

„PCMCIA und Card-Bus“

Seminararbeit

im Fach Technische Informatik II
an der
Technischen Universität Dresden

Fakultät Informatik
Professur für VLSI-Entwurf, Diagnostik und Architektur
am Institut für Technische Informatik

eingereicht von:
Mathias Paul Eckert
aus Bischofswerda
Studiengang: Wirtschaftsinformatik
Matrikelnummer: 2767731

Betreuer: Dipl.-Inform. Steffen Köhler

Gliederung

1	Einleitung	4
2	Besonderheiten und Anforderungen mobiler Rechner	4
3	PCMCIA	5
3.1	Allgemeines und Aufbau	5
3.2	Funktionsweise	6
3.3	Programmtechnischer Zugriff	8
3.4	Card Information Structure (CIS)	9
4	Card-Bus	9
4.1	Allgemeines	10
4.2	Power Management	10
4.3	Direct Memory Access (DMA)	11
5	Vergleich zwischen PCMCIA und Card-Bus	11
6	Ausblick	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	PCMCIA-Karte und PCMCIA-Slot	5
Abbildung 2	Grundsätzliche PCMCIA-Architektur	6
Abbildung 3	Funktionsweise der PCMCIA-Schnittstelle	7
Abbildung 4	Funktionsweise I/O	8
Abbildung 5	Ebenen des Programmzugriffs	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	PCMCIA-Typen	5
Tabelle 2	Power Management Power States	10
Tabelle 3	Vergleich PCMCIA und Card-Bus	11

1 Einleitung

Die folgende Ausarbeitung beschäftigt sich mit der PCMCIA-Schnittstelle, sowie deren Weiterentwicklung dem Card-Bus, die beide größtenteils in mobilen Rechnern verwendet werden. Kapitel 2 geht dabei näher auf die Besonderheiten und Anforderungen mobiler Rechner und deren Auswirkungen auf PCMCIA bzw. Card-Bus ein. Danach wird in Kapitel 3 der PCMCIA-Standard vorgestellt sowie einzelne Aspekte näher erläutert. Kapitel 4 beschäftigt sich mit Card-Bus-Standard und beleuchtet ausgewählte Details dieser Schnittstelle. Anschließend werden dann in Kapitel 5 die Standards PCMCIA und Card-Bus unter verschiedenen Kriterien tabellarisch verglichen, bevor in Kapitel 6 abschließend kurz auf die zukünftige Entwicklung der Technologie eingegangen wird.

2 Besonderheiten und Anforderungen mobiler Rechner

Betrachtet man Funktionalität und Performance unterscheiden sich heutige mobile Rechner kaum noch von ihren Desktop-Verwandten. Trotzdem existieren immernoch grundlegende Unterschiede zwischen den beiden Konzepten. Als Schlüsseleigenschaften mobiler Geräte werden im Allgemeinen einerseits eine einfache Bedienung und andererseits eine leichte und kompakte Bauweise für den problemlosen Transport gesehen. Um diese Anforderungen zu erfüllen bestehen heutige Notebooks aus vordefinierten integrierten Systemen. Devices, die der PC-Peripherie zugeordnet werden, sind hier fest im System implementiert. Dies garantiert eine relative geringe Fehleranfälligkeit und einen Verzicht auf weitere Geräte außerhalb des eigentlichen mobilen Systems (z.b. ein externes Modems, Lautsprecher). Nachteile ergeben sich hierbei durch die sehr beschränkten Customizing-Möglichkeiten des Rechners nach persönlichen Bedürfnissen (vgl. PCMCIA 97 S. 2ff). Die PCMCIA- bzw. Card-Bus-Schnittstelle soll diesem Nachteil entgegenwirken und bietet die Möglichkeit auch Notebooks mit einer Vielzahl von Peripherie-Komponenten zu erweitern. Im Gegensatz zu mobilen Rechnern sind in Desktop-Rechner so viele Devices wie möglich außerhalb des Motherboard platziert, was zu einer nahezu beliebige Konfiguration bzw. Erweiterbarkeit des Rechners führt. Eine Anpassung des Systems an die persönlichen Bedürfnisse der Nutzer ist somit viel einfacher möglich.

