

# Die Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne (EPUL)

Autor(en): **Stucky, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69 (1951)**

Heft 40: **Sonderheft zur 62. Generalversammlung des S.I.A., Lausanne 5.-7. Okt. 1951**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-58928>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# SONDERHEFT ZUR 62. GENERALVERSAMMLUNG DES S. I. A.

Lausanne, 5. bis 7. Oktober 1951

## Die Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne (EPUL)

Von Ing. Prof. Dr. A. STUCKY, Direktor der EPUL, Lausanne

DK 378.962 (494.45)

### Geschichtliches

In Lausanne wurde 1853 unter recht eigentümlichen Verhältnissen die erste Technische Hochschule der Schweiz gegründet. Art. 22 der Bundesverfassung von 1848 bestimmte: «Die Eidgenossenschaft hat das Recht, eine Schweizerische Universität und eine Polytechnische Schule zu errichten.» Um die im Hinblick auf die Gründung einer Technischen Hochschule seit 1832 durch Charles Monnard, Professor der Akademie von Lausanne und Grossrat, geleisteten Vorarbeiten zu würdigen, waren die Eidgenossen geneigt, die in der Bundesverfassung vorgesehene Polytechnische Schule in Lausanne zu errichten. Dennoch fasste, einer Strömung der öffentlichen Meinung folgend, der Waadtländer Grosse Rat in der Sitzung vom 8. Juni 1852 mehrere Beschlüsse, die sich der vorgesehenen Gründung entgegenstellten. So war es Zürich, das von den eidgenössischen Subsidien den Nutzen hatte und 1855 das Eidg. Polytechnikum bei sich einziehen sah, das in so hohem Masse zur Entwicklung der Stadt beigetragen hat.

Ein Jahr nach der verwerfenden Abstimmung durch den Grossen Rat gründete die Privatinitiative, die wusste, von welcher Bedeutung eine Technische Hochschule für Lausanne war, am 19. August 1853 die *Ecole spéciale de Lausanne pour l'Industrie, les travaux publics et les constructions civiles*; sie war aufgezogen nach dem Muster der Ecole Centrale von Paris und ist der Ausgangspunkt der heutigen Ecole Polytechnique. Im Jahre 1864 gab man ihr den Namen *Ecole spéciale de la Suisse Française*, um dadurch deutlich den Wunsch auszudrücken, das Unternehmen zu fördern.

Fünf Jahre später, 1869, wurde die Schule, die bisher ihren privaten Charakter bewahrt hatte, unter dem Namen *Faculté technique* der Akademie von Lausanne einverleibt. Als sich 1890 die Akademie zur Universität wandelte, wurde die *Faculté technique* unter dem Namen *Ecole d'Ingénieurs* eine Abteilung der *Faculté des sciences*. Von da an nahm sie einen neuen Aufschwung; die Anzahl ihrer Schüler verzehnfachte sich, und die Schule überstieg an Bedeutung bald die Fakultät, der sie angehörte.

1942 beschloss der Grosse Rat, die *Ecole d'Ingénieurs* in eine von der *Faculté des sciences* unabhängige Abteilung der Universität umzugestalten und sie durch eine *Ecole d'Architecture et d'Urbanisme* zu ergänzen.

Da das Unternehmen immer deutlicher den Charakter einer Technischen Hochschule annahm, beschloss man zu Beginn des Jahres 1946, die vereinigten *Ecole d'Ingénieurs* und *Ecole d'Architecture et d'Urbanisme* *Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne* zu benennen; jede dieser Schulen behielt ihren eigenen Charakter, und die Ecole Polytechnique wurde autonom im Rahmen der Universität, die eine staatliche Anstalt ist.

### Statistisches

Die Schülerzahl, die seit der Gründung der Schule bis zum Zeitpunkt der Namensgebung *Ecole d'Ingénieurs* deutlich konstant geblieben war, stieg von da an stark an und erreichte 172 im Jahr 1900 und 382 im Jahr 1916. In der Folge sank sie; aber seit 1946 nahm sie gleichmässig zu (s. Tabelle) und betrug im Wintersemester 50/51 546.

Die Verteilung der Schüler zwischen der *Ecole d'Ingénieurs* und der *Ecole d'Architecture et d'Urbanisme* ist während dieser letzten fünf Jahre gleich geblieben, d. h. 84 % für jene, 16 % für diese.

Im Verlauf von 98 Jahren hat die Schule von Lausanne einige Tausend Schüler ausgebildet, die sich auf die ganze Welt verteilen, wo sie für die genossene Ausbildung zeugen und wo viele Ehemalige bedeutende Stellungen innehaben.

Zahlreiche Studenten haben später ihre Söhne und jene ihrer Freunde nach Lausanne geschickt, die, in ihre Heimat zurückgekehrt, die franz. Schweiz nicht vergessen haben. Verhältnismässig gross war immer die Anzahl der ausländischen Studierenden: im Mittel der Jahre 1946 bis 1951 betrug sie rd. 43%, denen 57% schweizerische Studierende gegenüberstehen. Während an der *Ecole d'Ingénieurs* die Verteilung der Studierenden unter die drei Kategorien: Ausländer, Schweizer, Waadtländer während dieser fünf Jahre nur sehr wenig Aenderung erfahren hat, zeigt sich an der *Ecole d'Architecture et d'Urbanisme* eine fühlbare Zunahme der schweizerischen Studierenden, deren Anteil von 53 auf 80 % zugenommen hat, während jener der Ausländer von 47 auf 20 % gesunken ist.

