



PC-Technologie im Wandel der Zeit

## 25 Jahre PC-Geschichte bei Beckhoff

Seit einem Vierteljahrhundert ist der Personal Computer (PC) als „Lokomotive der Automatisierungstechnik“ bei Beckhoff im Einsatz. Gleichzeitig feiert die Welt im Jahr 2011 das (erst) dreißigjährige Bestehen des PCs, der sowohl die technische als auch die kaufmännische und die private Welt nachhaltig geprägt hat und weiterhin prägen wird.

### PC-„Urknall“ vor 30 Jahren

Im Bereich der Technik stellen 25 bzw. 30 Jahre einen sehr langen Zeitraum dar; bei der Betrachtung hat dies jedoch den Vorteil, dass mehrere Generationen die Entwicklung sozusagen „am eigenen Leibe“ miterlebt haben und aus persönlicher Sichtweise berichten können. Ich bin überzeugt, dass die Leser dieses Artikels an vielen Stellen nicken und ihre eigenen Erfahrungen bestätigt finden werden.

Die Entwicklung der PC-basierten Steuerungen ging bei Beckhoff Hand in Hand mit dem allgemeinen Fortschritt in der PC-Technik und fand ihre Ausprägung in einer Vielzahl von Geräten, die die Flexibilität und Allgemeingültigkeit dieser Plattform der industriellen Welt zur Verfügung stellte.

Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre erblühte die Rechnerlandschaft und brachte eine Reihe von Computern hervor, die irgendwie alle die Bezeichnung „Personal Computer“ für sich beanspruchten, weil es auch wirklich so gemeint war: Man nannte eine erschwingliche elektronische Rechenmaschine sein eigen, die aus einem ehemals „normalen“ Menschen einen technikbegeisterten Enthusiasten machte. Zu diesen „privaten“ Rechnern gehörten z. B.

- 1979 | Atari 400 (mit MOS-6502-CPU, 1,77 MHz)
- 1980 | Sinclair Z80 (mit Z80-CPU, 3,25 MHz)
- 1981 | Commodore VC 20 (mit MOS-6502-CPU, 1,10 MHz)
- 1982 | Commodore 64 (mit MOS-6510-CPU, 985 kHz)

Als Geburtsstunde des PCs, wie wir ihn heute kennen, gilt jedoch das Jahr 1981. Es war das Jahr, als das Unternehmen IBM den ersten PC mit einer x86-CPU auf den Markt brachte: Der IBM-PC Typ 5150 hatte einen 8088-Prozessor mit 4,77 MHz. IBM entschied sich aus Kostengründen für diesen Prozessor, da er im Gegensatz zu dem bereits existierenden und leistungsfähigeren 8086 den Anschluss einer kostengünstigen 8-Bit-Peripherie erlaubte. Zudem sollte wohl den zunehmenden Markterfolgen der Z80- und Motorola-68000-Prozessoren etwas entgegengestellt werden. Der IBM-PC mit x86-Prozessor koexistierte in den 80er Jahren mit Konkurrenten im Privat- und Bürobereich (z. B. Atari, Apple Macintosh, Commodore Amiga); die x86-Architektur setzte sich aber zunehmend durch.

Ich kann mich sehr lebendig an den Tag erinnern, als sich unser Z80-Computerclub schlagartig auflöste, weil alle Mitglieder in Scharen zum IBM-PC XT überliefen. Die Gründe waren damals (im Jahr 1984) in etwa die, die heute als selbstverständlich angenommen werden: Der PC versprach eine zahlreich aufgestellte Gemeinschaft mit kompatibler und einfach zu benutzender Hardware und Software, einschließlich einer gigantischen 10-MB-Festplatte als Massenspeicher. Damit war endlich das mühsame Abspeichern der Programme auf Tonkassetten Vergangenheit.

Zum Erfolg trug sicherlich auch das neue Betriebssystem DOS von Microsoft bei, welches angeblich nur deswegen seinen Weg auf den IBM-PC fand, weil IBM und Digital Research (der Hersteller von CP/M) sich nicht auf die Unterzeichnung eines sogenannten NDA (Non-Disclosure Agreement) einigen konnten.