Eine weitere Besonderheit von mobilen Rechnern gegenüber ihren Desktop-Verwandten ist die Stromversorgung. Während letztere von einer dauerhaften stationären Versorgung profitieren, werden Notebooks im mobilen Einsatz mit Batteriesystemen versorgt (vgl. STUFFLEBEAM 94 S.1ff). Trotz erheblicher Fortschritte im Bereich der derzeit gängigen Lithium-Ionen Akkus, sowie der zu erwarteten Verbesserung durch Akkus auf Lithium-Polymer- oder Zink-Alkali-Basis im nächsten Jahr oder langfristig, der Brennstoffzelle, ist die Stromversorgung immernoch ein Flaschenhals mobiler Rechner. Eng damit zusammen hängt das Problem der Hitzeerzeugung in Notebooks, die sich aufgrund der oben beschriebenen Stromversorgungsproblematik nicht die aufwendigen Kühlungsmechanismen wie ihre Desktop-Verwandten leisten können (vgl. PCMCIA 97 S. 4). Bei der Entwicklung des PCMCIA- bzw. CardBus-Standards wurde auch diesen Besonderheiten von mobilen Systemen Rechnung getragen.

3 PCMCIA

Im Folgenden wird nun näher auf den PCMCIA-Standard eingegangen. Dabei werden zunächst allgemeine Aussagen zur Historie und zum Aufbau getroffen (3.1), bevor dann anschließend näher auf Funktionsweise (3.2), den programmtechnischen Zugriff (3.3) und unter 3.4 auf die Card Information Structure (CIS) eingegangen wird.

3.1 Allgemeines und Aufbau

Die PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) ist eine 1991 gegründete Vereinigung von heute über 400 Unternehmen, mit dem ursprünglichen Ziel ein Format zur Speichererweiterung für mobile Rechner zu standardisieren. Dies wurde mit der ersten Spezifikation der scheckkartengroßen PCMCIA-Karten bereits Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts erreicht. Im Laufe der Jahre wurden PCMCIA-Anwendungen ebenfalls für PDAs (Personal Digital Assistants) oder Digitalkameras geschaffen. Auch die ursprüngliche Beschränkung der Funktionalität auf die Erweiterung des Speichers gehört inzwischen längst der Vergangenheit an. Mittlerweile existieren auch Fax-, Modem-, Netzwerk-, Sound-, ISDN- und Festplattenkarten, die dem PCMCIA-Standard entsprechen (vgl. MESSMER 03 S. 999). Abbildung 1 zeigt beispielsweise eine Netzwerk-PCMCIA-Karte sowie den dazugehörigen Slot an einem Notebook.



Abbildung 1: PCMCIA-Karte und PCMCIA-Slot

Im PCMCIA-Standard wurden unter anderen eine einheitliche Größe, ein 68-poliger Anschlussstecker oder die verschiedenen PCMCIA-Typen definiert. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die existierenden Typen von PCMCIA-Karten und deren vorrangigen Anwendungen.

PCMCIA-Typ	Dicke	Anwendung	Beispiele
1	3,3 mm	Speicherkarten	RAM, SRAM, Flash, EEPROM
2	5 mm	I/O-Karten	Modem-, Sound-, ISDN-, Netzwerkkarten
3	10,5 mm	Laufwerke	Festplatte, Wechselplatten

Tabelle 1: PCMCIA-Typen

Es existieren auch verschiedene in PCMCIA-Karten verwendete Dateiformate. Folgende Formate sind dabei besonders verbreitet (vgl. MESSMER 03 S. 1003):

- SCHM-FFS von der Firma SMC
- Non Block Devices von der Firma Microsoft
- ATA von der Firma Sun Disk