### Organisatorisches

Der Aufbau der EPUL zeigt viele Analogien mit jenem der französischen Technischen Hochschulen, da sie nach dem Muster der Ecole Centrale von Paris eingerichtet wurde. Trotzdem sie dem technischen Fachwissen die Pflege, die ihm zukommt, voll angedeihen lässt, betont sie hauptsächlich die allgemeine Ausbildung des Studierenden.

### Die Ecole d'Ingenieurs

Diese hat zum Ziel, Ingenieure und Geometer heranzubilden, ausgerüstet mit wissenschaftlichen, technischen und

Jahre	Ecole d'Ingénieurs		Ecole d'Architecture		Total
	Schüler	%	Schüler	%	
1946—47	355	84	68	16	423
1947—48	417	83	84	17	501
1948—49	428	85	77	15	505
1949—50	447	84	87	16	534
1950—51	458	84	88	16	546



Das Hauptgebäude der EPUL an der Avenue de Cour in Lausanne

praktischen Kenntnissen, die für ihren Beruf unerlässlich sind. Ihre Unterrichtsweise lässt sich kennzeichnen wie folgt:

a) Umfassende Studien. Die Erfahrung bestätigt, dass eine zu stark betonte Spezialisierung ernsthafte Schwierigkeiten mit sich bringt; nur der Ingenieur, der einen sehr umfassenden Standpunkt einzunehmen und jeder Lage gerecht zu werden weiss, kann darnach trachten, im Wirtschaftsleben eine bedeutende Stellung einzunehmen. Die Studienpläne der Ingenieurschule zeigen ein vernünftiges Gleichgewicht zwischen einer zu oberflächlichen Verallgemeinerung und einer engen Spezialisierung. So verfolgen die Studierenden der Abteilungen Bau-, Maschinen- und Elektroingenieurwesen während der beiden ersten Jahre die gleichen Kurse; erst vom Beginn des dritten Jahres an unterscheiden sich ihre Studienprogramme deutlich. Und während der beiden letzten Jahre besuchen die Studierenden der Abteilung Bauingenieurwesen zahlreiche Kurse im Maschinen- und Elektroingenieurwesen, umgekehrt die Studierenden der Maschinen- und Elektroingenieurabteilung Kurse im Bauingenieurwesen. Die Studenten erhalten auf diese Weise eine Ausbildung, die weniger auf Spezialisierung, sondern mehr allgemein ausgerichtet ist und die ihnen dadurch erlaubt, sich sehr leicht den Notwendigkeiten des praktischen Lebens anzupassen.

b) Pflege der wissenschaftlichen Grundlagen (Mathematik, Physik, Mechanik, Festigkeitslehre). Immer mehr zeigt sich, dass der wissenschaftlich sorgfältig vorbereitete Student geeigneter ist als jeder andere, sich die ausgesprochen technischen Kenntnisse anzueignen. Die Kurse tragen weitgehend der Entwicklung der technischen Fachgebiete Rechnung, die sich mehr und mehr der Wissenschaft zuwenden, denn die *Kunst* des Ingenieurs wird täglich mehr zur *Wissenschaft* des Ingenieurs. Auch hier suchen die Studienpläne einen vernünftigen Ausgleich zwischen der reinen Theorie und der Praxis.

c) Regelmässige Kontrolle der Arbeit. Die Arbeit der Studierenden wird angeregt und überwacht durch Befragungen im Laufe des Semesters sowie durch halbjährlich stattfindende Repetitionen. Die Schüler werden durch Semesterzeugnisse auf dem laufenden gehalten und von einem Jahr zum andern nur befördert, wenn sie nach gründlichen theoretischen und praktischen Prüfungen die zur Beförderung nötige Mindestnote erreichen.

d) Straffe interne Ordnung. Die Ecole d'Ingénieurs lässt ihren regulären Studierenden nicht die Freiheit, sich selber einen Studienplan zurechtzulegen. Die technischen Studien, denen die exakten Wissenschaften zu Grunde liegen, müssen eine sorgfältige geordnete Einheit bilden, wobei der lückenlose Zusammenhang der Disziplinen unerlässlich ist. Damit der zukünftige Ingenieur während der kurzen Dauer seines Studiums die beträchtliche Summe der verschiedenen notwendigen Kenntnisse erwerben kann, muss der Studienplan mit Ueberlegung aufgestellt werden; nur so ist jeder Zeitverlust und jede doppelte Arbeit vermeidbar.

Die Ecole d'Ingénieurs bereitet auf folgende berufliche Laufbahnen vor: 1. Bauingenieur, 2. Maschineningenieur, 3. Elektroingenieur, 4. Ingenieur-Physiker, 5. Ingenieur-Chemiker, 6. Geometer.

Die normale Studienzeit an den vier ersten Abteilungen beträgt acht Semester; das Diplom wird erteilt, nachdem der Studierende im Laufe der Kurse zwei propädeutische Examen und im Verlauf eines neunten Semesters die theoretischen und praktischen Prüfungen erfolgreich bestanden hat. Die Studierenden aller dieser vier Abteilungen haben am Schluss des ersten Studienjahres die Möglichkeit, sich für eine der drei andern zu entscheiden, unter der Bedingung, zusätzlich bestimmte Vorlesungen zu besuchen, die zum Studienplan der neugewählten Abteilung gehören. Bis und mit dem sechsten Semester ist der Studiengang der Elektro- und Maschineningenieure der gleiche; die Studierenden dieser beiden Abteilungen können folglich den Schluss des sechsten Semesters abwarten, bevor sie sich für die Wahl ihres Spezialgebietes entscheiden.