### Intel®: der PC-Taktgeber

Neben IBM gibt es noch einen zweiten Namen, der einem sofort im Zusammenhang mit dem PC einfällt: Es ist die 1968 von Gordon Moore und Robert Noyce gegründete Firma Intel. Zu den beiden Erstgründern gesellte sich wenig später noch Andy Grove, der Intel bis 1998 als CEO-Vorstand und bis 2004 als „Chairman of the Board“ fungierte. Er leitete den entscheidenden Wechsel der Firma Intel vom Hersteller von Speicherchips zur Entwicklung und Fertigung von Prozessoren ein. Das Kürzel des Firmennamens leitet sich übrigens aus „INTEgrated ELEctronics“ ab.

Heute ist Intel ein Unternehmen mit 93.000 Mitarbeitern, verteilt auf 151 Standorte in 62 Ländern, und einem Jahresumsatz von 43,6 Milliarden US \$<sup>1)</sup>. Dafür hat Intel einen weiten Weg zurückgelegt: beginnend mit dem

ersten Prozessor 4004 (4 Bit, 1971) über den 8-Bit-Nachfolger 8008 (1972) bis zum ersten PC-Prozessor 8080 (1974). Als erster x86-Prozessor gilt der 1978 erschienene 16-Bit-Prozessor 8086, der jedoch aus Kostengründen (die 16-Bit-Peripherie war damals noch zu teuer) erst ab 1979 im abgespeckten 8-Bit-Format, als 8088-Prozessor, seinen Weg in den PC-Massenmarkt fand. Tabelle 1 zeigt die Meilensteine in der Entwicklung der Prozessoren, die ab 1985 auch bei Beckhoff im Einsatz waren bzw. immer noch sind. Schaut man auf die Strukturbreiten und die Anzahl der verbauten Transistoren der einzelnen Prozessoren, so kann man die Gültigkeit der von Gordon Moore postulierten Behauptung erahnen, der zufolge sich die Anzahl der Transistoren in einem Chip ungefähr alle 18 Monate verdoppelt. Die exakte Beweisführung ist allerdings durch die Vielzahl der in den Markt gebrachten Derivate einzelner Prozessorfamilien erschwert. Eine detaillierte Übersicht der von Intel seit Anbeginn hergestellten Prozessoren findet sich unter 2). Eine schnelle Referenz zu technischen Daten von Prozessoren und Chipsätzen stellt Intel unter 3) zur Verfügung.

Intel war und ist auch maßgeblich beteiligt an der Erfindung und Spezifikation wichtiger PC-Technologien, wie ISA, PCI, PCI-Express und USB. Es gibt aber auch wichtige Schnittstellen, wie DIE, ATA, ATAPI (Western Digital) und SATA (SATA International Org.), die anderen Unternehmen zugeschrieben werden. Obwohl früher zahlreiche Firmen x86-kompatible Prozessoren hergestellt haben (z. B. IDT, Texas Instruments, SGS Thomson, Cyrix, National Semiconductor, Transmeta, UMC), sind heute nur noch die Unternehmen AMD und VIA – als ernst zu nehmende Wettbewerber zu Intel – übrig geblieben.



Andreas Thome,  
Produktmanager PC-Control,  
Beckhoff Automation



Andreas Thome: „Mein „PC“ im Jahre 1983 war ein Casio FP1100 mit Z80-CPU, 3,9936 MHz, mit C82-Basic im ROM und CP/M2.2 auf 5¼-Zoll-Disketten, der heute noch anstandslos läuft.“



