



# LEIBNIZ-Konferenz

Industrielle Revolution 4.0 im historischen Kontext

**Jens Knobloch**

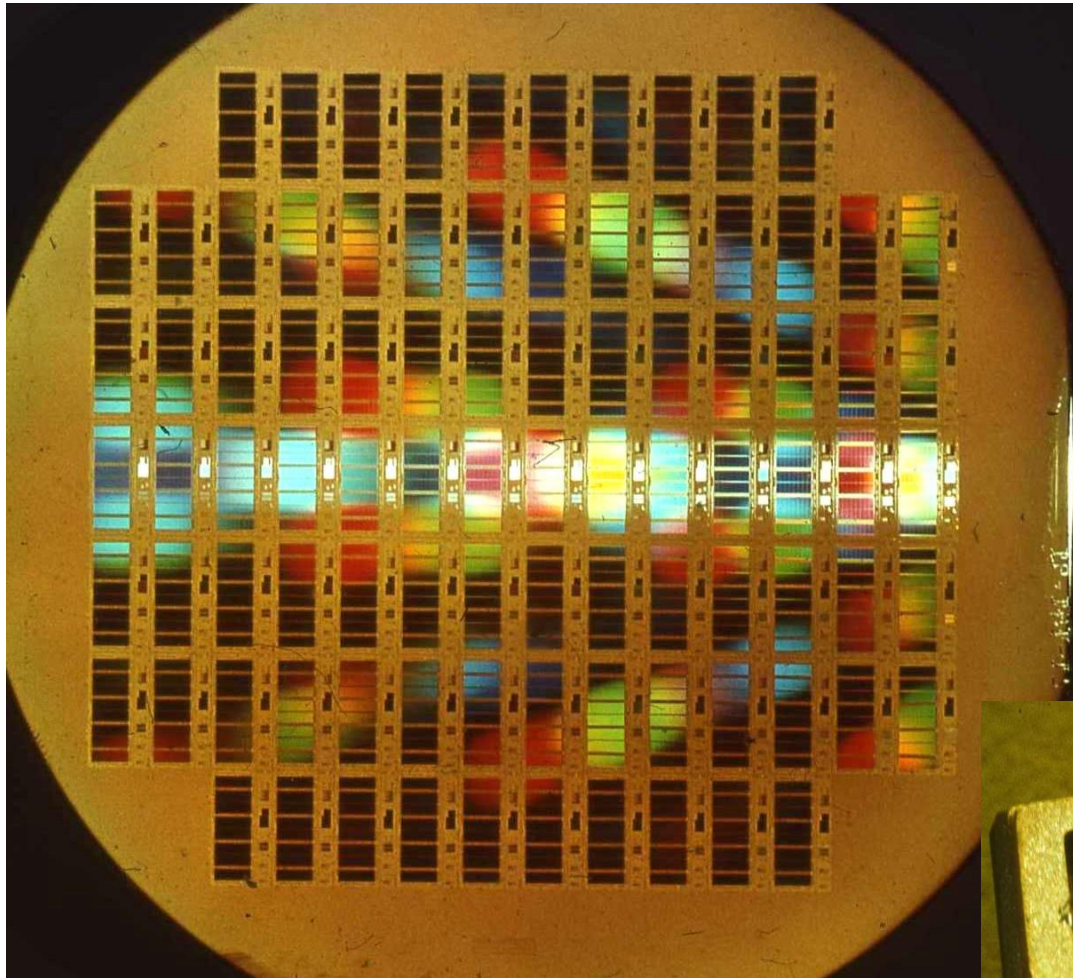
## **Entwicklung des Megabitspeichers U61000 1986 bis 1990**

Dresden, 19.März 2015



19. Leibnizkonferenz

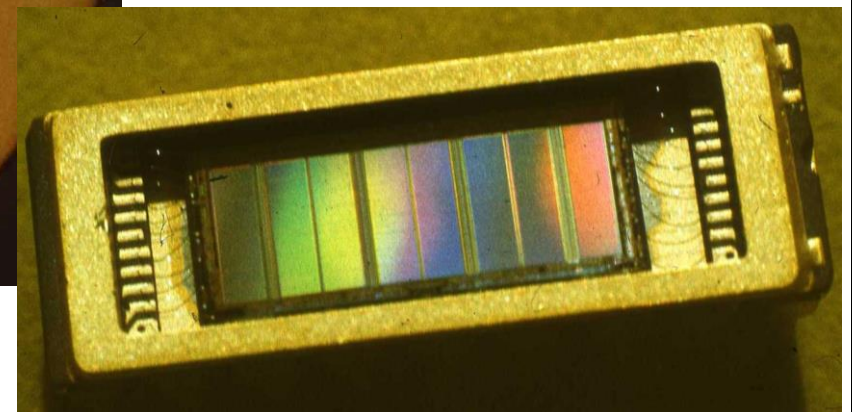
# Der Megabitspeicher U 61000



5"-Wafer des 1MDRAM U 61000

Der Entwicklungsabschluss eines der spektakulärsten Projekte der DDR-Mikroelektronik  
– des Megabitspeichers (1MDRAM) U 61000 – vor 25 Jahren ist der Anlass für unsere Konferenz.

