektrische Energie. Nur wenige Apparate, z. B. Emailrührwerk und Vakuumdrehfilter, sind fest montiert. Die übrigen Anlagen sind austauschbar, zum Teil sogar fahrbar, so daß ein flexibler Versuchsbetrieb gewährleistet wird. Glasapparaturen können aus einer Sammlung im Baukastensystem zusammengebaut werden. Abb. 2 zeigt eine mögliche Anordnung der Versuchseinrichtungen.

Auf dem Dach des Labortraktes stehen Übungsanlagen für die Abluftreinigung, im Keller solche für die Behandlung der Abwässer.

Das Projekt schafft Studienplätze für 90 Chemiestudenten. Die gesamte Nutzfläche der technischen Räume, d. h. der Räume, die unmittelbar der Ausbildung dienen, ohne Korridore, Sanitäräume usw., beträgt 2500 m². Jedem Student steht bei Vollbesetzung eine individuelle Arbeitsfläche von 11 m² zur Verfügung.

6. Das Grundstudium

Das HTL-Studium schließt an den Ausbildungsstand der abgeschlossenen Berufslehre an. Die maßgebenden Berufslehren – Laborant und Chemikant – sind in den letzten Jahren vor allem im Einzugsbereich unserer HTL wesentlich verbessert worden, so daß wir weitgehende Kenntnisse der chemischen Praxis voraussetzen dürfen.

Die Ausbildung erfolgt an der HTL grundsätzlich in seminaristischer Arbeitsweise; Vorlesungen bilden die Ausnahme. In den ersten vier Semestern erhält der Student eine gründliche Schulung in Mathematik, Physik und Chemie. Dieser Stoff bildet das Fundament, auf dem der Lehrer später das anwendungs- und verfahrenstechnische Ausbildungsprogramm aufbauen kann. Die Grundlagen, die der Student bereits mit sich bringt, werden erweitert und auf modernstes Niveau gebracht, um das Verständnis für Zusammenhänge zu entwickeln.

Der Grundkurs in *allgemeiner und anorganischer Chemie* beginnt mit den neuesten Vorstellungen über das Atommodell. Folgerichtig schließt sich hier die Besprechung des Periodensystems und der chemischen Bindung an. Erst jetzt folgt eine systematische Behandlung der Elemente und ihrer Verbindungen, immer verbunden mit einer kritischen Gegenüberstellung der Eigenschaften der einzelnen Verbindungsklassen.

Aufbauend auf Mathematik und Physik, legt die *physikalische Chemie* die Grundlagen für die Fächer der Verfahrens- und Chemie-Ingenieur-Technik fest. In der Vorlesung werden zuerst die Eigenschaften der stofflichen Zustände, charakterisiert durch die Zustandsgleichungen, behandelt. Als weitere Kapitel folgen chemische Thermodynamik, Elektrochemie, chemische Kinetik und Photochemie.

In der *organischen Chemie* werden die Grundlagen durch die Kenntnis der typisch organisch-chemischen Elemente erweitert. Nach der Darstellung der verschiedenen Typen organischer Reaktionen und Reaktionsmechanismen werden die wichtigsten Verbindungsklassen systematisch besprochen. Moderne Methoden kommen in der Behandlung von Problemen der Strukturaufklärung und der Synthese zum Ausdruck.

Bereits zu Beginn des Studiums wird die Theorie durch praktische Übungen erläutert und gefestigt. Dabei wird auf selbständiges Arbeiten besonderer Wert gelegt.

Im *Physikunterricht* erfolgt die Vermittlung der theoretischen Grundlagen einerseits durch Experimentalvorlesungen im großen Hörsaal für zwei bis drei Klassen gemeinsam, andererseits erfolgt die Vertiefung im kleinen Hörsaal im Klassen- bzw. Gruppenverband. Im Praktikum werden praktische Aufgaben gelöst, wobei jeweils zwei Studenten zusammen arbeiten.