Ein IBM-PC 5150, voll funktionsfähig

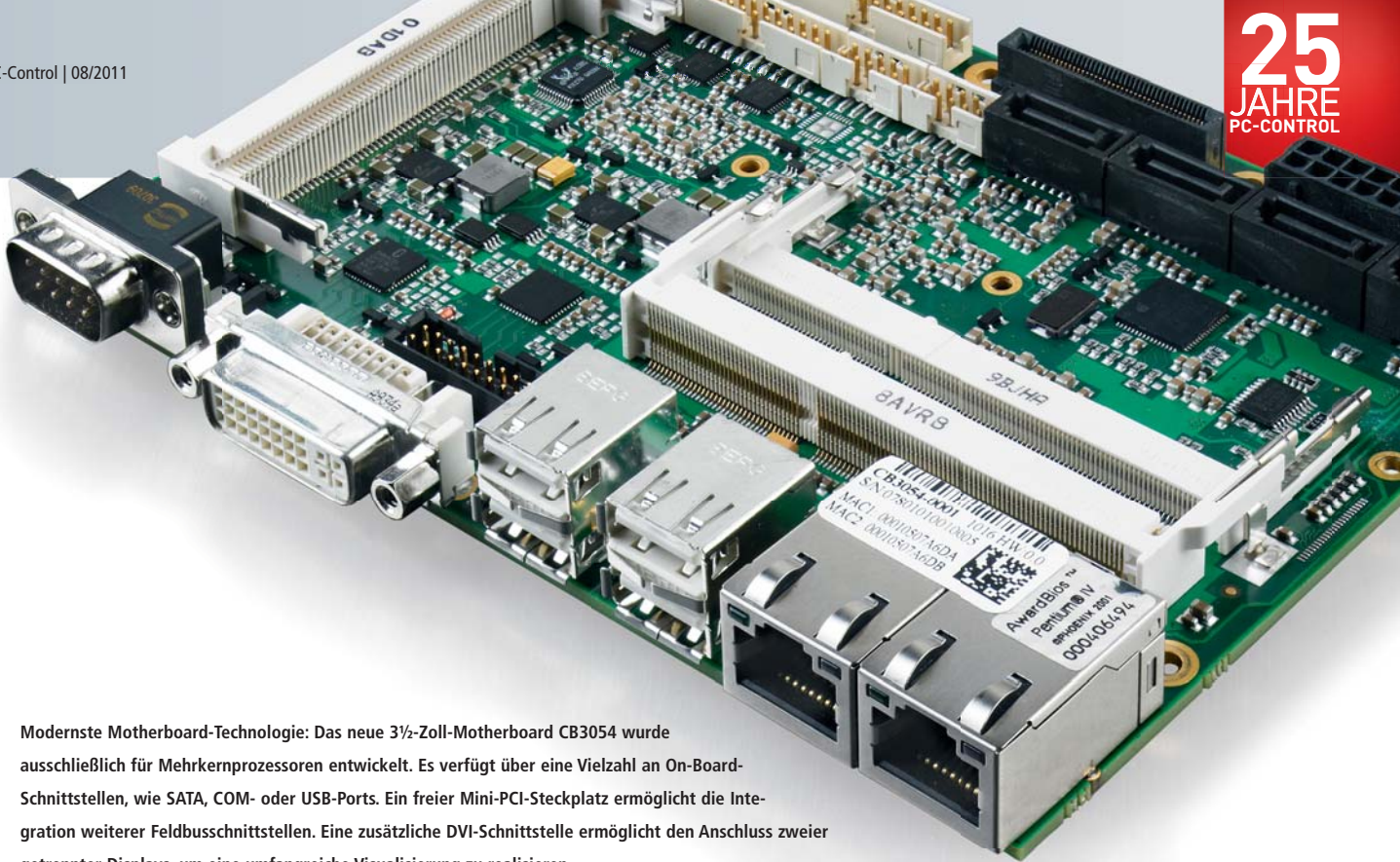
## Beckhoff: der Industrie-PC wird 25

Heute eine Selbstverständlichkeit, damals eine für die industrielle Steuerungstechnik bahnbrechende Idee, begann Beckhoff 1986 mit der Fertigung und dem Einsatz von Industrie-PCs. Damit wurde ein Wendepunkt in der Beckhoff-Geschichte eingeleitet: weg von den bis dahin hergestellten Steuerungen, auf Basis der 8-Bit-Motorola-6809-Prozessoren, hin zu x86-basierten IPC-Steuerungen. Eng verbunden mit dieser Entwicklung war auch die Frage der Signalerfassung und Signalausgabe zwischen PC und Maschine. Daher wird die Entwicklung einiger markanter I/O-Technologien und -Baugruppen in der nachfolgenden chronologischen Aufzählung ebenfalls berücksichtigt.

