

## Agenda

Silizium-Transistor, Integrated Circuit, Planar Process, Moore's Law

MEM-Sensorik und das Smartphone

Suchmaschinen und der Google "Page Rank"

© Ingeborg - Silizium-Transistor, MEMS, PageRank

1

LEUPHANA

## Agenda

Silizium-Transistor, Integrated Circuit, Planar Process, Moore's Law

© Ingeborg - Silizium-Transistor, MEMS, PageRank

2

LEUPHANA

## Transistor, Integrated Circuit, Planar Process, Moore's Law



© Ingeborg - Silizium-Transistor, MEMS, PageRank

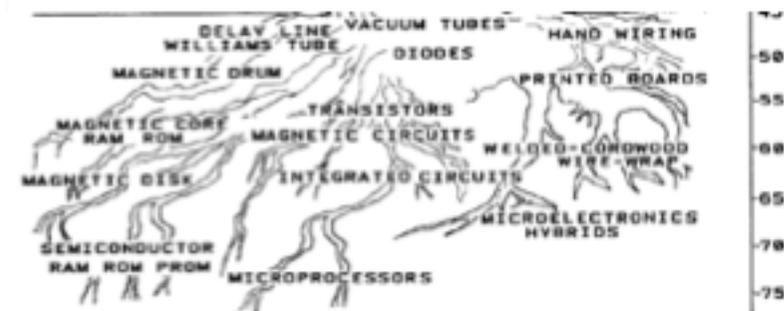
Stammbaum der Computerentwicklung von der Großrechnerzeit bis zur Apple eins

3

LEUPHANA

## Transistor, Integrated Circuit, Planar Process, Moore's Law

### Entwicklung der Bausteine des Computers von der Vakuum-Röhre



hin zu den ersten Transistoren in den 1950er Jahren und zur Entwicklung der ersten Mikroprozessoren in den 1970er Jahren

4

LEUPHANA

**Table 3 Commercial computers**

Computer	Circuits	Memory	Date
UNIVAC I	Vacuum tube	Delay-line	1951
IBM 701	Vacuum tube	Williams tube and magnetic-drum	1953
IBM 650	Vacuum tube	Magnetic-drum	1954
UNIVAC 1101	Transistor	Magnetic-drum	1956
IBM 7090	Transistor	Core	1959
CDC 1604	Transistor 100,000 diodes 25,000 transistors	Core	1960
Honeywell 800	Transistor 30,000 diodes 6000 transistors	Core	1960
RCA Spectrum 70	Integrated circuit	Core	1965
IBM 360/60	Transistor	Core	1965

**Transistor, Integrated Circuit, Planar Process, Moore's Law**

**Table 5 Aerospace computers**

Computer	Circuits	Add Time µs	Memory, K words	Volume, ft <sup>3</sup>	Power, W	Date
Genie I	Transistor	140	12	1.5	7	1963
LVDC	Transistor	84	12	2.7	300	1963
AGC Block I	4700 ICs	24	24 ROM 1 RAM	1.21	85	1964
AGC Block II	5600 ICs	24	36 ROM 2 RAM	0.97	55	1965
D2HC	4000 ICs	6	8	0.65	192	1966
AJ1024	2000 ICs	8	2	0.5	100	1964
Navy/TKO	5000 ICs	7	32	7.2	705	1965
IBM 48 TC-1	Transistor	—	—	—	—	1969

Wir halten fest:  
Der wichtigste Schub der Silizium-Chip-Entwicklung erfolgte über das staatlich finanzierte Apollo-Programm der US-Mondmission 1963 - 1969

LEUPHANA

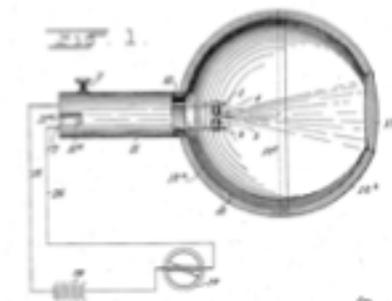
### Silizium und Halbleiter-"Detektoren" um 1900

Seit wann kennt man eigentlich das Material, das heute die gesamte Computerwelt technisch dominiert, nämlich das Silizium?

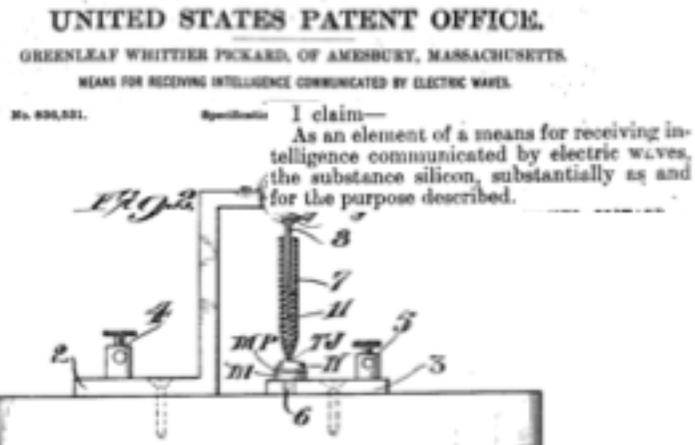
LEUPHANA

### Silizium und Halbleiter-"Detektoren" um 1900

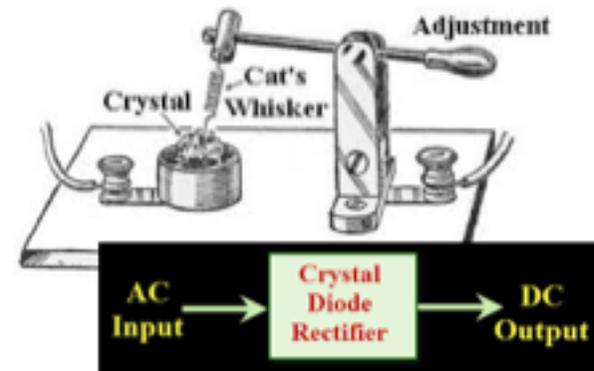
Jagadis Chunder Bose (1901): Detector For Electrical Disturbances., US Patent



- das Patent eines gewissen Herrn Bose aus dem Jahre 1901, der mit einem metallenen Kristalls die Wirkung elektromagnetischer Wellen beobachten konnte



Greenlaff Pickard aus Amesbury hat dann dieselbe Entdeckung, die Wirkung von elektromagnetischen Wellen auf einen kleinen Stab aus Silizium, schon 1906 zum Patent angemeldet.



Radioamateure der Jahrhundertwende 1900 verwendeten den "Kristall" als ein sehr preiswertes, aber auch sehr unzuverlässiges Empfangsgerät.

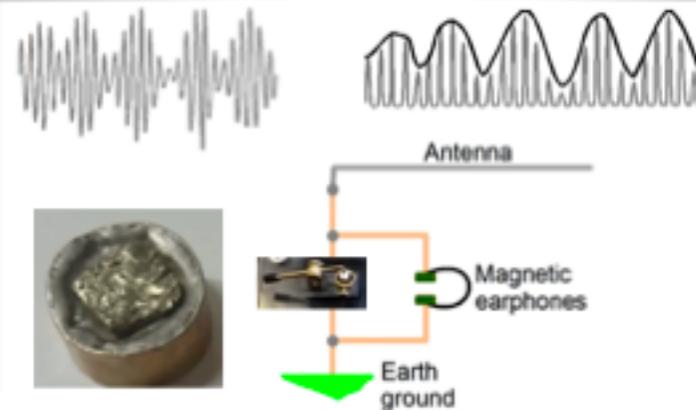
Pyrit, auch Schwefelkies, Eisenkies, Katzensgold oder Narrengold



Pyrit ist ein natürlicher Halbleiter, aber eine komplizierte chemische Kombination

Schwer, immer den Punkt zu finden...

Der Kristall bewirkt einen Gleichrichter-Effekt, der Radioprogramme, die auf Mittelwelle ausgestrahlt werden, auch heute noch direkt mit dem Kopfhörer hörbar macht. (ohne Verstärker).



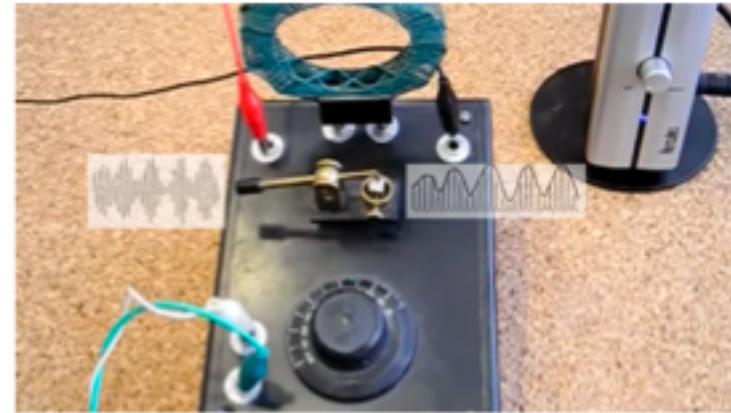
### Silizium und Halbleiter-"Detektoren" um 1900



13

LEUPHANA

### Silizium und Halbleiter-"Detektoren" um 1900

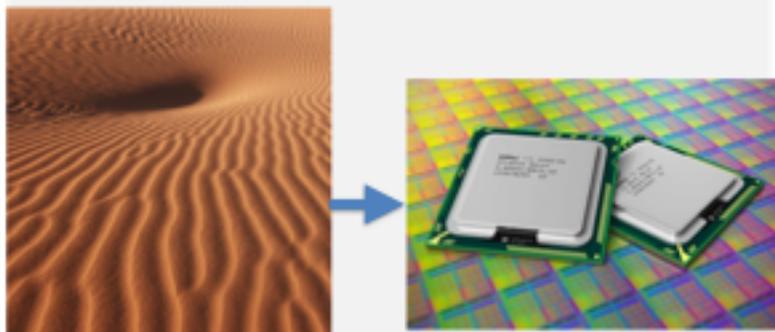


© Dr. Ingrid - Sibbers, Transistor MUSE, Paderborn

14

Wir halten fest:  
Die Gleichrichterfunktion metallischer Halbleiter, wie Pyrit, aber auch Germanium, und Silizium war so gut wie ein halbes Jahrhundert lang unerklärlich.

