Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 108 (1990)
Heft: 41

Artikel: ETHL-Mikrotechnik-Ingenieur
Autor: Burckhardt, Christof W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77526

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: 13.07.2025

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

- Die Optik spielt bei vielen Produkten der Mikrotechnik eine Rolle, sogar ausserhalb der eigentlichen optischen Geräte. Glasfaseroptik, kohärente und integrierte Optik sind von den Laboratorien der Physiker zu den Mikrotechnikprodukten vorgedrungen, wie es das Beispiel CD-Spieler zeigt.

Multidisziplinäre Konzeption

Eine Charakteristik der Mikrotechnik ist die Multidisziplinarität. Eine wichtige Aufgabe des Ingenieurs, der sich mit der Konzeption eines neuen Mikrotechnikproduktes befasst, besteht darin, die Schnittstelle zwischen verschiedenen Disziplinen zu finden, im besonderen zwischen der Elektronik und der Mechanik.

ETHL-Mikrotechnik-Ingenieur

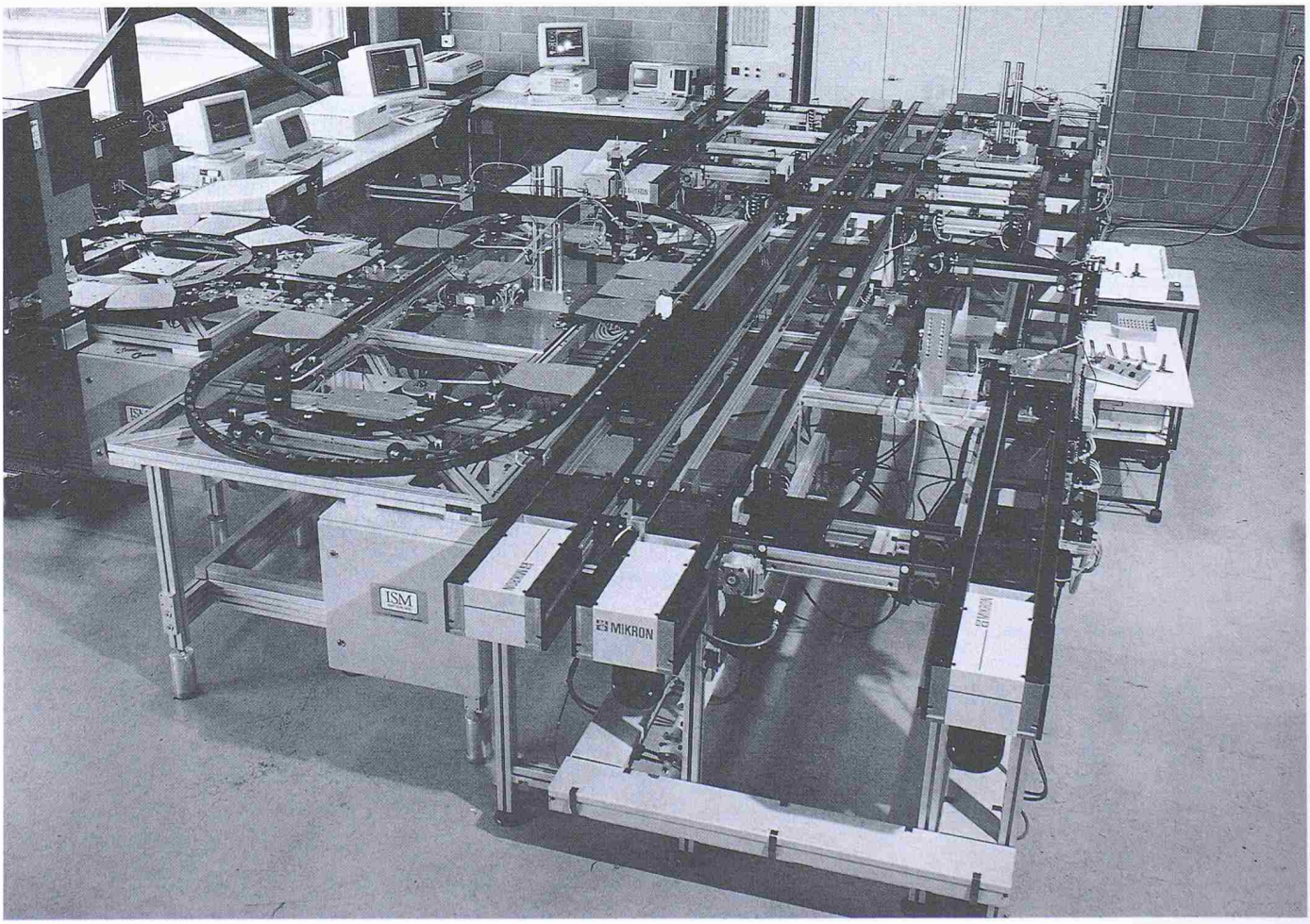
Es gibt in der Schweiz nur eine Schule auf Universitätsstufe, die den Titel «diplomierter Mikrotechnikingenieur» vergibt: die Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (ETHL). Diese Ausbildung wird an der ETHL seit 1978 angeboten; sie wird in enger Zusammenarbeit zwischen der ETHL und der Universität Neuenburg organisiert. Ziel ist die Ausbildung von Ingenieuren für die Mikrotechnikindustrie, die in den verschiedensten Gebieten eingesetzt werden können (Forschung, Fertigung, Verkauf, Marketing usw.); im Vordergrund steht jedoch der Sektor Produktentwicklung.

