Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 1

Artikel: Der VMEbus : ein schnelles und modernes Bussystem

Autor: Hilf, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903964

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der VMEbus – ein schnelles und modernes Bussystem

W. Hilf

Die meisten Elektronikanwender sind heutzutage kaum mehr in der Lage, mit der raschen Entwicklung des Halbleitermarktes Schritt zu halten. Die Lebensdauer der Produkte wird immer kürzer, und es lohnt sich immer weniger, ein System von Grund auf neu zu entwickeln. Der Anwender muss deshalb vermehrt fertige Elemente nach seinen Bedürfnissen zusammenstellen. Man spricht von Modularisierung. Mit seiner Vielfalt von Bausteinen und seiner enormen Geschwindigkeit ist der VMEbus die richtige Lösung für derartige Probleme.

Maintenant, la plupart des utilisateurs de l'électronique ne peuvent plus guère suivre le rapide développement du marché des semi-conducteurs. La durée des produits devient de plus en plus brève et il convient de moins en moins de remanier complètement un système. L'utilisateur doit donc assembler plus que jamais, selon ses besoins, de nombreux éléments terminés (modularisation). Par sa multiplicité des composants et son énorme rapidité, le VMEbus est la solution qui s'impose pour des problèmes de ce genre.

Adresse des Autors
Werner Hilf, Leiter Trainingszentrum Europa, Motorola GmbH, Arabellastrasse 17, D-8000 München 81.

Der vermehrte Einsatz von Fertigprodukten ist eine Kettenreaktion, die mit dem Einsatz des Mikroprozessors, des kleinsten unter den Computern, im Jahre 1973 begann. Zu jener Zeit waren die kleinen Käfer, wie sie scherzhaft genannt werden, gerade fähig, noch kleinere Bausteine (Gatterlogik) zu ersetzen. Ihr Vorteil lag in der Flexibilität. Sie liessen sich einfach umprogrammieren, und damit konnte derselbe Prozessor zur Lösung verschiedenster, zunehmend anspruchsvollerer Aufgaben eingesetzt werden. Die Grösse der Systeme, die mit Hilfe der Mikroprozessoren realisiert wurden, wuchs. Da man überdimensionale Formate vermeiden wollte, unterteilte man diese in kleinere, gesteckte Baugruppen (Boards, Platinen oder Karten), die über eine Sammelschiene, Bus genannt, verbunden werden. Die Verbindung mittels eines Bussystems hatte den nützlichen Nebeneffekt, servicefreundlich zu sein; einzelne Karten aus der Sammelschiene konnten leicht ausgetauscht werden. Allerdings definierte auf dem preisgünstigen Mikroprozessor-Sektor fast jeder Anwender seinen eigenen Bus, was die Vorteile teilweise zunichte machte. Fremde Boards waren nicht austauschbar, auch wenn sie dieselbe Funktion zu erfüllen hatten. Abhilfe konnten nur Bus-Standards bringen. Nur sie vermögen dem Benutzer rasch eine Vielfalt kompatibler Artikel zur Verfügung zu stellen und so dem Produkt einen grossen Bekanntheitsgrad zu verschaffen. Die Bestrebungen zur Standardisierung wurden verständlicherweise immer stärker. Es kristallisierten sich einige Bussysteme heraus, die schliesslich auch genormt wurden, wobei sich zeigte, dass die Methoden und Meinungen, z.B. zwischen den USA und Europa, manchmal recht verschieden sind. Während man sich z.B. in Europa auf eine Boardgrösse (Europaformat) einigte, favorisierte man in den USA grössere Boardformate. In der Zeit von 1976 bis 1979 kamen die ersten Home- bzw. Personal-Computer auf den Markt, die weitere Bussysteme mit sich brachten.

Inzwischen machte die Mikroelektronik weitere grosse Fortschritte. Die Mikroprozessoren können noch mehr Datenmengen mit noch höheren Geschwindigkeiten verarbeiten. Sie könnten in die mittlere Datentechnik vorstossen, die bis heute die Domäne der sogenannten Minicomputer ist. Wohl gemerkt, sie könnten. Sie könnten, wenn die Bussysteme mit dem Fortschritt mitgehalten hätten. Statt dessen bilden sie den berühmten Flaschenhals, der nun mit neuen Konzepten ausgeweitet werden soll.

