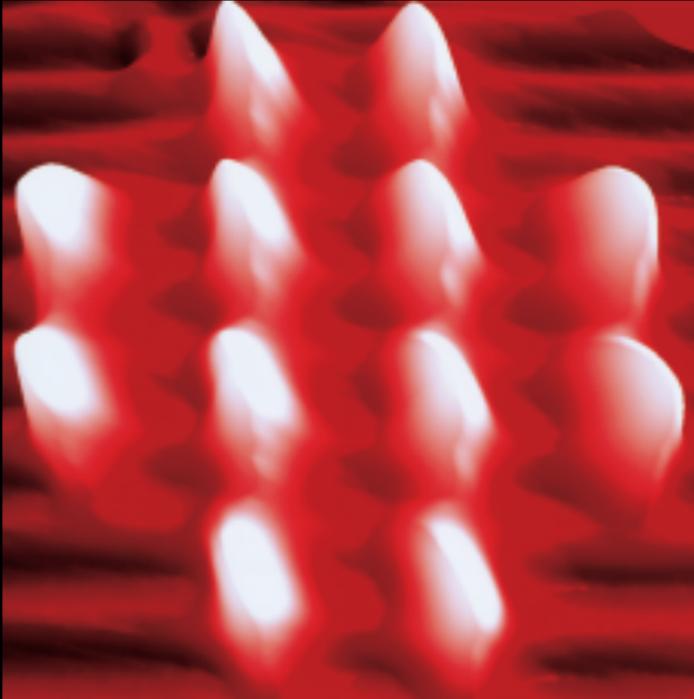


Power of 10 – eine Reise in den Nanokosmos



Materials Science & Technology



SATW

Spaziergang durch die Dimensionen

In 10er-Schritten in die Welt des Nanometers

Der Meter ist ein Mass, mit dem sich unsere Welt gut vermessen lässt. Doch seit es Mikroskope und Teleskope gibt, wissen wir, dass es noch «andere» Welten gibt – sowohl im Kleinen wie im Grossen. In den vergangenen Jahrhunderten haben die Menschen diese Welten erforscht und teilweise auch zu beherrschen gelernt.

Dieses Büchlein führt Sie von der realen Welt, wie Sie diese mit Ihren Sinnen wahrnehmen und erleben können, in die Welt des Nanometers. In neun Schritten (mit jeweils 10facher Vergrösserung) gelangen Sie in den «Nanokosmos». Die Bilder illustrieren an je einem biologischen und an einem von Menschenhand erzeugten technischen Objekt, wie die Welt im entsprechenden Massstab aussieht.

Der «Spaziergang» wurde vom Swiss Nanoscience Institute SNI, der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften SATW und der Empa gemeinsam konzipiert und realisiert.

Vergrößerung
Magnification

1 x



Auge

Von einem Gesicht bei einfacher Vergrößerung, wie z.B. bei der Betrachtung in einem Spiegel, sehen wir nur noch ein Auge. (Bild Universität Basel)

0 mm 10 mm 20 mm 30 mm 40 mm



Display und digitaler Photoapparat

Sie gehören heute zu einem Mobiltelefon und ermöglichen neben dem Telefonieren viele zusätzliche Funktionen. Das Herz des digitalen Photoapparats, der Bildsensor links oben im Bild, besteht aus einem Siliziumkristall. (Bild Karl Knop)

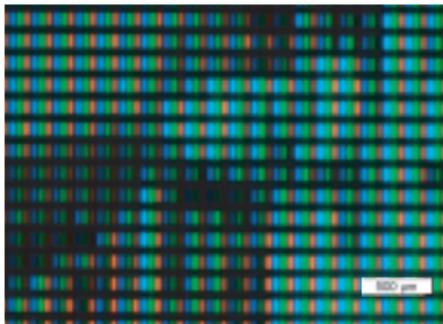
Vergrößerung
Magnification

10 x



Biene

Die Westliche Honigbiene wird schon seit langer Zeit in Europa zur Honiggewinnung eingesetzt. (Bild André Karwath)

