Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 78 (1960)
Heft: 52

Artikel: Die Ausbildung von Kälte-Ingenieuren: Vortrag
Autor: Nesselmann, K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-65012

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: 22.01.2026

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

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Die Ausbildung von Kälte-Ingenieuren

DK 621.56.007.2

Vortrag gehalten anlässlich der Generalversammlung des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik in St. Gallen am 15. März 1960

von Professor Dr.-Ing. **K. Nesselmann,** Kältetechnisches Institut der Techn. Hochschule Karlsruhe

Wenn wir die Frage nach der Ausbildung von Kälteingenieuren stellen, wobei wir zunächst an die Technischen Hochschulen denken wollen, müssen wir darüber Klarheit schaffen, ob der stoffliche Inhalt der Kältetechnik eine besondere Studienrichtung an sich rechtfertigen würde. Was gehört also zur Kältetechnik im weitesten Sinne?

Die Kältetechnik hat eine merkwürdige Entwicklung genommen. Man hätte annehmen können, dass sich ihr Fortschritt von höheren zu immer tieferen Temperaturen hin vollziehen würde. Die Entwicklung verlief indessen unstetig[1]). Als nämlich Carl von *Linde* 1875 die Kälte-*Technik* begründete — der Ton liegt dabei auf Technik, denn tiefe Temperaturen waren schon vor dieser Zeit erzeugt worden — fing er bei verhältnismässig hohen Temperaturen an, die den Gefrierpunkt des Wassers nicht wesentlich unterschritten. Der Ausdruck «Eismaschine» gibt hier einen Hinweis. Aber nach Lösung dieser Aufgabe wandte er sich dann 1895 der Verflüssigung der Luft zu, die bei einer Temperatur in der Grössenordnung von —190° C erfolgt. Mit Bezug auf die Temperaturskala machte die Kältetechnik damit einen Sprung von rund 180° und spaltete sich in eine eigentliche Kältetechnik am oberen Teil des für die Kältetechnik massgebenden Temperaturbereiches und in eine ausgesprochene Tieftemperaturtechnik. Für das Zwischengebiet war zunächst kein Bedarf vorhanden, so dass sich eine Zeit lang beide Teilgebiete getrennt voneinander entwickelten. In neuerer Zeit ist indessen auch dieses Zwischengebiet durch Anwendung von Kälte ausgefüllt worden. Man kann sogar weiter behaupten, dass die dauernde maschinelle Aufrechterhaltung von Temperaturen unter —272° C schon technisch möglich ist. Das Wort «maschinell» ist dabei allerdings in Anführungsstriche zu setzen, denn die angewandten Mittel — adiabate Entmagnetisierung und Beeinflussung der Supraleitfähigkeit bzw. der Wärmeleitfähigkeit durch magnetische Felder — sind heute technisch zum mindesten noch ungewöhnlich.

Die heutige Kältetechnik muss also für den gesamten Bereich der Temperaturskala unterhalb der Umgebungstemperatur sowohl die thermodynamischen Prozesse zur Erzeugung der tiefen Temperaturen als auch die maschinelle und apparative Ausrüstung bereitstellen. Dies zeigt wohl am klarsten die grosse Ausweitung und den Umfang, den die Kältetechnik bis heute angenommen hat.

