

Sie fragen, die ETH-Chefs antworten

Joël Mesot, Martin Vetterli und Michael Hengartner sind so etwas wie die obersten Wissenschaftler der Schweiz. In einer neuen Rubrik stellen sie sich den Fragen der Leserinnen und Leser rund um die Wissenschaft.

«Wo liegt die Grenze bei der Miniaturisierung von Chips? Was passiert, wenn man an die physikalischen Grenzen stösst, wenn man also zu einzelnen Atomen kommt?»

Igor

Ohne Halbleiterchips geht in der modernen Gesellschaft und Wirtschaft gar nichts. Smartphones, Autos, Herzschrittmacher, Waschmaschinen — kaum mehr ein Gerät wird nicht durch Chips gesteuert. Entsprechend dramatisch wirkt sich die momentane Knappheit an Chips als Begleiterscheinung der Pandemie aus. Und entsprechend gespannt blicken wir momentan auf die Entwicklungen in Taiwan, dem zurzeit wichtigsten Chiplieferanten.



Joël Mesot
Präsident der ETH. Der erste Romand in diesem Amt seit über hundert Jahren.

Hinter den immer höheren Rechenleistungen und stets neuen Anwendungen steht die Miniaturisierung der Transistoren. Auf den modernsten Chips befinden sich Milliarden von Transistoren. Könnte man diese Zahl an Bausteinen gleichmässig auf einem Tennisplatz verteilen, dann würde jedem Transistor kaum ein Quadratmillimeter Fläche zustehen. Auf einem Chip ist eine solche enorme Dichte nur möglich, weil die relevanten Strukturen eines einzelnen Transistors gerade mal einige zehn Nanometer lang sind (ein Nanometer ist ein millionstel Millimeter).

Bei diesen Dimensionen stösst man an zwei Grenzen: an Fabrikationsgrenzen und, wie Sie sagen, an physikalische Grenzen. Die Massenherstellung von Chips ist so anspruchsvoll, dass nur noch drei Firmen weltweit in der Lage sind, die neusten Chip-Generationen herzustellen — deswegen auch die Abhängigkeit von diesen Produzenten. Es gibt zwar Ansätze, die etablierten Transistortechnologien etwas weiter zu miniaturisieren und Probleme wie Stromzufuhr und Wärmeabfuhr zu lösen. Es

bleiben aber die physikalischen Grenzen.

Ein Transistor ist im Wesentlichen ein Schalter, um elektrischen Strom ein- und auszuschalten. In der «Aus»-Stellung wird eine Potenzialbarriere hochgefahren. Man stelle sich eine Mauer vor, an der Elektronen wie Tennisbälle abprallen. Wird diese Mauer sehr dünn, dann passiert etwas Unerwartetes: Ein Teil des Stroms fliesst durch die Mauer hindurch. Dieser sogenannte «Tunneleffekt» ist ein quantenmechanisches Phänomen, und er macht sich bereits bei heutigen Geräten bemerkbar, als Hauptteil der Leckströme im Stand-by-Betrieb. Bei noch kleineren Dimensionen machen es die Tunnelströme irgendwann unmöglich, den Schalter

überhaupt auf «Aus» stellen zu können. Berechnungen zeigen, dass dies bei Potenzialbarrieren kürzer als rund vier Nanometer auftreten könnte.

Weltweit wird deshalb intensiv an alternativen Transistor-Konzepten geforscht. An der ETH Zürich erkunden wir beispielsweise neue Ansätze für Komponenten mit atomaren Abmessungen. Unsere Forschenden konnten etwa in einer internationalen Kollaboration zeigen, wie man durch eine Kombination von elektronischen und optischen Methoden in der Tat mit einigen wenigen Atomen Ströme ein- und ausschalten kann. Damit liessen sich dann die physikalischen Grenzen weiter reduzieren. Solche Technologien stehen noch ganz am Anfang, aber die Aussichten sind gut, dass diese und andere Technologien die bestehende Chip-Technologie ergänzen oder gar ablösen werden. Im Übrigen arbeitet man in der Forschung an der dreidimensionalen Integration von Bausteinen, oder neuen Rechenkonzepten, die ähnlich funktionieren wie unser Hirn.