Chip im Keramik-Gehäuse



# Voraussetzungen zur Erzeugnisenentwicklung

**Koordinierte Entwicklung der Gewerke der Erzeugnisenentwicklung im Forschungszentrum Mikroelektronik Dresden (ZMD):**

**Entwurfstechnologie**, Rechentechnik, Maskenherstellung, Messtechnik, Fehleranalyse, Gehäusetechnik (Zyklus 2)

**Parallel-Entwicklungen zur Fertigung:**

Verfahrensentwicklung im ZMD (Technologie CSGT5),

Ausrüstungsentwicklung (CZJ) und Bereitstellung

Aufbau des 1 $\mu$ m-Reinraums und Inbetriebnahme (ZMD - ZVE2)

**Vorbereitung der Rechnerunterstützung** (Hard- und Software)

im Staatsauftrag »Durchgängiges Entwurfssystem« (1984 - 1986),

im Technologischen Zentrums »Entwurf«

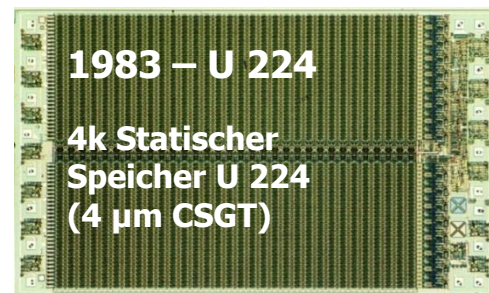
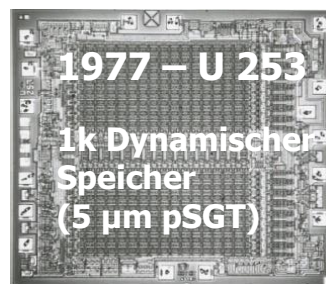
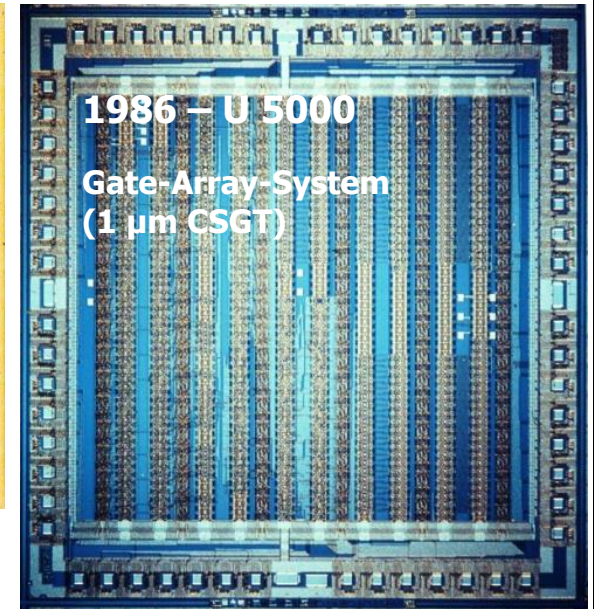
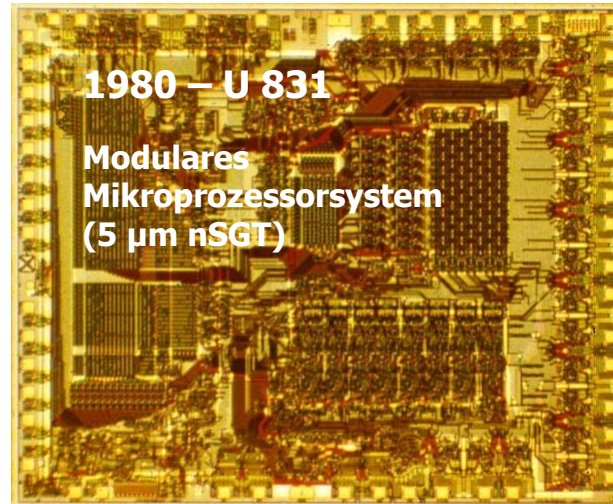
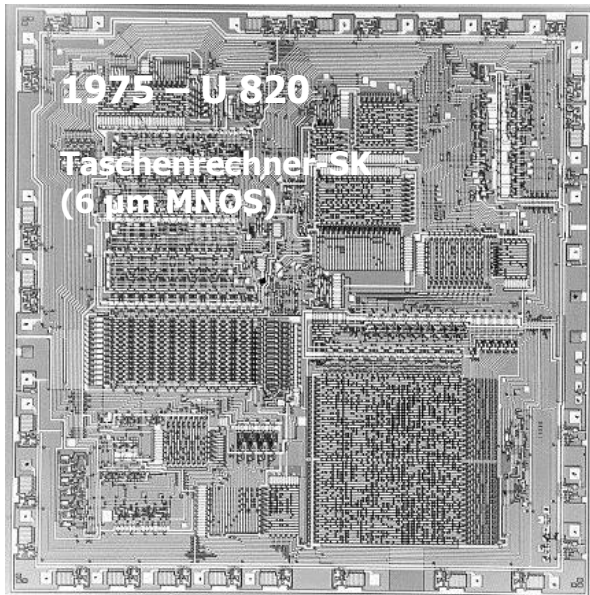
**Zusammenarbeit mit Universitäten und Akademie**

im Rahmen komplexer Überführungsleistungen (KÜL)



# Entwicklung des ZMD-Entwurfs

Entwicklung des ZMD-Entwurfs, isoliert vom internationalen Stand, vom **Nachbau** zum **Eigenentwurf** (am Beispiel von MOS-LSI):