Die thermodynamische Beherrschung aller dieser Fragen geht wesentlich über das hinaus, was in einer normalen thermodynamischen Vorlesung an einer Technischen Hochschule gebracht werden kann. Die grosse Zahl der thermodynamischen Prozesse von der Kaltdampfmaschine über die Absorptionsmaschine, die Dampfstrahlmaschine bis zur Kaltgasmaschine für sehr tiefe Temperaturen einschliesslich des Verhaltens der Gase bei Drosselung müssen dem Studenten der Kältetechnik so nahe gebracht werden, dass er auch praktische Berechnungen ausführen kann. Ferner setzt die Beschäftigung mit den Absorptionskältemaschinen erhebliche Kenntnisse der Thermodynamik der Zweistoffgemische voraus. Die Lösungen bzw. Entmischungen, die gewisse Kältemittel mit Schmierölen aufweisen, gehört genau so unter diese Zweistoff-Probleme wie die Trennung von Gasen, z. B. bei der Erzeugung von Sauerstoff und Stickstoff aus der Luft, wo die Vorgänge bei der Rektifikation auch nur bei Kenntnis der Thermodynamik der Zweistoffgemische verstanden und beherrscht werden können. Schon diese Beispiele zeigen, dass dem auszubildenden Kälteingenieur eine erweiterte Thermodynamik geboten werden muss.

Was die Maschinen und Apparate anbelangt, die in der Kältetechnik verwendet werden, so wird der angehende Kälteingenieur in erheblichem Mass auf das zurückgreifen können, was ein Student des allgemeinen Maschinenbaues in Vorlesungen über Kolben- und Turbomaschinen sowie Wärmeaustauschapparate hört. Trotzdem sind auch hier erhebliche Ergänzungen notwendig, die sich aus der Verwendung der verschiedenen Kältemittel ergeben. Zum mindesten müssen die damit zusammenhängenden Werkstofffragen und die typischen Konstruktionen, die in der Kältetechnik entwickelt worden sind, besprochen werden. Welche ungeheure Fülle von Werkstoffragen ergeben sich z. B. auf dem Gebiet der Kleinkältemaschinen! Allein dieses Spezialgebiet erfordert, will man es wirklich durchdringen, eine Sonderbehandlung. Auch bei den kältetechnischen Wärmeaustauschapparaten wie z. B. den Verdampfern sind Besonderheiten zu beachten, wie die konstruktiven Massnahmen zur Rückführung des Oeles bei öllöslichen Kältemitteln, Fragen, die wiederum sehr stark in das Gebiet der Strömungstechnik oder der Rektifikation übergreifen.

Es genügt indessen keineswegs, dass der Kälteingenieur damit vertraut ist, eine bestimmte Kälteleistung bei einer bestimmten tiefen Temperatur zur Verfügung zu stellen. Wer die Kälteanlage für ein Kühlhaus projektieren will, muss bis zu einem gewissen Grade mit den biochemischen Grundlagen der Lebensmittelfrischhaltung vertraut sein. Er muss seine Apparate dem jeweiligen verfahrenstechnischen Gesichtspunkt anpassen und damit das Verfahren, in das die Kälteanlage als ein Glied eingeschaltet ist, wenigstens dem Wesen nach kennen.

Es gibt in der Kältetechnik besonders interessante Fälle, bei denen die Erzeugung von Kälte, wie z. B. bei der Polymerisation in der chemischen Industrie, direkt durch Verdampfen eines für das Zustandekommen der Reaktion notwendigen Stoffes erfolgt, dass also die Kälte ohne eigentliches Kältemittel erzeugt wird. Hier ist die Kälteerzeugung direkt in ein chemisches Verfahren eingebaut und kann von diesem auch nicht getrennt werden. Der Kälteingenieur muss dann über so viel chemische Kenntnisse verfügen, dass er mit dem Chemiker über das Problem mit Verständnis diskutieren kann. Es müssen also auch die biologischen und verfahrenstechnischen Fragen in das kältetechnische Ausbildungsprogramm aufgenommen werden.

Die angeführten Beispiele mögen zeigen, dass die Kältetechnik im weitesten Sinne ein recht heterogenes Konglomerat aus Thermodynamik, Maschinentechnik, Apparatebau, Verfahrenstechnik und Lebensmittelchemie ist. Man kann den Umfang des Gebietes kaum besser charakterisieren, als wenn man anführt, dass das von *R. Plank* herausgegebene Handbuch der Kältetechnik, das einen allerdings erschöpfenden Ueberblick gibt, nach vollständigem Erscheinen fast 5000 Seiten umfassen wird. Es braucht daher wohl kaum näher erläutert zu werden, dass dieser Stoffumfang eine Studienrichtung Kältetechnik an sich rechtfertigen würde.

