

# Gebäudetechnik für Nanotechnologie-Forschung

Welche ausserordentlich hohen Anforderungen in der Reinraumtechnik, in der Erschütterungsfreiheit und im Bereich «Noise-free» für die Erforschung von Nanotechnologien zu erfüllen sind, zeigt der kürzlich in Betrieb genommene Neubau von IBM und ETH in Rüschlikon. **Text** Curt M. Mayer

■ Für den Neubau mussten sowohl bauliche Massnahmen als auch Gebäudetechnik und Klimatisierung auf höchstem Niveau umgesetzt werden. Er ist dem IBM-Campus in Rüschlikon angegliedert und besteht aus einem kombinierten Forschungs- und Bürogebäude mit Tiefgarage für IBM Research als auch für die ETH Zürich.

Der viergeschossige Bau umfasst im Untergeschoss nebst der Tiefgarage und den komplexen haustechnischen Anlagen die Speziallabors für die Erforschung der Nanotechnologie. Im Erdgeschoss sind die Reinräume auf einer Fläche von 800 m<sup>2</sup> angeordnet. Die Obergeschosse werden kombiniert als Forschungslabors

(Wet- und Drylab) als auch als Büros ausgestattet.

Als Anspruch wurde von der Bauherrschafft definiert, «das beste Labor der Welt» zur Erforschung der Nanotechnologie zu errichten. Entsprechend dem Hauptanliegen nach Nachhaltigkeit ist das Gebäude im Minergie-Standard mit Zertifizierung errichtet worden. Das wurde auch mit der Anwendung von Recyclingbeton, Photovoltaik und Erdsonden erreicht. Die Planung erfolgte durch BGS Architekten Rapperswil, die Realisierung durch die GU Karl Steiner AG.

Herzstück des Gebäudes sind die im Niveau 0 situierten Noisefree-Labs. Sie erfordern komplexe Abschirmungsmass-

nahmen gegen Immissionen wie Erschütterungen und elektromagnetische Felder und weisen äusserst anspruchsvolle Forderungen im Bereich Lüftung und Temperatur auf. Das Niveau 1 besteht baulich hauptsächlich aus der grossen Cleanroom-halle, in der Haus-in-Haus die Reinraumlabors installiert sind. Weiterhin sind im EG die Chemikalienlager sowie die Trafostation untergebracht. Die Niveaus 2 und 3 beinhalten die Drylabs bzw. Büros. Im zurückversetzten Dachgeschoss befinden sich Rückkühler und Lüftungsgeräte.

## Grundlagenforschung

Wissenschaftler und Ingenieure der ETH Zürich und von IBM verfolgen im neuen



Mit einem Minergie-konformen Haustechnikkonzept, dem Einsatz von energetisch optimierten Baumaterialien und Dämmstoffen, von Erdsonden sowie einer Photovoltaikanlage erfüllt das neue Forschungsgebäude in Rüschlikon die hohen Anforderungen an die Energieeffizienz.



**Zur Minimierung von Erschütterungen wurden spezielle Baumassnahmen umgesetzt: luftgedehrte Betonsockel und freischwebend aufgehängte Fussböden.** Foto IBM



**Im neuen, nach den beiden Nobelpreisträgern Gerd Binnig und Heinrich Rohrer benannten Nanotechnologie-Forschungszentrum in Rüschlikon, arbeiten in verschiedenen Labors mit einer Gesamtfläche von 950 m<sup>2</sup> Wissenschaftler von IBM und ETH Seite an Seite.** Fotos Curt Mayer

Nanotechnologie-Zentrum sowohl eigene wie gemeinsame Projekte. Das Spektrum der Forschungsaktivitäten reicht von der Grundlagenforschung zum Verständnis der physikalischen Eigenschaften und Vorgänge auf atomarer Skala bis hin zur Entwicklung neuer nanoelektronischer Bauelemente und Bauelemente-Architekturen sowie deren Fertigungsverfahren. Die ETH Zürich ist bereits mit drei Professuren permanent im neuen Zentrum vertreten.

Die Entwicklung neuartiger Schaltelemente für zukünftige Computerprozessoren und Speicher ist für die IBM ein zentraler Forschungsschwerpunkt. Innovationen in diesem Bereich sind kritisch für die Zukunft der IT-Industrie. Bereits heute weisen Computerprozessoren Bauelemente und Strukturen weit unter 100 Nanometer auf. Um künftig noch leistungsfähigere Computersysteme zu realisieren, die signifikant weniger Energie verbrauchen, erforschen IBM-Wissenschaftler unter anderem sogenannte Nanodrähte aus halbleitenden Materialien. Auf Basis dieser mit 3 bis 100 Nanometer extrem dünnen quasi eindimensionalen Strukturen entwickeln sie neue Transistor-Architekturen, die das Potenzial zeigen, bis zu zehnmal weniger Energie zu verbrauchen.