# Entwicklungsschritte bis zu Funktionsmustern

---

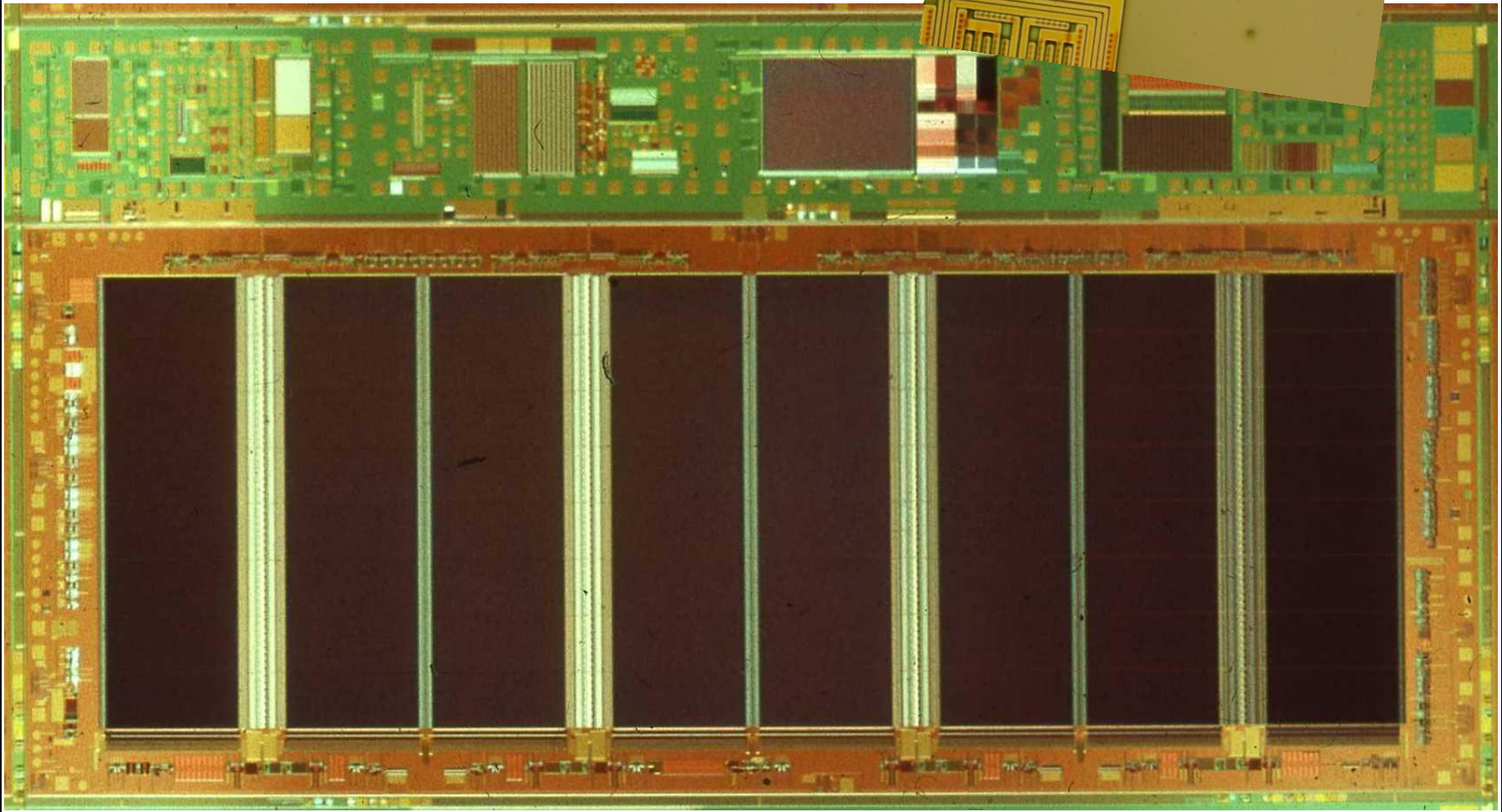
- 06/86 Start des Projektes MIKRON als Staatsauftrag
- 11/86 Themeneröffnung (Angewandte Forschung A1)  
»Erzeugnisenentwicklung des 1 MdRAM U 61000« und  
»Verfahrensentwicklung Technologie CSGT5 (1µm)«
- 12/87 Abschluss des ersten Testentwurfs U 61000-0
- 04/88 Ausspeisung und Messung erster funktionierender Chips mit  
Bitfehlern – Fehleranalyse, Optimierung und Entwurf U61000-1