In der Abteilung für Chemie beträgt die normale Studienzeit sieben Semester; das Diplom wird erteilt, nachdem der Studierende im Laufe der Kurse zwei propädeutische Examen sowie im achten Semester die theoretischen und praktischen Diplomprüfungen erfolgreich bestanden hat. Die Studenten hören die Chemievorlesungen der Ecole Polytechnique und jene der Faculté des Sciences der Universität; sie werden aber gleichfalls in andere technische Disziplinen eingeführt, die

ihnen den Zutritt zur industriellen Laufbahn erleichtern. Da der Stoff sehr verschieden ist von dem der übrigen Abteilungen, muss die Wahl mit dem ersten Semester getroffen werden.

Für die Geometer beträgt die normale Dauer des Studiums fünf Semester; das Geometerdiplom wird erteilt, nachdem der Studierende das in den Bestimmungen eines Spezialreglementes vorgesehene theoretische Examen erfolgreich bestanden hat. Die von der EPUL diplomierten Geometer schweizerischer Nationalität, die in der Schweiz arbeiten wollen, müssen nach einem zweijährigen reglementarischen Praktikum ein Staatsexamen ablegen; haben sie es erfolgreich bestanden, so erhalten sie das eidgenössische Geometerpatent.

Die Ingenieure, die an der EPUL diplomiert haben oder Träger eines als gleichwertig anerkannten Titels sind, können sich zum Examen für das Doktorat der technischen Wissenschaften stellen, wenn ihr Studiengang entsprechende Bedingungen erfüllt und wenn sie ihre Dissertation eingereicht haben.

Es wäre müssig, die EPUL der Eidg. Technischen Hochschule entgegenzusetzen und von Konkurrenz zu sprechen. Lange Erfahrung hat gezeigt, dass die beiden Schulen sich parallel entwickeln können, und dass beide ihre Aufgabe zu erfüllen haben. Einerseits müssen die Anstrengungen aller sinnvoll verbunden werden, um die wirtschaftlichen und industriellen Möglichkeiten unseres Landes voll auszuschöpfen, und andererseits würde eine übertriebene und systematische Zentralisierung viel guten Willen und gute Fähigkeiten lahmlegen, die nicht notwendigerweise alle am selben Punkt konzentriert werden müssen.

Nicht alle besonders begabten jungen Welschschweizer können sich einen Studienaufenthalt von vier bis fünf Jahren in der deutschen Schweiz gestatten; auch schätzen sie sich glücklich, bei sich eine höhere Technische Schule zu finden, wo sie die Möglichkeit haben, sich ruhig und mit einem Minimum an Auslagen vorzubereiten.

Die Vorteile, die unsere Studierenden aus einem Aufenthalt in einem andern Teil des Vaterlandes ziehen können, stehen ausser Frage. Die Welschschweizer können von einem Aufenthalt in der deutschen Schweiz — und daure er bloss ein Jahr — nur gewinnen; aber auch die zukünftigen Ingenieure aus der deutschen Schweiz ziehen nicht geringen Nutzen davon, einige Semester in Lausanne zuzubringen. Um daher den Ingenieurstudenten, die es wünschen, den Uebergang von der EPUL an die ETH und umgekehrt zu erleichtern, wurde eine Verständigung hinsichtlich der Aufnahmeprüfungen und der propädeutischen Examen erzielt. Die Rektorate der beiden Schulen geben genaue Auskunft über die Bedingungen, unter denen die Examen anerkannt werden. Der Uebergang von der einen zur andern der beiden Schulen vollzieht sich direkt und ohne Zeitverlust.

#### Die Ecole d'Architecture et d'Urbanisme

Sie setzt sich zum Ziel, Architekten heranzubilden, die mit künstlerischem Können und dem technischen und praktischen Wissen ausgerüstet sind, das für ihren Beruf unerlässlich ist. Ihr Aufbau ist z. T. von der französischen Tradition beeinflusst. Wenn sie auch der Ecole des Beaux-Arts in Paris nicht völlig gleichgeartet ist, hat sie doch das System des Ateliers übernommen, wo Anfänger und Vorgerückte Seite an Seite arbeiten. Ihr Unterrichtsverfahren ist ständig darauf bedacht, eine enge und harmonische Beziehung zwischen den künstlerischen und spezifisch architektonischen Studien einerseits und den wissenschaftlichen und technischen Studien andererseits aufrechtzuerhalten.

Hinsichtlich dieser wissenschaftlichen und technischen Studien hat die Ecole d'Architecture den Vorzug, sich auf die Ecole d'Ingénieurs stützen zu können. Aus dem Lehrkörper dieser Schule kommen die Spezialisten, die den Schülern ihr Wissen und ihre Erfahrung zur Verfügung stellen. Ihre Laboratorien ermöglichen den Studierenden, unter den besten Bedingungen das nötige qualifizierte Rüstzeug zu erlangen.

