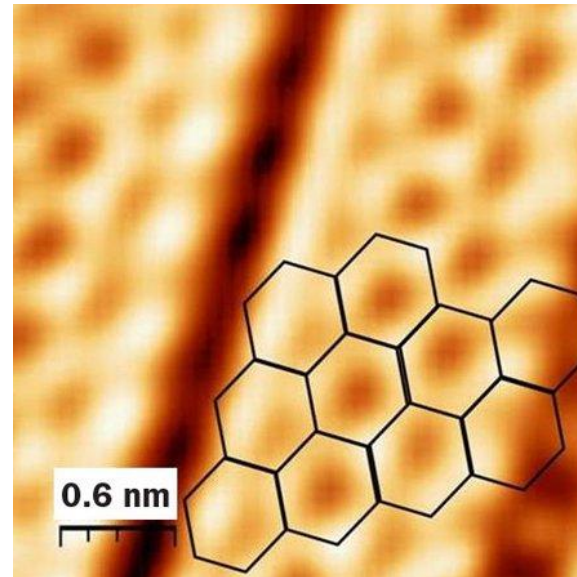


Hauptseminar

Mefer Dogan

Universität Paderborn

05.Mai.2011



<http://www.graphene-info.com/silicene-photo>

Nobelpreis Graphen

- I. Who is who?**
- II. Der Nobelpreis**
- III. Physikalische Eigenschaften**
- IV. Herstellungsmethoden**
- V. Produkte**
- VI. Quellen**
- VII. Fazit**

Andre Geim
(53 Jahre)



Auszeichnungen:

→2000 Ig-Nobelpreis
mit Michael Barry
→2007 Mott Medal
2007 Mitglied der Royal
Soicety

→2008 EuroPhysics Prize
zusammen mit [Konstantin
Novoselov](#)

→2009 Körber-Preis

→2010 [Nobelpreis für
Physik](#) zusammen
mit [Konstantin Novoselov](#)

Konstantin
Novoselov
(41 Jahre)



Auszeichnungen:

→2008: University of Manchester Researcher of the Year

→2008: Young Scientist Prize

→2008: EuroPhysics Prize zusammen mit [Andre Geim](#)

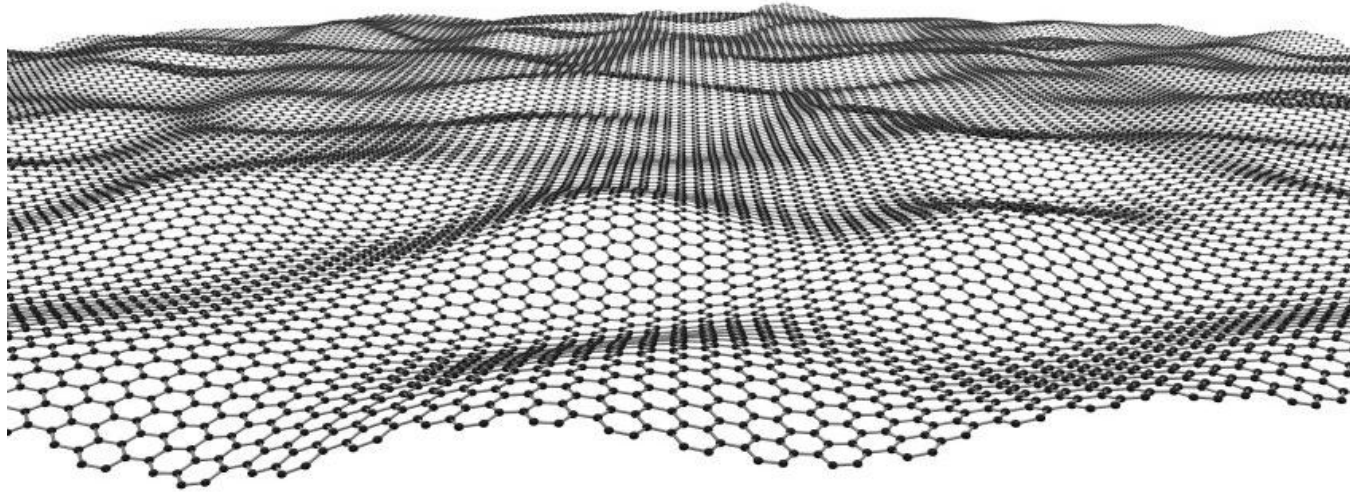
→2010: [Nobelpreis für Physik](#) zusammen mit [Andre Geim](#)

Ist Graphen ein Wundermaterial?