Nicht zuletzt öffnen neue Technologien auch bei der Produktion der Chips von morgen neue Türen. Die Schweiz sollte sich die Chance, hier an vorderster Front dabei sein zu können, nicht entgehen lassen.

Mit bestem Dank an die Professoren Mathieu Luisier und Jürg Leuthold von der ETH Zürich für ihren wertvollen Input.



1992

Bruno Manser auf dem Balkon seiner Eltern

Am 25. August wäre der 68. Geburtstag von Bruno Manser. In den 1980er- und 1990er-Jahren setzt sich Manser intensiv gegen die Zerstörung des Regenwaldes ein, informiert über die Menschenrechtslage im malaysischen Sarawak sowie den internationalen Holzhandel. Der Regenwaldschützer und Menschenrechtsaktivist gilt seit 2005 offiziell als verschollen. Das Archivbild aus dem Jahr 1992 zeigt Manser auf dem Balkon seiner Eltern in Basel.

Foto: Kurt Reichenbach © STAAG/RBA18-RC0118

Das Ringier Bildarchiv (RBA) umfasst mit rund sieben Millionen Pressebildern den analogen Bildbestand der Ringier AG sowie fotografische Nachlässe von Ringier-Fotografinnen und -Fotografen — und

ist damit das grösste Fotoarchiv der Schweiz in öffentlicher Hand. Es wird durch Bibliothek und Archiv Aargau erschlossen, konserviert und

digitalisiert. Das «Schauarchiv» im Stadtmuseum Aarau gibt einen umfassenden Einblick in die Bildproduktion und Archivarbeit.

Aktuell im Stadtmuseum Aarau: «Zeitgeschichte Aargau 1950–2000. Bilderkosmos eines halben Jahrhunderts»

Krimikolumne

Die neuen Beweise sprechen eindeutig gegen Johnny Depp, sagt Silvia Tschui.



GERICHTSKRIMI DEPP VS HEARD, ZWEITER AKT

Heute gibts wieder mal einen Real-Life-Krimi. Falls Ihnen das langsam auf die Nerven geht: Übernächste Woche läuft wieder ein «Tatort» und diese Tschui-schreibt-worauf-sie-Lust-hat-Eskapaden sind vorerst vorbei. Schön für «Tatort»-Fans, schade für mich.

Aber nun zum zweiten Akt der Amber-Heard-und-Johnny-Depp-Farce. Zunächst was bisher geschah: Johnny Depp verklagte seine Ex-Frau Amber Heard auf Ehrverletzung, weil sie sich in einem Artikel als Überlebende häuslicher Gewalt bezeichnet hatte. Der

Prozess wurde öffentlich ausgestrahlt, Heard auf Social Media lächerlich gemacht, ihm wurde recht gegeben, Depps Fans jubelten, sie ist finanziell ruiniert.

Wenn nur die Depp-Fans nicht gewesen wären. Die haben Tausende von Dollar gesammelt, um die Veröffentlichung bislang geheimer Gerichtsakten zu erwirken, die am Prozess nicht zugelassen waren — mit der Absicht, Heard weiterhin lächerlich zu machen. Nur rücken die Dokumente stattdessen Depp in ein schlechtes Licht: Depps Assistent bestätigt in Textnachrichten, dass ein zugehörn-

ter Depp Heard in einem Flugzeug misshandelt hat — und Depp selber entschuldigt sich in weiteren Textnachrichten bei Heard selbst.

Heard geht nach dem Prozess in Berufung. Es wird also ziemlich sicher einen dritten Akt im Drama geben. Was aber jetzt schon klar ist: Die Vorverurteilung von Heard — ob sie nun auch gelogen hat oder nicht, ob sie nun sympathisch rüberkommt oder nicht — war falsch. Und Hexenverbrennungen finden in unserer frauenfeindlichen Gesellschaft immer noch statt. Statt auf dem Scheiterhaufen einfach auf Social Media.