Heute werden für eine Tätigkeit in der Entwicklung gute Kenntnisse benötigt, im besonderen auf dem Gebiet der neuen Technologien und der Fertigungs- und Montagetechniken. Die Konzeption eines neuen Produkts ist zur gemeinsamen Arbeit einer Gruppe geworden, die eine gute Kommunikation zwischen ihren Mitgliedern benötigt, von denen jedes eine andere Spezialisierung haben kann (Elektronik, Mechanik, Informatik, EDV- und robotergestützte Fertigung usw.). Dabei soll der Mikrotechnikingenieur auf Universitätsstufe diese Gruppe animieren. Um wirkungsvoll mit jedem Mitglied zu kommunizieren, muss er die spezifischen Probleme und auch die Fachsprache jedes technischen Gebietes kennen.

Man könnte sich nun fragen, was denn die Industrie früher, als es noch keine Mikrotechnikingenieure gab, gemacht hat und was sie heute tut angesichts der Tatsache, dass die Existenz einer Mikrotechnikingenieurausbildung immer noch nicht genügend bekannt ist.

So begegnet man Physikern auf diesen Posten der Koordinatoren bei der Produkteentwicklung. Ihre Ausbildung

Versuchsstand für automatische Montage, der am Institut für Mikrotechnik der ETH Lausanne (IMT) sowohl für Studentenprojekte wie für Industrieaufträge eingesetzt wird



weist gewiss eine genügend breite Basis auf und sichert die verlangte Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen. Der Physiker kennt die Grundlagen der Chemie, der Mechanik, der Elektrizität, der Informatik usw., doch die grösste Lücke in seiner Ausbildung besteht darin, dass diese nicht auf die Konzeption von Produkten ausgerichtet ist. Seine Ausbildung bereitet ihn in erster Linie auf eine analytische und nicht auf eine synthetische Tätigkeit vor. Der Wissenserwerb interessiert ihn mehr als dessen Anwendung in einem gegebenen wirtschaftlichen und sozialen Umfeld.

Obwohl die Mikrotechnik am Anfang ein Vertiefungsgebiet für Maschineningenieure war (dies war an der ETHL bis 1978 der Fall und ist es an vielen deutschen technischen Hochschulen bis heute), besitzen diese Ingenieure ungenügende Kenntnisse in der Elektronik und in der Mikroinformatik, häufig auch in der Optik.

Der Elektroingenieur dagegen weiss oft zuwenig von der Konstruktion sowie von den Produktionstechniken.