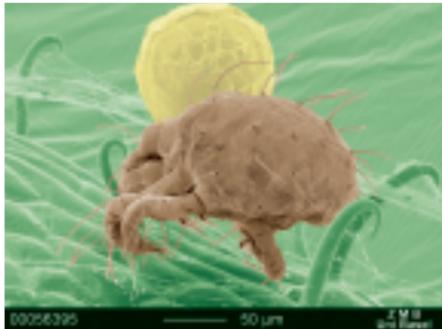


LCD-Display

Um Farbbilder anzuzeigen, ist das Display in kleine Rechtecke (Pixel) mit den Grundfarben rot, grün und blau aufgeteilt, die einzeln elektronisch angesteuert werden. Die richtige Kombination der Intensität der jeweiligen Farbpixel ergibt dann die gewünschte Farbe. (Bild Karl Knop)

Vergrößerung
Magnification

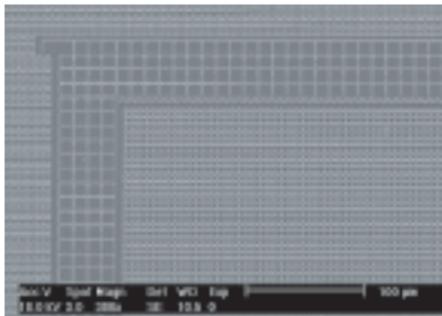
100 x



Spinnmilbe

Die bekannteste Milbenart, die Hausstaubmilben, sind fast überall im Haushalt «anzutreffen». Sie tummeln sich in Matratzen, Teppichen, Polstermöbeln und Stoffen. (Bild ZMB Universität Basel)

0 µm 100 µm 200 µm 300 µm 400 µm

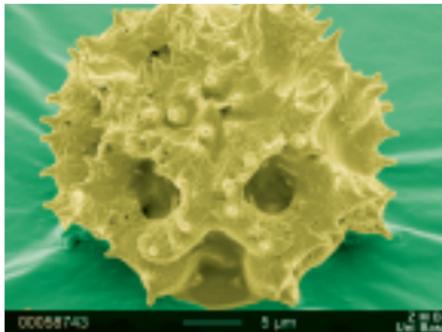


Bildsensor

Um Bilder aufzunehmen, braucht es ,wie im Bild in der rechten unteren Hälfte dargestellt, ein gleichförmiges Feld von lichtempfindlichen Bildpunkten (Pixel). Zu jedem Pixel gehört auch ein Transistor, welcher das einfallende Licht an diesem winzigen Ort misst. Diese einzelnen Transistoren sind im Silizium eingegraben und daher nicht sichtbar. (Bild CSEM)

Vergrößerung
Magnification

1'000 x

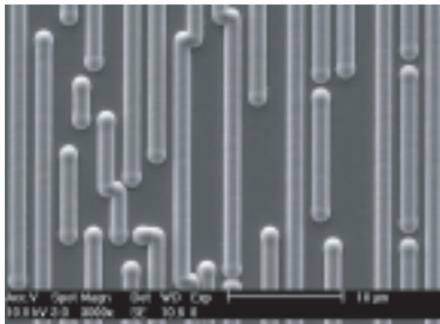


Lorbeerpollenkorn

Der Pollen wird von Samenpflanzen zur geschlechtlichen Fortpflanzung produziert. Die Aussenhaut ist sehr widerstandsfähig und besitzt aufgelagerte Spitzen.

(Bild ZMB Universität Basel)

0 µm 10 µm 20 µm 30 µm 40 µm

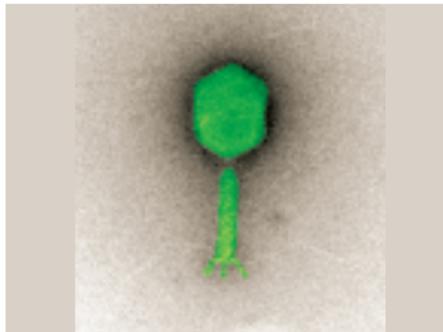


Leiterbahn

Ein einziger Bildsensor enthält viele Millionen Transistoren, die über winzige «Drähte», so genannte Leiterbahnen, verbunden sind. In einem Chip gibt es bis zu elf übereinander geschichtete Ebenen mit Leiterbahnen. (Bild CSEM)