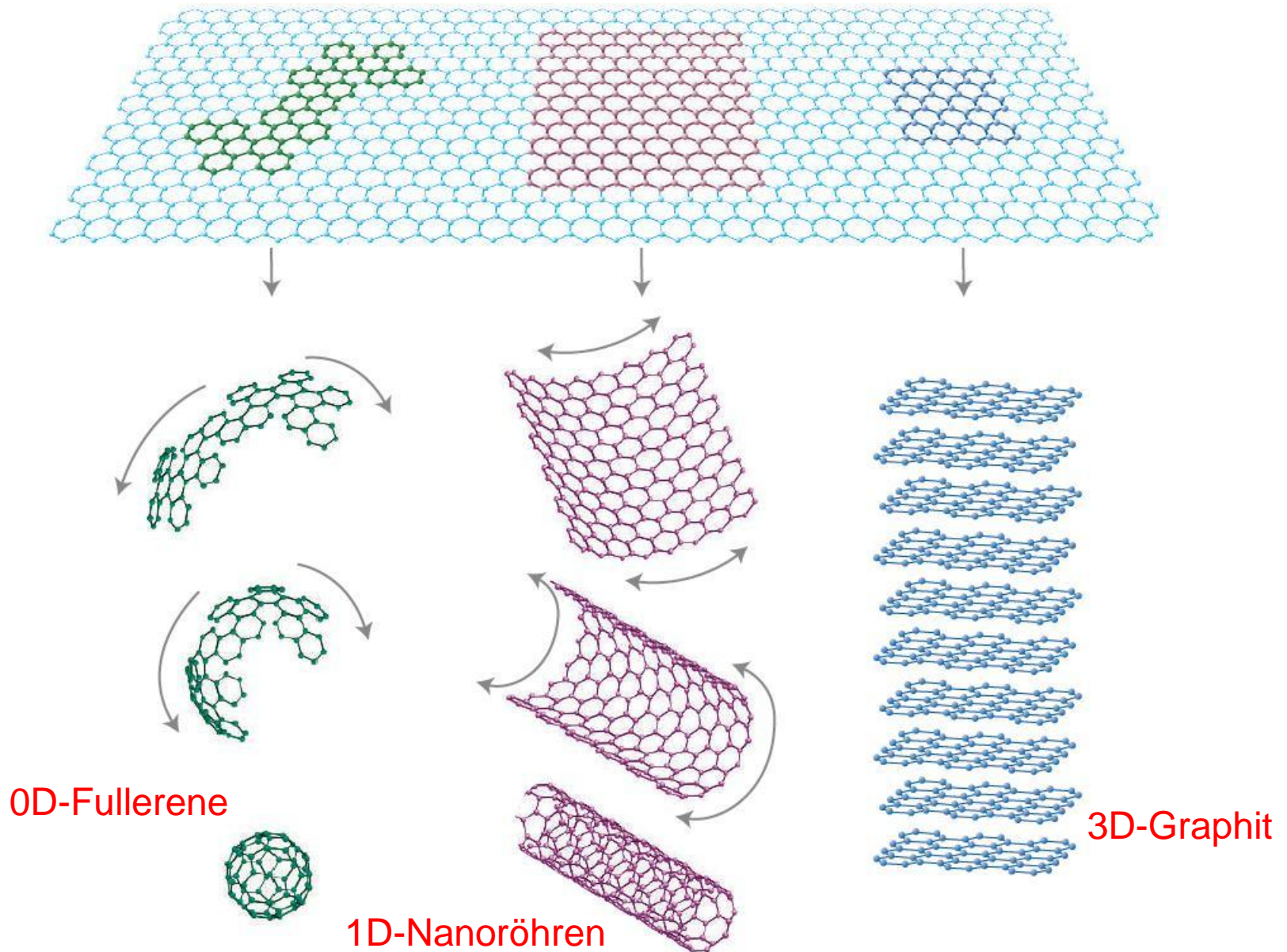
2D Anordnung

Verkettung von
Benzolringen

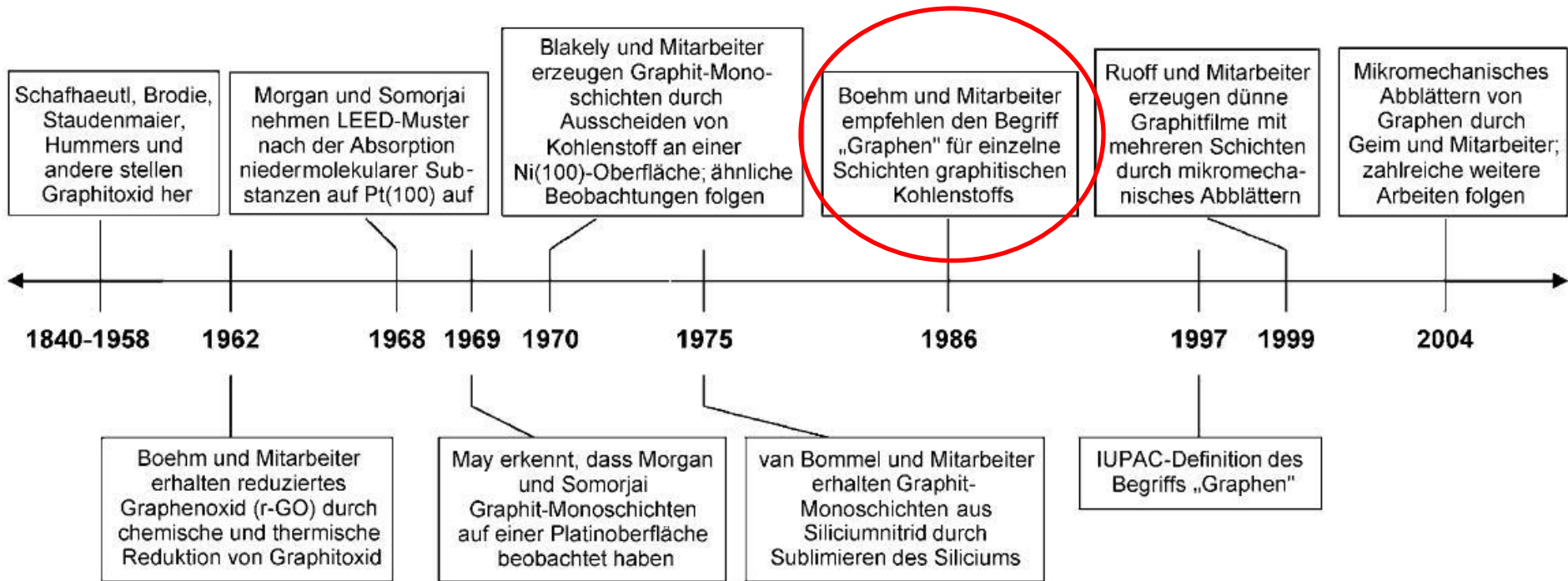
Besondere
Bandlücke



Besondere mechanische
Eigenschaften



Graphen- ein neues Material?



Graphen(e)- Der Name

„the ending -ene is used for fused polycyclic aromatic hydrocarbons, even when the root of the name is of trivial origin, for example, naphthalene, anthracene, tetracene, coronene, ovalene. A single carbon layer of the graphitic structure would be the final member of infinite size of this series. The term graphene layer should be used for such a single carbon layer.“

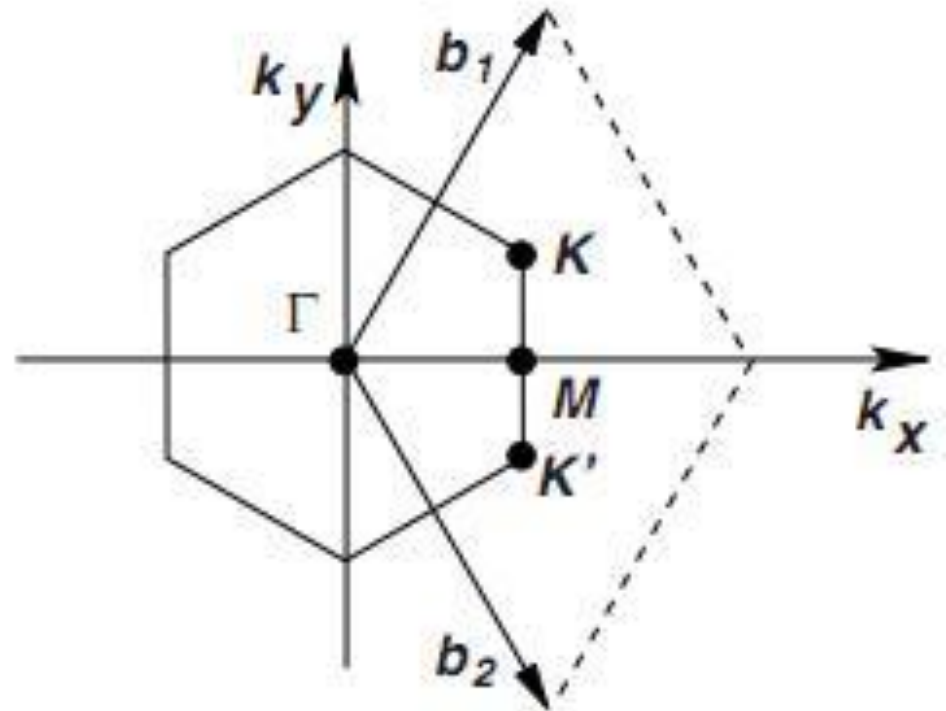
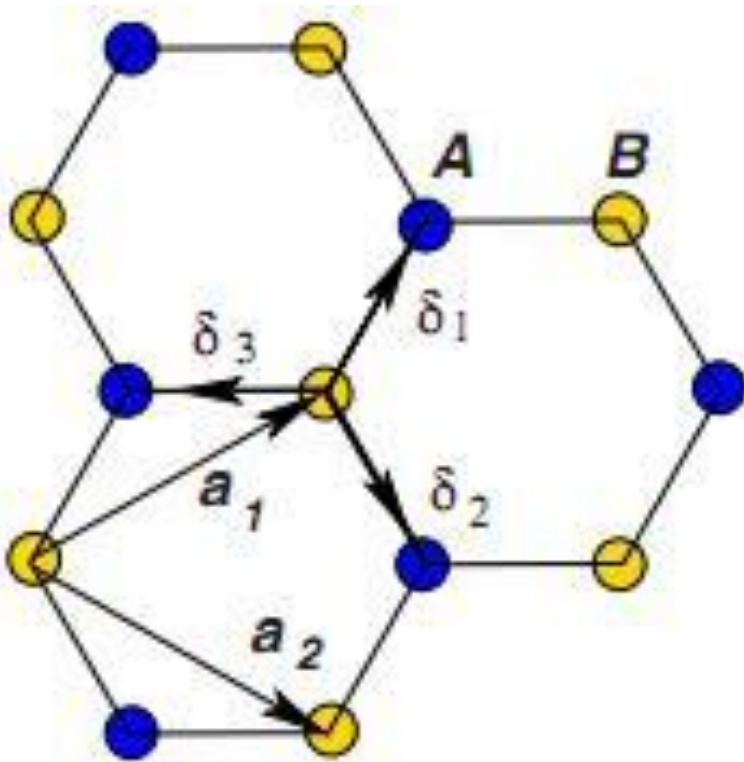
Physikalische Eigenschaften

Ladungsträgerbeweglichkeit	$>200\,000\text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{ s}^{-1}$
E-Modul	ca. 1020 GPa
Federkonstanten	1 – 5 Nm^{-1}
Flächenmasse	$7,57 \times 10^{-7}\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$
Absorption von sichtbarem Licht	2,3%
Schichtdicke	$3,35 \times 10^{-10}\text{ m}$
Wärmeleitfähigkeit	5000 W/mK

