

Centre EPFL de MicroNano-Technologie (CMi), Lausanne

Zur Einführung wurde den Besuchern kurz die École polytechnique fédérale de Lausanne, EPFL, vorgestellt:

- Von den über 10'000 Studierenden sind 2'100 Doktorierende, 45% sind Schweizer und 41% stammen aus der EU.
- Die EPFL umfasst 5 Fakultäten mit insgesamt 13 Abteilungen, 26 Instituten und 350 Laboratorien und Forschungsgruppen.
- Im EPFL Innovationspark sind neben über 110 Start-ups auch Ableger einer ganzen Reihe renommierter Firmen beheimatet. Seit dem Jahr 2000 wurden 230 Start-ups an der EPFL gegründet.
- In Genf, Neuchâtel, Fribourg und Sion bestehen Aussenstationen der EPFL
- Die Gesamtkosten von CHF 943 Mio werden mit CHF 633 Mio vom Bund getragen und CHF 104 Mio stammen vom Schweizerischen Nationalfonds.

Anschliessend wurde das Zentrum für MicroNano-Technologie (CMi) vorgestellt:

Das CMi an der EPFL ist eine technologische Plattform, ein Komplex aus Reinräumen und Verarbeitungsgeräten für die Ausbildung und für das wissenschaftliche Experimentieren von Anwendern von Mikrotechnologien. Das CMi empfängt jedes Jahr mehr als 500 Doktoranden und Industriepartner, welchen eine Vielzahl von Mikro- und Nano-Fertigungsprozessen zur Verfügung stehen, Benutzer werden mit fortschrittlichen Geräten geschult und profitieren von einer persönlichen Beratung durch erfahrene Mitarbeiter. Das CMi bietet allerdings NICHT die Fabrikation von MicroNano-Komponenten als Dienstleistung für aussenstehende Firmen an. Der Erfolg vieler Forschungsprojekte und die rasante Entwicklung vieler Start-ups basieren auf dem breiten Angebot des CMi für Bildung im Bereich der MicroNano-Technologie, auf dessen wissenschaftlicher Forschung und auf dem direkten Zugang zu verschiedensten Mikrofabrikationsprozessen.

- Im Jahr 2016 wurde das CMi von insgesamt 530 Anwendern genutzt. Seit 2006 stieg deren Zahl jährlich um etwa 12%.
- Seit 1998 werden am CMi Integrierte Schaltungen (ICs) und Micro-Elektromechanische Systeme (MEMS) auf einer Reinraum-Gesamtfläche von 1'000 m² hergestellt.
- 2004 begann das CMi sich mit Nanotechnik zu beschäftigen.
- 2007 Elektronenstrahl-Lithographie
- 2010 Bio-Materialien und neue Materialien, Vergrößerung der Reinraumfläche um 300 m²
- 2013 Ionenstrahl-Aetzen
- 2014 Herstellung und Anwendung Fotolithographischer Masken, Trocken-Aetzen
- 2017 Vergrößerung der Reinraumfläche um weitere 100 m²
- 2018 Stepper Lithographie mit schrittweisem Belichten der Foto-Schicht

Der Betrieb aller Reinräume erforderte 2016 erhebliche Aufwendungen beim Verbrauch von Elektrizität (2,7 Mio kWh), Heizungswärme (1,9 Mio kWh), Kühlwasser (6'10'000m³), Reinwasser (21'000m³) und Stickstoff (330'000 m³) und verursacht Kosten von total CHF 812'000.-. Die Kosten der Reinraum-Infrastruktur liegen bei CHF 19 Mio, jene für die apparative Ausrüstung bei CHF 31 Mio. Zur Unterbringung der Infrastruktur dient jeweils unter- bzw. oberhalb des eigentlichen Reinraumes ein eigenes Stockwerk für die Energie-, Flüssigkeits- und Gas-Speicherung und -Verteilung sowie deren Vor- und Nachbehandlung, inkl. Be- und Entlüftung. Die erwärmte Abluft wird zur Wärmerückgewinnung genutzt.