3.2 Funktionsweise

Die PCMCIA-Karten werden von sogenannten Slots oder Sockeln aufgenommen. Diese besitzen die entsprechenden Kontakte zum Austausch von Signalen und zur Bereitstellung der Betriebsspannung. Außerdem sind sie auch für die Power-Management-Funktionen verantwortlich, die den Stromverbrauch der Karten so gering wie möglich halten sollen. Ein Adapter verbindet den PCMCIA-Sockel mit dem Systembus des Host-PCs (vgl. Abbildung 2). Dieser Adapter realisiert auch die notwendige Steuerelektronik, den sogenannten PCMCIA-Controller (vgl. MESSMER 03 S. 999ff). Es existieren grundsätzlich zwei verschiedenen Betriebs-Modi für PCMCIA-Karten, der Memory-Mode und der I/O-Mode. Diese unterscheiden sich in der Belegung und der Funktion einzelner Steuer- und Statusleitungen. Wird eine Karte neu Initialisiert wird diese zunächst im Memory-Mode gestartet. Erkennt der Adapter anhand der CIS-Konfiguration (siehe 3.4) nun eine Karte mit Input-Output-Funktionalität, wird anschließend in den I/O-Mode umgeschaltet.

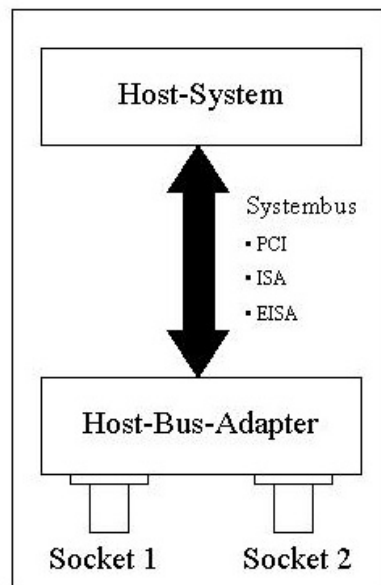


Abbildung 2: Grundsätzliche PCMCIA-Architektur

Die grundsätzliche Funktionsweise einer PCMCIA-Schnittstelle, samt eingesetzter Karte, soll im Folgenden, am Beispiel einer Speichererweiterung, dem ursprünglichen Verwendungszweck von PCMCIA-Karten, erläutert werden.

In einem Teil des System Hauptspeichers wird dabei ein Adressraum (oder Fenster) definiert, der sich physisch auf der PCMCIA-Karte befindet. Wird auf diesen Adressraum zugegriffen erfolgt der Zugriff also nicht direkt im Host-System, sondern wird zu der eingesetzten Karte weitergeleitet. Das Fenster im System Hauptspeicher wird grundsätzlich durch zwei Größen definiert, das erste Byte des Fensters (FIRST) und das letzte Byte des Fensters (LAST). Diese beiden Werte werden im PCMCIA-Controller abgelegt. Der Controller wird aktiv, wenn eine angeforderte Adresse zwischen FIRST und LAST liegt und leitet in diesem Fall die Anfrage zum PCMCIA-Sockel um. Die Umrechnung der angeforderten Systemadresse in die

physikalische Adresse auf der Karte erfolgt dabei mit Hilfe eines sogenannten Kartenoffsets. Dieses Kartenoffset (angegeben im 2er-Komplement) wird durch den PCMCIA-Controller zu der Systemadresse addiert und bildet so den relevanten Teil des Systemspeichers auf der PCMCIA-Karte ab (vgl. Abbildung 3). Laut Spezifikation können durchaus mehrere Fenster pro PCMCIA-Controller oder Karte existieren, die unabhängig voneinander konfiguriert sind. Außerdem können die einzelnen Fenster noch in Pages mit einer definierten Größe von 16 KByte unterteilt werden (vgl. MESSMER 03 S. 1000).