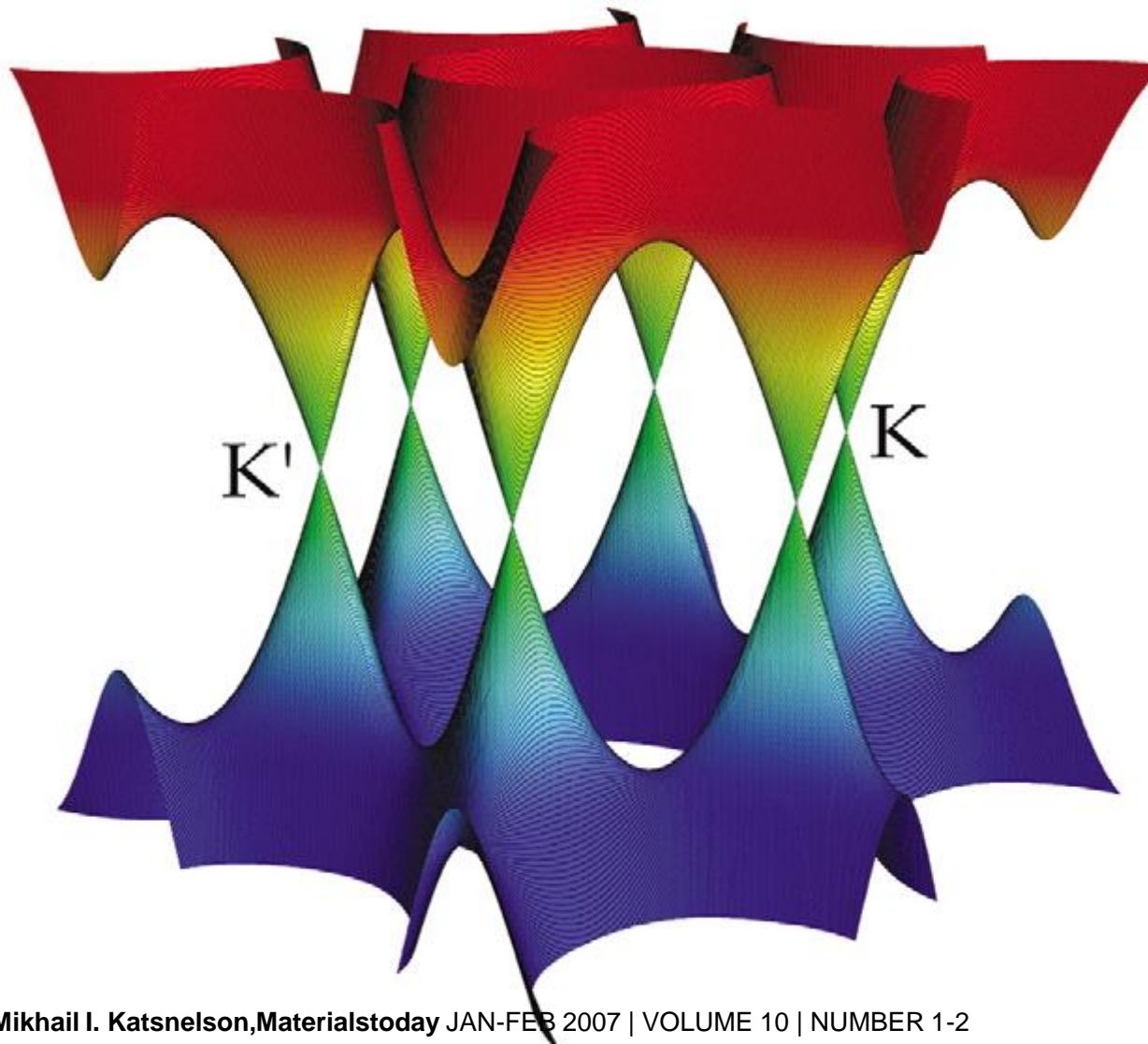
Ladungsträgerbeweglichkeit	$>200\,000\text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{ s}^{-1}$	$1.400\text{ cm}^2\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
E-Modul	ca. 1020 GPa	130 – 188 GPa Richtungsabhängig
Federkonstanten	1 – 5 Nm^{-1}	
Flächenmasse	$7,57\times 10^{-7}\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$	
Absorption von sichtbarem Licht	2,3%	$>15\%$
Schichtdicke	$3,35\times 10^{-10}\text{ m}$	
Wärmeleitfähigkeit	5000 W/mK	250 W/mK (Kupfer)