Vergrößerung
Magnification

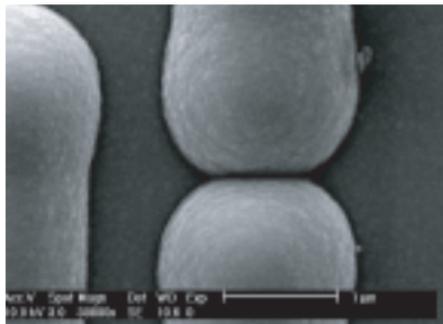
10'000 x



Bakteriophage

Dieser Virus verwendet mangels eigenen Stoffwechsels eine geeignete lebende Bakterienzelle als Wirt. Mit dessen Reproduktionsmechanismus kann sich der Bakteriophage vermehren.

(Bild ZMB Universität Basel)



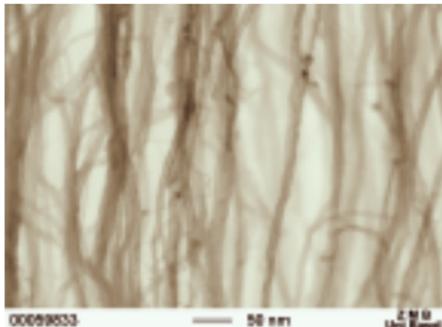
Leiterbahn-Verbindungen

Sie garantieren die Verbindung von einer Leiterbahn-Ebene zur anderen. Die im Bild gezeigten Leiterbahnen sind zwar 50-mal dünner als ein Haar, doch werden heute bereits solche produziert, die nur noch ein Tausendstel eines Haares dick sind.

(Bild CSEM)

Vergrößerung
Magnification

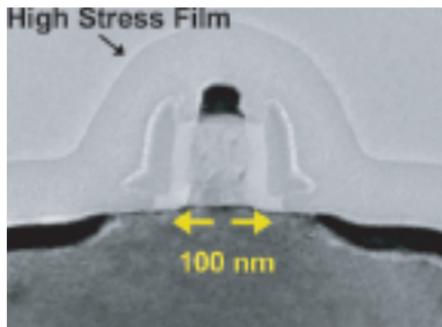
100'000 X



Nanoröhrchen

Ein Wald von Kohlenstoff-Nanoröhrchen unter dem Rasterelektronenmikroskop.

(Bild ZMB Universität Basel)

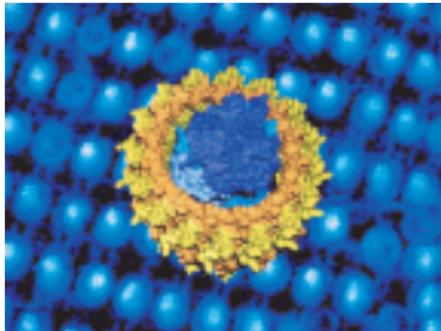


Transistor

Die kleinsten Transistoren, die heute hergestellt werden, sind 100–300 Nanometer gross, d.h. auf einem Quadratmillimeter Silizium haben 100 Millionen bis zu einer Milliarde Transistoren Platz. Diese Zahl verdoppelt sich jährlich und ein Ende ist noch nicht in Sicht! (Bild INTEL)

Vergrößerung
Magnification

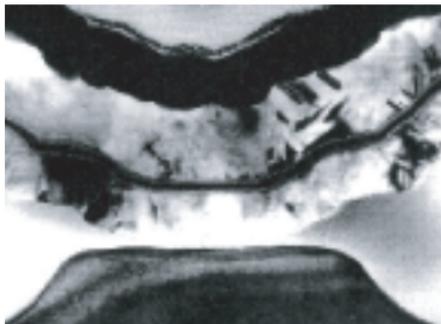
1'000'000 x



Biochemische Maschinen

Modell eines RC-LH1-Komplexes, der von Pflanzen für die Photosynthese gebraucht wird. (Bild NFS Nanowissenschaften)