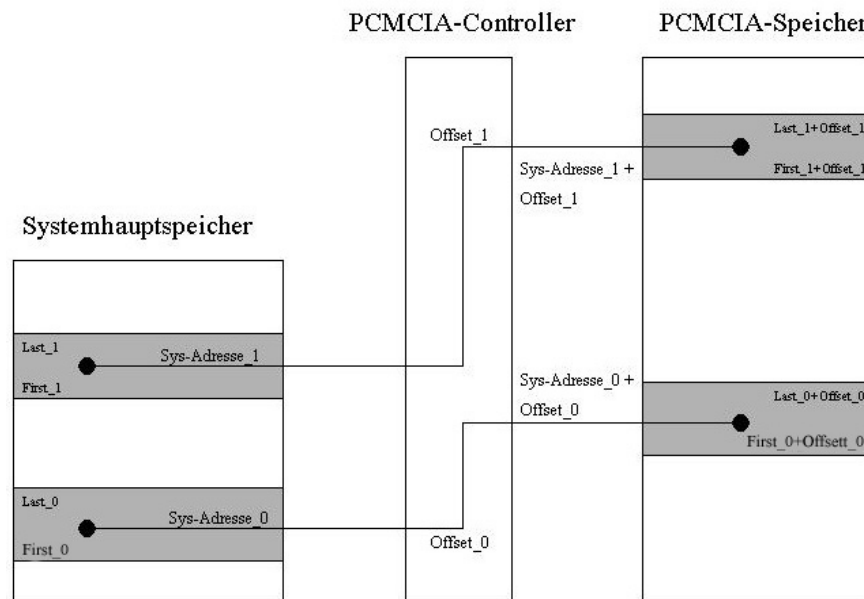


Abbildung 3: Funktionsweise der PCMCIA-Schnittstelle

Wird die eingesetzte Karte nicht zur Speichererweiterung genutzt, sondern erfüllt Input-Output-Funktionen, wird ein anderes Verfahren verwendet (vgl. Abbildung 4). Hier existiert kein Kartenoffset, da jede Port-Adresse im Input-Output-Adressraum des Systems auf den exakt gleichen Port im Karten-Input-Output-Adressraum verweist. Änderungen des Kartenstatus, wie etwa Batteriewarnungen oder das Einsetzen und Entfernen der Karte, können dabei genauso von der PCMCIA-Schnittstelle erkannt werden, wie von der Karte ausgelöste Interrupt-Anforderungen (vgl. MESSMER 03 S. 1001).

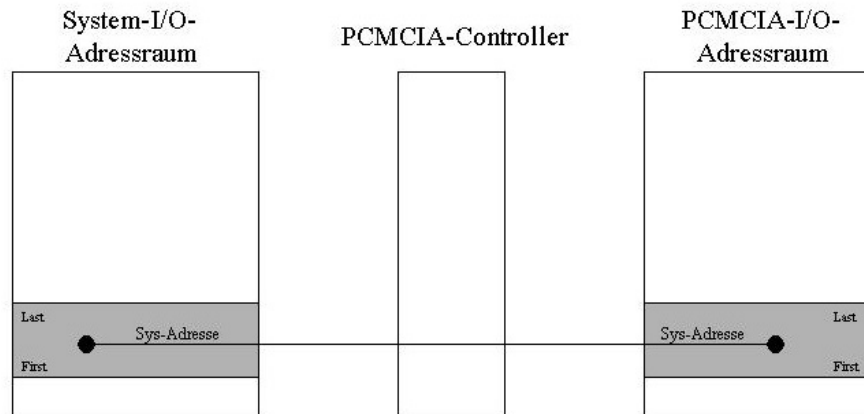


Abbildung 4: Funktionsweise I/O

3.3 Programmtechnischer Zugriff

Der programmtechnische Zugriff auf die PCMCIA-Schnittstelle kann über vier verschiedene hierarchisch geordnete Ebenen erfolgen (vgl. Abbildung 5). Diese unterscheiden sich z.B. durch Standardisierung oder Betriebssystemabhängigkeit. Im Folgenden sollen die vier Ebenen einzeln erläutert werden (vgl. MESSMER 03 S. 1003ff).