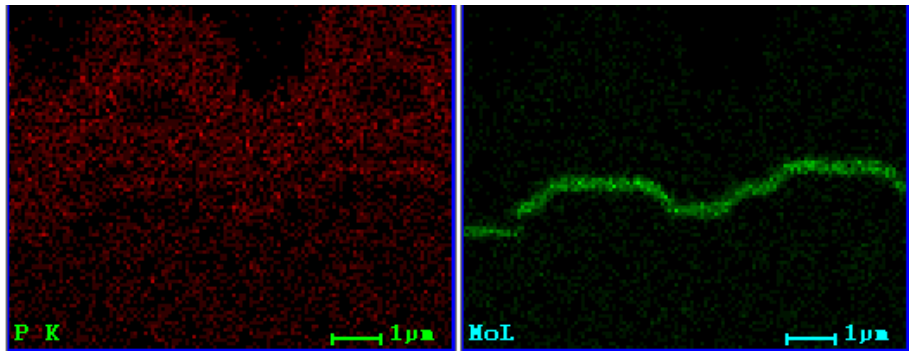
# Chip des U 61000 mit Teststrukturen

Chip (12,8 x 5,1 mm<sup>2</sup>) mit Ritzgrabentestfeld

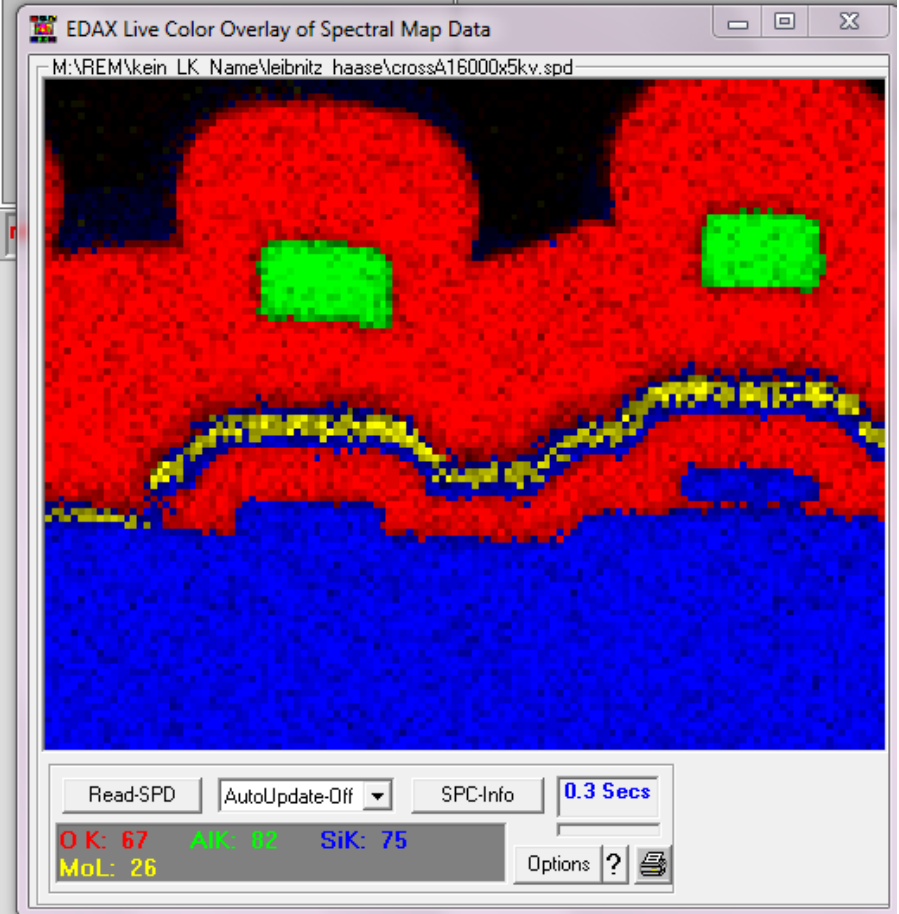
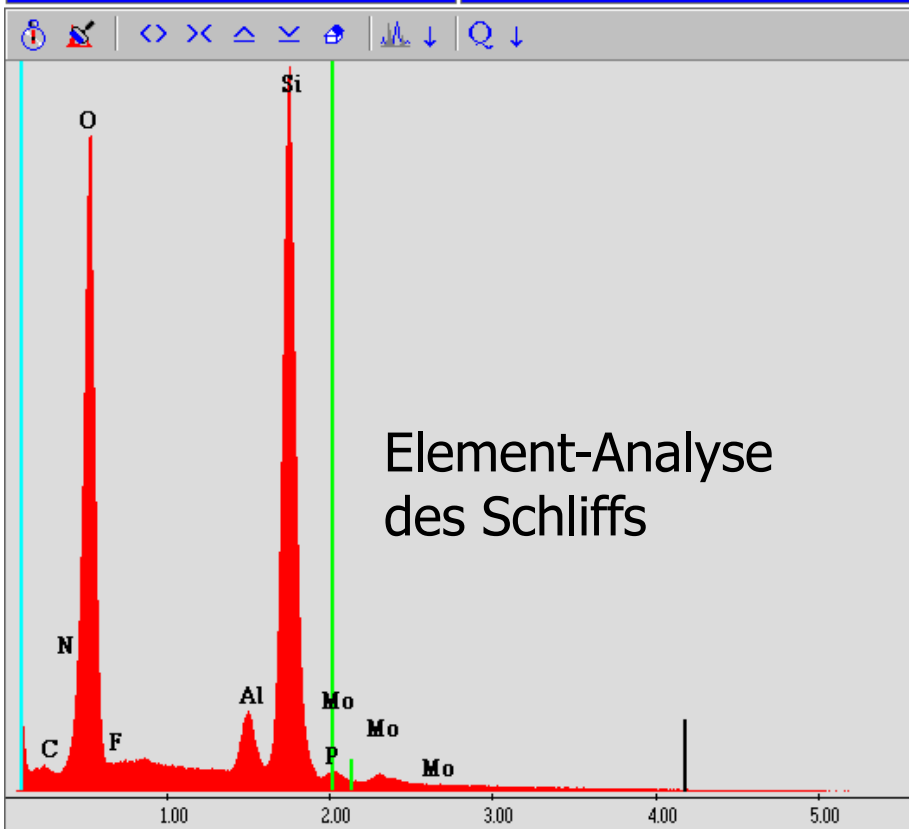
Bezeichnung



# Speicherzelle des Megabitspeichers U 61000



Rastermikroskopaufnahme:  
Längsschliff MoSi-Bitleitung



# Entwicklungsschritte bis zu ersten Mustern

---

- 05/88 Abschluss der Entwurfsüberarbeitung U61000-1 und Start der Lose zur Mustergewinnung
- 07/88 **Beginn der Erzeugnisenwicklung U 61000 (K1)**  
Basis: mit Kombinat Robotron abgestimmtes Pflichtenheft
- 08/88 Ausspeisung und Messung erster bitfehlerfreier Chips mit Parametern im Zielgebiet
- 09/88 Übergabe von vier Megabitschaltkreisen an E. Honecker –  
**Diese ersten Muster sind Basis der DDR-Propaganda zur Erhöhung des Prestiges.**





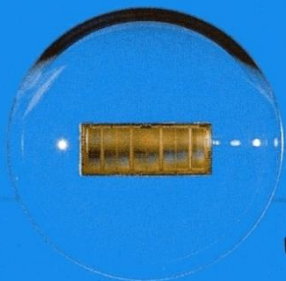
# Erste Muster 8/88

Übergabe erster Muster des Megabitspeichers am 12. 09. 1988



VEB Forschungszentrum Mikroelektronik  
Dresden

Dynamischer-MEGABIT-Speicher  
in  $1\ \mu\text{m}$ -CMOS-Silicon-Gate-Technologie