Systemlösung

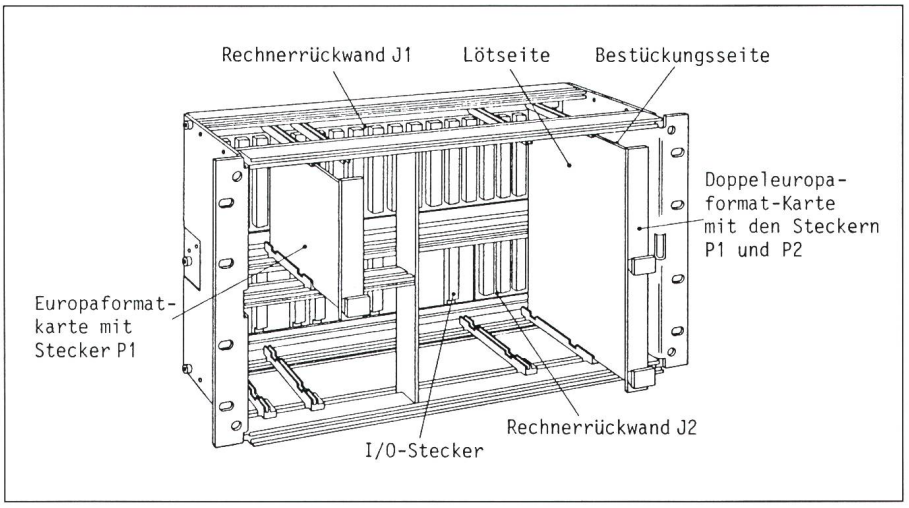
Der drittgrösste Halbleiterhersteller der Welt, die Firma *Motorola* aus Phoenix, Arizona, brachte im Jahre 1979 den Mikroprozessor MC68000 [1] auf den Markt. Dieser war äusserst schnell (1 Mio. Befehle in einer Sekunde) und konnte 16 Mio. Speicherplätze ansprechen. Im Zuge der Modularisierung versuchten die Ingenieure, den neuen Mikroprozessor an bereits bestehende Bussysteme anzupassen – ohne Erfolg. Man entwickelte deshalb ein neues, auf moderne und leistungsfähige Computer zugeschnittenes Bussystem, den *Versabus* (versatile = vielfältig). Seine Karten wurden *VersaModule* genannt. Bei seiner Vorstellung in Europa erkannte man sehr schnell, dass die elektrischen Eigenschaften den Forderungen neuer und schneller Systeme genügten. Die besonderen Merkmale des Versabus waren: der asynchrone Bus, die flexible, nicht gemultiplexte 8/16/32-bit-Struktur und seine Eignung für den sogenannten Mehrfach-Prozessorbetrieb. Mit der

mechanischen Spezifikation war man aber nicht in gleicher Weise zufrieden. Die Masse entsprachen keiner europäischen Norm, sie hatten vielmehr «Kuchenblechformat». Dieses zeichnete sich durch eine hohe Packungsdichte aus, war aber nicht erschütterungsfest. Denselben Nachteil hatte auch die sogenannte Direktsteckung der Karten. Für eine rauhe Umgebung mit Staub und hoher mechanischer Beanspruchung war der Versabus eine denkbar ungünstige Lösung.

Die Münchner Ingenieure von Motorola griffen daher den amerikanischen Vorschlag auf und europarisierten das System. Es trägt nun den Namen VMEbus (VersaModule Europe Bus) und ist gekennzeichnet durch das bewährte Single- oder Doppel-Europa-Kartenformat sowie die erfolgreich eingesetzten 64- oder 96poligen VG-Leisten, auch DIN-Stecker genannt. Diese wurden vom IEC unter der Nr. 603-2-IEC-C096-x genormt. Um den VMEbus serienreif zu machen, suchte man kompetente Partner. Zusammen mit Philips (einschliesslich Valvo und Signetics), Thomson-CSF und Mostek wurde schliesslich ein Gremium gebildet, das die Spezifikation überarbeitete und den VMEbus 1981 auf der Elektronik-Fachmesse *Systems* in München offiziell vorstellte. 1983 wurde der neue Bus zur Standardisierung vorgeschlagen und schon im April 1985 unter der IEC-Nummer 821 (DIN-Nr. IEC 47B (CO) genormt. Um eine vollständige Kompatibilität zu gewährleisten, wurden dabei nicht nur die elektrischen Eigenschaften, sondern auch die mechanischen Abmessungen festgelegt (Fig. 1). Die Baugruppenträger z.B. wurden so ausgelegt, dass sie in einem 19″-Normschrank Platz finden.