Elektronische Eigenschaften

2 atomige Basis



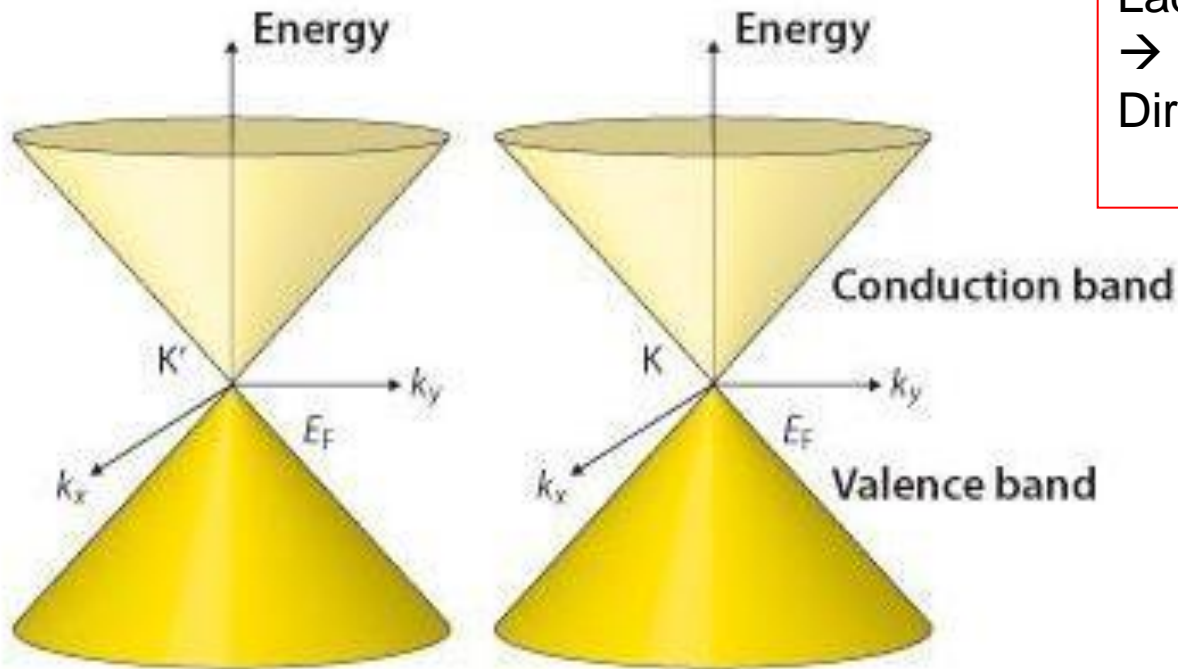
Bandlücke → Tight Binding Berechnung



Reziproke Raum bildet hexagonales Gitter

Zero-Bandgap am Ende der BZ

Energiespektrum an Dirac-Punkten



Ladungsträger
→ lineare Energiedispersion in
Dirac-Punkten

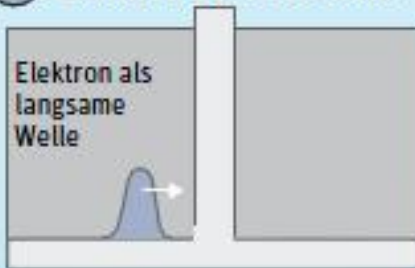
Ladungsträger
→ Masselose Teilchen

1 Klassische Physik



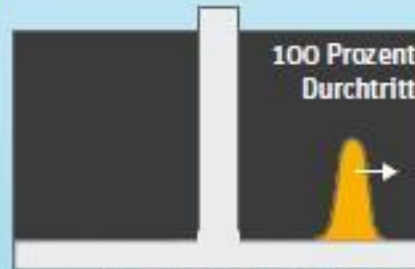
kein Tunneln

2 Quantenmechanik



teilweises Tunneln

3 Quanten-Elektrodynamik



perfektes Tunneln

Perfektes Quantentunneln

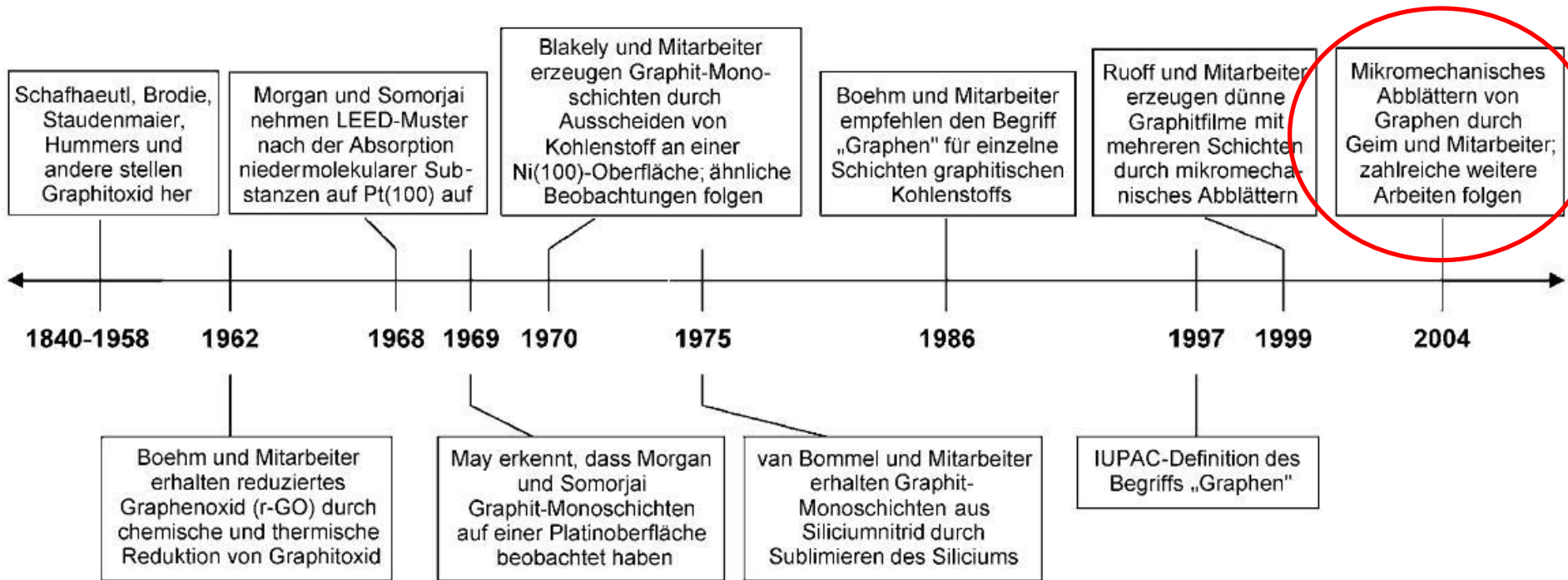
QED beschreibt die Bewegung der Ladungsträger
→ Dirac-Quasiteilchen

→ Beschrieben werden Teilchen mit Dirac-Gleichung:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi = (c\vec{\alpha} \cdot \vec{p} + \beta mc^2) \psi$$

Experiment

Graphen- ein neues Material?



GRAPHEN ZUM SELBERMACHEN – EINE ANLEITUNG

- 1 Arbeiten Sie unter peinlich sauberen Bedingungen.** Jedes Staubteilchen oder Haar macht Ihre Bemühungen zunichte.
- 2 Besorgen Sie sich einen Silizium-Wafer** mit oxidierteter Oberfläche, der als Unterlage zum Betrachten des Graphens im Mikroskop dient. Um die Oberfläche zu glätten und gründlich zu reinigen, behandeln Sie diese mit einer Mischung aus Salzsäure und Wasserstoffperoxid.
- 3 Bringen Sie mit einer Pinzette** eine Graphitflocke auf ein 15 Zentimeter langes Klebeband.
- 4 Falten sie das Band** unmittelbar neben der Graphitflocke in einem Winkel von etwa 45 Grad, so dass sie zwischen den klebenden Seiten eingeklemmt ist. Drücken Sie das Band rund um die Flocke behutsam zusammen und öffnen Sie es dann so langsam wieder, dass Sie sehen können, wie sich der Graphit glatt in zwei Teile spaltet.
- 5 Falten Sie das Band** neben einem der Spaltprodukte und wiederholen Sie Schritt 4.
- 6 Wiederholen Sie Schritt 5** etwa zehnmal. Die Arbeit wird dabei immer kniffliger.
- 7 Legen Sie Klebeband** mit den daran hängenden Spaltprodukten behutsam auf das Silizium, die klebende Seite nach unten. Pressen Sie mit einer Plastikzange sanft noch vorhandene Luft zwischen dem Band und Wafer heraus. Streichen Sie zehn Minuten lang fest, aber vorsichtig über die Probe.
- 8 Schälen Sie das Band langsam ab**, während Sie den Wafer mit der Zange auf die Unterlage drücken. Dieser Schritt sollte 30 bis 60 Sekunden dauern, damit das Graphen auf dem Wafer haften bleibt und Sie es nicht mit dem Band wieder herunterreißen.
- 9 Legen Sie den Wafer unter ein Mikroskop** mit einem 100-fach vergrößernden Objektiv. Dort sehen Sie reichlich Graphittrümmer: große, glänzende Bröckchen in allen möglichen Farben und Formen (oberes Bild, 115-fache Vergrößerung). Mit ein wenig Glück ist aber auch Graphen darunter: transparente, fast farblose kristalline Plättchen (unteres Bild, 200-fache Vergrößerung).