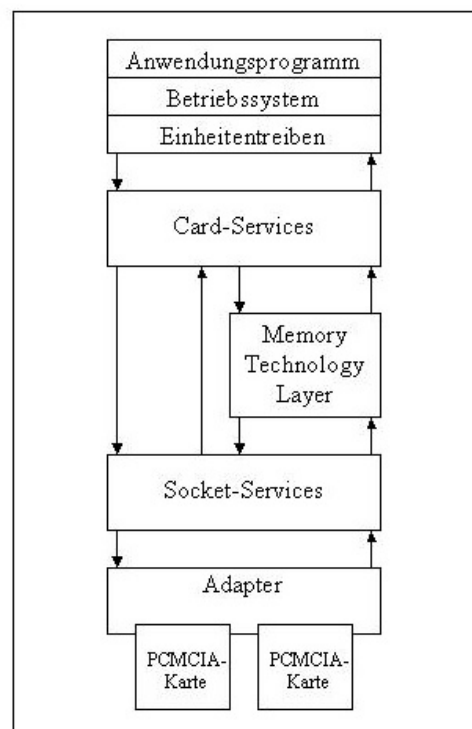


Abbildung 5: Ebenen des Programmzugriffs

Die hierarchisch unterste Ebene bildet der direkte Zugriff auf die Steuer- und Statusregister des PCMCIA-Controllers (Adapter). Problematisch ist in diesem Fall jedoch, dass die Registerbelegung nicht standardisiert ist, und somit jeweils von Hersteller und Typ abhängig

ist. Eher zu empfehlen ist daher der Zugriff über die höher gelegenen Ebenen, welche allgemein standardisierte Methoden enthalten.

Die nächsthöhere Ebene bilden die sogenannten Socket-Services (vgl. PCMCIA 98 S. 6). Sie sind die der Hardware am nächsten liegende Softwareschnittstelle für PCMCIA-Karten. Die Socket-Services sind von der zugrunde liegenden Systemarchitektur unabhängig und meistens im BIOS lokalisiert.

Die betriebssystemabhängigen Card-Services repräsentieren die höchstgelegene Ebene (vgl. PCMCIA 98 S. 5). Diese überwachen die Ressourcenvergabe der PCMCIA-Karten und starten Behandlungsroutinen des Treibers oder des Betriebssystems.

Im Bedarfsfall ist zwischen der Ebene der Card-Services und der Ebene der Socket-Services noch eine sogenannte Speichertechnologieschicht (Memory Technology Layer) implementiert. Diese beinhaltet spezielle Programmieralgorithmen, die auf die jeweils verwendete Speicherarten, z.b. SRAM oder Flash-Speicher, abgestimmt sind.

3.4 Card Information Structure (CIS)

Mit Hilfe der Card Information Structure (CIS) einer PCMCIA-Karte ist es dem Betriebssystem möglich die Karte zu identifizieren. Wird eine Karte initialisiert, liest das Betriebssystem die CIS mit Hilfe der Card- und Socket-Services aus. Es werden so Informationen über den Betriebsmodus (vgl. 3.2), Ressourcenverbrauch oder die benötigte Betriebsspannung zur Verfügung gestellt. Die CIS ist dabei in einem nichtflüchtigen Speicher, meist EEPROM, auf der Karte abgelegt.

Der Aufbau der CIS ist in der PCMCIA-Metaformatspezifikation festgelegt (vgl. PCMCIA 98 S. 5). Laut dieser Spezifikation ist die CIS in Datenblöcke, sogenannte Tupel, mit einer maximalen Länge von 255 Bytes unterteilt. Es werden dabei insgesamt 21 verschiedene Tupel-Codes, z.b. für Spannungsbedarf, Prüfsummen oder Byteanordnungen definiert. Karten mit Input-Output-Funktionalität beinhalten zusätzlich eine sogenannte Configuration-Table. Diese beinhalten eine gewisse Anzahl von möglichen Ressourcenkombinationen die bei der Initialisierung der Karte vom System nacheinander geprüft werden. Wird eine passende Kombination gefunden werden die betreffenden Ressourcen anschließend freigegeben. Außerdem enthalten Input-Output-Karten ebenfalls ein Configuration Register. Die Werte in diesem Register werden nach der Prüfung der Configuration-Table mit der akzeptierten Kombination belegt (vgl. MESSMER 03 S. 1006ff).

4 Card-Bus

Nach den Ausführungen über den PCMCIA-Standard soll nun im Folgenden dessen Nachfolger, der Card-Bus-Standard, vorgestellt werden. Dieser wurde im Jahre 1994 vorgestellt und weist deutliche Unterschiede zu seinem Vorgänger auf.