Indessen scheint es doch gefährlich zu sein, die Frage der Ausbildung von Kälteingenieuren zu sehr vom engen Fachstandpunkt aus zu sehen. Sie muss vielmehr im Zusammenhang mit der allgemeinen Ausbildung der Diplom-

[1]) Eine eingehende Darstellung der Geschichte der Kälteerzeugung und Kälteanwendung gibt Prof. Dr. *R. Plank* im ersten Band des Handbuches für Kältetechnik, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1954, Springer-Verlag. S. auch SBZ 1955, Heft 49, S. 759

ingenieure betrachtet werden, und in dieser Hinsicht scheinen sich heute die Technischen Hochschulen in einer gewissen Krise zu befinden. Sie ist bedingt durch zwei Merkmale:

Erstens hat sich die Technik in den letzten zwei Jahrzehnten so weit verzweigt und verbreitert, dass es selbst auf einem Teilgebiet wie dem Maschinenbau hoffnungslos geworden ist, zu einer umfassenden Kenntnisvermittlung zu kommen. Der Studienplan der angehenden Diplomingenieure ist in einem Umfang mit Vorlesungs- und Uebungsstunden besetzt, dass es wenigstens dem Durchschnittsstudenten kaum noch möglich ist, in den Vorlesungen wirklich mitzuarbeiten. Er wird mit dem Vorlesungsstoff lediglich berieselt, ohne ihn gründlich in sich aufzunehmen.

Zweitens hat sich die Technik in kaum geahnter Weise verwissenschaftlicht. Galt vielleicht vor 25 bis 30 Jahren die Physikvorlesung an einer Technischen Hochschule als ein verhältnismässig unwichtiges Anhängsel der Ausbildung und als ein notwendiges Uebel, so ist heute eine erfolgreiche Mitwirkung an der Entwicklung der Technik ohne eine gründliche physikalische Ausbildung nicht mehr denkbar. Ebenso sind die mathematischen Anforderungen erheblich gestiegen. Gewiss soll der angehende Diplomingenieur nicht immer ein Forscher sein. Aber es gehört doch schliesslich zur akademischen Ausbildung in der Technik mehr, als sich lediglich das Rüstzeug für Routinearbeiten anzueignen.

So ist der fertige Diplomingenieur in der Regel ein etwas unglückliches Zwittergeschöpf, das zwischen dem Physiker und dem Fachschulingenieur steht. Er kann auf verschiedenen neuen technischen Gebieten den Physiker kaum ersetzen, er hat aber auf der anderen Seite nicht die praktischen Kenntnisse des Fachschulingenieurs[2]). So ist es dazu gekommen, dass in einige neue Gebiete der Technik heute die Physiker immer stärker führend eindringen, insbesondere dann, wenn sie neben ihrer gründlichen physikalisch-mathematischen Ausbildung noch über eine praktische, technische Ader verfügen. Dagegen ist nichts einzuwenden, im Gegenteil, diese Mischung von Technik und Physik ist sehr begrüssenswert; aber man sollte doch erreichen, dass der auf der Hochschule ausgebildete Ingenieur ein äquivalenter Partner des Physikers ist. Es kommt noch hinzu, dass die Höheren Technischen Lehranstalten[3]) in der Regel eine ganz vorzügliche Ausbildung vermitteln und in ihren Studienplan Dinge aufgenommen haben, die früher lediglich zur Hochschulausbildung gehörten. So ergibt sich, dass zwar einerseits eine Reihe hochqualifizierter Diplomingenieure die Hochschule verlassen, denen es infolge ihrer Begabung gelungen ist, trotz der erwähnten Schwierigkeiten ein hohes Ziel zu erreichen. Anderseits gibt es aber auch eine grosse Anzahl von Diplomingenieuren, die schliesslich in ihrem Wissen und Können doch nicht wesentlich über das Niveau der Fachschulausbildung hinauskommen. Die Richtigkeit dieser Beobachtung ergibt sich aus der Tatsache, dass man oft Stellenangebote von Firmen findet, in denen für den gleichen Posten wahlweise ein Diplomingenieur oder ein Absolvent einer Höheren Technischen Lehranstalt gesucht wird. Eine solche Anzeige lässt vielleicht zuweilen auf eine Gedankenlosigkeit schliessen. Wenn sie aber — was man doch wohl in der Regel annehmen kann — bewusst erfolgt, dann ist doch im technischen Ausbildungsprogramm etwas nicht in Ordnung. Man wird also die Zielsetzung der Ausbildung auf der Technischen Hochschule im Verhältnis zu der an den Höheren Technischen Lehranstalten revidieren und sie den gegenwärtigen Erfordernissen der Technik anpassen müssen.