Das früher übliche «bürgerliche Rechnen» wird als bekannt vorausgesetzt. An seiner Stelle sieht der Lehrplan im ersten Semester «stöchiometrisches Rechnen» vor. Das Fach bietet dem Studenten Gelegenheit, sich gleich von Anfang an in der mathematischen Behandlung von Problemen der praktischen Chemie mit Hilfe der geeigneten Hilfsmittel zu üben.

Im *Mathematikunterricht* ist heute eine Einführung in das Programmieren von Rechenautomaten (z. B. in FORTRAN-Sprache) unerlässlich. Die Ausrichtung hierauf beginnt schon in den ersten Semestern, indem numerische Methoden, Iterationsverfahren und Mengenlehre gegenüber der Geometrie, der Beweisführung von Lehrsätzen usw. an Wichtigkeit gewonnen haben. Die Studenten müssen auch die Grundlagen der Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung kennen. Einfachere Differentialgleichungen haben sie analytisch zu lösen, außerdem ist die Lösung auf dem Analog- und dem Digital-Computer zu erlernen.

Der Unterricht in *Sprachen* ist obligatorisch, er gehört zu den Prüfungsfächern des Vordiploms. Der Deutschunterricht umfaßt u. a. Übungen in freier Rede, Gesprächsleitung und im Diktieren von technischen Berichten und Geschäftsbriefen. Als Fremdsprache wurde Englisch gewählt. Mehr als eine Fremdsprache findet leider im obligatorischen Studienprogramm nicht Platz; außerdem scheint Englisch für zukünftige Chemiker wichtiger zu sein als Französisch, da die Fachliteratur zu einem großen Teil aus dem angelsächsischen Sprachgebiet stammt. Zudem ist Englisch die Weltsprache, die es dem Chemiker erlaubt, sich im weitgedehnten Raum

des Sprachgebietes zu bewegen. Die Sprachkenntnisse ermöglichen ihm auch den direkten Kontakt mit ausländischen Berufsleuten. Die meisten Lehrlinge haben in der Schule oder in der Lehre Französisch gelernt, so daß der zukünftige Chemiker mindestens die Grundlagen einer zweiten Landessprache kennt. In Anbetracht der verschiedenen Vorkenntnisse werden wir den Sprachunterricht nach Möglichkeit in Leistungsklassen durchführen. Auch das Sprachlabor wird mithelfen, das verlangte hohe Niveau der Sprachkenntnisse zu erreichen.

In jedem Semester ist ein zweistündiges *geisteswissenschaftliches Fach* zu belegen: Geschichte, Wirtschaftslehre, Rechtskunde, Soziologie, Betriebspsychologie usw. Staatskunde erscheint nicht als selbständiges Fach, die Dozenten bauen ihren Unterricht auf dem in der Gewerbeschule erreichten Kenntnisstand auf. Für die Sprachen und die genannten geisteswissenschaftlichen Fächer wurde früher oft der Begriff «Allgemeinbildung» verwendet. Wir finden es jedoch falsch, den Lehrplan einer HTL nach Fach- und Allgemeinbildung zu unterteilen. Das pädagogische Ziel besteht in der ganzheitlichen Ausbildung des Menschen. Auf jedem Kaderposten sind erfahrungsgemäß die rein menschlichen Qualitäten für Erfolg und Zufriedenheit ebenso wichtig wie die technischen Fähigkeiten. Außerdem werden in den geisteswissenschaftlichen Fächern auch Fragen behandelt, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Beruf des Chemikers stehen. So wird dem Studenten z. B. in der Wirtschaftslehre Einblick in Bilanz- und Betriebsrechnung gewährt. Die Themen der Soziologie werden in den Rahmen des praktischen Betriebes gestellt. In der Rechtskunde werden die für den Chemiker wichtigen Kapitel des Arbeits- und Patentrechtes behandelt. Die Betriebspsychologie vermittelt Grundlagen für die späteren Aufgaben des Vorgesetzten. Der Lehrplan der HTL ist als ein Ganzes aufzufassen, denn im Rahmen der festgelegten Stundenzahlen tragen alle Fächer in gleicher Weise zum Erreichen des pädagogischen Zieles bei.