- 1986** | Erste Beckhoff PC-XT-basierte Steuerungen im Bereich Holzbearbeitungsmaschinen. Es handelte sich einerseits um Steuerungen für Doppelgehrungssägen, d.h. es wurden an beiden Seiten einer Profilleiste die Sägeblätter auf die gewünschte Länge verfahren und Winkelschnitte angebracht, und andererseits um Kantenbearbeitungsmaschinen. Zuerst wurden die PCs als Bedien-, Rechen- und Speichereinheit eingesetzt; die tatsächliche Echtzeitsteuerung erfolgte noch mittels der Motorola-Hardware. Aber man erkannte schnell, dass der PC die vollständige Funktion einer Steuerung übernehmen konnte. Somit wurde die separate 6809-Hardware überflüssig und die Idee der multifunktionalen, echtzeitfähigen PC-Steuerung war geboren.
- 1987** | B5000 – PC-Einsteckkarte für das Einlesen und Ausgeben elektrischer Signale für die Maschinensteuerung. Die Karte war auf Memory- oder Portadressen konfigurierbar und bot dem PC den direkten Zugriff auf das Prozessabbild der Signale als treiber-entkoppeltes Parallel-I/O an.
- 1989** | C1210 – Lightbus-Interface-Karte und erste Lightbus-Module M1000. Interessanterweise war die C1210-Karte mit einem Motorola-6809-Prozessor ausgestattet, der aber nur noch für den Betrieb des Lichtwellenleiter-Feldbusses zuständig war. Der PC-Prozessor übernahm die Master-Rolle.

- 1990** | C2000 – All-in-one-PC-Motherboard mit Intel® 386SX, Cirrus-Chipsatz und Lightbus-Interface on-board
- | C1100 – Single-Board-PC-Kern mit Interface zu Siemens S5 (Technik: 80386SX, 82370SX, 8255-Port-Baustein, Xilinx XC3030 als Lightbus-Interface, DPR zur S5). Intern wurde dieser PC „Pressen-PC“ genannt, da sein Einsatzfeld Metallpressen waren.
- | C1200, C1220 – ISA-Masterkarten für Lightbus. C1200 war eine passive Karte (ohne eigenen Prozessor), während C1220 über eine eigene CPU zur Abarbeitung der Lightbus-Telegramme verfügte.
- 1992** | C1600 – Lightbus-Interface-Karte für Mitsubishi-SPS
- 1993** | C1110 – Single-Board-PC mit Interface zur Siemens S5 (kompletter PC mit 80486DX, Video-Controller, Festplatte + Disk, Lightbus-Interface, DPR zur S5)
- 1994** | C1120 – Lightbus-Interfacekarte für Siemens S5 mit Infineon-80C166-Prozessor und einfacher Baubreite
- 2002** | Entwicklung eines Motherboards für den CX1000-Embedded-PC mit Pentium-MMX-kompatiblen National-Semiconductor (später AMD)-Prozessor SC2200. Die Motherboard-Entwicklung für dieses Gerät markierte – nach mehrjähriger Pause – den Wiedereinstieg von Beckhoff in die eigene Motherboard- und BIOS-Entwicklung, und den Beginn einer Embedded-PC-Baureihe für die Hutschienenmontage, mit direkter Anbindung von I/O-Busklemmen.
- 2003** | EtherCAT, der schnelle Ethernet-Feldbus, wird geboren.
- 2004** | Entwicklung von Motherboards in den Formaten CX, 3½“, Slot, ATX und PC/104 mit 855er-Chipsatz und Intel®-Celeron®-M-/Pentium®-M-Prozessoren.
- 2006** | Entwicklung von Motherboards in den Formaten 3½“, Slot, ATX und PC/104 mit 945er-Chipsatz und Intel®-Core™-Duo-/Core™-2-Duo-Prozessoren
- 2009** | Entwicklung von Motherboards in den Formaten 3½“, ATX und PC/104 mit GS45er-Chipsatz und Intel®-Core™-2-Duo-Prozessoren. Der Slot-Formfaktor entfiel. In den Formfaktoren CX, 3½“ und PC/104 wurde Intel® Atom™ mit US15W-Chipsatz eingesetzt.