Die gezeigten Schwierigkeiten lassen sich wohl am gründlichsten dadurch beheben, dass man auf den Technischen Hochschulen viel mehr als bisher die Grundlagenfächer betont. Dazu zählen im Maschinenbau etwa Mathematik, Physik, Chemie, Konstruktionslehre, Technische Mechanik, Thermodynamik, Strömungslehre, Grundlagen der Elektrotechnik, Regelungstechnik und Technologie. Diese Fächer muss der Diplomingenieur auch in ihren Zusammenhängen gründlich beherrschen. Wer ein elektrisches oder magnetisches Feld berechnen kann, wird mit dem selben mathematischen Rüstzeug auch ein Temperaturfeld oder ein Strömungsfeld behandeln können. Wie eng sind ferner die Zusammenhänge zwischen Technischer Mechanik, Thermodynamik und Strömungslehre!

Aus der Zusammenstellung der Grundlagenfächer, deren gründliche Beherrschung nur dadurch erzielt werden kann, dass diese Vorlesungen durch zeitlich genügende, am besten seminaristische Uebungen ergänzt werden, kann man schon erkennen, dass der Ausbildungsgang von dem des Technischen Physikers wesentlich verschieden ist. Bei diesem liegt das Schwergewicht immer auf der Physik, beim vorgeschlagenen Ausbildungsgang für Diplomingenieure aber auf der — wenn auch stark physikalisch durchdrungenen — Technik, also der *Anwendung* der Grundlagen.

Ueber den erwähnten Grundlagenfächern, an denen jeder Student teilnehmen muss und in denen er gründlich geprüft wird, baut sich dann eine Skala von Vertiefungsfächern auf. Sie reicht von mathematischen und physikalischen Spezial- und Ergänzungsvorlesungen der Grunddisziplinen über konstruktive bis zu betriebswissenschaftlichen Fächern. Das Konstruktive ist dabei nicht betont. Bezüglich der Vertiefungsfächer sollte möglichst Lernfreiheit herrschen. Sie sollen weniger die Aufgabe haben, Spezialisten auszubilden, als vielmehr dem Studierenden die Möglichkeit zu geben, die Problematik und Methodik der Technik an wenigen Einzelfällen gründlich kennenzulernen und *daran,* nicht so sehr *darin* wissenschaftliches Arbeiten zu üben. Denn welcher Student weiss in der Regel schon während des Studiums, welche Aufgabe ihm der zukünftige Beruf stellen wird? Wer z. B. die Strömungslehre gründlich beherrscht, wird sich auch im Beruf in die Probleme einer Dampfturbine rasch einarbeiten können, auch wenn er an der Hochschule über Turbinen wenig gehört hat. Umgekehrt ist es schwieriger. Fertige Konstrukteure kann die Hochschule ohnehin nicht ausbilden, denn das Hochschulstudium kann nur eine Berufs*vor*bildung aber nicht eine Berufs*aus*bildung sein. Diese muss sich der Einzelne in der Praxis selber erwerben.