Die künstlerische Ausbildung der zukünftigen Architekten ist gewährleistet durch Kurse im Zeichnen nach Gipsabgüssen, nach der Natur und dem lebenden Modell, durch Modellierkurse und Unterricht in Kunstgeschichte in Zusammenarbeit mit der Faculté des Lettres und der Ecole cantonale de dessin et d'art appliqué. Sinnvoll zusammengestellt, wecken diese Kurse im Schüler den Sinn für Proportionen, für die Harmonie der plastischen Form, die die erste Voraussetzung ist für die architektonische Erfindung. Der Architekturunterricht im eigentlichen Sinn umfasst theoretische Kurse (Theorie der Architektur, vergleichende und beurteilende Geschichte der Meister-

werke der Vergangenheit) und praktische Uebungen: Entwerfen, Analyse, Kompositionen, Uebungen im Konstruieren, die im Atelier ausgeführt werden. Das Atelier ist die Seele der Schule. Es ist der Schmelztiegel, wo die Persönlichkeit des Studierenden unter der Aufsicht und Autorität des Professors, der Atelier-Vorstand ist, geformt, erzogen und bestimmt wird. Hier, in einer lebendigen und begeisterten Umgebung, entwickelt sich die künstlerische Feinfühligkeit des Schülers durch den persönlichen Kontakt zwischen Lehrer und Schüler, durch den Wettstreit zwischen Anfängern und erfahrenen Studenten. Hier macht er sich allmählich vertraut mit den Grundbegriffen der Komposition, und hier wendet er seine technischen Kenntnisse an den Projekten seiner eigenen Schöpfung an.

Ein obligatorisches Praktikum vervollständigt die Studien an der Schule. Jeder Schüler muss, bevor er sich zur Abschlussprüfung des Diploms stellt, in einem Bureau, auf einer Baustelle oder in einem Atelier ein einjähriges Praktikum absolviert haben. Dieses Praktikum ist unerlässlich für die Heranbildung des Architekten. Es ermöglicht dem Schüler eine Gesamtübersicht und zugleich einen Blick ins Funktionieren des beruflichen Räderwerks. Von den theoretischen Studien wechselt er hinüber in die Praxis, zur Ausführung und zur Ueberwachung von Baustellen, zum Verkehr mit den Unternehmungen bis zur Abrechnung.

Dem Schüler ist völlig freigestellt, wann er dieses Praktikum absolvieren will. Entsprechend der Veranlagung, der Vorbereitung oder der Vorbildung der Kandidaten kann das Praktikum in einem Mal oder zu verschiedenen Malen und zu verschiedenen Zeiten absolviert werden.

Die normale Dauer des Studiums an der Ecole d'Architecture beträgt sieben Semester, die drei deutlich geschiedene Klassen bilden. Das Abschlussexamen des Diploms findet im Laufe eines achten Semesters statt, nachdem das einjährige Praktikum absolviert worden ist.

Der durch die Schule festgelegte Studienplan ist für die eingeschriebenen Schüler obligatorisch. Er ist sachkundig zusammengestellt und sieht eine Reihe sorgfältig abgestufter Prüfungen vor.

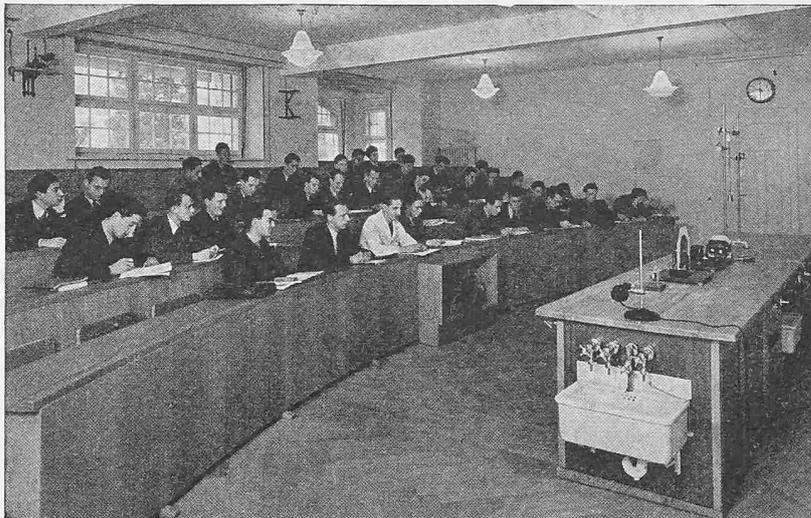
Der Unterricht in den technischen Wissenschaften ist obligatorisch; er umfasst Kurse und praktische Uebungen, die durch Examen abgeschlossen werden, entsprechend den strengen und gerechten Richtlinien, die eine der Ursachen des Erfolges unserer grossen spezialisierten Schulen sind.

Im Gegensatz dazu ist die Studienordnung der ausschliesslich künstlerischen Kurse viel beweglicher. Die Uebungen, Projekte, Skizzen sind nicht vorgeschrieben; um aber von einer Klasse zur andern promovieren und um das Abschlussexamen des Diploms ablegen zu können, muss der Schüler eine Anzahl von Punkten, «Bewertungen» von Projekten, Skizzen oder Uebungen erlangt haben. Diese «Bewertungen» werden den architektonischen und konstruktiven Entwürfen, sowie der Diplomarbeit durch ein Kollegium von Architekten erteilt.