### Silizium wird aus Sand gemacht...

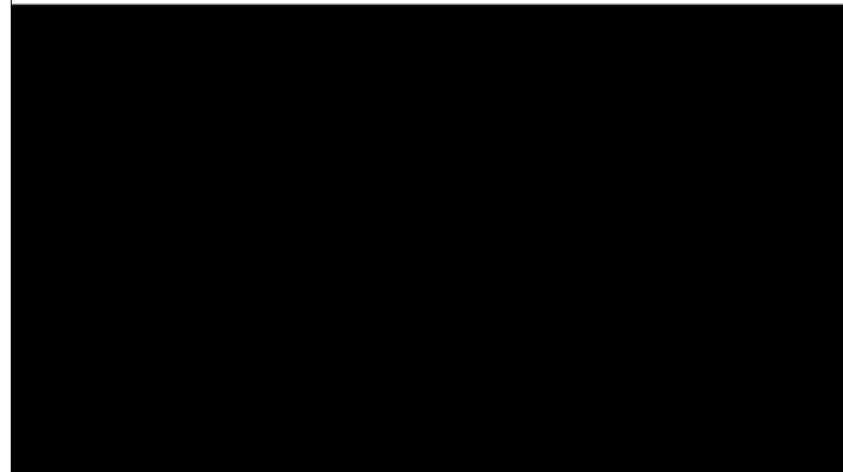


© Dr. Ingrid - Sibbers, Transistor MUSE, Paderborn

Bei der Gewinnung von Silizium aus Sand geht es vor allem um die Reinheit des Endprodukts.

LEUPHANA

### Silizium wird aus Sand gemacht...



15

LEUPHANA

## Silizium wird aus Sand gemacht...

### Atomare Modell des Siliziums

Das chemische Element Silizium befindet sich in der 14. Gruppe des Periodensystems zusammen mit Kohlenstoff und Germanium

Wir wissen nicht, wie diese Atome 'aussehen', aber wir haben zahllose Modelle. Ich zeige Ihnen vier davon:

17



© Prof. Dr. Ingrid Isenhardt, TU Braunschweig

## Silizium wird aus Sand gemacht...

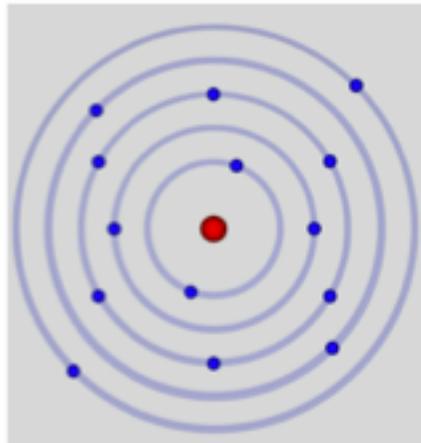
### Modell Nr. 1: Das "Schalen"-Modell

18



© Prof. Dr. Ingrid Isenhardt, TU Braunschweig

## Die Modelle des Silizium-Kristalls: "Schalen"-Modell



1s	2
2s	2
2p	6
3s	2
3p	2

Siliziumatome haben 14 positiv geladene Protonen im Atomkern und 14 negativ geladene Elektronen in der Atomhülle

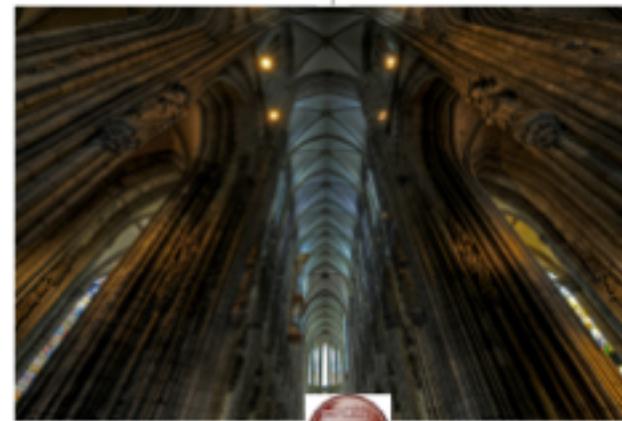
19



© Prof. Dr. Ingrid Isenhardt, TU Braunschweig

## In Realität ist ein Si Atom sozusagen leer

Elektron: Stecknadel-Kopf an der Spitze des höchsten Turms in 160 m



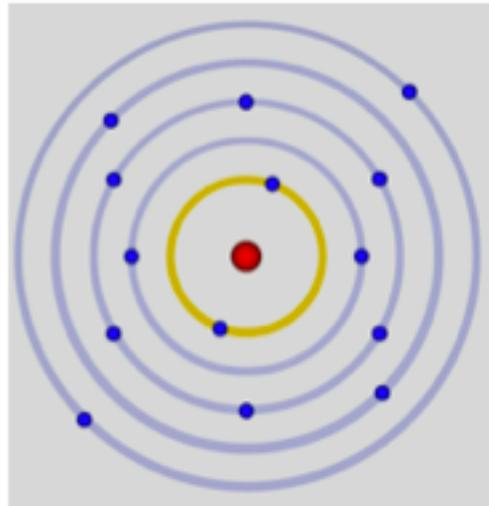
Fünf-Zent-Stück auf dem Boden des Kölner Doms

20



© Prof. Dr. Ingrid Isenhardt, TU Braunschweig

Die Modelle des Silizium-Kristalls: "Schalen"-Modell



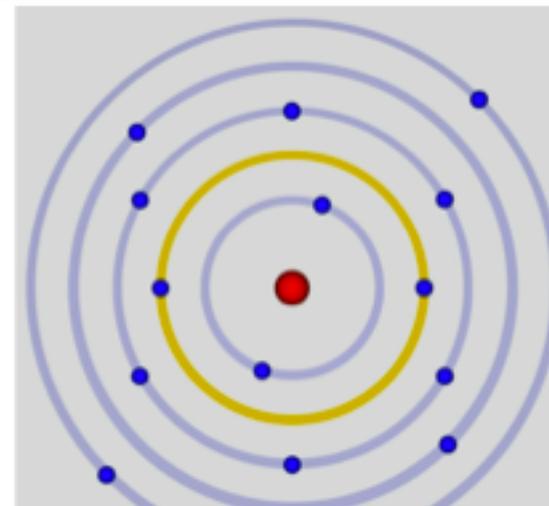
1s	2
2s	2
2p	6
3s	2
3p	2

© Hagege - Silikon, Transistor MEMS, Page 20/21

21

zwei Elektronen befinden sich in der 1S

Die Modelle des Silizium-Kristalls: "Schalen"-Modell



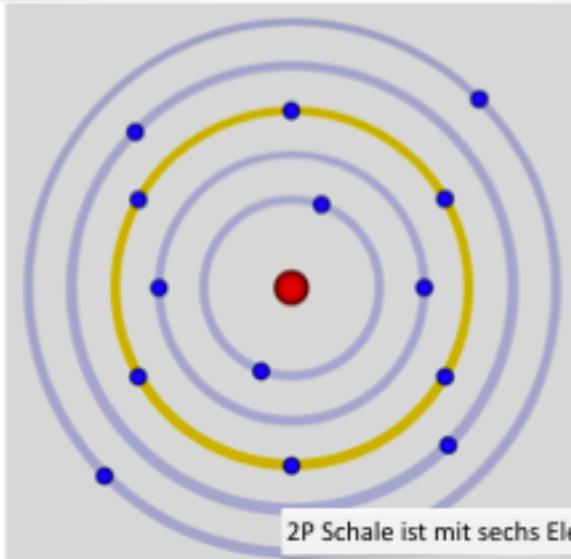
1s	2
2s	2
2p	6
3s	2
3p	2

© Hagege - Silikon, Transistor MEMS, Page 20/21

22

zwei Elektronen befinden sich in der 2S Schale

Die Modelle des Silizium-Kristalls: "Schalen"-Modell



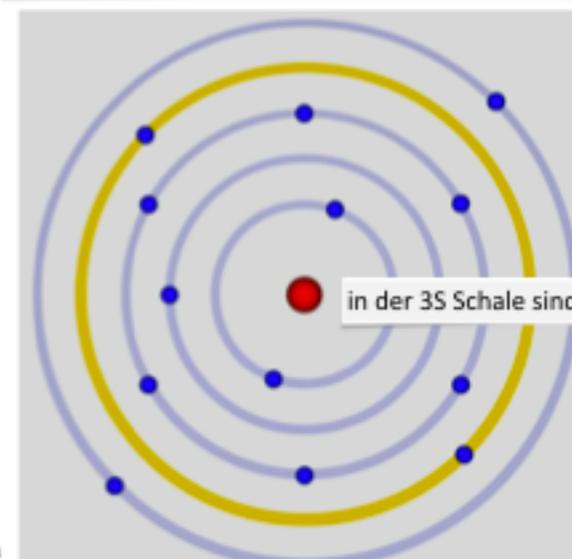
1s	2
2s	2
2p	6
3s	2
3p	2

© Hagege - Silikon, Transistor MEMS, Page 20/21

23

2P Schale ist mit sechs Elektronen besetzt

Die Modelle des Silizium-Kristalls: "Schalen"-Modell



1s	2
2s	2
2p	6
3s	2
3p	2

© Hagege - Silikon, Transistor MEMS, Page 20/21

24

in der 3S Schale sind zwei Elektronen

### Die Modelle des Silizium-Kristalls: "Schalen"-Modell

In den "p" und "s" Schalen befinden sich so genannte "Valenz-Elektronen", die sich mit anderen Atomen "binden" können und andere Energie-Niveaus erreichen können...