Was verbirgt sich elektrisch hinter dem VMEbus-System? Dazu ist zunächst zu sagen, dass es ein sogenanntes offenes System ist, was bedeutet, dass der Anwender den Bus einsetzen darf, wann und wo er will, ohne dafür irgendwelche Gebühren zu bezahlen. Das klingt selbstverständlich, ist es aber nicht, denn bei der Verwendung einiger anderer Bussysteme fallen Lizenzen an.

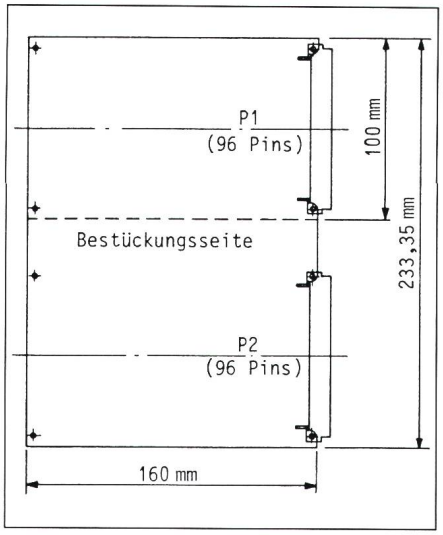
Die *Taktfrequenz* ist mit max. 20 MHz definiert. Dies sagt nichts aus über die mögliche Übertragungsrate; diese beträgt theoretisch bis zu 50 Mio. byte/s. Da es sich um einen asynchronen Bus handelt (die Rückmeldung einer Aktion, z.B. Lesen oder Schreiben, wird abgewartet), ist die Transferrate von den Verzögerungszeiten der verwendeten Bauteile abhängig. Mit den derzeit vorhandenen Bauelementen erreicht man etwa 35 Mio. byte/s. Die Übertragungsrate ist zudem abhängig von der gewählten Datenbreite, die 8, 16, 32 bit gross oder gemischt sein kann. Das ist ein weiterer Vorteil des VMEbus. Die Anzahl der ansprechbaren Daten (Adressen bzw. Adressleitungen) ist auf ähnliche Art wählbar; bis zu 4 Mia. Speicherzellen können angesteuert werden. Diese Flexibilität erlaubt die Adaptierung verschiedenster Computer bzw. Mikroprozessoren an diesen Bus.



Figur 1 Baugruppenträger

Von Anfang an war der VMEbus für den Einsatz in industriellen Steuerungen konzipiert. Diese Systeme sind häufig sogenannte *Realzeitsysteme*. Das heisst, sie müssen auf ein Ereignis äusserst schnell reagieren und damit unter Umständen einen laufenden Prozess unterbrechen. Ein typisches Beispiel ist die Meldung eines Überdruckes an den Computer zu einem Zeitpunkt, in dem dieser unwichtigere Arbeiten, wie beispielsweise die Ausgabe eines Protokolls auf den Drucker, ausführt. Für solche Fälle wurde der VMEbus mit einer flexiblen und leistungsfähigen Unterbrechungsstruktur (Interrupt-Struktur) ausgestattet.

Manchmal reicht die Leistung eines Computers nicht aus, alle Aufgaben in einer festgelegten Zeit auszuführen. Hier schaffen ein zweiter, dritter oder mehrere Computer Abhilfe. Solange jeder für sich auf einer Karte arbeitet, kann dies überwiegend parallel erfolgen. Müssen aber Informationen untereinander ausgetauscht werden oder wollen zwei Computer gleichzeitig dieselbe oder verschiedene Ausgabeeinheiten auf demselben Bussystem ansprechen, so müssen die Buszugriffe koordiniert werden. Der VMEbus definiert daher ein Buszuteilungsprotokoll (Arbitrierung); er ist somit für den Mehrfach-Prozessorbetrieb gerüstet. Die Figur 2 zeigt die Anordnung der



Figur 2 Einfach- und Doppel-Europaformat

P1: 16-bit-Daten
24-bit-Adressen
Asynchrone Steuerleitungen
Adress-Modifier
7 Interruptebenen
4 Bus-Zugriffsebenen
VMS-Bus
Stromversorgung
Rücksetz- und Fehlersignale

P2: 32-bit-Erweiterung
(16 Daten- und 8 Adressleitungen)
User-I/0- oder Extension-Bus (VSB)
Stromversorgung

verschiedenen Funktionen auf den Steckern im Einfach- und Doppeleuropaformat [2].