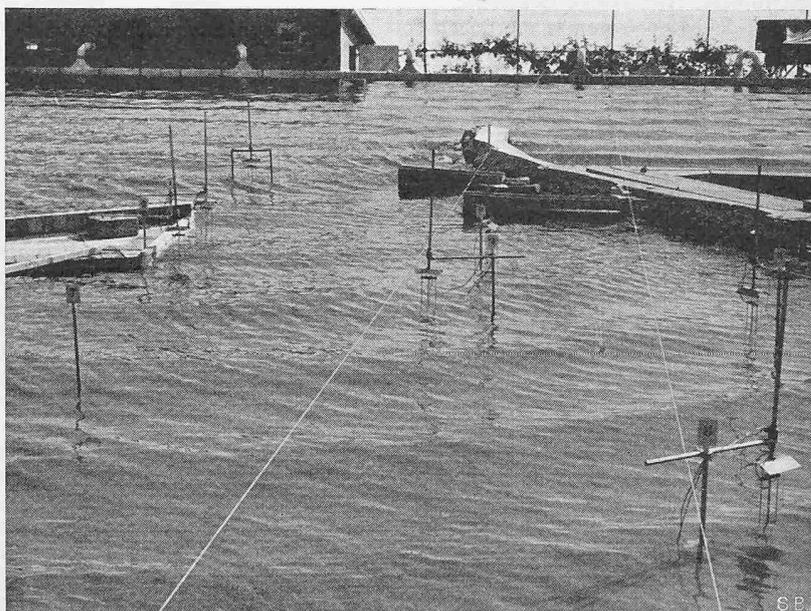
#### Die Diplome der EPUL

Die von der EPUL ausgestellten Diplome sind Rangausweise, nach zusammenhängenden und vollständigen Studien erworben, die ihrerseits einen strengen Plan verfolgen und durch gründliche Prüfungen abgeschlossen werden. Es sind offizielle Diplome, ausgestellt durch eine staatliche Anstalt, an welcher die Einheit von Kursen und Uebungen einen vollständigen höheren technischen Unterricht bildet.

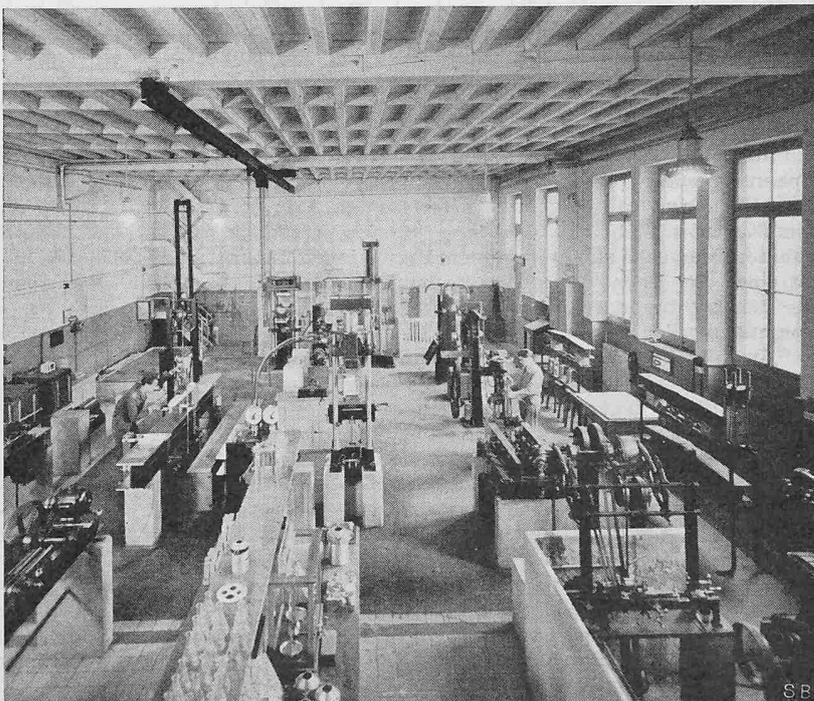
In der Schweiz werden diese Diplome von den eidgenössischen Behörden und dem Schweiz.



Hörsaal der EPUL für Physik und Mechanik



Die «Station d'essais maritimes» des Hydraulischen Laboratoriums



Die Material-Prüfungsanstalt der EPUL in Lausanne

Ingenieur- und Architektenverein (S. I. A.) als den Diplomen der Eidg. Technischen Hochschule gleichwertig anerkannt.

Im Ausland steht in zahlreichen Ländern der Wert der Diplome der Lausanner Schule nicht mehr zur Diskussion. Im besondern hat der französische Ministre de l'Education nationale in einem Beschluss vom 13. Okt. 1949 die Gleichwertigkeit der von der ETH und der EPUL verliehenen Ingenieurtitel mit jenen der grossen französischen Schulen anerkannt: Ecole Polytechnique, Ecole Supérieure des Mines, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Ecole Centrale usw.

### Die Laboratorien und Institute

Die technische Schulung kann sich heute nicht mehr darauf beschränken, im Zeichnungsaal Kurse und Konstruktionsübungen zu veranstalten; sie muss durch Studien im Laboratorium vervollständigt werden und zwar ohne Rücksicht auf die vom zukünftigen Ingenieur oder Architekten gewählte Richtung. Beide haben auf ihrem Studienprogramm Laboratoriumsübungen stehen, genau wie die Maschinen- und Elektroingenieure oder die Physiker.