Der strenge Unterrichtsbetrieb wird bei der geisteswissenschaftlichen Schulung etwas gelockert; hier sollen Diskussion und Gruppenarbeit vermehrt zum Zuge kommen und die Studenten zu engagierter Stellungnahme und Wertung anregen. Dies gilt besonders bei den ethischen Disziplinen: Der zukünftige Chef soll sein Handeln und seine Entscheidungen in größere Zusammenhänge stellen und ethisch untermauern können; die zukünftige Entwicklung von Wissenschaft und Technik darf ihm nicht gleichgültig sein.

Was sich nicht im Semesterprogramm einbauen läßt, wird durch Referate vermittelt. Die Studenten erarbeiten z. B. ein Thema aus der Literatur und tragen ihre Erkenntnisse vor versammelter Klasse vor. Gelegentlich werden auch Fachleute aus der Praxis zu Referaten beigezogen.

Es wird gegenwärtig viel über die Verbesserung der Lehrlingsausbildung gesprochen. Versuchsweise ge-

nießen in einigen Kantonen befähigte Lehrlinge schon heute zusätzlichen Unterricht während eines zweiten wöchentlichen Schultages (BMS = Berufsmittelschule). Es ist zu erwarten, daß in Zukunft vorwiegend Absolventen dieses Ausbildungsweges in die HTL eintreten werden, so daß wir dann unser Grundstudium auf sicherem Fundament aufbauen können.

7. Die verfahrenstechnische Ausbildung

Eine gesamtschweizerische Studiengruppe, in der Vertreter der Industrie und der Lehranstalten mitwirkten, hat nach eingehenden Beratungen vorgeschlagen, daß die Verfahrenstechnik auf der HTL-Stufe einerseits im Rahmen der Chemieabteilung und andererseits im Rahmen des Maschinenbaus gelehrt werden solle.

Eine eigentliche verfahrenstechnische Fachabteilung soll nicht eröffnet werden. Das bedeutet aber nicht, daß Chemiker und Maschinenbauer verfahrenstechnisch gleich ausgebildet werden; die Bildungsziele sind eindeutig verschieden:

- Der *Chemiker* HTL ist ein technischer Chemiker mit zusätzlicher ingenieurmäßiger Ausbildung (15 bis 20%). Er vermag chemische Betriebe zu leiten, betreibt die für chemische Prozesse in Entwicklung und Fabrikation vorhandenen Anlagen, Apparaturen und Maschinen, kennt ihren Aufbau, ihre Wirkungsweise und ihre Leistungsfähigkeit. Er kann aber *nicht* als Konstrukteur und als Apparatebauer eingesetzt werden.
- Der *Maschinentechner* HTL, Wahlrichtung Verfahrenstechnik, ist ein Maschineningenieur mit zusätzlicher Ausbildung in Chemie (10 bis 15%). Er berechnet, entwirft und konstruiert die für chemische Betriebe benötigten Maschinen, Apparaturen und Anlagen. Aufgrund seiner chemischen Kenntnisse versteht er den mannigfachen Beanspruchungen des Apparatematerials durch die chemischen Prozesse Rechnung zu tragen. Bei der Kompliziertheit der meisten chemischen Vorgänge kann er aber in der Regel *nicht* als Leiter chemischer Betriebe eingesetzt werden.