U 61000

ca. 2.2 Mio Bauelemente

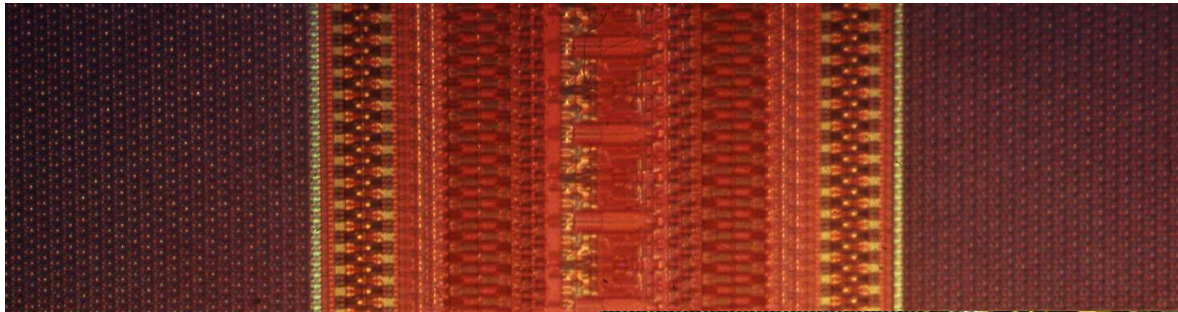
# Schritte bis zum Entwicklungsabschluss

---

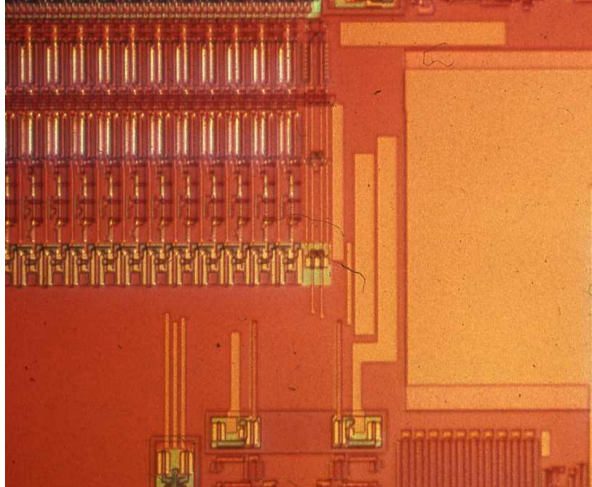
- 01/89 Entwurfsabschluss des um 16% skalierten Chips U 61000-2 (geeignet für Plaste-Gehäuse)
- 03/89 Beginn der **Pilotproduktion** auf Basis des U 61000-1.1 (bis 02/90 werden 6700 Bauelemente U 61000 hergestellt)
- 09/89 Start der 16 Nachweislose des U 61000-1.2 für den Entwicklungsabschluss (K5/0-Serie)
- 03/90 **K5/0-Abschluss mit 3576 Bauelementen aus 16 Losen, d.h. mit einer Ausbeute von 9,5%,**