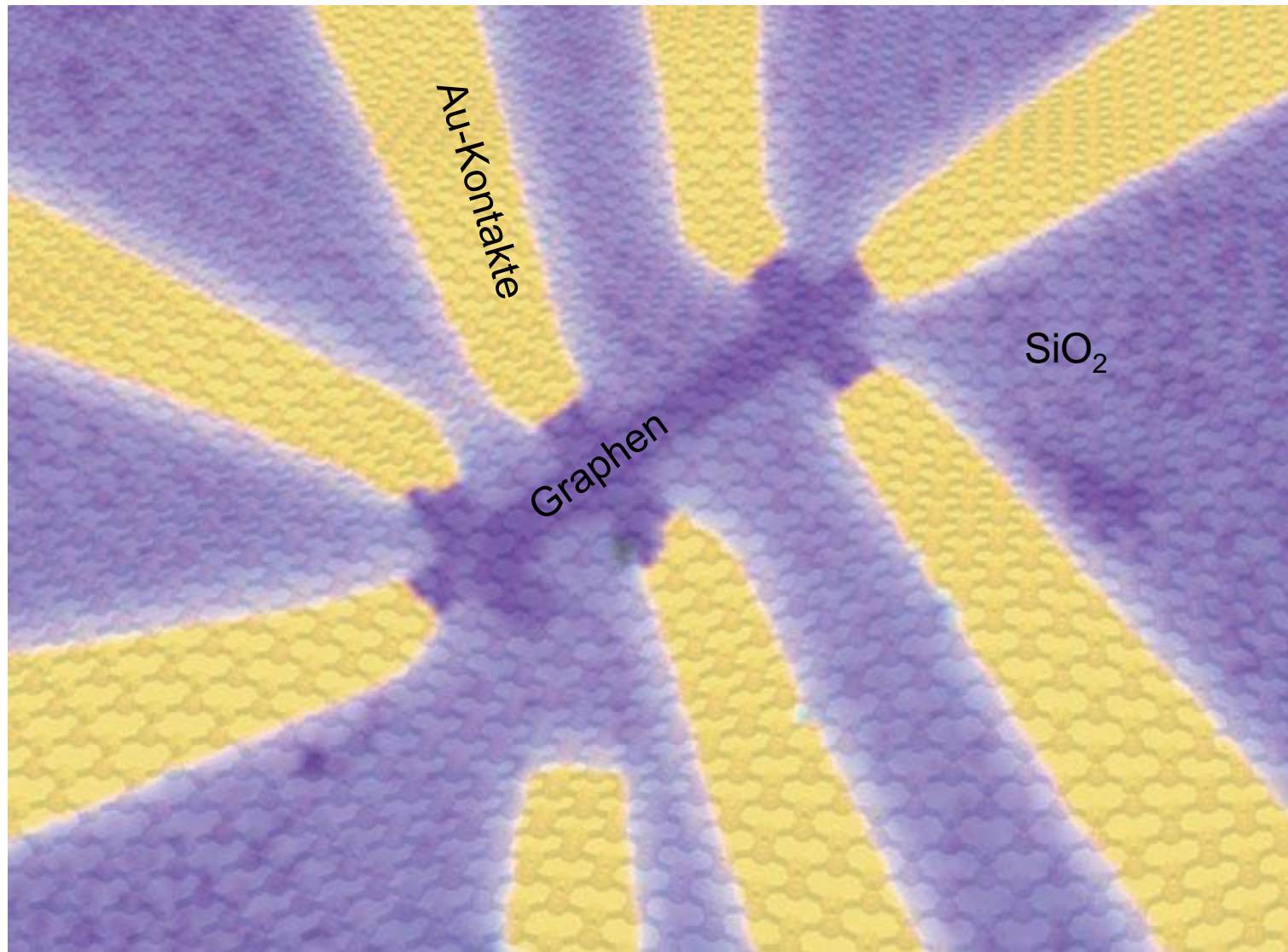


BEIDE FOTOS: GRAPHENE INDUSTRIES, PETER HILKE

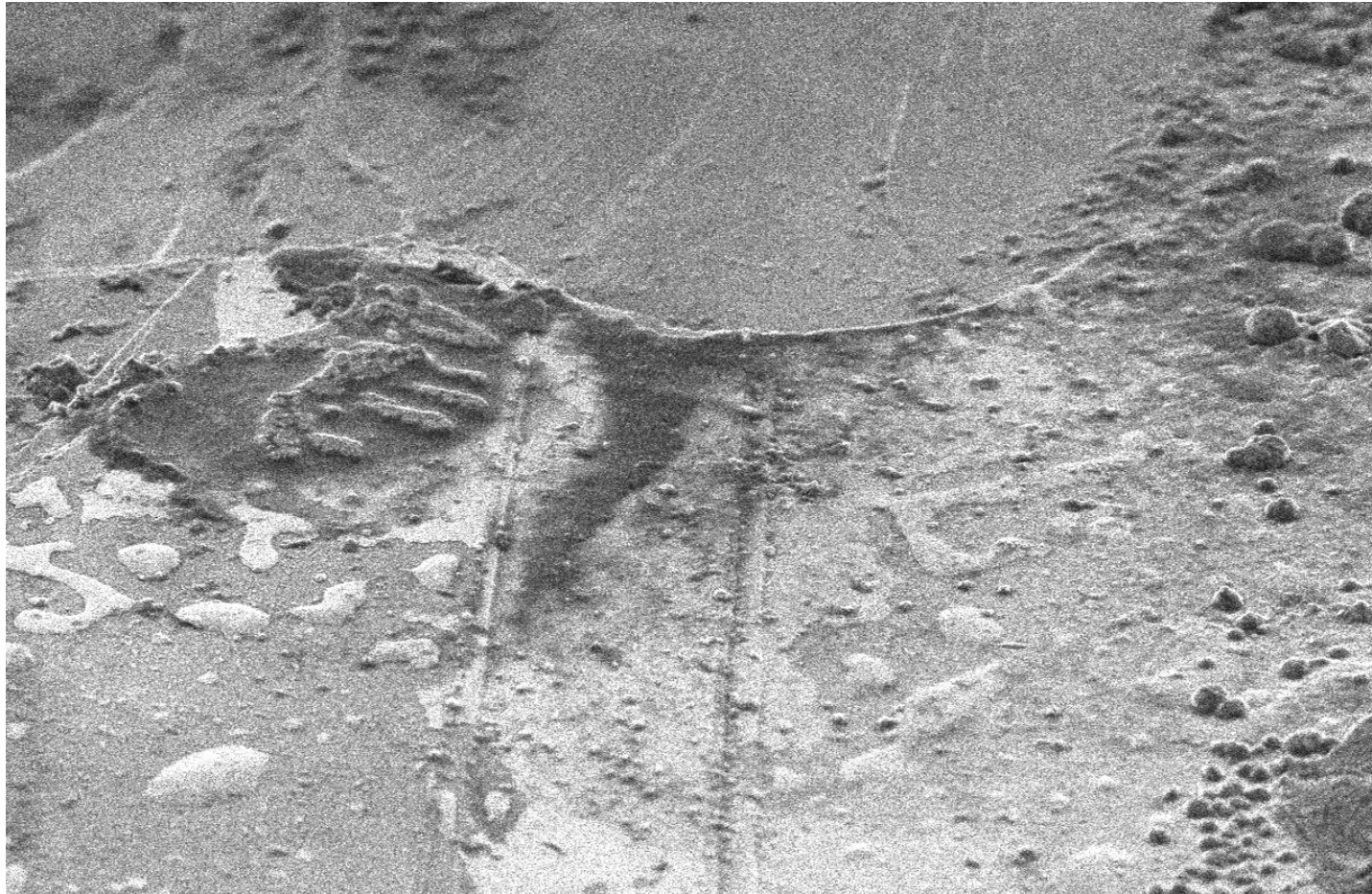


Graphen

J. R. Minkel

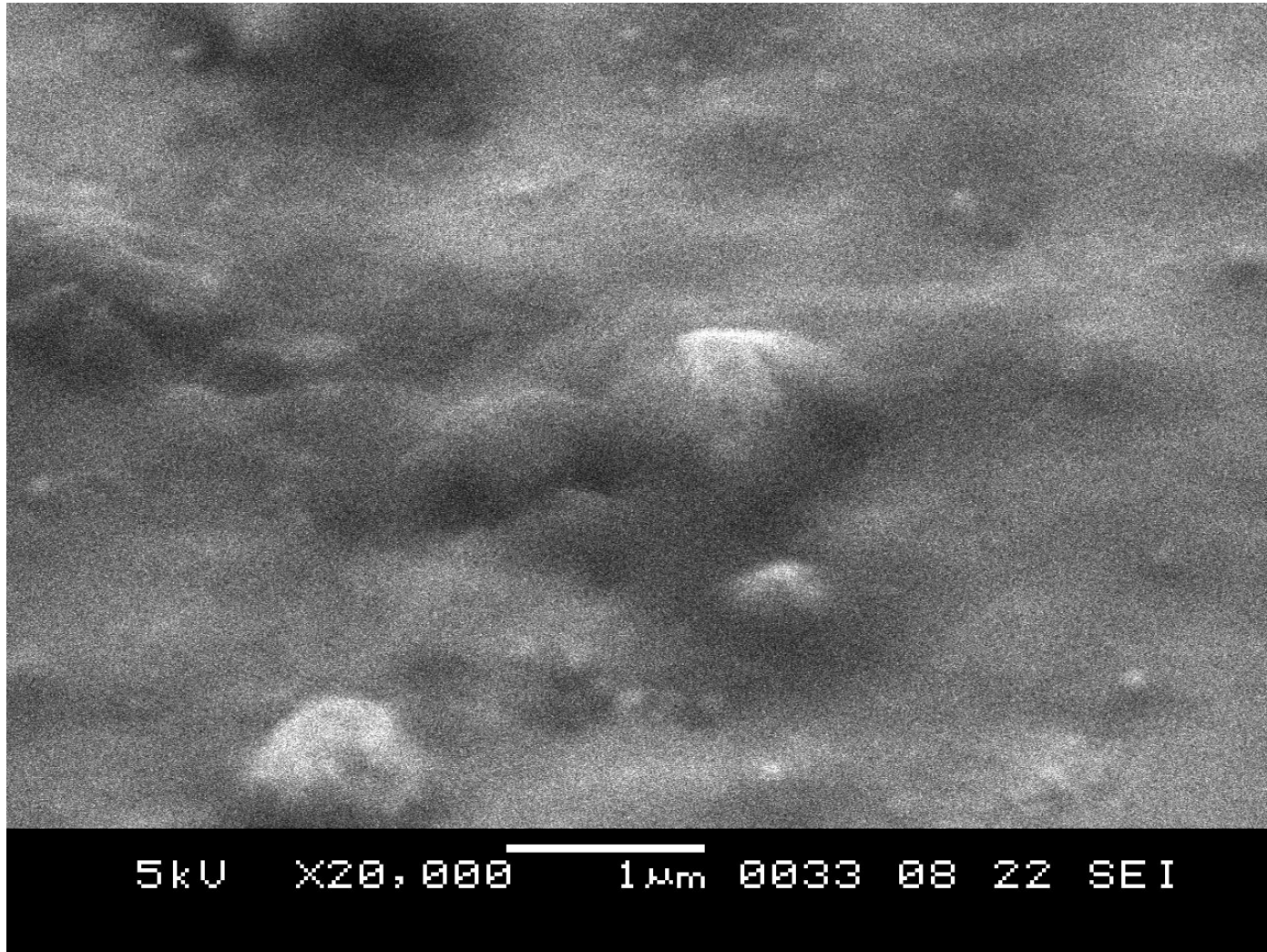


Eigene Probe