0 nm 10 nm 20 nm 30 nm 40 nm

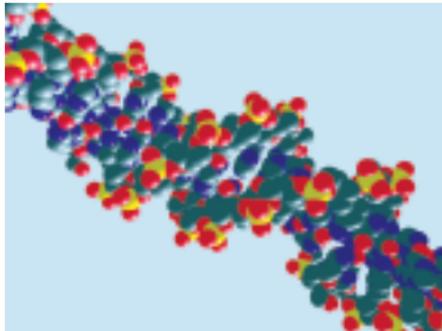


Digitale Speicherzelle

Sie gehört neben den Transistoren zu den kleinsten Elementen einer digitalen Schaltung und wird schätzungsweise in mehreren Dutzend Millionen pro Tag und Erdenbürger hergestellt. Die Information wird in einem kleinen Kondensator elektrisch gespeichert. Die beiden Elektroden sind durch eine nur wenige Nanometer dicke Oxydschicht getrennt. (Bild STEAG MicroTech)

Vergrößerung
Magnification

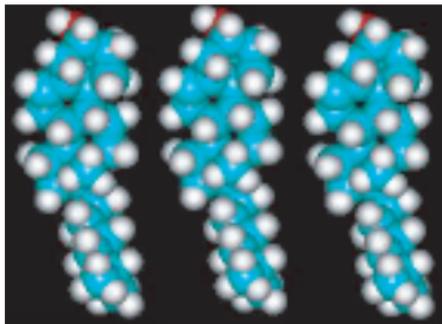
10'000'000 x



DNS

Desoxyribonukleinsäure ist ein langes spiralförmiges Molekül, welches die Erbinformationen für die biologische Entwicklung von Zellen enthält. Der Durchmesser dieser Doppelspirale beträgt rund einen Nanometer. (Bild NFS Nanowissenschaften)

0 nm 1 nm 2 nm 3 nm 4 nm



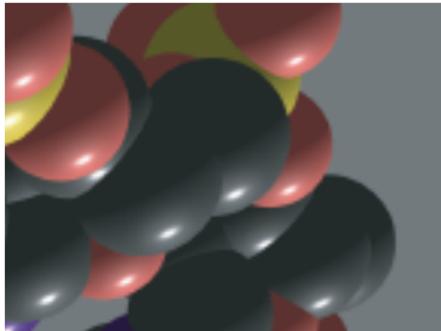
Flüssigkristall-Moleküle

Sie werden so synthetisiert, dass sie die gewünschten Eigenschaften möglichst gut erfüllen. Sie müssen in einem elektrischen Feld ausgerichtet werden können, um den optischen Brechungsindex zu verändern.

(Bild Karl Knop)

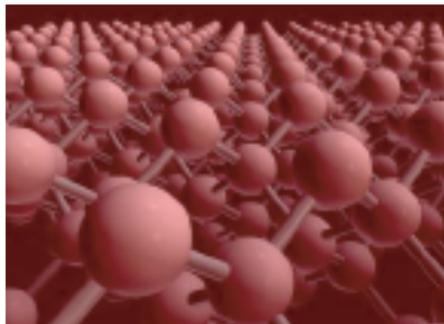
Vergrößerung
Magnification

100'000'000 x



Ein Kohlenstoff-Atom

Das wichtigste Element in der Natur ist aufgrund seiner chemischen Eigenschaften der Kohlenstoff. Der Durchmesser eines einzelnen Kohlenstoff-Atoms (schwarz dargestellt) beträgt 0.14 Nanometer oder 140 Picometer. Das Bild zeigt einen Ausschnitt der DNS. (Bild NFS Nanowissenschaften)



Silizium-Einkristall

Kristallines Silizium wird auch der «Stahl des 20. Jahrhunderts» genannt: So wie im 19. Jahrhundert der Stahl die Basis für die technische Revolution war, so hat das Silizium das 20. Jahrhundert geprägt. Kohlenstoff in seinen vielfältigen Formen zeichnet sich als Material des 21. Jahrhunderts ab. (Bild Fogline)

Die SATW fördert die Entwicklung der Nanotechnologie

Die Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) vereinigt Personen, Institutionen und Fachgesellschaften in der Schweiz, die in den technischen Wissenschaften, deren Anwendung und deren Förderung tätig sind. Als Dachgesellschaft ist sie nicht kommerziell orientiert und politisch unabhängig.