1s	2
2s	2
2p	6
3s	2
3p	2

© Hagen - Silikon, Transistor SEMA, Pagenoth

25

### Silizium wird aus Sand gemacht...

Modell Nr. 2:  
Das "Orbital"-Modell

© LEUPHANA

26

### Die Modelle des Silizium-Kristalls: "Orbital"-Modell

Orbital	Elektronen
1s	2
2s	2
2p	6
3s	2
3p	2

Im Orbitalmodell werden für die Elektronen keine definierten Bahnen angegeben, sondern es wird lediglich eine Wahrscheinlichkeit dargestellt, mit der sich ein Elektron zu einem gegebenen Zeitpunkt an einem bestimmten Ort aufhalten könnte

© Hagen - Silikon, Transistor SEMA, Pagenoth

© LEUPHANA

27

### Die Modelle des Silizium-Kristalls: "Orbital"-Modell

#### 3P Orbital

Das äußere 3P Orbital ist nur mit zwei von bis zu sechs möglichen Elektronen besetzt.

Orbital	Elektronen
1s	2
2s	2
2p	6
3s	2
3p	2

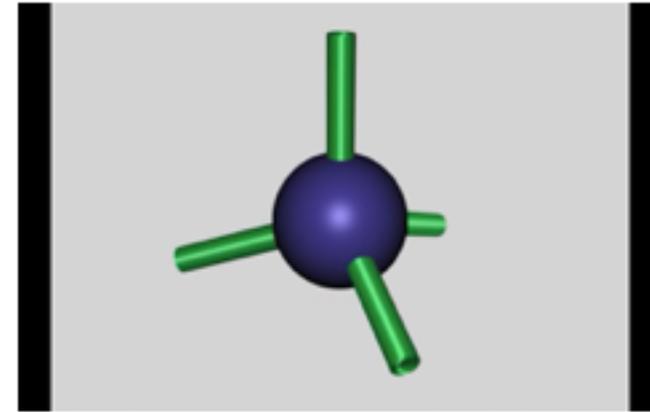
Dieses unterbesetzte Orbital ist sozusagen der Clou für die Gitterstruktur des Siliziums, das dem Metall eine feste Kristallstruktur gibt.

© Hagen - Silikon, Transistor SEMA, Pagenoth

© LEUPHANA

28

Modell Nr. 3:  
Das "Stäbchen"-Modell



- Atome werden durch Kugeln dargestellt
- Die bindenden Elektronenpaare durch kleine Stäbe
- An jedem dieser Stäbe kann nun ein weiteres Atom andocken

Modell Nr. 4:  
Das "Kalotten"-Modell

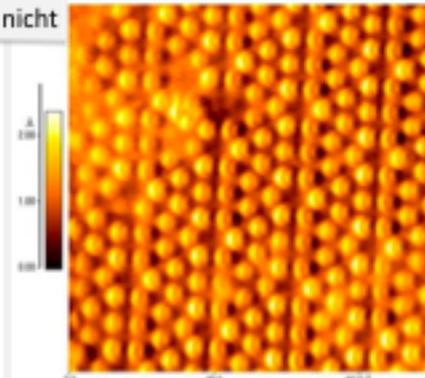


- Siliziumatome docken in einer Linie
- mehrere dieser Ketten bilden eine Gitterfläche
- der fertige Kristall wird aus einem Stapel mehrerer Kristallflächen erzeugt
- statt Stäbchen vergrößern wir die Atome zu Kalotten

## Atomic-force microscopy eines Silizium-Atom-Kristalls

"Sehen" können wir Silizium nicht

- Atomic-force microscopy eines Silizium-Atom-Kristalls lässt Kügelchen erkennen, aber unklar bleibt, ob das Orbitale sind oder Effekte der Messapparatur



© Foto: Peter Kravtsov

### Silizium-Oberfläche

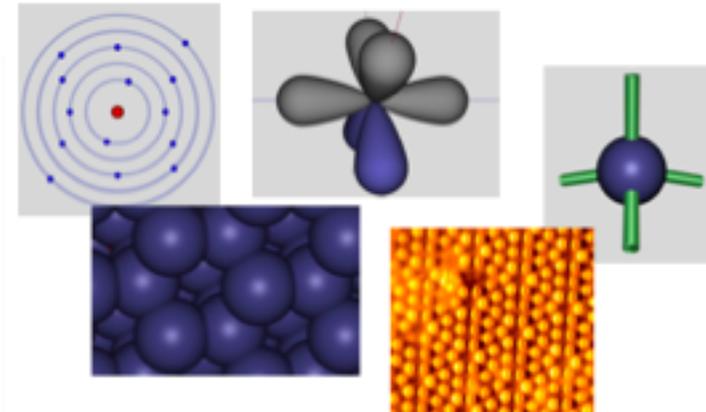
AFM-Aufnahme einer Silizium-Oberfläche: Gut zu erkennen sind die Orte, an denen die Silizium-Atome sitzen. Bis jetzt ist jedoch nicht klar, ob die hellen und dunklen Stellen auf diesen Erhebungen Orbitale repräsentieren.

© Hagege - Silizium, Transistor MEMS, Page 26/28

33

LEUPHANA

## Die Modelle des Silizium-Kristalls



© Hagege - Silizium, Transistor MEMS, Page 26/28

34

Wir halten fest:

Wir operieren in unseren Computern mit einer "Realität", die wir nur verstehen und darstellen können, wenn wir Modelle benutzen, um sie zu simulieren.

LEUPHANA

## Transistor

- 90 Prozent der Chips auf dieser Welt bestehen aus Silizium.
- Der wichtigste elektronische Baustein in den Computer-Chips ist der Transistor.
- Wir können ihn auf der Basis der bisher erläuterten Modelle gut erklären.
- Es spielen dabei eine Rolle:
- Die Elektronen und die "Löcher" in den Silizium-Gittern.

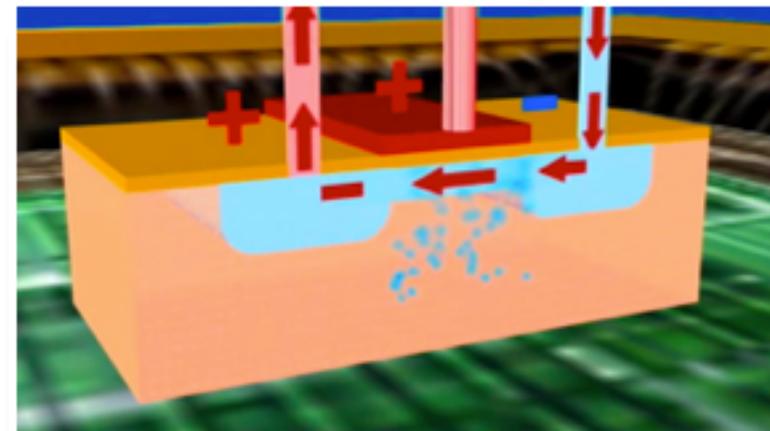
© Hagege - Silizium, Transistor MEMS, Page 26/28

35

LEUPHANA

## Transistor

### Elektronen, "Löcher" und der Transistor



© Hagege - Silizium, Transistor MEMS, Page 26/28

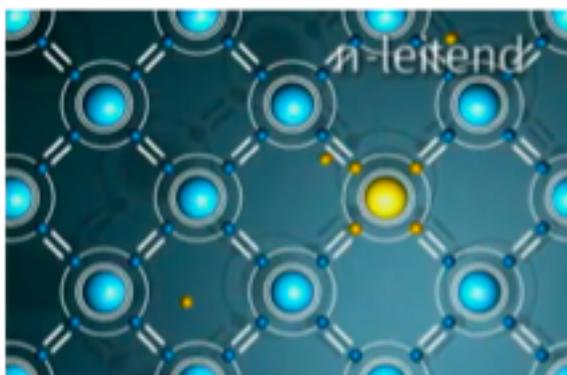
34

Grundlagenbaustein der elektronischen Datenverarbeitung

35

LEUPHANA

### Transistor (noch mal ...)



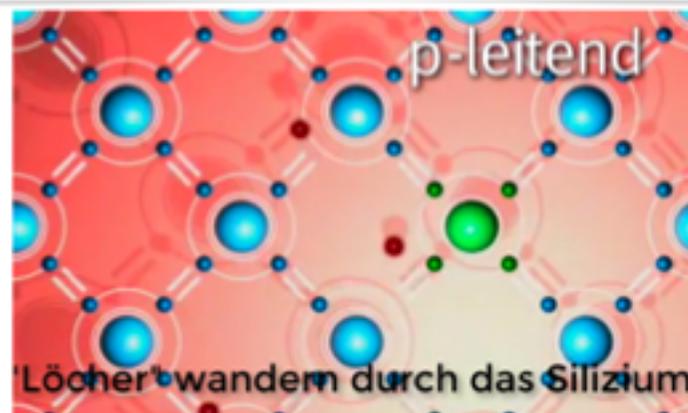
© Hagen - Silikon, Transistor MEMS, Page 26

In das Siliziumkristallgitter werden Phosphoratome eingebracht, etwa im Verhältnis eins zu 1 Million, dadurch wird das so dotierte Material negativleitend oder N-leitend

37

LEUPHANA

### Transistor (noch mal ...)



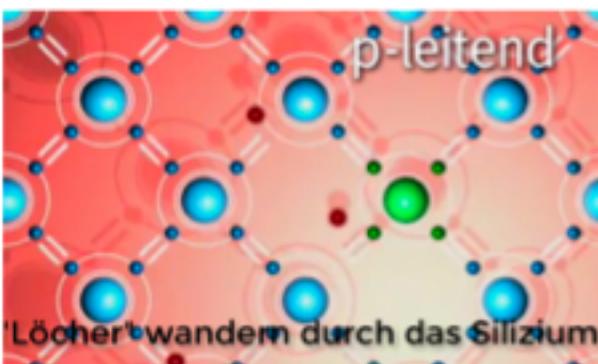
© Hagen - Silikon, Transistor MEMS, Page 26

Oder es wird Bor eingebracht, wodurch, wie die Silizium Quantenphysiker sagen, ein Loch entsteht, das jetzt durch das Silizium wandert, wie ein positiver Ladungsteil.