Die EPUL, deren Studentenklassen verhältnismässig klein sind, konnte deshalb ohne grosse Schwierigkeiten im Laufe der letzten Jahre die Laborarbeiten der Studierenden bedeutend entwickeln. Hier einige Beispiele:

Welches auch immer die durch den jungen Ingenieur eingeschlagene Richtung in seinen Studien oder seinem Berufsleben ist, werden seine Kenntnisse in Physik Teil einer grundlegenden Ausbildung sein, die er nicht entbehren könnte. Die Grundgesetze der Physik und die Kenntnis der Grenzen ihrer Anwendungen könnten ohne praktische Arbeiten nicht völlig verstanden werden. Dem Studenten wird daher Gelegenheit gegeben, unmittelbaren Kontakt mit den Erscheinungen selber zu nehmen und sich mit den vielgestaltigen und zahlreichen Methoden der Untersuchung und des Messens vertraut zu machen. Die Physik liegt der Wissenschaft von der Konstruktion zu Grunde. Deshalb enthält das Studienprogramm der Ecole d'Ingénieurs in Ergänzung der Physikurse für die Bau-, Maschinen- und Elektroingenieure Übungen im allgemeinen Experimentieren in einem hierfür eingerichteten Labor. Die jungen Leute, die die Laufbahn des Ingenieur-Physikers wählen, arbeiten überdies in einem besonders gut ausgerüsteten *Labor für Technische Physik* und vervollständigen unter Leitung des Professors ihre Spezialkenntnisse.

Das *Laboratorium für Materialprüfung* stellt den Studenten des Bau-, Maschinen- und Elektroingenieurwesens und den Physikern wie auch den Architekturstudenten seine vielen Einrichtungen zur Verfügung, und alle haben im Verlauf ihrer Studien Gelegenheit, die Technik der Materialprüfung kennen zu lernen, indem sie einzeln an Laboratoriumsarbeiten teilnehmen, die den Gegenstand eines durch die Professoren beurteilten Versuchsberichtes bilden. Das Labor für Materialprüfung hat in den technischen Kreisen, die seine Dienste ausgiebig in Anspruch nehmen, als Stätte der Forschung seit vielen Jahren grosses Ansehen gewonnen.

Das vor kurzem gegründete *Laboratorium für Baustatik* veranschaulicht durch seine Demonstrations-Versuche und durch die praktischen Übungen die grosse Bedeutung der Spannungsoptik und der Messungen an Modellen für die Untersuchung statisch komplizierter Bauten. Den vorgerückten Studenten steht es völlig frei, für sich persönlich ausgedehntere Versuche zu unternehmen. Dieses junge Laboratorium ist eines von jenen, deren Dienste heute durch Praktiker für die Lösung besonderer Probleme ständig in Anspruch genommen werden.

Im allgemeinen wird heute eingesehen, dass der Unterricht in Maschinenbau nicht erteilt werden kann, ohne dass der zukünftige Ingenieur selber teilnimmt an Versuchen mit mechanischen Anlagen, an Kontrollen, Wirkungsgradbestimmungen usw. Zu diesem Zweck wurden das *Elektrotechnische Labor*, das *Labor für Hydraulische Maschinen* und das *Labor für Wärmekraftmaschinen* eingerichtet. Diese Laboratorien sind nicht, wie es manchmal der Fall ist, Museen oder Fabriken en miniature, die mit schnell aus der Mode gekommenen Maschinen ausgerüstet sind, wie man sie in allen elektrischen, thermischen oder hydraulischen Zentralen sehen kann. Es sind wirkliche Untersuchungslaboratorien, wo die Studierenden und die jungen Ingenieure sich mit Hilfe der besonders zu diesem Zweck angeschafften Apparate und Installationen mit den grundsätzlichen Erscheinungen vertraut machen können. Diese Laboratorien arbeiten überdies unter der Leitung der Profes-

soren mit ähnlichen Instituten oder mit der Privatindustrie zusammen zum Studium besonderer Probleme. Sie stellen sehr geschätzte Informations- und Untersuchungszentren dar.

Erst vor kurzem sind im normalen Studienprogramm der Bauingenieure Übungen in hydraulischen und erdbaukundlichen Versuchen aufgenommen worden. Zu diesem Zweck sind an der Ecole d'Ingénieurs vor etwa 20 Jahren zwei Institute gegründet worden, die sich seither stark entwickelt haben sowohl hinsichtlich des Unterrichts als auch in bezug auf ihre zahlreichen Beiträge zur Lösung von Problemen, die sich bei grossen Bauten in der Schweiz und im Ausland gestellt haben.

Das *Hydraulische Laboratorium* steht den Studenten während eines Semesters einen ganzen Vormittag lang zur Verfügung. Hier führen sie einzeln und unter Leitung der Professoren und Assistenten Übungen durch, um sich die Aneignung der hydraulischen Grundgesetze und der Hauptregeln der Technik des hydraulischen Modellversuchs zu erleichtern. Da das Hydraulische Labor der Ecole Polytechnique der Universität Lausanne neben der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH das einzige in der Schweiz ist, das systematische Modellversuche vornehmen kann, sind ihm aus der Schweiz und dem Ausland im Verlauf der letzten Jahre eine Anzahl Studien von grösster Wichtigkeit und höchstem Interesse anvertraut worden, die sich auf Wasserkraftanlagen und Hafengebäuden beziehen. Das Laboratorium hat daher grosse Erfahrung auf diesen Gebieten sammeln können, und die erreichte Zusammenarbeit zwischen ihm und der Praxis hat sich auf den Unterricht günstig ausgewirkt, indem den Studenten vielseitiges Studienmaterial geboten werden kann.