Einen Graben überwinden

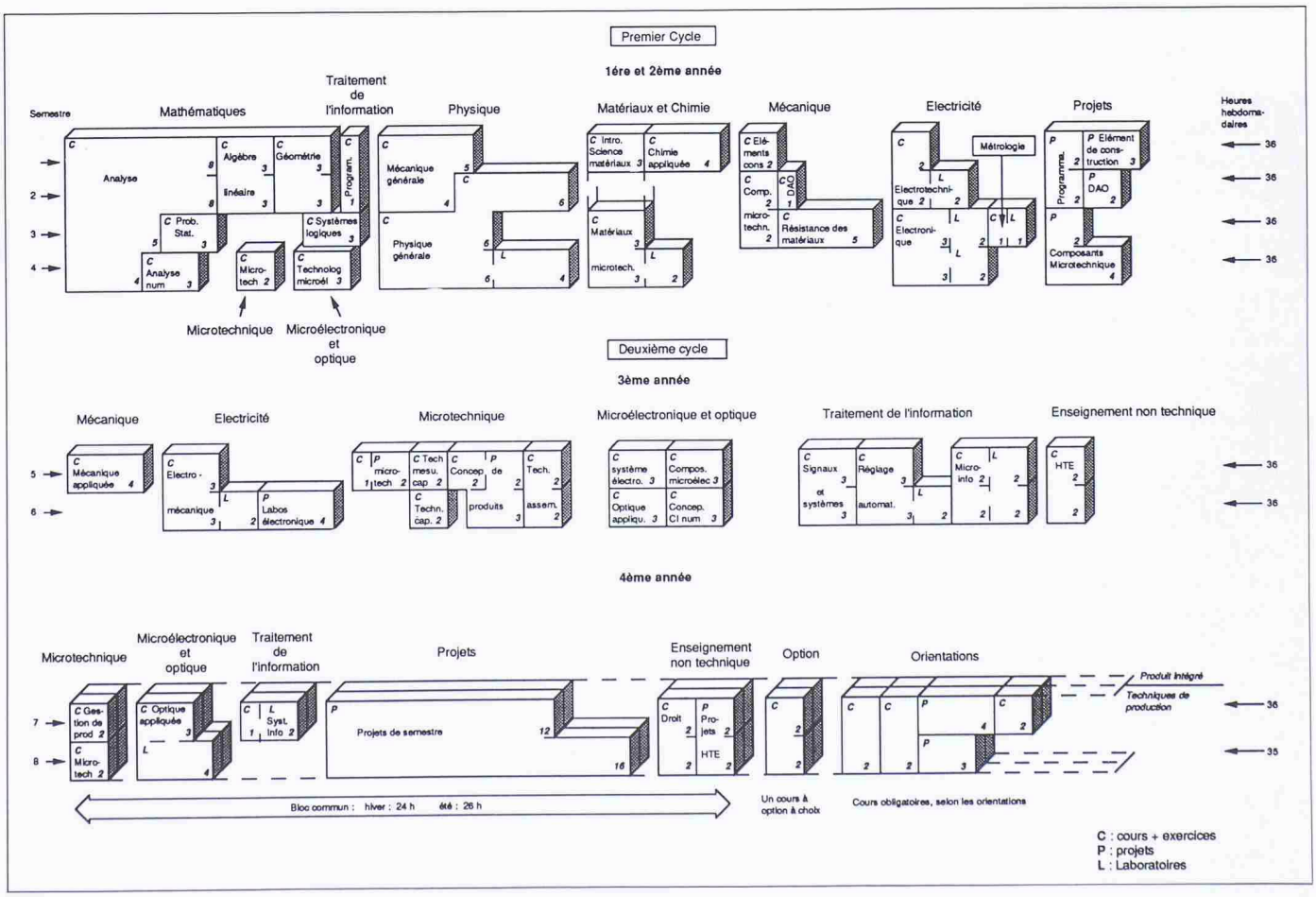
Selbstverständlich kann jeder Ingenieur lernen, was ihm fehlt, was im allgemeinen in der Berufspraxis von jeher gemacht wurde und wird. Abgesehen von der Zeit und den Mitteln, welche die Unternehmen in diese «Nach-Ausbildung» investieren müssen, stellt man fest, dass oft noch ein Graben zwischen der Mechanik und der Elektrizität besteht und dass sich der klassische Ingenieur auf der einen oder auf der anderen Seite dieses Grabens befindet. An vielen Orten versucht man diesen Graben zu überwinden, indem man «Mechatronik»-Kurse einführt, die den Horizont des Ingenieurs auf der einen oder der anderen Seite des Grabens erweitern sollen.

Bei der Ausbildung zum Mikrotechnikingenieur versucht man diesen für den Entwicklungsverantwortlichen von Mikrotechnikprodukten so unheilvollen Graben zu vermeiden. Die ideale Lösung ist sicherlich eine Ausbildung, die ihn erst gar nicht entstehen lässt. Die Konzeption von mechanischen Produkten, von elektronischen Schaltungen und die Programmierung von Mikroprozessoren müssen parallel, zu gleichen Gewichten behandelt werden.