38

LEUPHANA

### Transistor (noch mal ...)



© Hagen - Silikon, Transistor MEMS, Page 26

Wir halten fest:

Die Funktionen der elektrischen Reaktionen im Silizium beschreiben wir in operationalistischen Bildern ("Löcher"), die mit der "Realität" nichts zu tun haben, aber alle technischen Parameter gut beschreiben

39

LEUPHANA

### Transistor (noch mal ...)



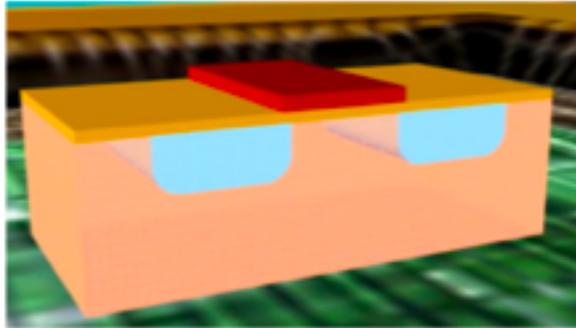
© Hagen - Silikon, Transistor MEMS, Page 26

Damit aus einem Stück Silizium, positiv dotiert, mit zwei eingelagerten negativdotierten Schichten, ein Transistor werden kann wird das Ganze zunächst mit einer nicht-leitenden Sperrschicht überzogen, durch die kein Elektron dringen kann, d. h. also sie ist elektrisch nicht leitend

40

LEUPHANA

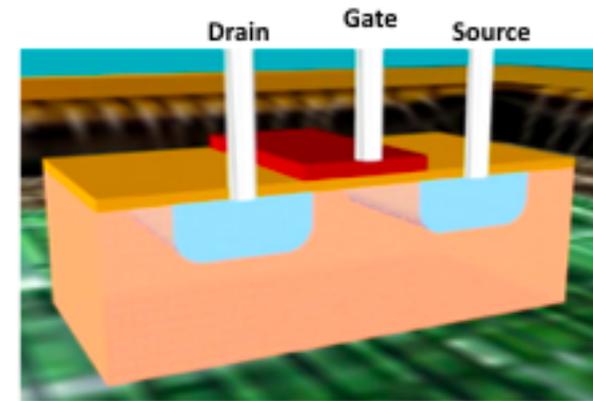
### Transistor (noch mal ...)



Darüber kommt nun eine Schicht von elektrisch leitenden Polysilizium, ein dotiertes Silizium, das die Spannungen, die man an dieses Material anlegt, leitet.

41

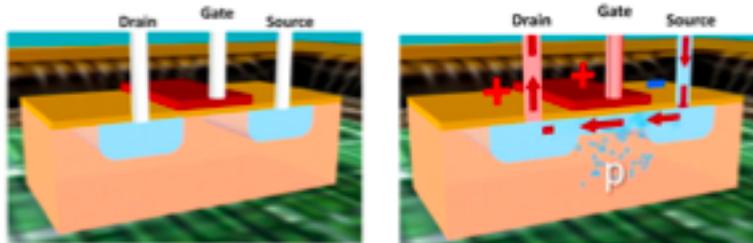
### Transistor (noch mal ...)



Hier werden die entsprechenden Kontakte eingebracht, die beim Transistor eben die speziellen Namen haben

42

### Transistor



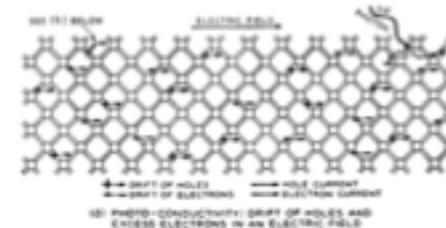
Wir halten fest:

Der Transistor ist der erste elektronischer Baustein (Schalter, Verstärker), der von Beginn an auf atomarer Ebene und in atomaren Dimensionen konzipiert und modelliert wurde.

43

### Transistor

- 1948 John Bardeen, William Shockley und Walter Brattain entwickeln den Transistor auf quantenmechanischer Modell-Basis.



Shockley, William (1950): Electrons and Holes in Semiconductors



44

## Transistor, Integrated Circuit, Planar Process, Moore's Law

- 1948 John Bardeen, William Shockley und Walter Brattain entwickeln den Transistor auf quantenmechanischer Ebene.
- 1959 Der erste „monolithische“ Silizium-Kristall-Substrat IC
- 1959 Jean Hoernis photolithografischer Planartechnik
- 1965 Moore's Law

© Ingeborg - Silikon, Transistor, MEMS, Page 20/21

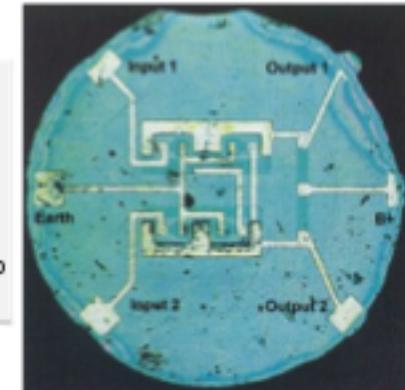
45

LEUPHANA

## Integrated Circuit

- 1959 Der erste „monolithische“, d. h. aus bzw. in einem einzigen Silizium-Kristall-Substrat gefertigte, integrierte Schaltkreis wurde von Robert Noyce (Fairchild Semiconductor) zum Patent angemeldet

Der erste integrierte Schaltkreis, d. h. die Zusammenschaltung von mehreren elektronischen Bauteilen, Transistoren, Widerständen und Kondensatoren auf einem Chip aus Silizium.



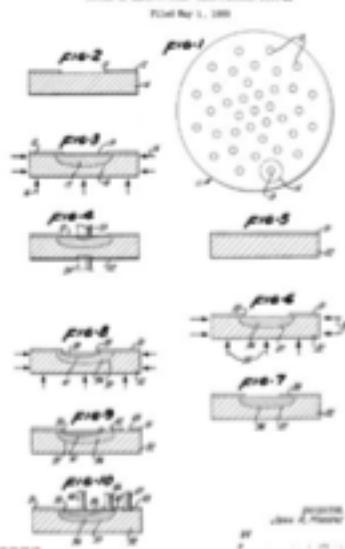
© Ingeborg - Silikon, Transistor, MEMS, Page 20/21

46

LEUPHANA

## Planar Process

- 1959 Jean Hoerni (Fairchild Semiconductor) entwickelt die photolithografischer Planartechnik zur Herstellung von integrierten Schaltungen auf Silizium-Chips.

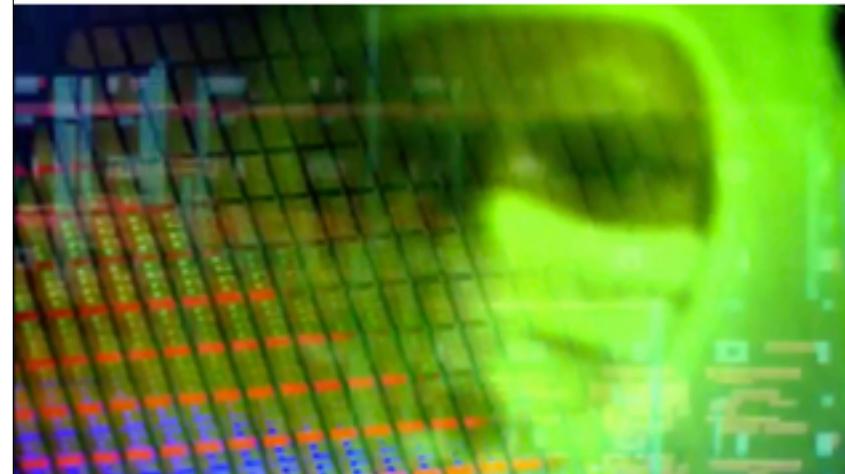


© Ingeborg - Silikon, Transistor, MEMS, Page 20/21

47

LEUPHANA

## Herstellung eines IC-Chips heute:



48

LEUPHANA

### Was ist das "Moore'sche Gesetz"?

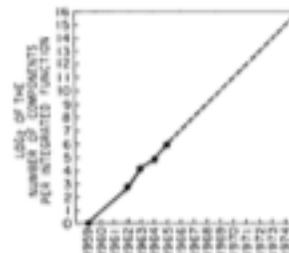
Moore's Law besagt, dass sich die Komplexität integrierter Schaltkreise mit minimalen Komponentenkosten regelmäßig verdoppelt, in einem Zeitraum von jeweils 12 bis 24 Monaten.