Jahr	Prozessor	Register	Takt	Transistoren	Prozess	Bemerkung
1974	Intel® 8080	8 Bit	2 MHz	6.000	6 µm	eingesetzt in Ampeln, Kassen und ersten PCs, z. B. Altair 8800
1976	Intel® 8085	8 Bit	5 MHz	6.500	6 µm	eingesetzt z. B. in Spieleautomaten, sonst nicht sonderlich erfolgreich
1978	Intel® 8086	16 Bit	4,77 – 10 Mhz	29.000	3 µm	erster „x86“-Prozessor, eingesetzt z. B. im Schneider-PC 1640
1979	Intel® 8088	16 Bit	4,77 – 8 MHz	29.000	3 µm	kostengünstiger als 8086, eingesetzt im IBM-PC 5150 prägte das Kürzel „PC“ ab 1981 mit 4,77 MHz
1982	Intel® 80286	16 Bit	6 – 12,5 MHz	134.000	1,5 µm	verwendet im IBM-PC/AT (5170) ab 1984 mit 6 MHz
1985	Intel® 80386	32 Bit	16 – 33 MHz	275.000	1 µm	DX hatte 32 Bit Datenbus, SX nur 16 Bit
1989	Intel® 80486	32 Bit	25 – 100 MHz	1.200.000	1 – 0,8 µm	Endlich: eine CPU mit integrierter Hardware-Floatingpoint-Unit (FPU)
1993	Intel® Pentium®	32 Bit	30 – 233 MHz	3.100.000	0,8 – 0,35 µm	80586 ließ sich als Marke nicht schützen, daher Übergang auf textuelle Prozessornamen
1996	Intel® Pentium® MMX	32 Bit	166 – 233 Mhz	4.500.000	0,35 µm	Erster Pentium mit MMX (MultiMedia eXtension)-Befehlen
1997	Intel® Pentium® II	32 Bit	233 – 450 MHz	7.500.000	0,35 – 0,25 µm	P6-Architektur, bei Beckhoff nicht im Einsatz, der Vollständigkeit halber aufgeführt
1998	Intel® Celeron®	32 Bit	300 – 533 MHz	19.000.000	0,25 µm	„Celeron“ = einfachere, kostengünstigere CPU-Varianten
1999	Intel® Pentium® III	32 Bit	550 – 1,4 GHz	28.000.000	0,18 µm – 013 µm	Erster Pentium mit SIMD (Single Instruction/Multiple Data)-Befehlen
2000	Intel® Pentium® 4	32/64 Bit	1,3 GHz – 2 GHz	42.000.000	0,18 µm	Netburst-Architektur, „130 W“, erste Prozessoren mit Intel® 64
2002	Intel® Pentium® 4-M	32 Bit	1,6 GHz – 2,4 GHz	55.000.000	0,13 µm	Netburst-Architektur, „35 W“ statt „130 W“-Notebookprozessor
2004	Intel® Pentium® M / Celeron® M	32 Bit	600 MHz – 2,26 GHz	144.000.000	0,13 – 0,065 µm	Abkehr von Netburst, Rücksprung zur P6-Architektur wie Pentium® Pro/II
2006	Intel® Core™ Duo	32 Bit	1,5 GHz – 2,33 GHz	151.000.000	0,065 µm	Einführung des „Core“-Markennamens, geänderte P6-Architektur, kein Intel® 64“
2006	Intel® Core™2 Duo	32/64 Bit	3 GHz	291.000.000	0,065 µm	Core-Microarchitecture, erste Generation
2007	Intel® Core™2 Quad	32/64 Bit	3 GHz	582.000.000	0,065 – 0,045 µm	Core-Microarchitecture, erste Generation
2008	Intel® Core™ Z510/Z530	32 Bit	1,1 – 1,6 GHz	47.000.000	0,045 µm	Low-power „2,5 W“-CPUs, In-order-Architektur wie Pentium®, kein Intel® 64
2011	Intel® Core™ i3,5,7 (Sandy Bridge)	32/64 Bit	1,1 – 3,46 GHz	995.000.000	0,032 µm	Core-Microarchitecture, zweite Generation



**Modernste Motherboard-Technologie:** Das neue 3½-Zoll-Motherboard CB3054 wurde ausschließlich für Mehrkernprozessoren entwickelt. Es verfügt über eine Vielzahl an On-Board-Schnittstellen, wie SATA, COM- oder USB-Ports. Ein freier Mini-PCI-Steckplatz ermöglicht die Integration weiterer Feldbusschnittstellen. Eine zusätzliche DVI-Schnittstelle ermöglicht den Anschluss zweier getrennter Displays, um eine umfangreiche Visualisierung zu realisieren.

**2011 |** Hier stehen weitere Motherboard-Entwicklungen in den Formaten 3½", ATX und PC/104, mit neueren CPUs und Chipsätzen der „Sandy Bridge“-Generation, an. Im Bereich der Atom™-CPUs werden der „Pineview D“ sowie „Cedarview“ in Beckhoff-Produkten Einzug halten.