Wie bei den meisten Ingenieuren muss das Studium zuerst eine Grundausbildung in Mathematik, Physik, Chemie und Informatik gewähren. Der Unterricht über die Arbeitswerkzeuge, wie technisches Zeichnen, die Arbeit am

Visueller Stimulator zur Bestimmung der Flickergrenze des menschlichen Auges, der am IMT im Rahmen von Studentenprojekten entwickelt wurde

Bildschirm und die Sprachen (Französisch, Englisch, Deutsch) müssen früh genug in Angriff genommen werden. Spezifischerer Unterrichtsstoff der Mikrotechnikbranche muss dann folgen, wie Elektronik, Mechanik, Werkstoffe, Mikrotechnik, Elektromechanik, Konstruktion, Automatik und Optik. Der Studienplan muss einige Vertiefungsgebiete enthalten, wie automatische Montage, Robotik u.a. Während des letzten Studienjahres und seiner praktischen Diplomarbeit sollte der Student schliesslich anhand von Projekten die Arbeitsmethoden des Mikrotechnikingenieurs lernen.



Studienplan der Abteilung Mikrotechnik an der ETH Lausanne

Die Mikrotechnik an den HTL

28 Ingenieurschulen vergeben jährlich rund 2300 schweizerische Ingenieurdiplome HTL. 15 von ihnen bieten technischen Vollzeitunterricht. An 6 von diesen 15 Schulen kann das Diplom eines Mikrotechnikingenieurs HTL erlangt werden:

- Ingenieurschule Biel (61 Studenten im Jahr 1990)
- Ingenieurschule Buchs (220 Studenten)
- Ingenieurschule Genf (55 Studenten)
- Ingenieurschule des Kantons Neuenburg, Le Locle (47 Studenten)
- Ingenieurschule St-Imier (19 Studenten)
- Ingenieurschule des Staates Waadt, Yverdon (56 Studenten).

Der HTL-Ingenieur ist ein ausführender Ingenieur. Seine Ausbildung stützt sich auf solide praktische Erfahrung und umfasst, je nach Studienplan, fünf bis sieben Jahre. Mikromechanik, Elektronik, Informatik und Robotik sind die Hauptgebiete, die er beherrschen lernt mit Hilfe der ihm beigebrachten wissenschaftlichen Grundlagen. Einen wichtigen Teil der höheren Ausbildung stellen Laborübungen dar. Das Studium erreicht seinen Höhepunkt in den Diplomarbeiten, von denen die meisten aus Anfragen aus der Industrie stammen und deren Dauer je nach Schule von 8 bis 16 Wochen reicht.

Die Ingenieurschulen sind in der Lage, Entwicklungsarbeiten auszuführen. Die immer noch zu hohe Unterrichtslast der Lehrer (22–24 Lektionen wöchentlich) begrenzt allerding das Engagement der HTL bei der Zusammenarbeit mit der Industrie. Nur eine Reform ihrer administrativen Strukturen (in dieser Hinsicht sind Studien im Gang) würde der Wirtschaft erlauben, vom Entwicklungspotential, das Kompentenz und Ausrüstung dieser Schulen bieten, voll zu profitieren.

S. Jaccard
Direktor der Ingenieurschule HTL
des Kantons Neuenburg

Der neue Studienplan an der ETHL

Da die Abteilung Mikrotechnik seit einigen Jahren mehr als hundert neue Einschreibungen jährlich verzeichnet und zu den meistbesuchten der ETHL gehört und weil die Erfordernisse der Technik eine Verstärkung der Mikrotechnikerausbildung hin zu den Montagetechniken und der industriellen Informatik verlangen, trat im Herbst 1989 ein neuer Studienplan in Kraft (siehe Tabelle).

Die Übersicht zeigt die verschiedenen Fächer, die in eine Anzahl Kategorien aufgeteilt sind. Es ist vielleicht interessant, was, kurz zusammengefasst, der Inhalt derjenigen Kurse ist, die unserer Meinung nach das Spezifische dieses Studienplanes ausmachen:

- Im 4. Semester findet sich eine «Einführung in die Mikrotechnik», die die Tätigkeit des Mikrotechnikingenieurs in der industriellen Welt festlegt, die sich mit der Miniaturisierung beschäftigt, mit den Gesetzen der Ähnlichkeit, mit der Informationstheorie, den mechanischen Systemen und der Überschneidung elektrisch/mechanisch.
- Im 3. Jahr hat der Unterricht in «Konzeption von Produkten» die Stimulierung des kreativen Prozesses zum Hauptziel; er reicht vom Erwerb der Entwicklungsmethoden von Mikrotechnikprodukten, von der Grundidee bis zur Produktionsreife.
- Ebenfalls im 3. Jahr enthält das Fach «Mikrotechnik» Einführungen in höchst unterschiedliche Fertigungstechnologien und -prozesse, präsentiert in der Form von Seminarien.
- Im 4. Jahr haben die Studenten, parallel zu einem immer noch wichtigen Bildungsweg, die Wahl zwischen zwei Richtungen: «Integrierte Produkte» oder «Produktionstechniken». Die Option «Integrierte Produkte» bietet vertieften Unterricht in den Halbleitertechniken (amorphe elektronische Materialien und Anwendungen, Optoelektronik, integrierte Adapter und Schaltungen, Mikroelektroniklaboratorien), während die Richtung «Produktionstechniken» das Hauptgewicht auf die Entwicklung von Techniken und Mitteln der automatischen Montage legt (Hardware, darunter die Roboter, und Software).