In Würdigung der Pionierleistungen der beiden IBM-Forscher und Nobelpreisträger Gerd Binnig und Heinrich Rohrer erhielt das Zentrum anlässlich der Eröffnung den Namen «Binnig und Rohrer Nanotechnology Center». Die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops (RTM), für das die Physiker 1986 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurden, ermöglichte es erstmals, einzelne Atome auf einer Oberfläche abzubilden. Viele sehen im erfolgreichen Ersteininsatz des RTMs die Geburtsstunde der Nanotechnologie. Das Binnig

and Rohrer Nanotechnologie-Zentrum bietet mit rund 6500 m<sup>2</sup> auf vier Ebenen eine Forschungsumgebung auf dem neuesten Stand der Technik. Kernstück des Gebäudes ist ein 950 m<sup>2</sup> grosser Reinraum für Mikro- und Nanofabrikation. Er wird mit mehr als 50 massgeschneiderten Instrumenten ausgestattet und bietet den Forschenden ein hohes Mass an Flexibilität.

Der Neubau hat ein Investitionsvolumen von 90 Millionen Franken, wovon

30 Millionen für die technische Infrastruktur anfallen. Diese Infrastrukturkosten und die entstehenden Betriebsaufwendungen teilen sich die Partner. Die Gebäudekosten wurden von IBM getragen. Der Reinraum wird von beiden Partnern gemeinsam benutzt, daneben hat die ETH Zürich Räumlichkeiten für mindestens zehn Jahre gemietet. Für IBM, die auf ihr hundertjähriges Jubiläum stolz sein kann, ist dies die höchste Investition, welche jemals ausser-



**Bundesrat Burkhalter lobt Forschungsinnovation**

Für Wissenschaftsminister Didier Burkhalter bietet die Nanotechnologie die Chance, unsere Welt zu verändern, wie er an der Eröffnung der neuen Forschungsanlage in Rüschlikon betonte und dabei für eine Freiheit in der Forschung plädierte. «Mit dem Setting einer beispielhaften Public-Private-Partnership kommt in diesem partnerschaftlich geführten Forschungszentrum ein Mass an Expertenwissen und Kompetenz, Polyvalenz und Schlagkraft zusammen, das seinesgleichen sucht», betonte der Bundesrat. «Ich bin überzeugt, dass diese Zusammenarbeit, diese enge Verbindung von Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie, Früchte tragen und in der Nanotechnologie nochmals neue Perspektiven für die Menschheit eröffnen wird.»

halb der USA von IBM für ein Projekt getätigt worden ist.

### Hightech in den «Noise-free-Labors»

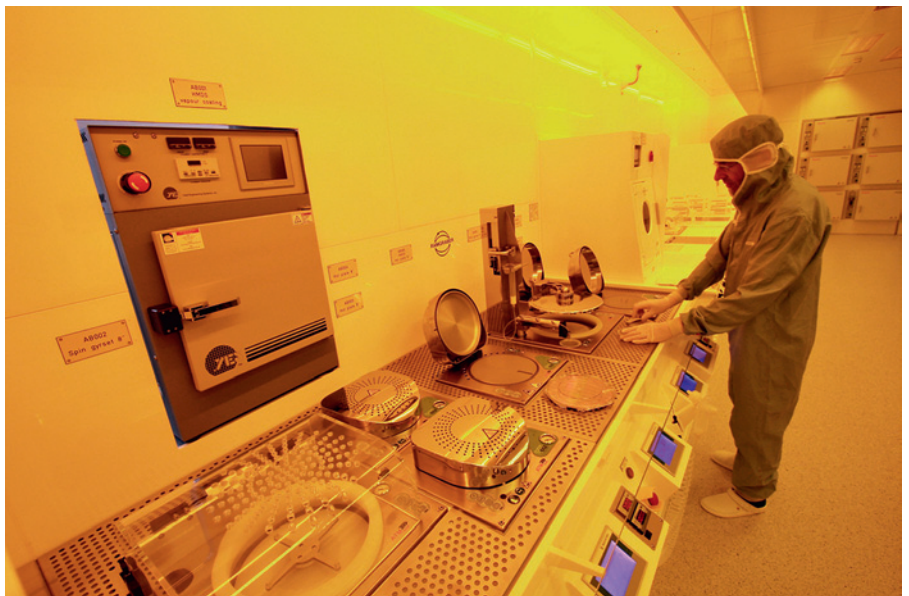
Mit aussergewöhnlichen baulichen Massnahmen sind Laboratorien erstellt worden, um die für die Nanotechnologie erforderliche Eliminierung externer Störquellen zu erfüllen. Dazu wurde in den sogenannten «Noise-free»-Labors durch hochentwickelte Abschirm- und Dämpfungsmassnahmen die Störfaktoren von aussen ebenso wie die Quellen der verwendeten Geräte und Maschinen minimiert. Die Situierung erfolgte im Kellerbereich rund 8 m unter der Erdoberfläche. Die Bodenplatte liegt direkt auf dem Gestein des Untergrunds.