Das *Geotechnische Institut* wurde eingerichtet, um dem Bedürfnis nach Vervollständigung des Unterrichts zu genügen und um gleichzeitig dem Verlangen der technischen und industriellen Kreise nach einem Institut für Erd- und Grundbau-Untersuchungen entsprechen zu können. Daher hat dieses Labor seit seinem Bestehen mit verschiedenen öffentlichen Verwaltungen zusammengearbeitet, insbesondere mit dem Baudepartement des Kantons Waadt, das in entscheidender Weise zur Entwicklung des Labors beiträgt. Es ist heute anerkannt, dass der junge Ingenieur imstande sein muss, den Baugrund objektiv zu beurteilen. Zu oft haben Bauten an Fehlern (Setzungen, Risse) gelitten, die ausschliesslich durch ungenügende Untersuchung der Bodenprobleme entstanden waren. Das war in den letzten Jahren insbesondere bei Strassen (Frostschäden) der Fall. Auch die stets zunehmende Grösse der Dämme und Aufschüttungen zeigt, dass die Geotechnik ein Zweig der technischen Wissenschaften ist, dessen Bedeutung täglich wächst, im Gleichklang mit den immer mächtiger werdenden Mitteln für den Transport der Lockergesteine. Das Geotechnische Labor der EPUL hat in den letzten Jahren durch seine Publikationen weitgehend dazu beigetragen, die technische und finanzielle Bedeutung moderner Baugrunduntersuchungen bekannt zu machen.

Unter den Instituten und Laboratorien der Ecole d'Ingénieurs muss noch das *Photogrammetrische Institut* erwähnt werden, das, mit modernen Instrumenten ausgerüstet, imstande ist, den Geometer- und Bauingenieurstudenten mit den neuesten Methoden der stereophotogrammetrischen Aufnahmen vertraut zu machen. Auch dieses Institut arbeitet mit Verwaltungen und industriellen Kreisen zusammen.

Erwähnen wir noch das Institut für *Angewandte Mathematik*, an das sich Professoren und Studenten wenden können, aber auch jeder Ingenieur oder Industrielle, wenn er zur Abklärung irgend eines technischen Problems mathematische Hilfe braucht.

Schliesslich wurde kürzlich durch die gemeinsamen Bemühungen des Hydraulischen Labors und des Labors für Baustatik eine *Staumauer-Forschungsstelle* (Centre de recherches pour l'étude des barrages) gegründet, deren Aufgabe es sein wird, zur Lösung der besonders schwierigen Probleme beizutragen, die die grossen Staumauern stellen, besonders hinsichtlich der Verteilung der Kräfte. Handelt es sich um Pfeiler-, Bogen- oder Gewichtsmauern von grossen Abmessungen, wie sie heute üblich werden, so ist es unerlässlich, die Berechnungen durch Modell-Untersuchungen zu überprüfen und zu vervollständigen. Andererseits ruft die Erstellung grosser Mauern zahlreichen technologischen Problemen, die dank der Zusammenarbeit der verschiedenen Laboratorien der Schule untersucht werden können. Diese Forschungsstelle, wo unter Aufsicht der Professoren vorgerückte Studenten und frisch Diplomierte tätig sind, arbeitet mit den Erbauern der grossen

Staumauern zusammen, für die sie vorliegende Probleme untersucht.

Alle diese Laboratorien und Institute unterstehen ausschliesslich der EPUL. Ueberdies verfügt die Schule für verschiedene Spezialgebiete, insbesondere für die Ausbildung der Ingenieur-Chemiker, über mehrere Laboratorien, die der Faculté des Sciences unterstehen.

### Schlussbetrachtungen

Der vorliegende Bericht zeigt, dass die für den höheren technischen Unterricht an der EPUL verantwortlichen Behörden im Laufe der letzten Jahre die notwendigen Massnahmen zu treffen wussten, um diesen Unterricht der ständig fortschreitenden Entwicklung der technischen Wissenschaften anzupassen. Noch mehr: indem sie bestimmte Institute mit vollkommenen Einrichtungen versahen, nicht nur zu Unterrichtszwecken, sondern auch zu Untersuchungsarbeiten in Gemeinschaft mit den technischen Kreisen der Industrie, haben es

diese Behörden der Schule ermöglicht, zum Fortschritt der technischen Wissenschaften einen bemerkenswerten Beitrag zu leisten. Damit hat die Schule der Stadt Lausanne ihre Anziehungskraft als Studienzentrum, sowie als Zentrum der Forschung, Dokumentation und Information gewahrt — Züge, die seit dem Beginn der Ecole d'Ingénieurs nicht aufgehört haben, sich auszuwirken.

In ihrer ununterbrochenen Entwicklung hat die EPUL mannigfache Hilfe empfangen, hauptsächlich durch Industrielle und Unternehmungen, die einsahen, wie wichtig eine erfolgreiche Tätigkeit der EPUL für das wirtschaftliche Leben des Landes ist. Diese Unterstützungen fliessen ihr aus Kreisen der ganzen Schweiz und sogar aus dem Ausland zu. Besser als jede andere Tatsache zeugen sie von der Qualität des erteilten Unterrichtes. Sie bedeuten eine Anerkennung der Professoren und ehemaligen Schüler, die sich in der Industrie und im nationalen Leben überhaupt angesehene Stellungen geschaffen haben.

## Pivots pour turbines hydrauliques

Par J. CHAPPUIS, Ingénieur aux Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S. A.

DK 621.24 — 233.16

### 1. Introduction

Lors de la construction de turbines hydrauliques d'une certaine importance, l'ingénieur n'a pas seulement à résoudre des problèmes d'hydraulique pure mais nombre d'autres, relevant de domaines divers. Il y a celui très complexe et si discuté du réglage de la vitesse, ceux non moins délicats de l'étanchéité sur les arbres moteur, etc. Tous doivent satisfaire aux conditions particulièrement sévères du fonctionnement ininterrompu d'une centrale hydro-électrique. L'un de ces problèmes est posé par l'existence dans toute turbine à réaction de fortes poussées axiales augmentées, dans le cas d'un groupe à axe vertical, du poids des parties tournantes. Pour le résoudre, il a fallu développer des paliers de butée ou pivots capables de supporter en service continu des charges se chiffrant couramment par centaines de tonnes, et c'est de ces pivots que nous voudrions entretenir ici nos lecteurs.