Auch die beste Ausbildung ist nie abgeschlossen

Es ist offensichtlich, dass jeder Lehrplan, der eine multidisziplinäre Ausbildung anstrebt, auf Schwierigkeiten stösst. Die Ingenieurausbildung darf nicht zu oberflächlich bleiben. Durch Übungen, in Seminarien und vor allem bei der Arbeit an Projekten kann eine gewisse Gründlichkeit der Ausbildung erreicht werden. Man muss sich auch bewusst sein, dass dieser Lehrplan Lücken aufweist; nennen wir zum Beispiel das Design und gewisse wirtschaftliche Bereiche (zum Beispiel das Marketing), die für den Ingenieur in der Praxis sehr wichtig werden. Es ist unvermeidlich, dass der Ingenieur während seiner Laufbahn noch viele Materien lernen muss; das Studium muss vor allem die Grundlagen und die nötigen Mittel verschaffen, um sich im Berufsleben zurechtzufinden.

Die Ausbildung zum Mikrotechnikingenieur im Ausland

Erstaunlicherweise gibt es bei unseren italienischen Nachbarn keine mit derjenigen der ETHL vergleichbare Ausbildung, wo diese doch eine auf diesem Gebiet wichtige Industrie besitzen (z.B. Olivetti). Dagegen besteht eine ausgezeichnete Schule zur Ausbildung von Mikrotechnikern auf Hochschulstufe in Besançon, Frankreich. Während in den angelsächsischen Ländern praktisch nichts existiert, gibt es bei unseren deutschen Nachbarn zehn Universitäten, die eine Spezialisierung in Mikrotechnik anbieten: Berlin, Braunschweig, Hamburg, München, Stuttgart, Dresden und Ilmenau, wo es sich um eine Spezialisierung im Rahmen der Maschineningenieurausbildung handelt, sowie Darmstadt, Duisburg und Wuppertal als Spezialisierung in der Laufbahn des Elektroingenieurs.

Jedes Mikrotechnikinstitut an den deutschen Universitäten hat sein Spezialgebiet. In Berlin ist es zum Beispiel die biomedizinische Technik, in Brauschweig die Konstruktionsmethodenlehre, in München die Konzeption von Computerperipherien, in Stuttgart die Optik und in Darmstadt die Montageautomation.

Auch andere europäische Länder besitzen eine Universitätsausbildung in Mikrotechnik: die Niederlande, Dänemark, Schweden sowie Polen, Ungarn und Rumänien.

Alle zwei Jahre treffen sich Mikrotechnikprofessoren aus ganz Europa zu einer dreitägigen Tagung an einer der Universitäten, um Studienpläne zu diskutieren und Forschungsresultate vorzustellen. 1986 fand diese Zusammenkunft mit einer Teilnehmerzahl von 40 Personen an der ETH Lausanne statt.

Die Entwicklungsländer kennen im allgemeinen keine Mikrotechnikausbildung, was sich aus der Absenz einer Industrie, die solche Ingenieure anstellen könnte, erklären mag. In gewissen Ländern gibt es Bemühungen im Anfangsstadium, unterstützt von europäischen Ländern, z.B. in Indien und Brasilien.

Das Land mit der aggressivsten Wirtschaftspolitik auf dem Sektor der Mikrotechnikerzeugnisse ist Japan, und die dortige Ingenieurausbildung ist deshalb von hohem Niveau. Die auf diesem Gebiet sicherlich renommierteste Hochschule ist diejenige Tokios.

C.W. Burckhardt

Bei diesen zwei Beiträgen handelt es sich um Übersetzungen aus der Zeitschrift der ETH Lausanne, «Polyrama», Nr. 84, Mai 1990.

Adresse des Verfassers: Prof. *C.W. Burckhardt*, EPFL, Institut de Microtechnique, 1015 Lausanne-Ecublens