Am CMi werden jährlich über 200 Berichte publiziert.

Um in einem der Reinräume arbeiten zu dürfen, muss der Benutzer zuerst einen halbtägigen

Einführungskurs besuchen und den von ihm zur Anwendung vorgesehenen Prozessablauf vom technischen Ausschuss absegnen lassen. Anschliessend wird er in der Bedienung und Handhabung der zu benützenden Apparate und Geräte geschult.

Am einleitenden Vortrag wurden zum Schluss noch ein paar typische Projekte vorgestellt, wie z.B.

- Realisation eines wenige Atomschichten dicken Monolayer MoS₂ – Transistors
- elastische Haut mit integrierter Elektronik, welche den Tast-Sinn nachbildet und mit dem Nervensystem kommuniziert
- Flüssigkeits-Pumpe als Micro Elektro Mechanisches System aufgebaut
- Implantierbare Elektrode zur Stimulation bestimmter Regionen im Gehirn
- auf einem Chip integrierte Spule zur Magnetresonanz-Untersuchung von biologischem Gewebe und anderer Mikrostrukturen
- Kontaktlinsen-Sensor mit integriertem telemetrischem Mikroprozessor und Dehn-Messstreifen zur kontinuierlichen Ueberwachung des Augendrucks
- auf einem Chip integrierter Abtast-Spiegel zum Einsatz in einem Mikroprojektor

In einem Reinraum dürfen wegen Kontamination der bearbeiteten bzw. hergestellten Objekte nicht einmal die kleinsten Teilchen über die Kleidung abgegeben werden. Deshalb ist die richtige Reinraumbekleidung für die optimale Funktion des Reinraumsystems auch von höchster Bedeutung, denn sie verhindert, dass ungewollt Partikel in die Raumluft gelangen. Vor dem anschliessenden Rundgang durch die Reinräume des CMI mussten deshalb alle Teilnehmer die obligate Schutzkleidung anziehen: Overall mit Kapuze, Haarabdeckung, Atem-Filter und Mundschutz, Abdeckbrille, Ueberschuhe aus PE-Folie, ESD-Fersenband und darüber noch Ueberzieh-Stiefel sowie Latex-Reinraumhandschuhe.

Nach Passieren der elektronischen Zutrittskontrolle wurden beim Gang durch die verschiedenen Reinräume sowohl die dort verwendeten Apparaturen als auch die Infrastruktur gezeigt:

- Die Reinräume und die zugehörigen Räume für die Infrastruktur stehen unter leichtem Ueberdruck. Bei Druckabfall wird ein Alarm ausgelöst.
- Aus Sicherheitsgründen sind Leitungen für hochreaktive Flüssigkeiten und Gase doppelwandig ausgeführt. Der Zwischenraum steht auch hier unter leichtem Ueberdruck, und bei Druckabfall wird Alarm ausgelöst.
- Einrichtungen zur Lithographie: Elektronenstrahl- und Photo-Lithographie. Um die Massgenauigkeit beim Arbeiten zu gewährleisten, sind alle Reinräume bei einer Temperatur von 21 °C ± 0.1°C thermostatisiert.
- Beschichtungs-, Bedampfungs- und Sputter-Anlagen und Oefen für Lacke, Kunststoffe oder für Metalle, in Dickschicht und Dünnschicht-Technologie, zum Aushärten, Konditionieren oder Trocknen.
- Aetz-Vorrichtungen für nasses und trockenes (Ionenstrahl- und Elektronenstrahl-) Aetzen
- verschiedene weitere Bearbeitungsprozesse: Schleifen, chemisches Polieren, Elektro-Plattieren
- Messeinrichtungen für alle relevanten elektrischen, mechanischen, optischen Messgrössen, inkl. Verschiedene Atomic Force Microscopes

Website der EPFL: <https://www.epfl.ch/>

Instituts-Website: <https://cmi.epfl.ch/>

Autor: P. Kirchhofer

Bilder:



Vorbereitung für das Betreten der Reinräume © Ph. Fischer