Die SATW setzt sich für die Förderung der Technik zum Wohl der Gesellschaft und für die Stärkung des Technikverständnisses in der Bevölkerung ein. Sie führt Veranstaltungen durch, publiziert Studien und Periodika, lädt zu Besichtigungen ein, äussert sich zu aktuellen Fragen und unterstützt die Aktivitäten anderer Organisationen.

Die Kommission für Nanotechnologie der SATW trägt durch ihre Aktivitäten zu einer positiven Entwicklung der Nanotechnologie in der Schweiz im Interesse von Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Gesellschaft bei. Sie fördert den Dialog zwischen den unterschiedlichen Interessengruppen und positioniert sich als kompetente und verantwortungsvolle Ansprechpartnerin für Politik und Öffentlichkeit.

SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences

Das Swiss Nanoscience Institute SNI Basel

Das Swiss Nanoscience Institute (SNI) Basel ist ein interdisziplinäres Forschungsnetzwerk auf dem Gebiet der Nanowissenschaften und Nanotechnologie. Das SNI geht aus dem Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) Nanowissenschaften hervor. Dieser wurde 2001 unter Leitung des Basler Physikprofessors Hans-Joachim Güntherodt gestartet und hat sich inzwischen als weltweit anerkanntes Exzellenzzentrum etabliert.

Der NFS Nanowissenschaften umfasst die fünf Forschungsschwerpunkte Nanobiologie, Quantencomputer und Quantenkohärenz, Atomare und Molekulare Nanosysteme, Molekulare Elektronik, Funktionale Materialien und hierarchische Selbstassoziation. Hinzu kommen begleitende Projekte wie zurzeit Nanoethik.



Die Empa im Profil

Die Empa ist eine interdisziplinäre Forschungs- und Dienstleistungsinstitution für Materialwissenschaften und Technologieentwicklung innerhalb des ETH-Bereichs. Ihre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten orientieren sich an den Anforderungen der Industrie und den Bedürfnissen der Gesellschaft und verbinden somit Forschung und praktische Umsetzung. Dadurch ist die Empa in der Lage, ihren Industriepartnern massgeschneiderte Lösungen anzubieten, welche die Innovationskraft der Firmen fördern und gleichzeitig die Lebensqualität für alle verbessern.

Ihre Kompetenzen in den angewandten Nanowissenschaften bündelt die Empa im Forschungsprogramm «Nanotechnologie», eines der fünf strategischen Forschungsprogramme der Empa. Sicherheit, Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit von Werkstoffen, Materialien – etwa Nanomaterialien – und Systemen sind Querschnittsthemen, die alle Aktivitäten der Empa durchdringen.

Die Empa engagiert sich zudem stark in der Wissensverbreitung, der Aus- und Weiterbildung und im Technologietransfer und trägt auf diese Weise dazu bei, Innovationen in marktfähige Produkte umzuwandeln.





Materials Science & Technology

Empa

CH-8600 Dübendorf
Überlandstrasse 129

Telefon +41 44 823 55 11

Fax +41 44 821 62 44

CH-9014 St. Gallen
Lerchenfeldstrasse 5

Telefon +41 71 274 74 74

Fax +41 71 274 74 99

CH-3602 Thun
Feuerwerkerstrasse 39

Telefon +41 33 228 46 26

Fax +41 33 228 44 90

www.empa.ch



SNI Swiss Nanoscience Institute
Universität Basel
Klingelbergstrasse 82
CH-4056 Basel
www.nanoscience.ch

SATW

SATW Schweizerische Akademie
der Technischen Wissenschaften
Seidengasse 16
CH-8001 Zürich
www.satw.ch