## Die PC-Zukunft? Bleibt spannend!

Der Industrie-PC-Bereich ist ohne jeden Zweifel technologisch an die Entwicklung der PC-Systeme im kommerziellen Markt gebunden. Die Vergangenheit zeigt, dass immer neue physikalisch-chemische Verfahren zur Reduktion der Transistorstrukturen gefunden werden. Derzeit setzt Intel mit 22-nm-(Ivy-Bridge-Prozessoren)-Strukturen eine Marke auf diesem Weg. Extrapoliert man den zeitlichen Ablauf der Shrinks bei Intel®-Prozessoren (Abb. 4) anhand einer Exponentialfunktion, so kann man für 2015 etwa eine Strukturgröße von 15 nm und für das Jahr 2020 etwa 8 nm annehmen. Andere Schätzungen sind weniger konservativ und gehen von 11 nm bereits im Jahr 2015 aus. Diese Entwicklung wird den Einsatz komplexer Prozessoren in kleineren und kleinsten Industrie-PCs begünstigen, aber auch, am anderen Ende der Komplexitätsskala, die Entwicklung von Many-Core- und Multi-Core-Prozessoren weiter befeuern (siehe Intel-Artikel auf Seite 56). Ebenso wird die Integration der gesamten Funktionalität eines PCs in einen Chip möglich sein. Erste Ansätze zu einem System-on-Chip (SoC) wurden bereits durch die Verschmelzung von CPU und Northbridge bei aktuellen Intel®-Prozessoren verwirklicht. Interne und externe Bussysteme steigern ihre Geschwindigkeit: Während USB 3,0 mit 5 GBit/s heute schon in Produkte Einzug hält, wird gerade die PCI-Express-Generation 4 spezifiziert, die eine theoretische Datenrate von 16 GT/s (Gigatransfer pro Sekunde, entspricht einer rohen Datenrate von 16 Gigabit/s) aufweist und voraussichtlich im Jahr 2015 in CPUs und Chipsätzen zum Einsatz kommen soll. Für Industrie-PCs bedeutet dies, dass Prozessdaten noch schneller auf den Weg gebracht und verarbeitet werden können. Das – gepaart mit schnellen Mehrkernprozessoren und schnellen Feldbussystemen, wie EtherCAT – bereitet in der Automatisierung den Weg zu ingenieurswis-

senschaftlichen Methoden, auf Grundlage präziser und schneller Messwerte. Beckhoff hat dafür den Begriff „Scientific Automation“ geprägt. Wahre Schockwellen hat die Ankündigung von Microsoft ausgelöst, das nächste Betriebssystem, Windows 8, auch für ARM-Prozessoren zur Verfügung zu stellen. Weitere Einzelheiten dazu werden Ende des Jahres 2011 erwartet. Diese Ankündigung könnte den PC-Begriff von heute von der x86-Architektur abkoppeln – und schon ist man wieder bei der Frage, die man sich schon 1980 stellte: Ist das jetzt ein PC? Na klar, ist er das.

<sup>1)</sup> Quelle: Intel Corporate Overview June 2011

<sup>2)</sup> <http://www.intel.com/pressroom/kits/quickreffam.htm>

<sup>3)</sup> <http://ark.intel.com>

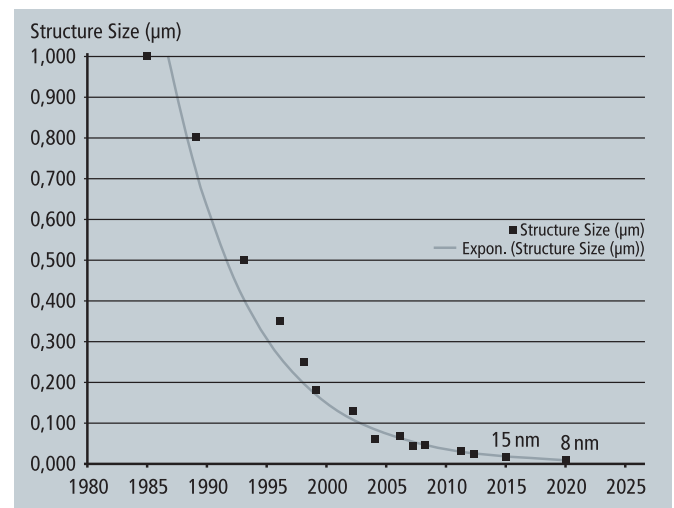


Abb. 4: Schätzung der zukünftigen Chip-Strukturgrößen