Eine sinnvolle Auswahl aus der Vielfalt der gebotenen Vorlesungen kann ohne wesentliche Einschränkung der freien Wahl durch einige prüfungstechnische Massnahmen leicht gewährleistet werden.

Es liegt im Zuge dieser Ueberlegungen, dass man die praktische Arbeitszeit für angehende Diplomingenieure innerhalb des Studiums auf ein halbes Jahr begrenzen sollte. Ganz ohne praktische Arbeit in einer Werkstatt geht es freilich nicht, denn jeder Diplomingenieur sollte selbst einmal die Werkzeugmaschinen und Fertigungsverfahren aus eigener Anschauung kennengelernt haben. Es müsste dann allerdings von Seiten der Industrie die Möglichkeit geschaffen werden, die praktische Arbeitszeit genügend lehrhaft auszugestalten.

Diese Konzeption der Hochschulausbildung ist also gekennzeichnet durch eine bewusste, sehr stark wissenschaftliche Durchdringung des technischen Unterrichts und eine Zurückdrängung der technischen Einzelvorlesungen. Die moderne Entwicklung der Technik erfordert eine Hebung der Qualität der Hochschulingenieure auf der ganzen Linie. Dies setzt eine frühzeitige Auslese z. B. schon nach dem ersten Studienjahr voraus, um die Hochschule zu entlasten. Diejenigen Studenten, die zwar einer wissenschaftlichen technischen Ausbildung nicht gewachsen sind, aber doch gute praktische Ingenieure werden können, sollten die Möglichkeit haben, an die Höheren Technischen Lehranstalten ohne Diskriminierung überzutreten. Ganz Ungeeigneten wird man rechtzeitig den Rat geben, vom Studium der Technik überhaupt Abstand zu nehmen. Wissenschaftlich begabten Absolventen einer Höheren Technischen Lehranstalt sollte es möglich sein, in die Hochschulausbildung übernommen zu werden.

An der Technischen Hochschule Karlsruhe, an der der Verfasser lehrt, ist das oben empfohlene intensive Grund-

[2]) Diese Bezeichnung ist gleichwertig mit «Absolvent eines Technikums»

[3]) Bei uns «Technikum» genannt

lagenstudium mit freier Wahl der Vertiefungsfächer noch nicht im geschilderten Umfang eingeführt. Aber eine zu enge Spezialisierung wird vermieden. So gibt es trotz des Kältetechnischen Institutes keine spezielle Fachrichtung «Kältetechnik», vielmehr ist diese in das viel weitere Gebiet der Verfahrenstechnik eingeordnet, in das auch die Lebensmitteltechnik eingereiht ist. Wir bieten in Karlruhe den Studenten zunächst eine einsemestrige zweistündige Vorlesung, in der sie mit sämtlichen kältetechnischen Prozessen vertraut gemacht werden, die zur Erzeugung von tiefen Temperaturen dienen, angefangen von der Umgebungstemperatur bis zum absoluten Nullpunkt. Die Vorlesung umfasst also die Kaltdampfmaschinen einschliesslich der Dampfstrahl- und Absorptionsmaschinen, die Kaltgasmaschinen, den Thomson-Joule-Effekt, die Entspannungsmaschinen im Zusammenhang mit der Tieftemperaturtechnik, und schliesslich werden noch die Verfahren gestreift, die mit ihrer Temperatur dem absoluten Nullpunkt schon sehr nahe kommen. Die Studenten werden dabei soweit geführt, dass sie eine Vorstellung vom maschinellen und apparativen Aufbau solcher Anlagen bekommen, ohne dass indessen auf konstruktive Einzelheiten eingegangen wird. Sie sind ferner in der Lage, den Energieverbrauch, Kühlwasserverbrauch und die Hauptdimensionen der Maschine festzulegen. Die Vorlesung ist auch mit Uebungen verbunden. Es ist in Zukunft beabsichtigt, diese Vorlesung zu teilen und die Tieftemperaturtechnik besonders zu behandeln.