Der verfahrenstechnische Theorieunterricht beginnt im fünften Semester, er stützt sich hauptsächlich auf die in Mathematik, Physik und Chemie erreichten Grundkenntnisse. In den Fächern Wärme- und Stoffaustausch, Reaktionstechnik, Chemie-Ingenieur-Technik und Regeltechnik werden die Grundkenntnisse vermittelt und im verfahrenstechnischen Labor (Abb. 2) durch selbständiges Arbeiten vertieft. Dieser Kernunterricht wird durch Ausbildung in Betriebstechnik, Planung und Betrieb chemischer Anlagen, physikalisch-chemischen Betriebsmeßmethoden, Fließbild- und Modelltechnik und Werkstoffkunde abgerundet.

Der Schwerpunkt der Ausbildung liegt selbstverständlich bei der chemischen Reaktionstechnik. Zusätzlich er-

wirbt sich der Student jedoch auch die Grundlagen der thermischen und mechanischen Verfahren. Dementsprechend enthält unser Labor nicht nur Reaktoren, Autoklaven und Kolonnen, sondern auch Apparate für Destillation, Rektifikation und Extraktion sowie Mühlen, Siebapparate usw. Die Übungen werden so gestaltet, daß der Student Gelegenheit hat, ein Produkt, dessen Darstellung im Labor entwickelt wurde, von Anfang bis zum Ende in allen verfahrenstechnischen Stufen in einer Pilot-Anlage zu fabrizieren. Die dazu benötigten Medien, Apparate und Regelemente muß er weitgehend selber auswählen, um durch Analyse der Stoff-, Energie- und Kostenbilanzen die wirtschaftlichste Lösung zu finden.

Es ist uns ein besonderes Anliegen, den angehenden Chemiker mit den dringenden Problemen unserer Infrastruktur bekannt zu machen. Zum Studium der Luftimmissionen steht auf dem Dach des Labortraktes ein Luftwäscherraum zur Verfügung. Die im Labor anfallenden Gase und Stäube werden in modernsten Anlagen, z.B. in Drucksprungscheidern, Ringspaltwäschern usw., gereinigt. In gleicher Weise werden Übungen in der Behandlung und Klärung von Chemieabwässern durchgeführt. Die Fragen des Kühlwassers, die heute im Zusammenhang mit den Atomkraftwerken aktuell sind, können durch Untersuchungen an unserem Kühlturm studiert werden.

Das verfahrenstechnische Labor dient außer dem Chemiker auch dem Maschinen- und dem Elektroingenieur. Der Schwerpunkt der Ausbildung liegt jedoch bei jeder Berufsgruppe anders:

- Der *Chemiker* soll sich verständnisvoll mit den verfahrenstechnischen Fragen befassen, dabei aber im Grunde seines Wesens Chemiker bleiben. Er betrachtet die Vorgänge in verfahrenstechnischen Anlagen vorwiegend vom Stofflichen her.
- Für den vom Maschinenbau herkommenden *Verfahrenstechniker* gilt dasselbe mit umgekehrten Vorzeichen: Der Verfahrenstechniker soll sich begeistert und verständnisvoll mit Chemie befassen, dabei aber im Grunde seines Wesens Ingenieur bleiben. Er betrachtet die Probleme in verfahrenstechnischen Anlagen vorwiegend vom Energiefluß her, muß jedoch auch die stofflichen Vorgänge verstehen. Die apparativen Fragen stehen für ihn im Vordergrund.
- Der *Elektrotechniker* behandelt in erster Linie Steuerung und Regelung der Prozesse. Seine verfahrenstechnische Ausbildung muß umfassend genug sein, damit er in Zusammenarbeit mit dem Chemiker und dem Maschinenbauer chemische und physikalische Prozesse automatisieren kann.

Im Chemiebetrieb muß jeder Fachmann mindestens Denkweise und Sprache seiner Kollegen aus andern Berufsgruppen verstehen. Dieses Verständnis versuchen wir durch gemeinsame Teamarbeiten im Verfahrenslabor zu fördern (siehe Abschnitt 4).