Rappelons brièvement que, dans tout pivot moderne, la charge axiale est supportée par un film d'huile se mettant spontanément sous pression entre un anneau mobile solidaire de l'arbre du groupe et une série d'éléments fixes de construction particulière. La surface inférieure de l'anneau est absolument lisse, elle constitue ce qu'on appelle *la glace* du pivot. Elle tourne dans un plan rigoureusement perpendiculaire à l'axe de rotation. Les éléments fixes sont généralement constitués par une série de segments reposant sur un anneau de base ou étant solidaires de ce dernier.

En marche normale, il n'existe aucun contact métallique entre les parties fixes et tournantes. L'anneau du pivot flotte littéralement sur une nappe d'huile. Cette nappe est normalement extrêmement mince puisque son épaisseur est de l'ordre de quelques centièmes de millimètres. Il ne s'agit donc que d'un film d'huile dont la présence est cependant indispensable à la bonne marche et à la conservation du pivot. La formation d'un bon film d'huile n'est toutefois pas la seule condition à remplir pour qu'un pivot donne entière satisfaction et nous résumons dans le paragraphe suivant les points essentiels qu'il y a lieu de considérer lors de sa construction.

### 2. Conditions à remplir

Les conditions essentielles à remplir sont les suivantes:

- Il faut que le film se forme rapidement au démarrage, alors même que la vitesse est encore très faible, et qu'il subsiste sous les plus fortes charges. Sa rupture, même partielle, entraînerait un contact métallique entre la glace et la surface portante des segments, ce qui aurait pour résultat la destruction immédiate du pivot par grippage.
- Un bon pivot doit pouvoir démarrer sans qu'il soit nécessaire de prendre des mesures particulières avant la mise en service du groupe. Nous pensons notamment à l'obligation de soulever le rotor du groupe ou au préchauffage de l'huile avant de pouvoir effectuer les premiers tours de machine.
- Il faut aussi que l'arrêt puisse se faire sans danger, contrairement à ce qui se passe dans certaines installations où l'on n'ose pas arrêter les groupes de peur de provoquer un grippage au moment du ralentissement, alors que l'huile et les surfaces métalliques sont encore chaudes.

- Il faut que la circulation d'huile ne produise pas une dangereuse émulsion entre l'huile et l'air, pouvant provoquer soit une rupture du film d'huile soit une augmentation de volume et un débordement dans les parties tournantes de l'alternateur.
- Il faut que l'élévation locale de la température des pièces principales ne donne lieu à aucune déformation nuisible susceptible de modifier la forme du film d'huile et de provoquer éventuellement sa disparition.
- Il faut enfin que la répartition des charges soit aussi uniforme que possible sur l'ensemble des segments, de manière que le fonctionnement de chacun d'eux corresponde bien aux conditions prévues. L'importance de cette dernière question croît avec la grandeur et la charge du pivot. En effet, une répartition irrégulière de la charge peut être la cause de vibrations capables de donner naissance à une corrosion de contact, par exemple dans l'emboîtement du pivot sur l'arbre du groupe, et ceci particulièrement sur des pivots de grandes dimensions.

### 3. Film d'huile

La théorie du film d'huile est connue depuis la fin du siècle passé, c'est-à-dire depuis les travaux publiés sur ce sujet par Osborne Reynolds. En fait, ce n'est qu'une vingtaine d'années plus tard que ces travaux ont été utilisés pour la construction de pivots et de paliers établis d'une façon scientifique; mais ils sont aujourd'hui universellement connus et utilisés en sorte que nous pouvons nous dispenser de donner un nouvel exposé théorique de la question. Ce qui importe cependant, c'est de savoir que l'épaisseur du film croît avec la vitesse et avec la viscosité de l'huile, tandis qu'elle décroît lorsque la pression spécifique sur les segments augmente. Lorsqu'on veut avoir un film d'huile dont l'épaisseur minimum ne tombe pas en dessous de certaines limites, il faut donc ou bien choisir une huile à forte viscosité, ou bien diminuer la pression spécifique, ce qui implique cependant une augmentation des dimensions générales du pivot.

Certains constructeurs cherchent à pousser les pressions spécifiques aussi haut que possible. Nous avons préféré construire nos pivots avec une pression spécifique plutôt faible. Ceci permet d'utiliser une huile plus fluide et assure en outre une énorme sécurité pendant les périodes de démarrage et d'arrêt, ainsi que nous le verrons plus loin. Ce choix est également très avantageux au point de vue du coefficient de frottement et de l'augmentation de température de l'huile dans son passage entre les parties fixes et la glace du pivot. Des expériences faites à grande échelle ont montré que dans deux pivots semblables, fonctionnant dans les mêmes conditions de charge et de vitesse, l'huile reste très sensiblement plus froide dans le pivot où la pression spécifique est la plus basse. Cette constatation est extrêmement intéressante car elle montre bien l'avantage considérable d'une pression spécifique relativement faible au point de vue sécurité.

### 4. Périodes de démarrage et d'arrêt

Le choix d'une pression spécifique très basse permet d'obtenir un film d'huile important ayant une température relativement faible et permet en outre de garnir les segments de métal anti-friction. De longues et minutieuses expériences