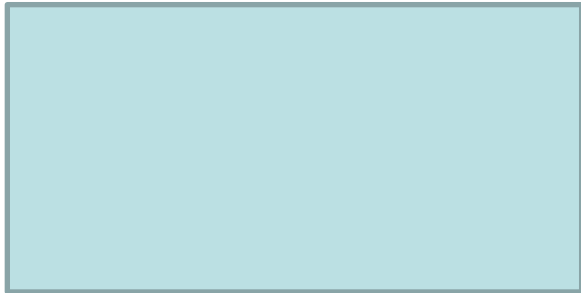


5kV X1,000 10µm 0037 08 22 SEI

Eigene Probe



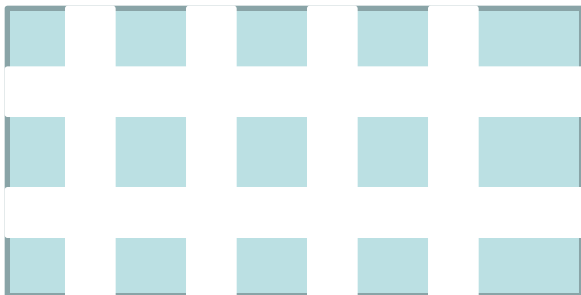
Top-down-Ansatz



Groß

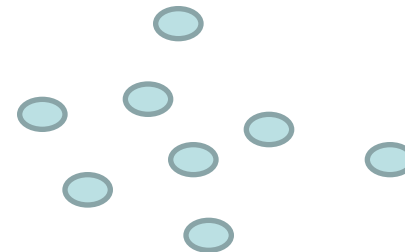
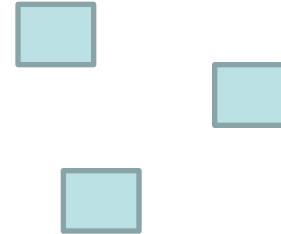