Die Einordnung in die Verfahrenstechnik bringt es mit sich, dass diese Vorlesung nicht nur von kältetechnisch interessierten Hörern besucht wird, sondern auch von solchen, die sich für die chemische Verfahrenstechnik interessieren und die die Vorlesung mehr als eine Fortsetzung der Thermodynamik in das Gebiet tiefer Temperaturen auffassen.

Wir bieten ferner den Studenten eine Vorlesung an, die mehr projektierenden Charakter hat, in der die Anwendung der Kältetechnik vornehmlich im Zusammenhang mit der Lebensmittelfrischhaltung behandelt wird wie etwa bei Kühlräumen und Kühlhäusern. Diese zweistündige Vorlesung wird in der Regel von Studenten besucht, die ein spezielles kältetechnisches oder lebensmitteltechnisches Interesse haben. Die vielen Sonder-Probleme, die mit dem Bau von Kleinkälte-Aggregaten verbunden sind, werden ebenfalls in einer zweistündigen Vorlesung behandelt. Die Studenten haben ferner Gelegenheit, eine über zwei Semster reichende dreistündige Vorlesung über Lebensmitteltechnik zu hören. Schliesslich ist auch noch die Möglichkeit geboten, sich innerhalb einer Vorlesung über Heizungs- und Klimatechnik, sowie über der Luftbehandlung zu informieren.

Sowohl zur Kältetechnik als auch zur Lebensmitteltechnik gehören die entsprechenden Forschungsinstitute. Im Kältetechnischen Institut haben die reiferen Studenten Gelegenheit, mit den maschinentechnischen und apparativen Problemen sowie mit der kältetechnischen Grundlagenforschung in Berührung zu kommen, indem sie im Rahmen des Instituts Studien-, Diplom- oder auch Doktorarbeiten durchführen, so dass sie die Methodik und Problemstellung dieses Zweiges der Technik kennenlernen können. Das gleiche gilt für die Lebensmitteltechnik. Wesentlich aber ist bei dieser Ausbildung, dass der Studierende nicht in eine kältetechnische Spezialausbildung gedrängt wird, sondern je nach seinen Neigungen die Kältetechnik in grösserem oder kleinerem Rahmen innerhalb der Verfahrenstechnik kennenlernen kann.

Im folgenden mögen noch einige Bemerkungen über die Ausbildung von Kältetechnikern auf mittlerer Ebene, also in den Höheren Technischen Lehranstalten angefügt werden. Es ist natürlich nicht möglich, in einer Höheren Technischen Lehranstalt die Fülle von einschlägigen Vorlesungen zu bieten, wie sie auf einer Technischen Hochschule besteht. Trotzdem hat z. B. das Staatstechnikum in Karlsruhe im 5. und 6. Semester seiner Ausbildung einen kältetechnischen Unterricht mit Laboratoriumsübungen eingeführt, an dem alle Maschinenbauer pflichtgemäss teilnehmen müssen. In diesem im wesentlichen maschinell ausgerichteten Kursus ist es durchaus möglich, sehr stark das Einzelne zu behandeln, also auch weit in das Spezielle zu gehen, weil es hier nicht so notwendig ist, das allgemeine breite wissenschaftliche Fundament zu betonen wie an einer Technischen Hochschule.

Da indessen nicht an allen Höheren Technischen Lehranstalten solche kältetechnischen Kurse eingerichtet werden können, scheint es zweckmässig, die Möglichkeit zu schaffen, dass Absolventen einer Höheren Technischen Lehranstalt nach bereits abgelegtem Examen an den Stellen, wo eine solche Einrichtung besteht, einen speziellen Ergänzungskurs in Kältetechnik durchmachen, sei es aus eigenem Interesse, sei es, dass sie nach Eintritt in eine kältetechnische Firma von dieser zu einer Spezialausbildung für eine gewisse Zeit beurlaubt werden.