4.1 Allgemeines

Beim Card-Bus-Standard handelt es sich, im Vergleich zum PCMCIA-Standard, um eine völlig neue Architektur. Trotzdem wird der gleiche 68-polige Anschluss verwendet. So können in einen Card-Bus-Adapter auch PCMCIA-Karten eingesetzt werden. Umgedreht sind Card-Bus-Karten nicht mit den älteren PCMCIA-Adaptoren kompatibel. Der Card-Bus realisiert im Unterschied zu PCMCIA einen 32-Bit-Bus mit einer maximalen Taktfrequenz von 33 MHz. Die Architektur des Card-Bus-Standard ist dabei der des PCI-Bus sehr ähnlich (vgl. PCMCIA 95b S. 1ff). Es werden so zum Beispiel PCI-typische Komponenten wie der Configuration Space (anstelle der CIS zur Speicherung von Karteninformationen) realisiert. Diese enge Verwandtschaft mit PCI ist auch mit einer deutliche Erleichterung für Soft- und Hardware-Entwickler verbunden, da sehr komplizierte Aspekte, wie etwa die CIS bei PCMCIA, durch bereits von PCI bekannte Sachverhalte ersetzt werden (vgl. MESSMER 03 S. 1011ff).

4.2 Power Management

Mit Power Management werden verschiedene Methoden der Energieverwaltung bezeichnet. Wie bereits in Kapitel 2 beschrieben, spielt das Power Management bei mobilen Rechnern eine besonders wichtige Rolle. Der Card-Bus-Standard weist in dieser Beziehung deutliche Verbesserungen im Vergleich zu seinem Vorgänger PCMCIA auf. So wurde die Versorgungsspannung auf 3,3 V gesenkt. Das Card-Bus-Power-Management funktioniert analog zu dem PCI-Power Management über das System-BIOS und die Ebenen der Card- und Socket-Services (vgl. 3.3).

Das Peripherie-Gerät kann durch Power Management in verschiedenen Zustände versetzt werden. So wird die Stromversorgung dem jeweils aktuellen Bedarf angepasst. Es werden grundsätzlich vier *solche* verschieden sogenannte Power-States (D0 – D3) unterschieden. Dabei wird der Zustand D3 noch einmal in die Zustände D3hot und D3cold unterteilt. Diese werden abhängig vom Grad der Nutzung der Card-Bus-Karte vom System aktiviert und senken den Stromverbrauch erheblich. Der Zustand D3 stellt hierbei die höchste Stufe des Power Management dar (vgl. MESSMER 03 S. 764ff).

Power-State	Anmerkungen
D0	voll betriebsbereit
D1	Light Sleep State – einige Funktionen abgeschaltet
D2	Deep Sleep State – ähnlich D1, jedoch mit signifikanter Reduzierung der Leistungsaufnahme
D3hot	Device nicht betriebsbereit, jedoch per Software aktivierbar
D3cold	Device nicht betriebsbereit, keine Versorgungsspannung, Reset nötig um wieder in D0 zu gelangen

Tabelle 2: Power Management Power States

4.3 Direct Memory Access (DMA)

Werden Daten von einem Nicht-DMA-Peripheriegerät transferiert, muss der Systemprozessor seine Arbeit unterbrechen, den aktuellen Arbeitsstand sichern, und die Daten zunächst in ein internes Register speichern, bevor sie in den Arbeitsspeicher weitergeleitet werden. Dieser Aufwand wirkt sich naturgemäß negativ auf die Performance des gesamten Systems aus. Das DMA-Prinzip versucht die oben genannten Nachteile auszugleichen, indem bei einem Datentransfer von einem Peripheriegerät in den Arbeitsspeicher der Prozessor nicht involviert wird. Das Peripheriegerät generiert dabei eine Anfrage an den DMA-Controller. Dieser übernimmt die Kontrolle über den Systembus und leitet die Daten dann direkt in den Arbeitsspeicher weiter. So lange der Prozessor für seine Aufgaben den Systembus nicht benötigt wird dessen dabei Arbeit nicht unterbrochen (vgl. PCMCIA 95a S. 1).