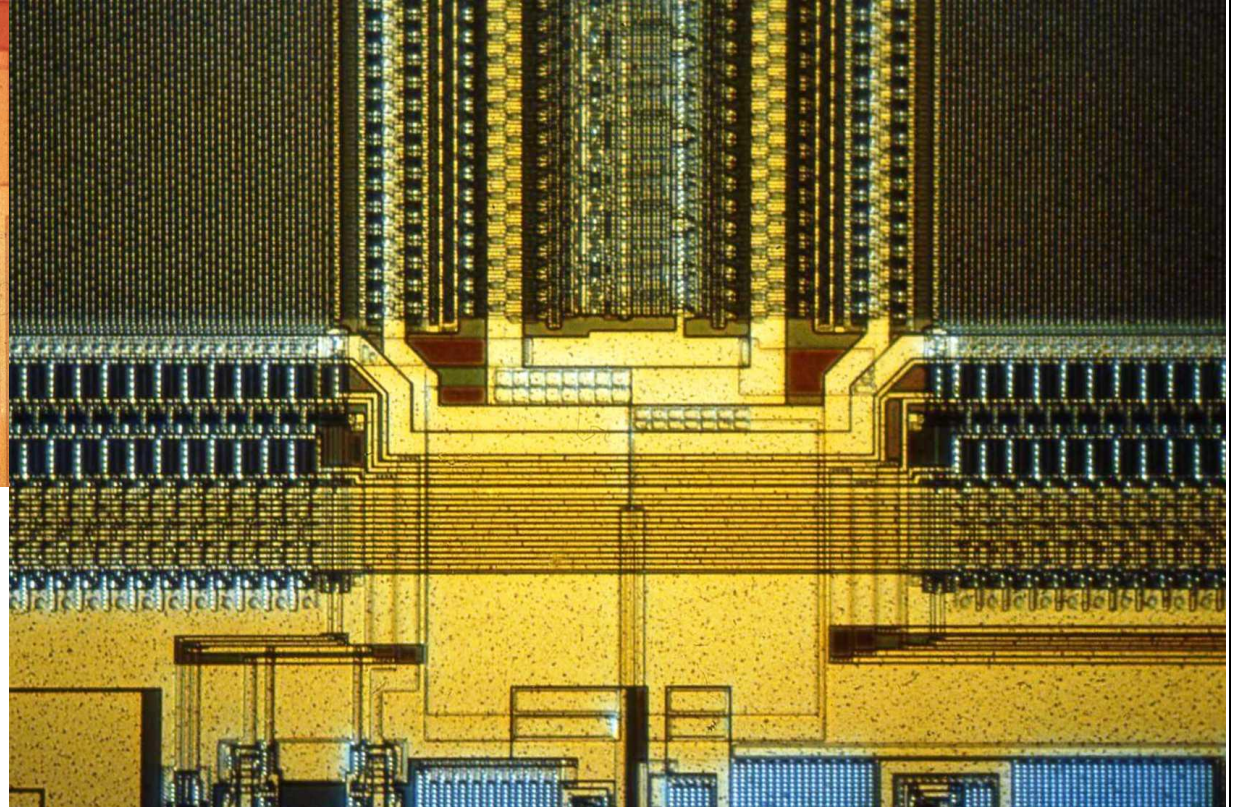
# Layoutstrukturen des U61000



Spalten- und  
Zeilen-Dekoder

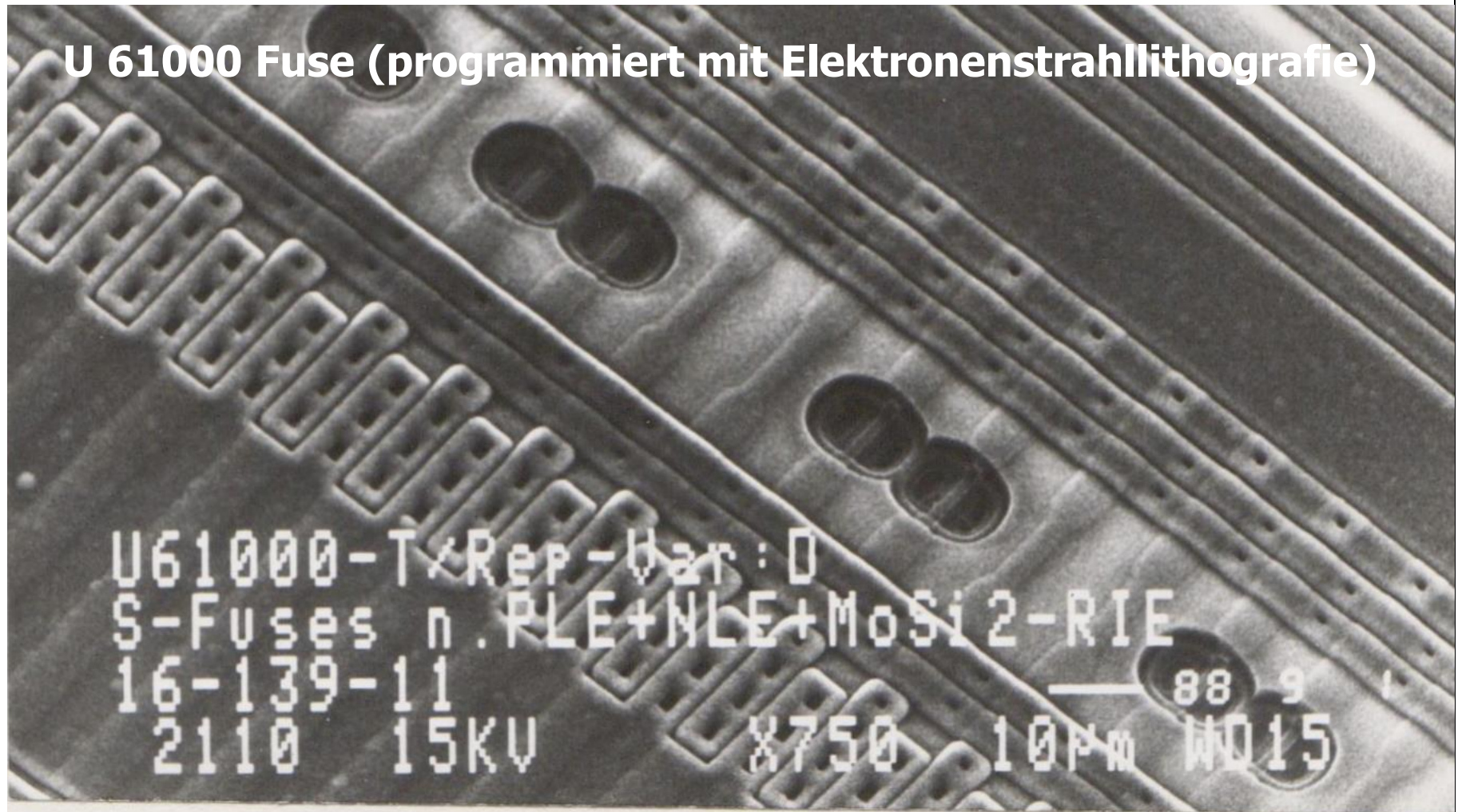


vor und nach  
Metallisierung



# ESL - Redundanz des U 61000

U 61000 Fuse (programmiert mit Elektronenstrahlolithografie)



ESL-programmierte Fusegruppe ESL-Redundanz-  
Erstreparatur an U61000 v. 01. 09. 1988

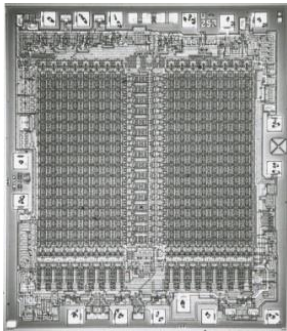
# Ausgewählte Ergebnisse der 16 K5/0-Lose

	Soll	Ist
<b>Elektrische Parameter:</b>		
Zugriffszeit (ns):	85/100/ <b>120</b>	<b>83</b> (70%/25%/5%)
Funktionsbereich (V):	4,5 ... 5,5	3,5 ... 7
Refreshzeit (ms):	8	1000
Ruhestrom (mA):	1	0,25
(Damit sind 70% »schnelle« - und 90% »low-power«-Typen möglich)		
<b>Ausbeute</b> (mit Redundanz):	3%	9,5%
(1Az+/2Az+)		(13,3%/64,7%)
<b>Prüfzuverlässigkeit:</b>	$4 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$
(3 Ausfälle nach 800.000 Betriebsstunden bei Robotron ergaben eine Betriebszuverlässigkeit von $5,3 \cdot 10^{-6}$ )		