8. Freifächer

Das wöchentliche Pensum beträgt in jedem Semester etwa 37 Stunden. Darüber hinaus kann der Studierende Freifächer nach seiner Wahl belegen. Folgende Möglichkeiten stehen offen: zweite Fremdsprache, Kunst, Literatur, politische Tagesfragen, usw. Die Schüler sollen bei der Festlegung mitreden können. Körperschulung ist in der neuen Sporthalle St. Jakob vorgesehen. Arbeitsgemeinschaften, die Lehrer und Schüler verschiedener Fachabteilungen umfassen, sollen sich mit größeren Zusammenhängen beschäftigen (z.B. «Mensch und Technik», «Individuum und Industriebetrieb», usw.).

Vielleicht kann auch der alte Wunsch nach inter-fakultären Gesprächen an der neuen HTL verwirklicht werden: Studenten geistes-, naturwissenschaftlicher und technischer Richtung der Universität und der HTL sollen in gelegentlichen Zusammenkünften Kulturfragen umfassend diskutieren, um Zusammenhänge erkennen zu lernen und Achtung und Verständnis für andere Fachgebiete zu gewinnen.

Studentenverbindungen, Fachvereine, sportliche und politische Betätigung ergänzen das eigentliche Fachstudium und sollen im Rahmen des Möglichen die Persönlichkeit des Studenten formen helfen und ihn zum aktiven Mitmachen anregen.

9. Studienabschluß und Eintritt in die Praxis

Durch gelegentliche Exkursionen bleibt der Student, der aus der Praxis kommt, weiterhin mit der chemischen Industrie verbunden. Das Fach «Industriekontakte» im letzten Semester soll ihm bei seiner Stellenwahl helfen. Hier wird er über die verschiedenen Berufsmöglichkeiten des Chemikers beraten und zu einer individuellen Laufbahnplanung angeleitet.

Nach der Vordiplomprüfung in den propädeutischen Fächern am Ende des vierten Semesters hat sich der Schüler in den Diplomprüfungen darüber auszuweisen, daß er das gesteckte Ausbildungsziel erreicht hat. Die dreiwöchige Diplomarbeit am Ende des sechsten Semesters soll die Fähigkeit zum selbständigen Arbeiten zeigen. An der Schlußdiplomprüfung beweist der Student seine Fachkenntnisse in Chemie, Verfahrenstechnik und Betriebstechnik.

Nach dieser letzten Hürde wird dem erfolgreichen Kandidaten, der nun durchschnittlich 24jährig geworden ist, das Diplom ausgehändigt. Sein Titel – Chemiker HTL – ist eigenössisch geschützt. Er entspricht in den theoretischen Anforderungen dem des deutschen graduierten Chemie-Ingenieurs, des französischen *ingénieur arts et métiers (génie chimique)* und des angelsächsischen *Bachelor of Chemical Engineering*. Durch die verlangte Berufslehre werden unsere Absolventen etwas älter als ihre ausländischen Kollegen, erhalten aber dafür eine vertiefte Ausbildung im praktischen Können.

Unser Diplom unterscheidet sich hingegen vom Titel des Chemotechnikers, der eine Mittelstellung zwischen

Laborant und Chemiker HTL einnimmt. Der Chemotechniker wird an ausländischen Fachschulen im Hinblick auf eine analytische und präparative Tätigkeit im Laboratorium ausgebildet, wobei aber die ingenieurmäßige Komponente weitgehend fehlt.

Die HTL Muttens/Basel ist eine Abschlußschule, d. h. sie bereitet unmittelbar auf die Arbeit in der Praxis vor. Der Absolvent wird mit einer guten Grundkenntnis des

von ihm gewählten Fachgebietes die Schule verlassen. Die notwendige Spezialisierung und Erfahrung kann ihm nur die Praxis vermitteln; er muß sich dauernd weiterbilden, wenn er später mit verantwortungsvollen Aufgaben betraut werden will. Der hier beschriebene Weg der Ausbildung ist daher mit dem Eintritt in die Praxis nicht zu Ende, sondern er nimmt dann in gewissem Sinne einen neuen Anfang.