Im Card-Bus-Standard ist ein ähnliches System implementiert. Allerdings können die Peripheriegeräte (Card-Bus-Karte) hier direkt die Kontrolle über den Systembus übernehmen. Das Verfahren wird auch als Busmastering bezeichnet. Ein DMA-Controller ist dabei nicht nötig. Dies bedeutet eine deutlich höhere Flexibilität im Datentransfer von und zu Peripheriegeräten. Nachteilig wirkt sich jedoch aus, dass dieses Verfahren schwieriger zu implementieren ist als ein reiner DMA (vgl. PCMCIA 95a S. 2ff). Das Problem der Unvereinbarkeit dieses Verfahrens mit dem ISA-Bus, hat sich durch dessen Verdrängung durch den PCI-Bus als Standard in den letzten Jahren dagegen von selbst gelöst.

5 Vergleich zwischen PCMCIA und Card-Bus

Im folgenden sollen die wichtigsten Eigenschaften der Standards PCMCIA und Card-Bus nochmals tabellarisch verglichen werden (vgl. Tabelle 3).

Parameter	PCMCIA	Card-Bus
Schnittstelle	68 Pins	68 Pins
Schnittstellentyp	Punkt-zu-Punkt, asynchron nur Slave	Punkt-zu-Punkt, synchron Master/Slave
Takt (maximal)	asynchron	33 MHz
Bandbreite	8-20 MByte/s	132 MByte/s
Datenbusbreite	16 Bit	32 Bit
Adressierung	26 Bit	32 Bit
Spannung	5 V; 3,3 V	3,3 V
Interruptkanäle	einer	einer
Karteninformation	Card Information Structure	Configuration Space

Tabelle 3: Vergleich PCMCIA und Card-Bus

6 Ausblick

Durch die rasante Entwicklung von Anwendungen und Peripheriegeräten ist mittlerweile auch der Card-Bus-Standard an seine Grenzen gestoßen. Nachfolger wird der Express-Card-Standard (Newcard), der bereits verabschiedet ist, jedoch bisher nur wenig verbreitet ist (vgl. HEISE 03, WIRTGEN 04 S. 136). Im Laufe der kommenden Jahre wird sich aber definitiv eine Ablösung von Card-Bus durch den Express-Card-Standard vollziehen. Diese neue Generation von Erweiterungskarten für mobile Rechner wird kleiner und schneller als ihre Vorgänger sein und auch in Desktoprechnern Verwendung finden (vgl. PCMCIA 03 S. 1ff). Die Karten- und Systemkomplexität wird durch eine direkte Kopplung an die PCI Express- oder USB 2.0-Schnittstellen dabei deutlich verringert werden.

Literaturverzeichnis

- HEISE 03 o.V.: "IDF: Die Zukunft der Peripherie ist seriell"; <http://www.heise.de/newsticker/meldung/34679> ; Abruf am 2004-11-09.
- MESSMER 03 Messmer, H.-P.: Dembowski, K.: „PC Hardwarebuch“; 2003; 7. Auflage; Addison-Wesley Verlag; München.
- PCMCIA 95a o. V.: „DMA Support in the PC Card Standard“; <http://www.pcmcia.org/papers/dma.htm> ; Abruf am 2004-11-09.
- PCMCIA 95b o.V.: „CardBus – The 32-bit PC Card Option“; <http://www.pcmcia.org/papers/cardbus.htm> ; Abruf am 2004-11-09.
- PCMCIA 97 o.V.: „New Bus Architecture: How CardBus Fits with IEEE 1394, USB, PCI and Others“; http://www.pcmcia.org/papers/new_bus.htm ; Abruf am 2004-11-09.
- PCMCIA 98 o. V.: „Detailed Overview of the PC Card Standard“; <http://www.pcmcia.org/pccardstandard.htm> ; Abruf am 2004-11-09.
- PCMCIA 03 o.V.: „The ExpressCard Standard – The Next Generation PC Card Technology“; <http://www.expresscard.org/files/ExpressCardWP.PDF> , 2004-11-09.
- STUFFLEBEAM 94 Stufflebeam, K.: „Power Management Support in the PC Card Standard“; <http://www.pcmcia.org/papers/powman.htm> ; Abruf am 2004-11-09.
- WIRTGEN 04 Wirtgen, J.: „Akrobaten aufgespürt“ in c't; 22/2004; S. 130-136.