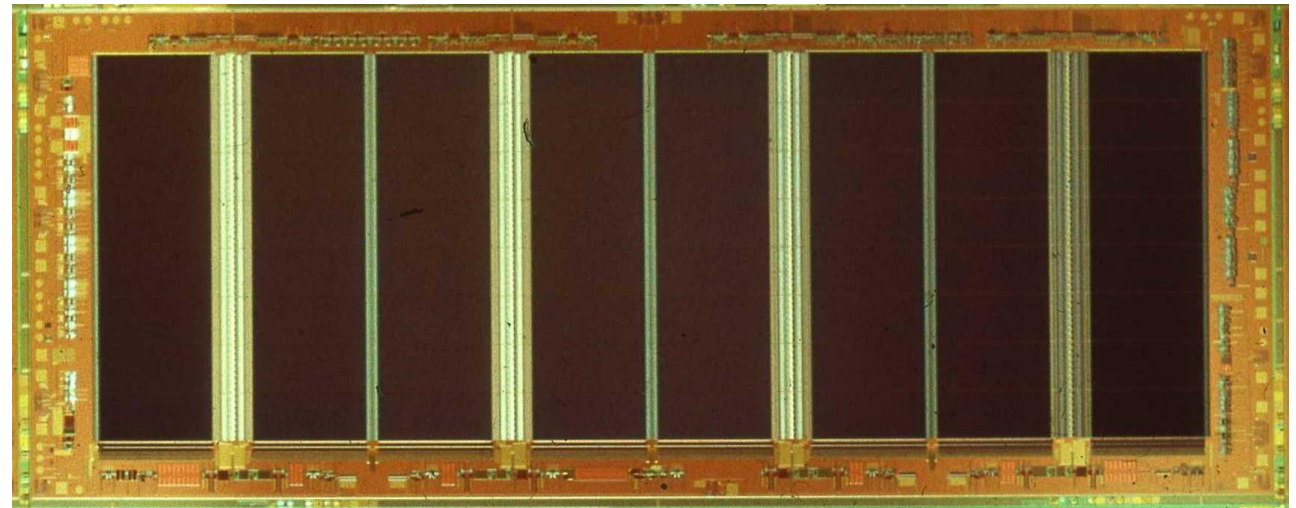
# ZMD-Speicherentwicklung im Vergleich

## Moore'sches Gesetz:

**Verdopplung des Integrationsgrades alle 1,5 bis 2 Jahre**



1k DRAM U 253  
2,9 x 3,3 mm<sup>2</sup>



1M DRAM U 61000  
12,8 x 5,1 mm<sup>2</sup>  
(12,5 x 4,4 mm<sup>2</sup>)

**1k DRAM:** Entwicklungsabschluss 1977

**1M DRAM** (10malige Verdopplung): Entwicklungsabschluss 1990

**13 Jahre = Verdopplung im ZMD: alle 1,3 Jahre**

# Projektleitung, Entwicklungsteams



**Leitung und Jugendforscher des Projektes MIKRON**

# Kombinat Mikroelektronik - Kombinat Carl Zeiss

---

**Mit dem Projekt MIKRON wird 1986 das ZMD – bisher Kombinat Mikroelektronik (KME) - vom Kombinat Carl Zeiss (KCZ) übernommen.**

Verschiedene Ziele:

KCZ – Megabitspeicher als Zugpferd für Export der KCZ-Ausrüstungen

KME – Produktion Megabitspeicher in Erfurt Süd-Ost


**Daraus resultieren verschiedene Wege:**

KCZ – Eigenentwurf mit möglichst viel KCZ-Ausrüstung

KME – Versuch des »bewährten« Weges des Know-how-Imports (Stasi)

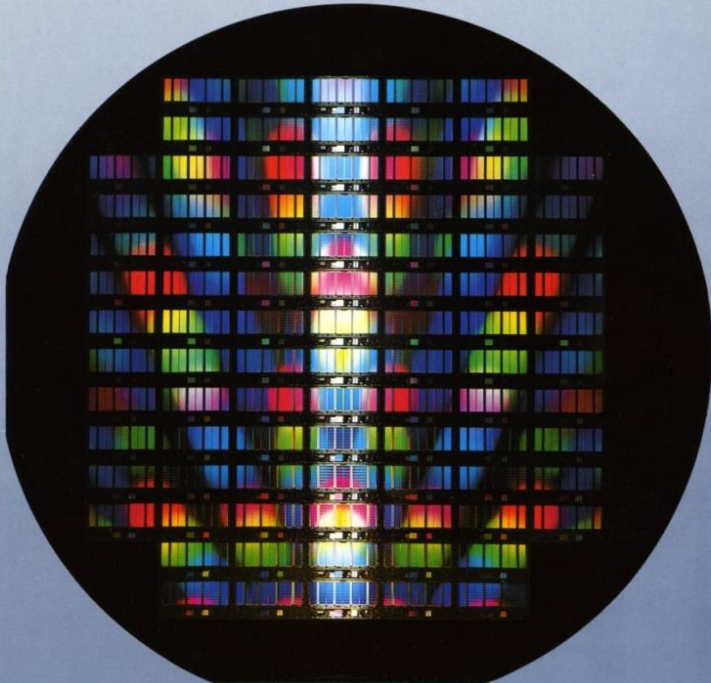


# Prospekte Megabitspeicher, Zeiss-Ausrüstung

 **ZEISS** Mikro-  
elektronische  
Bauelemente

## U 61000 DC

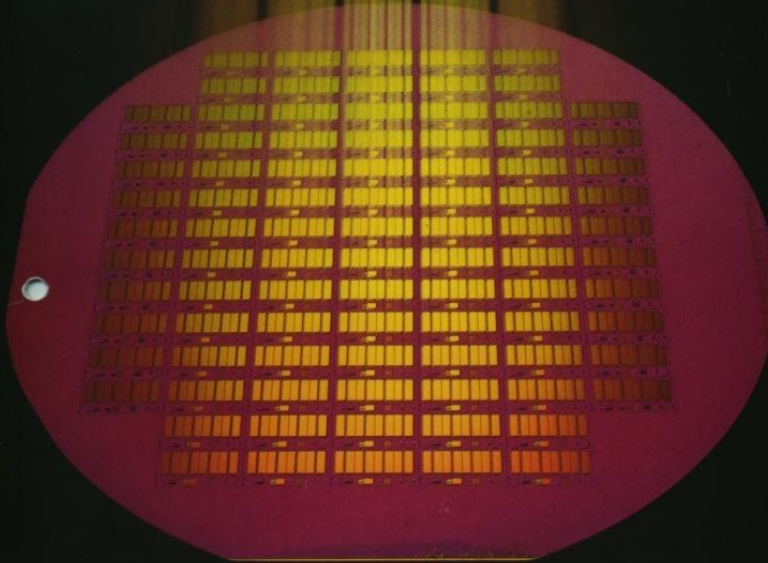
1-Megabitspeicherschaltkreis, dynamisch




# ZEISS

## Präzision für Mikroelektronik

Elektronikmaschinen







# Gründung des Fraunhofer-Instituts

Mit der Wende wird die Struktur des ZMD problematisch – zu viel Forschungs- und Entwicklungskapazität für einen Mikroelektronikproduzenten.