© Springer - Sibson, Transistor, SEMA, Programm



### Moore's Law

- 1965 "Cramming More Components onto Integrated Circuits" - Electronics, pp. 114-117, April 19, 1965

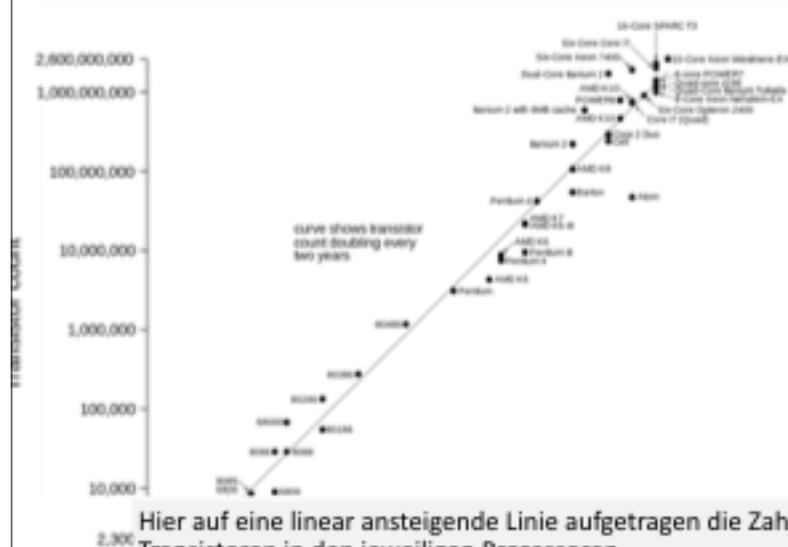


50



© Springer - Sibson, Transistor, SEMA, Programm

### Microprocessor Transistor Counts 1971-2011 & Moore's Law

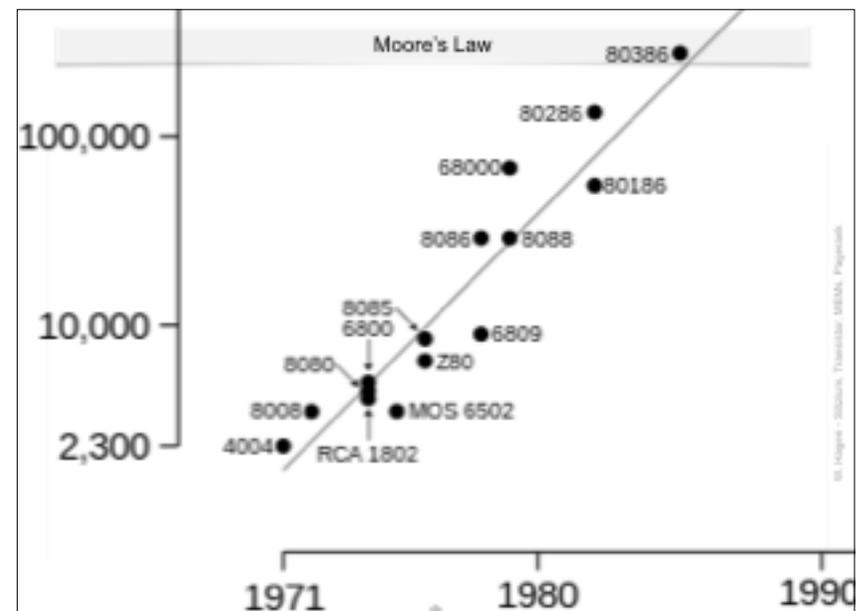


© Springer - Sibson, Transistor, SEMA, Programm

Hier auf eine linear ansteigende Linie aufgetragen die Zahl der Transistoren in den jeweiligen Prozessoren....

51

### Moore's Law



© Springer - Sibson, Transistor, SEMA, Programm



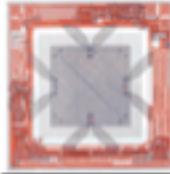
52





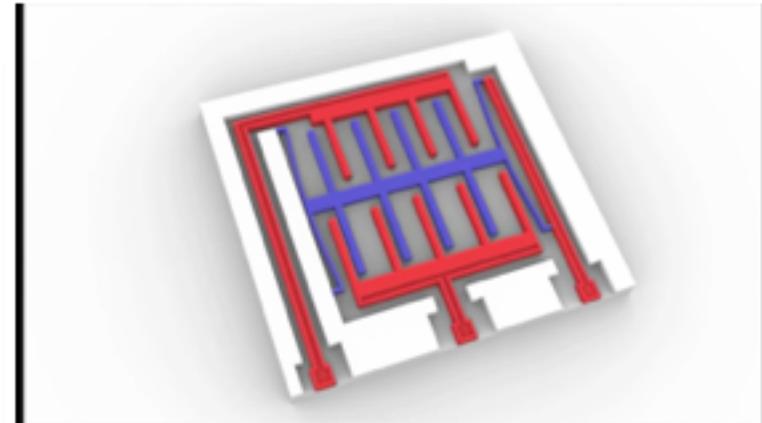
MEM = **Microelectromechanical Systems**

- 1954 Entdeckung des **piezoresistiven Effekt** in Silizium. Der piezoresistive Effekt beschreibt die Veränderung des elektrischen Widerstands eines Materials durch Druck oder Zug.



- Piezoresistive Effekt im Silizium um ein Vielfaches größer als in Metallen.
- Silizium-Mess-Sensoren können Luft- oder Wasserdruck besser messen als Metall
- Viele MEMS-Geräte wie Dehnungsmessstreifen, Drucksensoren und Beschleunigungsmesser nutzen den piezoresistiven Effekt in Silizium.

© Ingeborg - Silikon, Transistor, MEMS, Piezoresistiv



MEMS-Chips wie Beschleunigungssensoren nutzen weitere elektrische Effekte

© Ingeborg - Silikon, Transistor, MEMS, Piezoresistiv

1993: Produktion des ersten MEM Beschleunigungsmesser in großer Stückzahl.

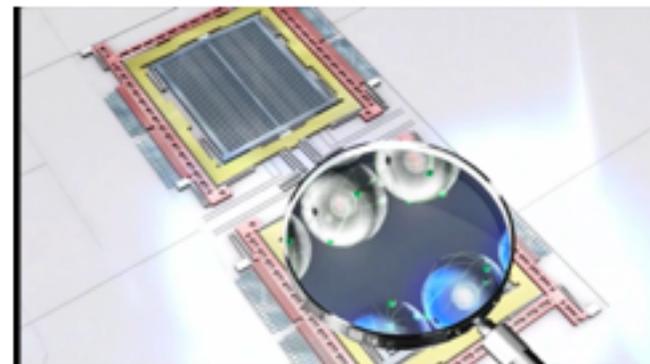
Die Automobilindustrie nutzte diesen Beschleunigungssensor für den Airbag-Einsatz.

Es wurde für \$ 5 verkauft (zuvor wurden Makrosensoren für ca. 20 \$ verkauft).

Es war sehr zuverlässig, sehr klein und sehr preiswert.

© Ingeborg - Silikon, Transistor, MEMS, Piezoresistiv

Der "Drehraten-Sensor" (dt. für Gyroskop)



Corioliskraft = Ablenkungskraft

© Ingeborg - Silikon, Transistor, MEMS, Piezoresistiv

### MEM-Sensorik: Herstellung im Planar-Prozess (analog zu 3D Druck)

(a) silicon nitride surface material (b) PSG spacer material (c) anchor area (d) polysilicon structural material

(e) anchor microstructure (f) released microstructure

first structural polysilicon top gold layer second structural polysilicon

anchor silicon substrate anchored polysilicon interconnect insulating layer

Auch Chip-Sensoren werden im Planarverfahren hergestellt (⇒ 3D Druck)

Insofern sind sie auch Teil des Moore'schen Gesetzes

45

### Smartphone and MEMS Sensors

Inertia (Accelerometers, Gyroscopes)

Temperature & Humidity  
 Temperature: 74.1°F  
 Humidity: 41.0%

Pressure

Proximity

RGB Light

Geomagnetic

wichtigste Sensoren der Smartphones, sie messen die Trägheit, die Temperatur, den Druck, in die Nähe und das erdmagnetische Feld

46

### MEM-Sensorik und das Smartphone

Schauen wir uns die Sache mal genauer an

47

### MEM-Sensorik und das Smartphone

kann man jedes Smartphone durchaus auch einmal aufschrauben...

48

## MEM-Sensorik und das Smartphone

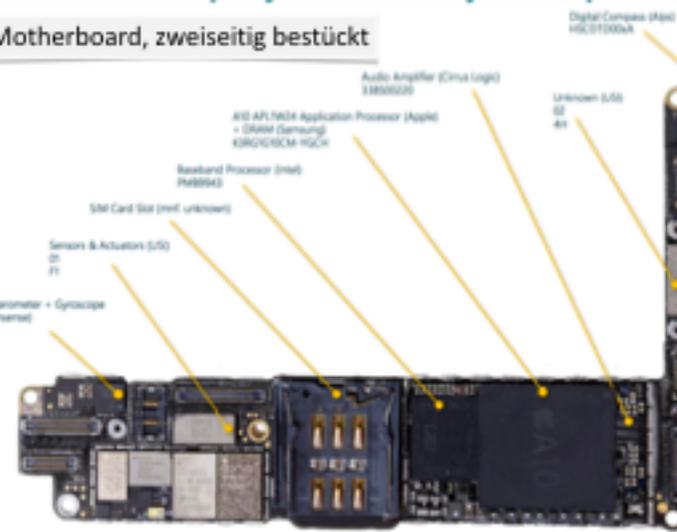
Touchpanel lassen wir mal links liegen und kümmern uns im wesentlichen um das was wir zwischen Display und Batterie herausgenommen haben...