Um die geforderten Werte zu erzielen, wurden verschiedene Massnahmen entwickelt und umgesetzt. Dazu gehören massive, luftgefederte und aktiv gelagerte Betonsockel von 30 bis 68 Tonnen Masse, ferner die schwingungsentkoppelte Benutzerplattform und die Gerätebedienung von einem speziellen Benutzerraum aus oder fernübermittelt. Für eine hohe Temperaturstabilität von +/- 0,1 Grad pro Stunde sorgt eine laminare, nicht verwirbelnde Klimatisierungsanlage.

Zur Erreichung der Reinraumkonditionen sind eine Zylinderlüftung mit minimalen Strömungsgeschwindigkeiten sowie lokale Kühl- und Vorwärmelemente eingebaut, die individuell eingestellt werden können. Jedes der Labors ist komplett mit magnetischem Nickel-Eisen-Metall verkleidet, einschliesslich Türen und Elektro-schränken. Hinzu kommen Kühldecke und LED-Beleuchtung.

### Reinraum erfüllt höchste Standards

Für die Grundlagenforschung von neuen Materialien und Elementen mit Strukturen im Nanometerbereich sind Labors mit möglichst einer geringen Anzahl von Partikeln in der Umgebungsluft unabdingbar. Dementsprechend ist der Reinraum in einem sogenannten Bay-Chase-Layout konzipiert, bei dem einzelne Raumabteile von einer Servicezone umgeben sind. Mittels spezieller Partikelfilter und einem optimierten Luftdurchsatz wird eine Reinraumklasse 100 erreicht. Das bedeutet, dass maximal 100 Partikel grösser 0,5 Mikrometer in einem Kubikfuss Luft gemessen werden. Das sind vier bis fünf Grössenordnungen weniger als in normaler Umgebungsluft. Das Versorgungssystem für die Reinraummedien basiert für Prozesskühlwasser auf einem geschlossenen Kreislauf mit hochreinem Wasser für die Wafer-Prozessierung. Die Gasversorgung ist für 27 Prozessgase von Standard bis Spezialgase ausgelegt. An Sicherheitsinstallationen sind Rauch- und Feuermelder, doppelwandige Rohrleitungen für Spezialgase sowie ein Monitoringssystem zur Gasdetektion eingebaut.



Mit Luftfluss- und Filtersystemen werden im Reinraum höchste Qualitätsansprüche bezüglich der Umgebungsluft erreicht. Foto IBM

### Gebäudetechnik-Fakten

#### Campus IBM-Forschungslabor Rüschlikon

Grundfläche	1500 m <sup>2</sup>
Gesamtfläche	6500 m <sup>2</sup>
Abmessungen	50 x 30 m

#### Reinraum

Nutzfläche	950 m <sup>2</sup>
Temperatur	20 - 22 (+/- 1) Grad C
Luftfeuchtigkeit	45 (+/- 5) %
max. Luftzufuhr	40 000 m <sup>3</sup> /h

#### Noise-Free Labs

Laborfläche	176 m <sup>2</sup>
Nebenräume	66 m <sup>2</sup>
Temperaturstabilität	DT < 0,1 Grad C/h
Elektromagnetische Felder	<5 nT AC, < 20 nT DC
Akustischer Lärmpegel	< 30 dB
Vibrationen	< 500 nm/s

### Nanotechnik-Forschung

Die Möglichkeiten der Nanotechnologie sind vielversprechend: Ob Effizienzsteigerung von Solarzellen, Grundlagen für Quantencomputer und energieoptimierte Transistoren – alle profitieren von den Erkenntnissen, welche die Nanowissenschaften an den Tag bringen. Von dieser Querschnittstechnologie erhoffen sich die Forscher von IBM und ETH Innovationen auf verschiedenen Gebieten. Die Nanotechnik wendet Funktionen in einem ausserordentlich kleinen Massstab an und konzentriert sich auf Strukturen und Prozesse in Dimensionen unter 100 Nanometer – das ist ungefähr 400-mal dünner als ein menschliches Haar. Von der Forschung gehen immer wieder entscheidende Impulse in der Nanoforschung aus. Die ETH nennt dazu einige ausgewählte Beispiele im Überblick: Effiziente Sensoren aus Kohlenstoffnanoröhren sowie von der Natur inspirierte neue Verbundmaterialien. Quantencomputer dank Graphen? Im heutigen Informationszeitalter sind Computerchips nicht mehr wegzudenken. Sie arbeiten in Laptops, Handys und Autos. Diese physikalisch klassischen Systeme könnten in Zukunft durch Quantensysteme ergänzt werden.