Die Entwicklungsteams des Megabitspeichers werben mit ihrem know-how und mit dem in Fachkreisen hoch anerkannten Entwicklungsabschluss des U 61000.



Sie bilden nach intensiver Evaluierung ein neues »Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme« Dresden.

Neue Forschungsgebiete mit Schwerpunkt Mikrosystemtechnik und Photonik werden bearbeitet und weitere wissenschaftliche Profilierungen führen zum heutigen »Institut für photonische Mikrosysteme« (IPMS).

Im abschließenden Vortrag zeigt Prof. Lakner diese Entwicklung

# Das Projekt MIKRON

---

Kaum ein anderes Projekt und Ergebnis der DDR-Mikroelektronik wurde gegensätzlicher bewertet:

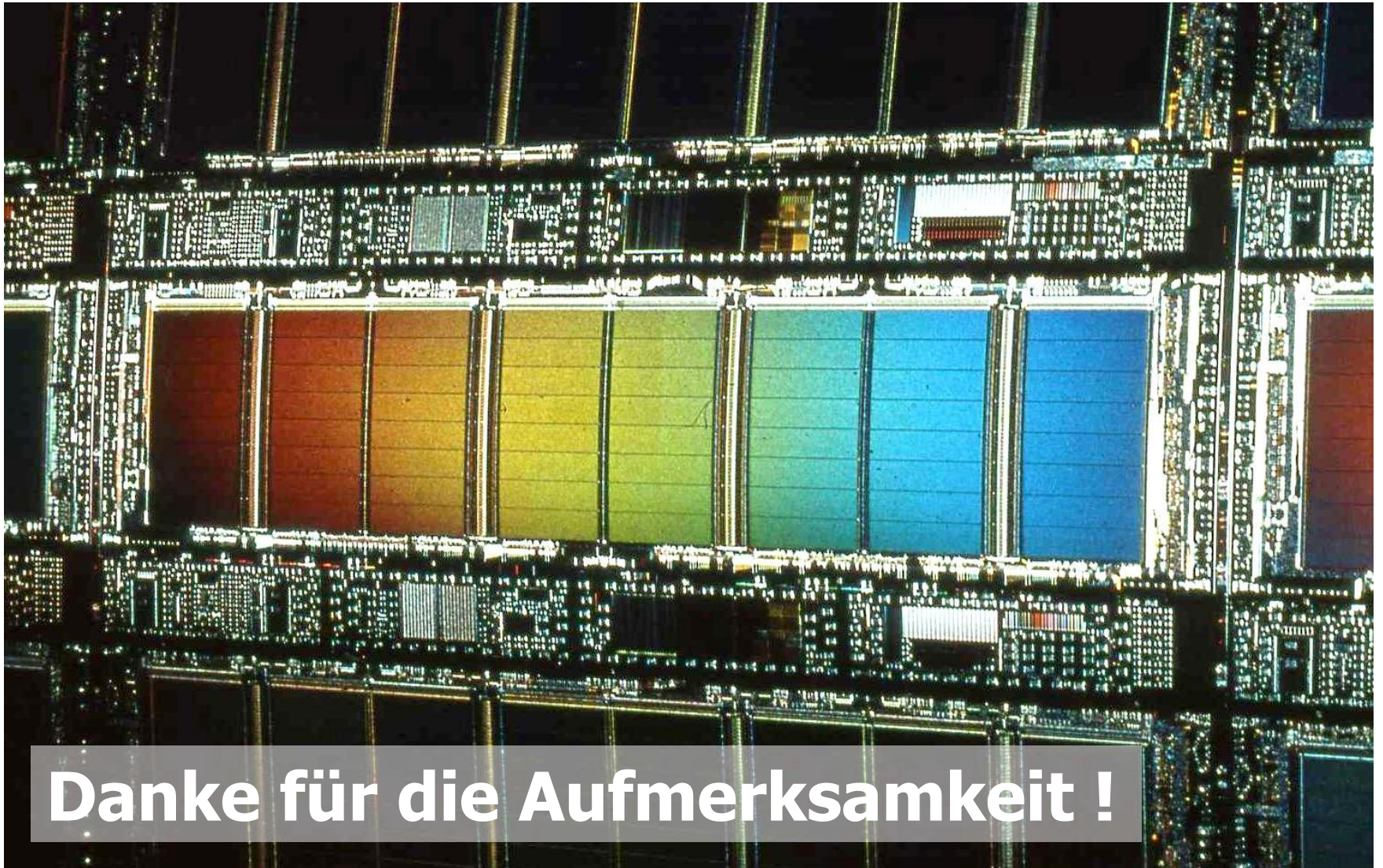
Als **eines der wichtigsten mikroelektronischen Projekte**  
- oder als **Propagandatricks und Prestigeobjekt**

als **herausragende wissenschaftliche Leistung**  
- oder als **großer Betrug**

als **Ergebnis großartiger Teamarbeit**  
- oder als **Produkt schmutziger Stasi-Aktivitäten**



# Zusammenfassung



**Danke für die Aufmerksamkeit !**