69

LEUPHANA

## Motherboard, zweiseitig bestückt



70

LEUPHANA

## MEM-Sensorik und das Smartphone

Digitaler Kompass (Erdmagnet-Feld-Messung qua Hall-Effekt)

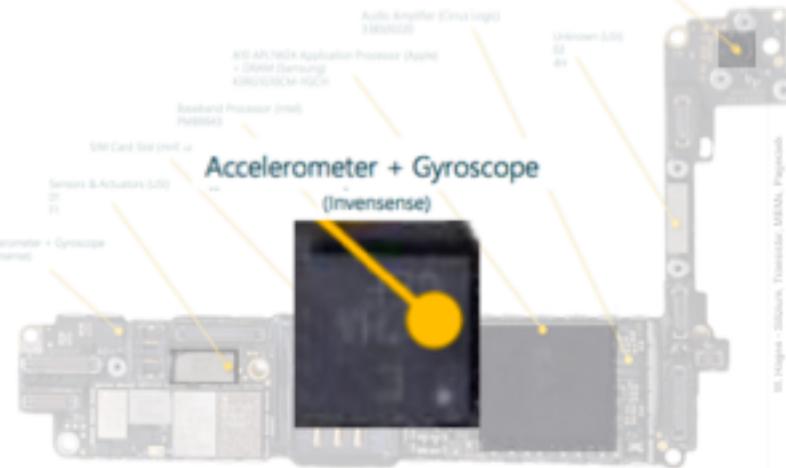


71

LEUPHANA

## MEM-Sensorik und das Smartphone

Accelerometer + Gyroscope (InvenSense)



72

LEUPHANA

MEM-Sensorik und das Smartphone

iPhone wird die Funktion aller Sensoren zusammengeführt und verwaltet durch einen eigenen Applikations Prozessor

A10 APL1W24 Application Processor (Apple)  
 SIM Card Slot + DRAM (Samsung)

Sensors & Actuators (20)

Accelerometer + Gyroscope (MEMS)

73

MEM-Sensorik und das Smartphone

[1] "proximity sensor",  
 [2] "ambient light sensor",  
 [3] "accelerometer"  
 [4] GSM-Sensor  
 [5] "Multipoint Touchscreen Sensor"  
 [6] "Cmos Active Pixel"  
 [7] Microphon-,  
 [8] Bluetooth-  
 [9] Wi-Fi-Chips  
 [10] "ambient sound sensor"  
 [11] GPS-Sensor  
 [12] "Magnetometer"  
 [13] "moisture-sensor"  
 [14] "humidity"-Sensor  
 [15] "temperature-sensor"

[16] "barometer-pressure"  
 [17] "gyroscope sensor"  
 [18] "fingerprint-sensor"  
 [19] Timer-Chip  
 [20] "Attitude Sensor"

74

MEM-Sensorik und das Smartphone

Wir halten fest:

- MEM-Sensoren gehören epistemologisch in dieselbe Kategorie wie Transistoren und Prozessoren.
- Sie agieren auf atomarer Ebene mit entsprechenden Feinheitsgraden.
- Auf Umweltfaktoren reagierend (wie unsere menschlichen Sinne auch), nehmen sie scheinbar humanoide Züge an, weil sie auf eigenständige Weise prozessieren und so den Eindruck von Intelligenz erwecken.

75

Agenda

Suchmaschinen und der Google "Page Rank"

76

## Grobes Modell einer Internet-Suchmaschine



77

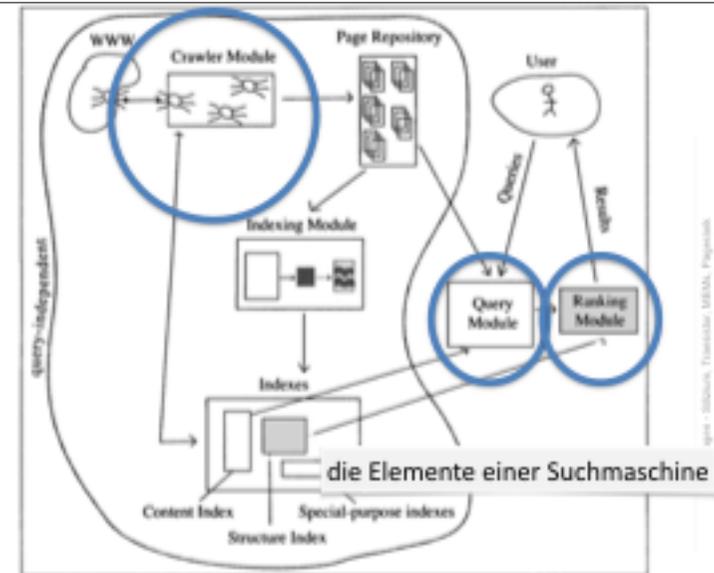


Figure 1.2 Elements of a search engine

78

## Search Engines und der "Page Rank"



Suchmaschine kann nur den zugänglichen Teil des World Wide Web durchsuchen

## Search Engines und der "Page Rank"

### Was ist eine Suchmaschine

was ist eine suchmaschine  
 was ist eine suchmaschine **und wie funktioniert sie**  
 was ist eine suchmaschine **internet**  
 was ist eine suchmaschinen**optimierung**

[Weitere Informationen](#)

### Definition von **suchmaschine**:

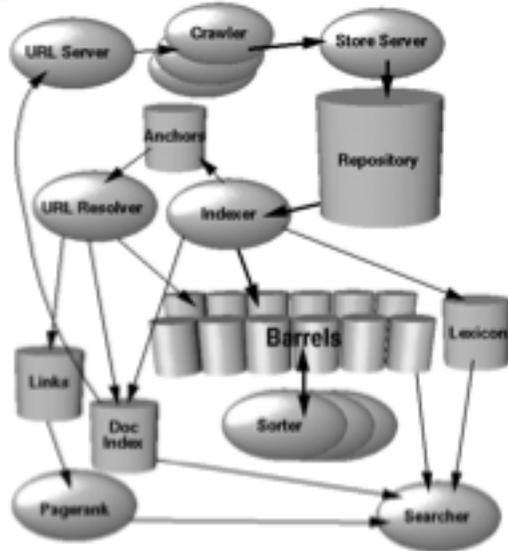
Webdefinitionen: Eine Suchmaschine ist ein Programm zur Recherche von Dokumenten, die in einem Computer oder einem Computernetzwerk wie z. B. dem World...  
[de.wikipedia.org/wiki/Suchmaschine](http://de.wikipedia.org/wiki/Suchmaschine)

Suchmaschinen vollziehen, wie Elena Esposito anmerkt, liefern Ergebnisse, die zuvor "noch nie gedacht worden sind".

Denn: Suchmaschinen denken nicht.

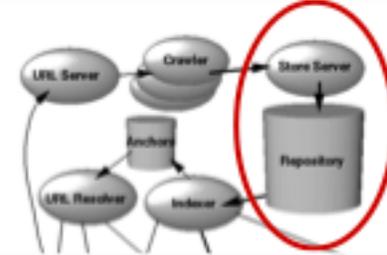
81

### Das "Backend" der Google-Suchmaschine



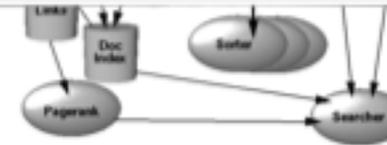
© 1999-2000, Universität Wien, Österreich

### Search Engines und der "Page Rank"

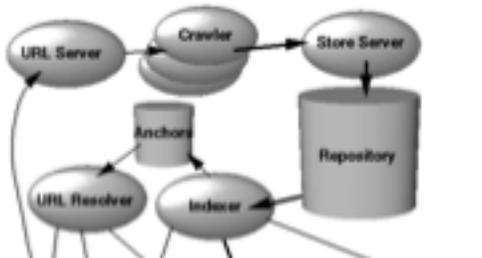


© 1999-2000, Universität Wien, Österreich

Hauptdatenbank, oder Repository. Hier wird jede HTML-Seite als Cache Seite aufbewahrt.

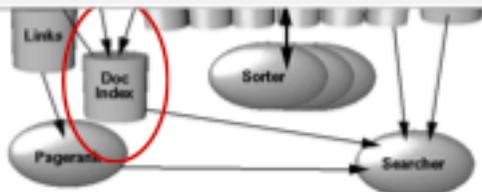


### Search Engines und der "Page Rank"

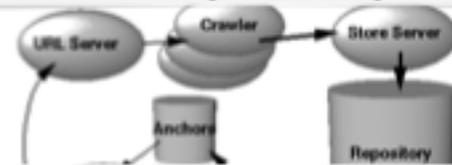


© 1999-2000, Universität Wien, Österreich

"Doc Index" indiziert jedes Dokument, jede Webseite mit einem eindeutigen Index

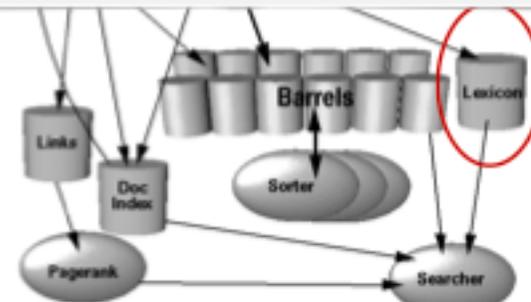


### Search Engines und der "Page Rank"



© 1999-2000, Universität Wien, Österreich

Lexikon der durchsuchbaren Worte. Es enthält einen Wortwurzel-Index von inzwischen 14 Millionen Wörtern





was ist eine suchmaschine

**Bestseller bei Amazon.de**  
Die besten Bücher bei Amazon.de. Jetzt versandkostenfrei bestellen!  
amazon.de Sponsored link

**Suchmaschine - Wikipedia**  
Eine **Suchmaschine** ist ein Programm zur Recherche von Dokumenten, die in einem Computer oder einem Computernetzwerk wie z. B. dem World Wide Web gespeichert sind.  
de.wikipedia.org/wiki/Suchmaschine More from de.wikipedia.org »

**Startseite - WAS IST WAS**  
Heute fragt uns Annalena: Sommersonnenwende - was ist das? ... Hast du auch eine Frage? Dann schicke sie uns. Mit etwas Glück beantworten wir das nächste Mal hier deine Frage. Maulwürfe - Buddeln, was das Zeug hält Habt ihr ...  
wasistwas.de More from wasistwas.de »

Alles was Google bietet, auf unsere Anfrage, wird von einer Ordnungslogik gelistet, die bei Google den Namen "PageRank" trägt.