Schliesslich muss noch auf eine weitere Art der Fortbildung hingewiesen werden. Sowohl auf der handwerklichen als auch auf der Ingenieurebene ist es notwendig, die in der Praxis tätigen Ingenieure und Monteure von Zeit zu Zeit mit den Neuerungen und den modernen Erkenntnissen der Kältetechnik vertraut zu machen. Es ist eine alte Erfahrung, dass der Praktiker im Getriebe der täglichen Routinearbeit nicht immer in ausreichendem Masse dazu kommt, die Fortschritte der Kältetechnik zu verfolgen. Das Kältetechnische Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe hat schon vor Jahren solche Kurse für Ingenieure abgehalten, wobei ausser Hochschulllehrern und Dozenten auch Fachleute aus der Praxis als Vortragende zu Worte kamen. Leider war es in den letzten Jahren wegen der sehr starken Inanspruchnahme des Institutes mit Forschungsarbeiten und Untersuchungen für die Kälteindustrie und wegen der Projektierung des neuen Kältetechnischen Institutes nicht möglich, diese Kurse fortzusetzen. Sie sollen aber wieder in das Programm des Institutes aufgenommen werden.

Der Fortbildung der Monteure in gelegentlichen Kursen nimmt sich in Karlsruhe das Staatstechnikum in sehr bemerkenswerter Weise und mit Erfolg an. Darüber hat *V. Füner,* der diese Kurse am Staatstechnikum Karlsruhe leitet, ebenso wie über die Ausbildung und Fortbildung auf mittlerer Ebene anlässlich des Internationalen Kongresses in Kopenhagen vorgetragen[4]). Diese Kurse sind selbstverständlich reine Spezialkurse, bei denen auch kältetechnische Einzelfragen mit Erfolg behandelt werden können, weil in ihnen Fachleute angesprochen werden, die ihr Fachgebiet schon gründlich kennen.

Zusammenfassend kann ein kältetechnisches Ausbildungsprogramm etwa folgendermassen charakterisiert werden:

1. Vermeidung einer Spezialisierung auf Hochschulebene zugunsten der Erlangung eines möglichst tiefen und allgemeinen Ueberblickes ohne Betonung des Konstruktiven.
2. Spezielle Behandlung kältetechnischer Maschinen und Apparate mit entsprechenden Laboratoriumsübungen, soweit für eine Höhere Technische Lehranstalt sich eine solche Möglichkeit bietet, mit besonderer Berücksichtigung auch des Konstruktiven, sei es als Unterrichtsfach oder aber als Spezialausbildung für bereits fertige Absolventen einer Höheren Technischen Lehranstalt.
3. Sehr spezielle Fortbildungskurse für schon in der Industrie tätige Ingenieure auf Hochschulebene und für Monteure und Techniker auf mittlerer Ebene.

Dem Verfasser liegt als Hochschullehrer die Ausbildung der Diplomingenieure naturgemäss am meisten am Herzen. Wenn diesen vornehmlich ein Ueberblick über die grossen Zusammenhänge vermittelt, aber auch von ihnen gründliche technisch-wissenschaftliche Arbeit ohne enge Spezialisierung verlangt wird, dann lohnt sich der grössere Aufwand an Kosten und Mühe, den das Hochschulstudium nun einmal für den Studierenden mit sich bringt. Auch die Kälte-Industrie wird mit den Leistungen solcher Diplomingenieure zufrieden sein, denn ein so ausgebildeter Ingenieur wird sich rasch auch in schwierige und neuartige Probleme einarbeiten können.

[4]) *V. Füner,* Kurze Inhaltsangabe in «Bulletin de l'Institut International du Froid», Paris, 39, (1959) S. 1052. Der ausführliche Vortrag erscheint in den Kongressberichten