Lithography



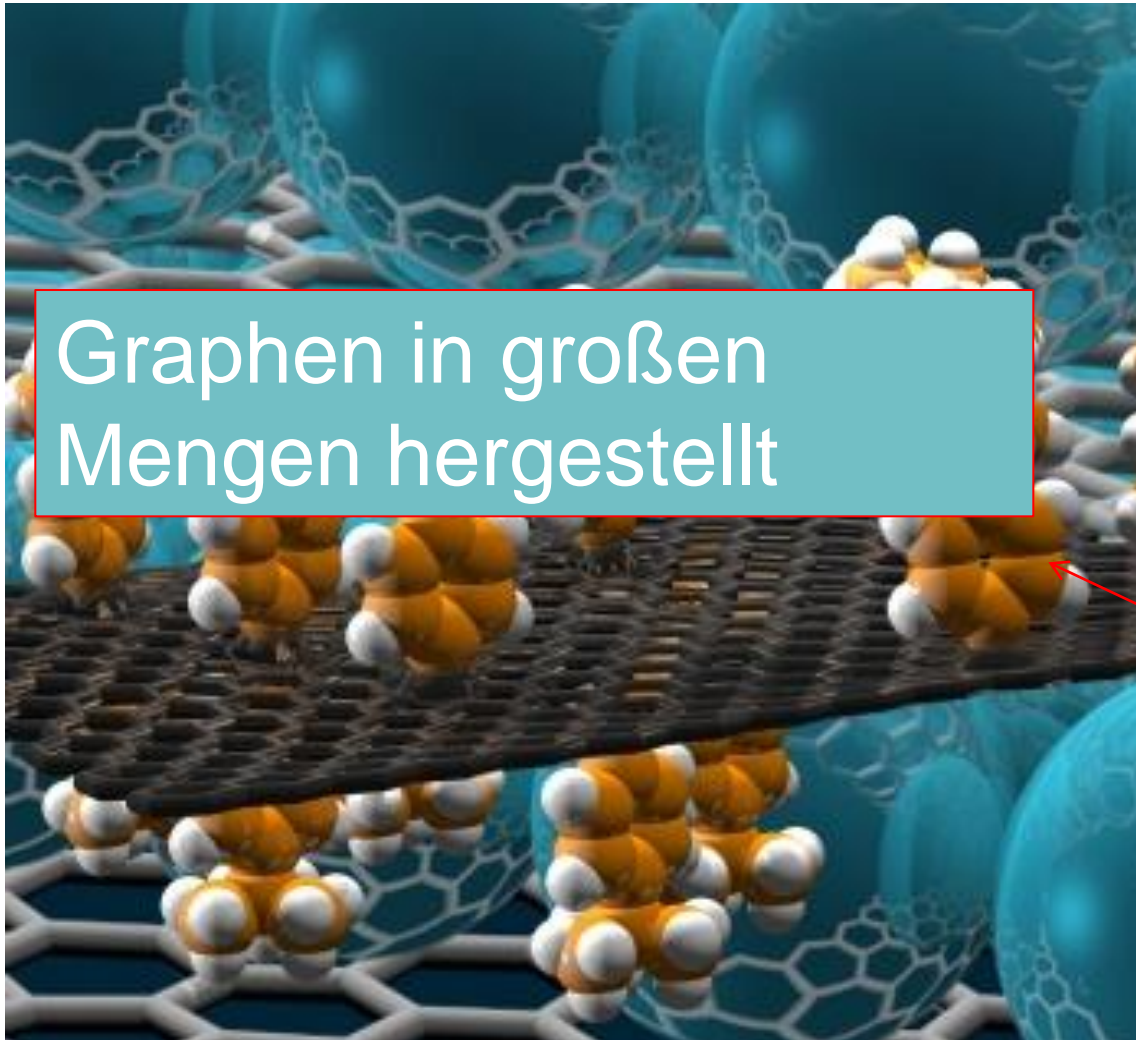
Klein

Bottom-up-Ansatz



Graphen chemisch abgelöst

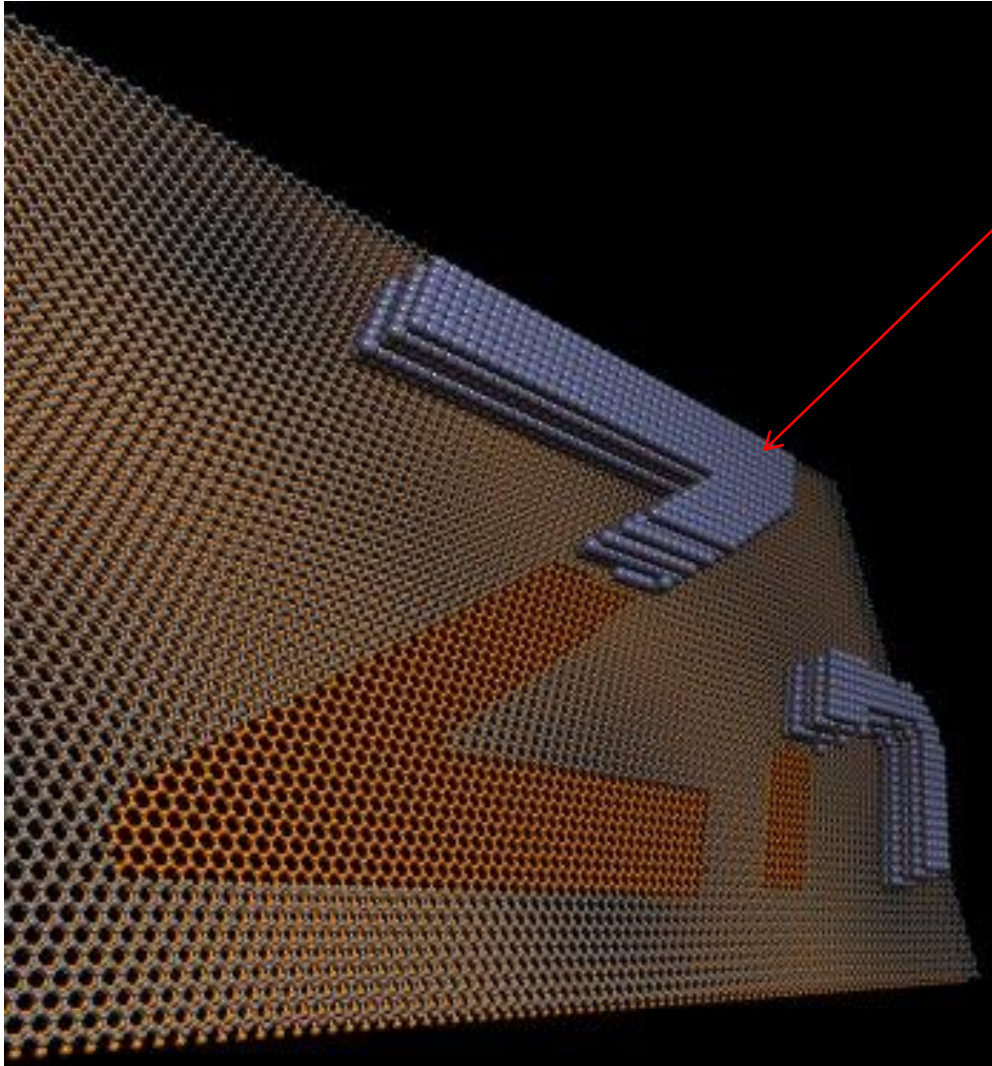
Alkalimetall



Graphen in großen
Mengen hergestellt

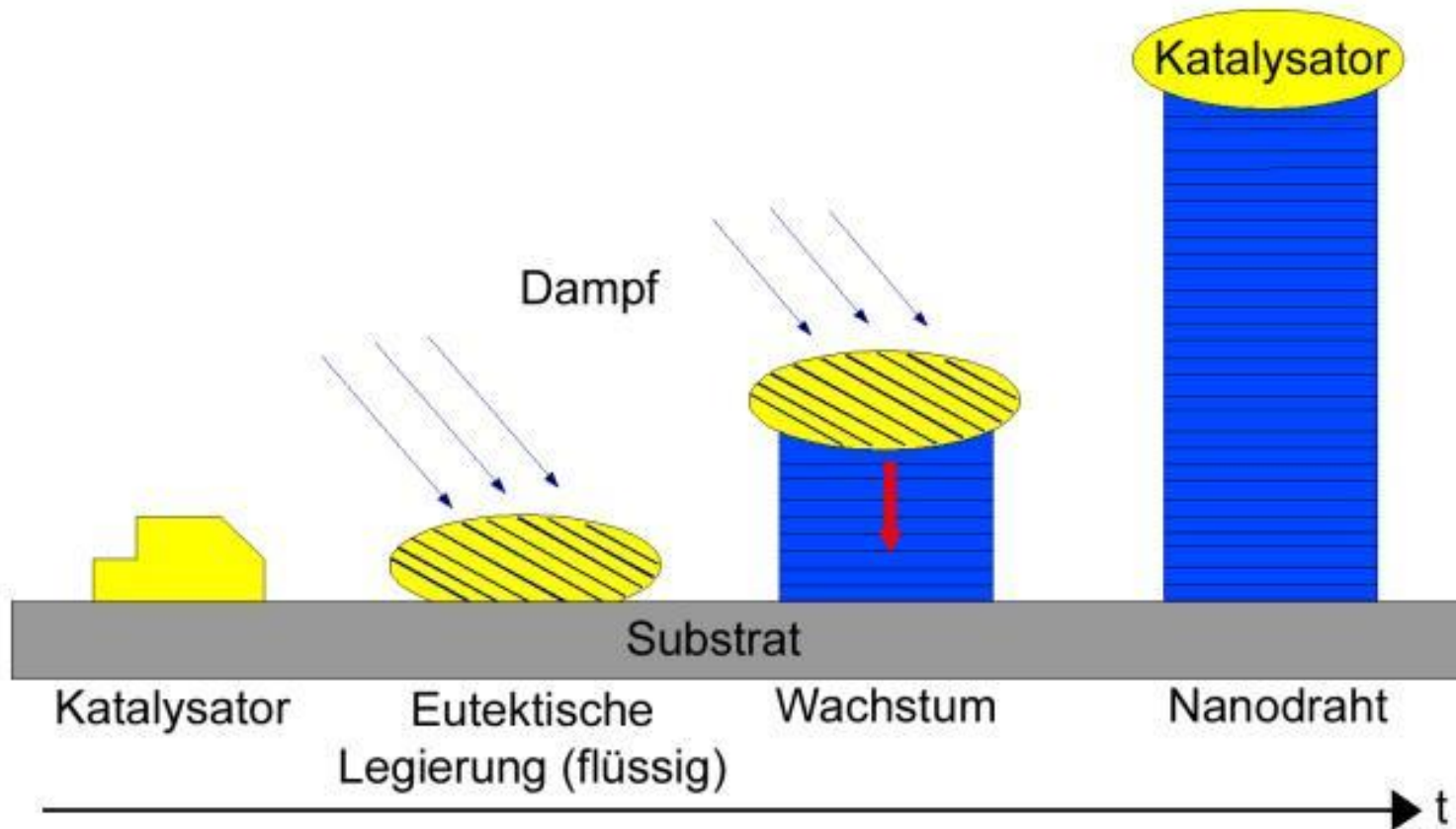
Abstandshalter-
Molekül

Selektiv geschältes Graphen



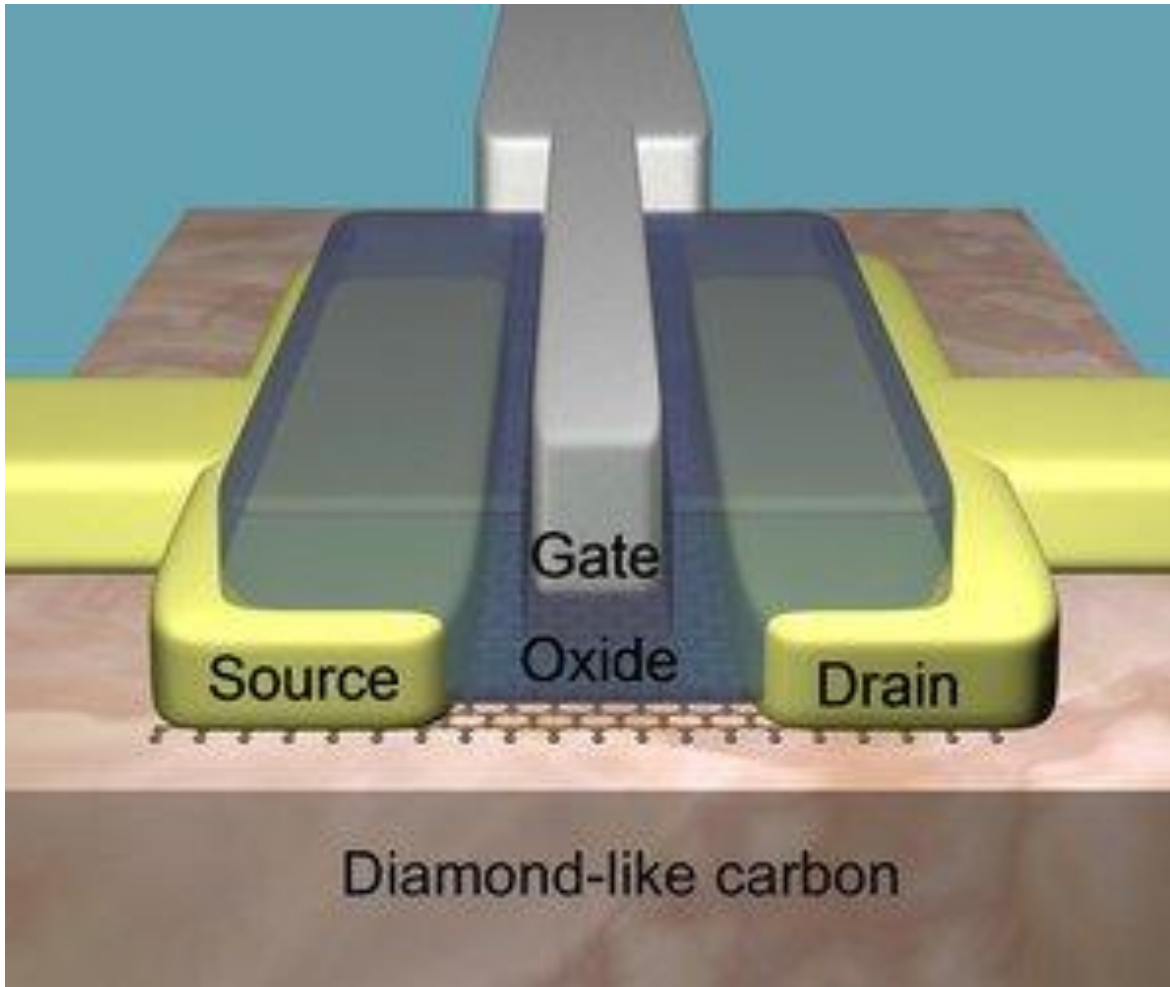
Zinkschicht

Salzsäure löst
Zink+1 Lage
Kohlestoff



Bis jetzt kein vernünftiger
Bottom–up Ansatz!

IBM-Transistor



Grenzfrequenz
→ 155 GHz

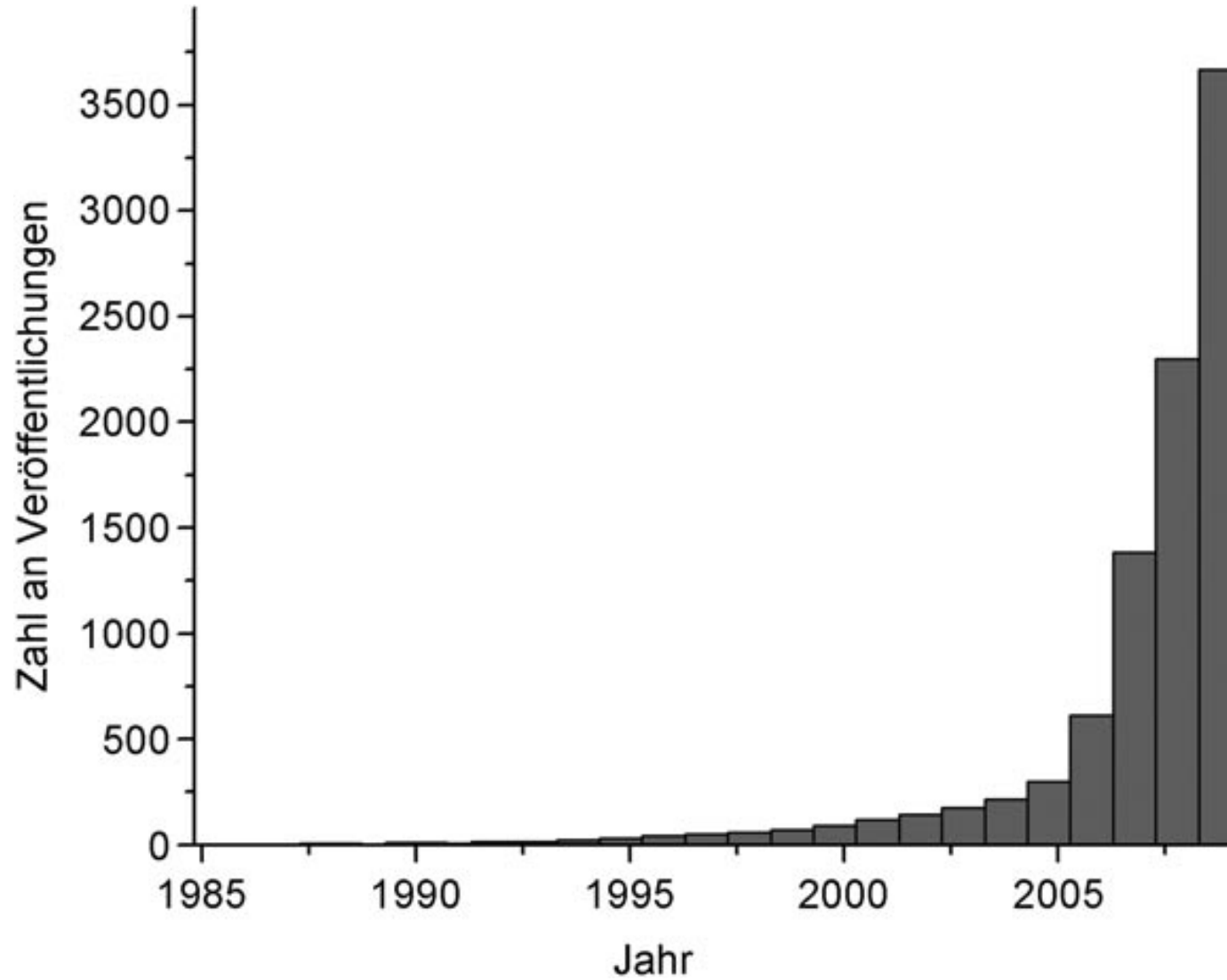
Gate-Länge
→ 40 nm

Graphen-Paper (GP)



Aus Graphit
hergestelltes
Material

Leichter,
stärker, härter
und flexibler
als Stahl!



- [1] Daniel R. et al., Angew. Chem. 2010, 122, 9524 – 9533
- [2] <http://www.graphene-info.com/graphene-paper-new-strong-and-flexible-material>
- [3] <http://www.graphene-info.com/ibm-researchers-develop-155-ghz-graphene-transistor-using-diamond-carbon-substrate>
- [4] <http://www.pro-physik.de/Phy/leadArticle.do?laid=13805>
- [5] Andre K. Geim und Philip Kim, SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT · AUGUST 2008
- [6] R. S. Ruoff, C. W. Bielawski, und D. R. Dreyer, Angew. Chem. 2010, 122, 9524 – 9533
- [7] ULI ZEITLER, Phys. Unserer Zeit | 6/2010 (41)
- [8] A. K. GEIM AND K. S. NOVOSELOV, nature materials | VOL 6 | MARCH 2007

Pressemitteilung



[Ads by Google](#)

[Graphene](#)

[Samsung TV](#)

[Samsung LCD TV](#)

[Spin TV](#)

Samsung researchers create a graphene the size of a TV panel

Technical / Research

Researchers at Samsung and Sungkyunkwan University in Korea have produced a large layer of pure graphene - as large as a TV panel. The researchers used a roll-to-roll printing process, and the Graphene was disposed on a polyester sheet.

Such large Graphene can be used in flat panel displays.



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!