**"Was ist das für eine magische Suchmaschine?" "Google ...**  
"Was ist das für eine magische Suchmaschine?" "Google" "Uhh", 10.639 likes · 5 talking about this.  
facebook.com/Schluempfe.lernen.Google.kennen More from facebook.com »

### Search Engines vor Google

Yahoo!

1998 Winter Games    MagaMarketing    Analytics Search    Subscriptions

Search options

Yahoo! Chat with Wall Street guru Jim Cramer, supermodel Frederique

Yahoo Pages - People Search - Maps - Classifieds - News - Chat - Free Email - Shopping - My Yahoo! - News - Sports - Weather - Stock Quotes - more...

- **Arts and Humanities**  
Architecture, Photography, Literature...
- **Business and Economy (New)**  
Companies, Finance, Employment...
- **Computers and Internet (New)**  
Internet, WWW, Software, Multimedia...
- **Education**  
Universities, K-12, College Entrance...
- **Entertainment (New)**  
Cool Links, Movies, Music, Humor...
- **Government**  
Military, Politics (New), Law, Taxes...
- **Health (New)**  
Medicine, Drugs, Diseases, Fitness...
- **News and Media (New)**  
Current Events, Magazines, TV, Newspapers...
- **Recreation and Sports (New)**  
Sports, Games, Travel, Autos, Outdoors...
- **Reference**  
Libraries, Dictionaries, Phrase Books...
- **Regional**  
Countries, Regions, U.S. States...
- **Science**  
CS, Biology, Astronomy, Engineering...
- **Social Science**  
Anthropology, Sociology, Economics...
- **Society and Culture**  
People, Environment, Religion...

Mit "Yahoo!" wurde das Web durch eine große Redaktion aufgearbeitet und den Kategorien unterteilt, was natürlich nie wirklich funktionierte, weil sich das Werk viel zu schnell entwickelte und die Redaktion nicht hinterher kam.

© Springer - Sibson, Transkript: SEMA, PageRank

### Search Engines und der "Page Rank"

#### PageRanking - Seitenrang

Google Gründer  
Sergey Brin / Lawrence Page  
1998

$$p_i = \frac{q}{n} + \sum_{j \rightarrow i} \frac{1-q}{l_j} p_j$$

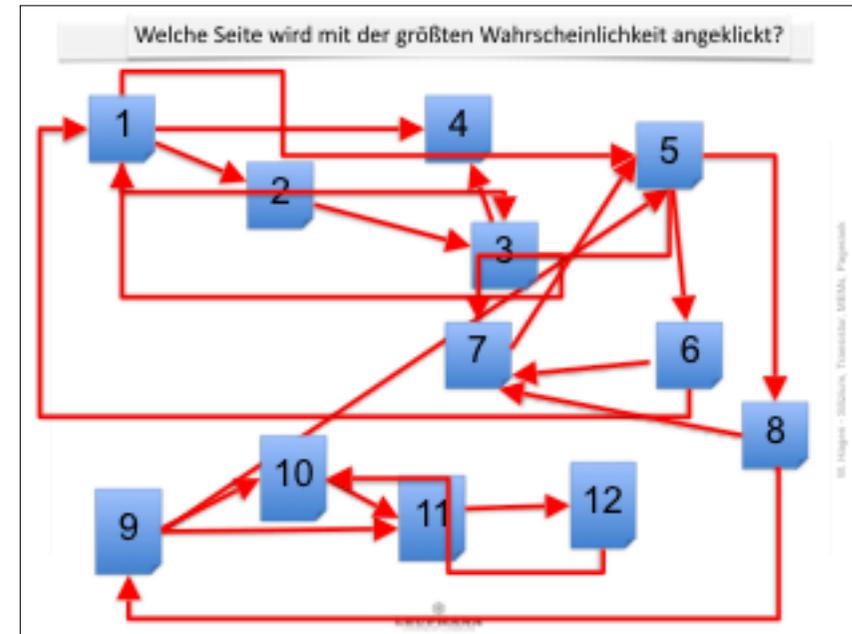
Geheimrezept des Erfolges der Google Gründer vor 20 Jahren

© Springer - Sibson, Transkript: SEMA, PageRank

### "Page Rank"

$$p_i = \frac{q}{n} + \sum_{j \rightarrow i} \frac{1-q}{l_j} p_j$$

Die Google Gründer setzen darauf, die Intelligenz des WEB selbst zu verwenden, um eine Gliederung und Reihenfolge, sprich einer Ordnung in das WEB zu bekommen.



### Wir ermitteln den PageRank

Wir schreiben eine Tabelle und beginnen mit der 7ten (ZufallsWahl), 7 bekommt Seiten-Wert 1

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links	2,3,4,5	3	1,4	2,6,7,8	1,7	5	7,9	10,11,12	11	12	10	10
1.							1					

Und gehen auf 5, 5 kriegt Seiten-Wert 1

### „Pagerank“-Verfahren

Von Seite 5 aus gesehen ....

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links	2,3,4,5	3	1,4	2,6,7,8	1,7	5	7,9	10,11,12	11	12	10	10
1.							1					
2.					1							

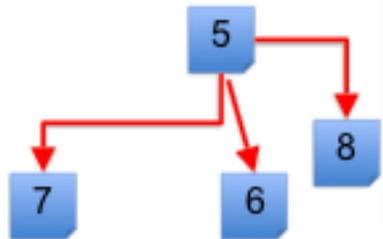
... haben 3 Seiten (6,7,8) die gleiche Wahrscheinlichkeit „angesurft zu werden“  
 Formel pro Seiten-Wert:  
 $1 / \text{Anzahl der Ziellinks}$

„Pagerank“-Verfahren

Von Seite 5 aus gesehen ....

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links 2,3,4,5	3	1,4	2	6,7,8	1,7	5	7,9	1,10,11,12	11	12	10	
1.							1					
2.					1							
3.						0,33	0,33	0,33				

Die Seiten 6, 7 8 haben die gleiche Wahrscheinlichkeit „angesurft zu werden“.



„Pagerank“-Verfahren

Von Seite 5 aus gesehen ....

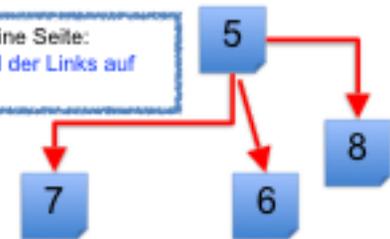
Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links 2,3,4,5	3	1,4	2	6,7,8	1,7	5	7,9	1,10,11,12	11	12	10	
1.							1					
2.					1							
3.						0,33	0,33	0,33				

Wahrscheinlichkeitswert-Formel für eine Seite:  
 $1 / \text{Anzahl der Absprung-Seiten} / \text{Anzahl der Links auf der verlinkten Seite}$

Seite/Spalte 6, Schritt 3:  $1 / 1 / 3 = 0,33$

Seite/Spalte 7, Schritt 3:  $1 / 1 / 3 = 0,33$

Seite/Spalte 8, Schritt 3:  $1 / 1 / 3 = 0,33$

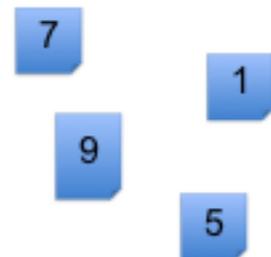


„Pagerank“-Verfahren

Wenn ich auf den Seiten 6, 7 und 8 Seiten stehe ...

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links 2,3,4,5	3	1,4	2	6,7,8	1,7	5	7,9	1,10,11,12	11	12	10	
1.							1					
2.					1							
3.						0,33	0,33	0,33				

... gibt es insgesamt 4 Seiten (1,7,5,9), die mit gleicher Wahrscheinlichkeit angesurft werden müssen.  
 Seite 7 wird zweimal angesurft...



„Pagerank“-Verfahren

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links 2,3,4,5	3	1,4	2	6,7,8	1,7	5	7,9	1,10,11,12	11	12	10	
1.							1					
2.					1							
3.						0,33	0,33	0,33				
4.	0,17				0,33		0,33		0,17			

Seite/Spalte 1, Schritt 4:  $1 / 3 / 2 = 0,17$

Seite/Spalte 5, Schritt 4:  $1 / 3 / 1 = 0,33$

Seite/Spalte 7, Schritt 4:  $(1 / 3 / 2) + (1 / 3 / 2) = 0,33$

Seite/Spalte 9, Schritt 4:  $1 / 3 / 2 = 0,17$

Wahrscheinlichkeitswert-Formel für eine Seite:  
 $1 / \text{Anzahl der Absprung-Seiten} / \text{Anzahl der Links auf der verlinkenden Seite}$

„Pagerank“-Verfahren

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links 2,3,4,5	3	1,4	2	6,7,8	1,7	5	7,9	10,11,12	11	12	10	
1.							1					
2.					1							
3.						0,33	0,33	0,33				
4.	0,17				0,33		0,33		0,17			
5.		0,06	0,06	0,06	0,38	0,08	0,08	0,08		0,06	0,06	0,06

... werden jetzt insgesamt 10 Seiten mit gleicher Wahrscheinlichkeit angesurft.

Seite/Spalte 2, Schritt 5:  $1 / 4 / 4 = 0,06$

Seite/Spalte 3, Schritt 5:  $1 / 4 / 4 = 0,06$

Seite/Spalte 4, Schritt 5:  $1 / 4 / 4 = 0,06$

Seite/Spalte 5, Schritt 4:  $(1 / 4 / 4) + (1 / 4 / 1) + (1 / 4 / 4) = 0,38$

Seite/Spalte 6, Schritt 6:  $1 / 4 / 3 = 0,08$

Seite/Spalte 7, Schritt 6:  $1 / 4 / 3 = 0,08$

Seite/Spalte 8, Schritt 6:  $1 / 4 / 3 = 0,08$

Seite/Spalte 10, Schritt 6:  $1 / 4 / 4 = 0,06$

Seite/Spalte 11, Schritt 6:  $1 / 4 / 4 = 0,06$

Seite/Spalte 12, Schritt 6:  $1 / 4 / 4 = 0,06$

© Ingemar - Sibbers, Transaktion

„Pagerank“-Verfahren

Wenn ich auf diesen 10 Seiten stehe ...

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links 2,3,4,5	3	1,4	2	6,7,8	1,7	5	7,9	10,11	11	12	10	
1.							1					
2.					1							
3.						0,33	0,33	0,33				
4.	0,17				0,33		0,33		0,17			
5.		0,06	0,06	0,06	0,38	0,08	0,08	0,08		0,06	0,06	0,06
6.	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,03	0,13	0,03	0,05	0,1	0,1	0,1

... gibt es insgesamt 12 Links, die mit gleicher Wahrscheinlichkeit angesurft werden müssen ...

... Und schon im nächsten Schritt ist das Werk (fast) vollbracht:

© Ingemar - Sibbers

„Pagerank“-Verfahren

Wenn ich auf diesen 12 Seiten stehe ...

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Links 2,3,4,5	3	1,4	2	6,7,8	1,7	5	7,9	10,11	11	12	10	
1.							1					
2.					1							
3.						0,33	0,33	0,33				
4.	0,17				0,33		0,33		0,17			
5.		0,06	0,06	0,06	0,38	0,08	0,08	0,08		0,06	0,06	0,06
6.	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,03	0,13	0,03	0,05	0,1	0,1	0,1
7.	0,08	0,1	0,1	0,06	0,13	0,03	0,11	0,03	0,04	0,1	0,1	0,1
8.	0,08	0,1	0,1	0,06	0,13	0,03	0,11	0,03	0,04	0,1	0,1	0,1

Nach dem siebten Surf-Schritt verändert sich die Wahrscheinlichkeit einer Seite, angesurft zu werden, nicht mehr. Und es zeigt sich die Rangfolge der 12 Seiten:

© Ingemar - Sibbers, Transaktion

„Pagerank“-Verfahren

PageRanking - Seitenrang

Page	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.	0,08	0,1	0,1	0,06	0,13	0,03	0,11	0,03	0,04	0,1	0,1	0,1

Platz 1

Platz 2

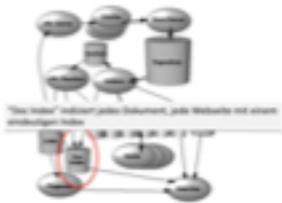
Platz 3

Nach diesem 'Wahrscheinlichkeits-Verteilungs-Surfen' zeigt sich:

- Seite 5 ist die „populärste“ Seite, oder auch die Seite mit dem grössten „Link“-Gewicht.
- Sie hat die höchste Wahrscheinlichkeit bei Surfen getroffen zu werden.
- Sie würde bei einer Abfrage an erster Stelle stehen.

© Ingemar - Sibbers, Transaktion, MEDIA, PageRanking

Schon bei der Indizierung wird "bewertet"



Suchalgorithmus Update 1 (2011) "Panda"

bewertet Seiten schlechter, die

- zu viele Werbeanzeigen haben
- hohe Absprungraten, wenige Pageviews pro User,
- wenige Suchanfragen.

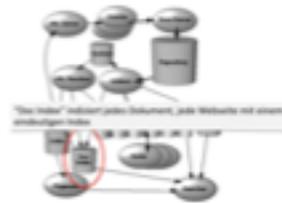
Aber: Panda bewertet deswegen Seiten mit hohen Suchanfragen nicht besser!!

© Ingemar - Sibbers, Transkriptor MEDIA, Pagenoth

101

LEUPHANA

Schon bei der Indizierung wird "bewertet"



Suchalgorithmus Update 2 (2012) "Pinguin"

bewertet Seiten schlechter, die folgendes enthalten

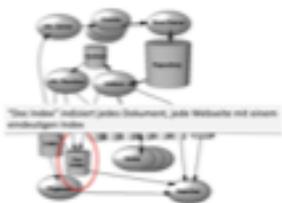
- zu viele "Keyword"-Tags (Stuffing)
- Cloaking = Täuschung der Web-Crawler
- versteckte Texte

© Ingemar - Sibbers, Transkriptor MEDIA, Pagenoth

102

LEUPHANA

Schon bei der Indizierung wird "bewertet"



Suchalgorithmus Update 3 (2013) "Humingbird":

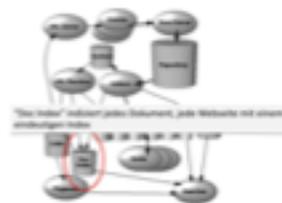
- sucht dafür nicht einfach nur nach einzelnen Wörtern, sondern interpretiert sie als Ganzes.
- analysiert die Verbindung zwischen den einzelnen Wörtern einer Suchanfrage, betrachtet den gesamten Satz. Diese Art der Suche wird auch als semantische Suche bezeichnet.

© Ingemar - Sibbers, Transkriptor MEDIA, Pagenoth

103

LEUPHANA

Schon bei der Indizierung wird "bewertet"



Weitere Such-Algorithmus Updates

- RankBrain (2015) "machine learning-based"

© Ingemar - Sibbers, Transkriptor MEDIA, Pagenoth

104

LEUPHANA

## Ranking einer Suchmaschine / bei Google

berücksichtigt viele Arten von Informationen:

- Position, Schriftgröße, Großschreibung
- Anker-Text, Tags aller Art
- Page-Rank: Berechnungs-Prozedur an **Milliarden von Seiten & Links (ca 4 x im Jahr)**, jede Seite bekommt ihren Rang in einer Datenbank
- Anzahl der Vorkommnisse in einer Weise, die sich verjüngt
- Bei Mehrwort-Abfragen wird die Wort-Nähe berücksichtigt
- u.v.a.m.

© Magye - Sibson, Transstar MEDIA, PageRank

## Search Engines und der "Page Rank"

Wir halten fest:

Eine Seite ist populär, wenn viele populäre Seiten auf sie verweisen.

$$p_i = \frac{q}{n} + \sum_{j \rightarrow i} \frac{1-q}{l_j} p_j$$

© Magye - Sibson, Transstar MEDIA, PageRank

## "Search Engine Optimizing" & "Page Rank"

The screenshot shows a Google search for "Hotel Miami". The search bar contains "Hotel Miami" and the Google logo is visible. Below the search bar, there are tabs for "Web", "Bilder", "Maps", "Shopping", "News", "More", and "Suchoptionen". The search results show approximately 478,000,000 results in 0.42 seconds. The first result is from booking.com, titled "125 Hotels in Miami - Hotels zum halben Preis - booking.com", with a 5-star rating and 2,545 reviews. The second result is from hotels.com, titled "Hotel Miami - Garantiert der niedrigste Preis - Hotels.com", with a 4.5-star rating and 19,419 reviews. At the bottom, there is a "Search Engine Optimizing" overlay with a search bar containing "Hotels ab 37 €" and "bis 8. Juli 2013". Below this, there are four columns of hotel prices: "Hotels ab 37 €", "3 Sterne ab 43 €", "4 Sterne ab 82 €", and "5 Sterne ab 141 €". A "Weitere Hotelangebote auf Google" link is also present.

© Magye - Sibson, Transstar MEDIA, PageRank

## "Page Rank" - Nachteile

„Only about 15 percent of Webpages offer links to opposing viewpoints“  
(Barabási 2003)

„Daraus folgt, dass dichte soziale Umgebungen, die durch Übereinstimmung zusammengehalten werden, unpopuläre Informationen, die in den schwachen Bindungen an ihren Peripherien enthalten sind, oft übergehen“  
(Daniel van der Velden und Vinca Kruk alias „Metahaven“)

© Magye - Sibson, Transstar MEDIA, PageRank

#### Abschließende Überlegungen zu Google Search:

- Dieses Web-Gedächtnis basiert auf der Formatierung von Verfahren, die konformistische Verdichtungen und randständige Ausschließungen unterstützen.
- Dieses Web-Gedächtnis ist programmierbar und kann insofern über sich reflektieren; anders als in Massenmedien gefährden aufgedeckte interne Paradoxien nicht seine Struktur.
- Würde der labile „PageRank“ um einen „SearchRank“-Algorithmus erweitert, so könnten schwach verlinkte Seiten durch den Wert ihrer Suchaufrufe im Seitenwert gehoben werden.
- Die Öffentlichkeit hat ein Anrecht auf Einsicht in die Liste der anonymisierten Suchanfragen einer Gesellschaft.

© Jürgen - Steiner, Transparenz 10/10, Folie 10