Unterstützung

Vielfach wird der Anwender bei der Entscheidungsfindung für oder gegen den Einsatz eines Systems bzw. eines Produktes alleine gelassen. Beim VMEbus aber stehen dem Benutzer viele Informationsquellen zur Verfügung. Als erstes sei hier die VITA (VMEbus International Trade Association) genannt. Sie ist eine übergeordnete Vereinigung, die sowohl aus Herstellern als auch Anwendern besteht und aus Beiträgen finanziert wird. Sie gibt in regelmässigen Abständen Informationsschriften verschiedenster Art (z.B. VME-Katalog aller Hersteller) heraus und organisiert Veranstaltungen und Messen. Die Entwicklung und Standardisierung von Spezifikationen sowie Umfragen und Statistiken liegt ebenfalls in den Händen der VITA. Die VMEbus-Spezifikation [3] ist ein Beispiel für diese Aktivitäten. Im Gegensatz zu vielen anderen Spezifikationen werden nicht nur Vorschriften aufgestellt, sondern es werden darüber hinaus Empfehlungen und Vorschläge abgegeben[1] [2].

Mit VME-Karten alleine ist es allerdings nicht getan; vielmehr braucht der Anwender auch die entsprechenden Betriebsprogramme und Schulung. Softwarehäuser haben den Markt des VMEbus längst erkannt und bieten gleich wie viele VME-Hersteller die passenden Programme an.

Kostenstelle	Kosten (DM)
Durchschnittliche Kosten für Projektstudie (4 Mannmonate)	66 000
Entwicklung eines Prototyps (8 Mannmonate)	132 000
Bauelemente für einen Prototyp (Einzelaufträge)	2 200
Terminverfolgung (2 Mannmonate)	22 000
Lagerkosten (120 Einzelposten je DM 50.–)	6 000
Layout (2 Versuche)	30 000
Dokumentation (5 Mannmonate)	82 000
Testsystem (Hard- und Software)	18 000
Summe	**358 200**

Tabelle 1 Typische Entwicklungskosten einer Prozessorkarte

Nutzeffekt

Welche Vorteile bringt dem Anwender der Einsatz fertiger Boards oder gar fertiger Systeme? Mehr als 80 Hersteller von VME-Modulen – zu Anfang waren es nur vier – mit einer Produktepalette von über 2500 Produkten garantieren nicht nur ein stetiges Wachstum, sondern auch die Lösung unterschiedlichster Aufgaben mit getesteten Fertigprodukten. Für den Anwender bedeutet dies entscheidende Zeitvorteile und einen hohen Qualitätsstandard. Der Einsatz von VME-Boards reduziert die Entwicklung auf ein Minimum, z.B. auf besondere Schnittstellen, die das Umfeld des Anwenders an die VME-Welt anpasst. Die Vorteile liegen nicht alleine bei der Entwicklung. Auch der Einkauf (Reduktion der Lieferanten und Terminverfolgung), die Fertigung (Konzentration auf Firmen-Know-how) und die Qualitätssicherung (getestete Boards) profitieren von Standardprodukten. Man kann es auch in D-Mark und Pfennig ausdrücken (Tab. I). Die Entwicklung eines Boards kostet runde 350 000 DM [4]. Diese Kosten können nur bei genügend grosser Stückzahl gesenkt werden, was für eine kleine Firma sehr rasch Rentabilitätsprobleme aufwirft.

Man geht mittlerweile einen Schritt weiter und bietet nicht nur Boards, sondern auch komplette Systeme zusammen mit den Betriebsprogrammen an. Das bringt eine nochmalige Zeiteinsparung in bezug auf die Markteinführung des eigenen Produktes.

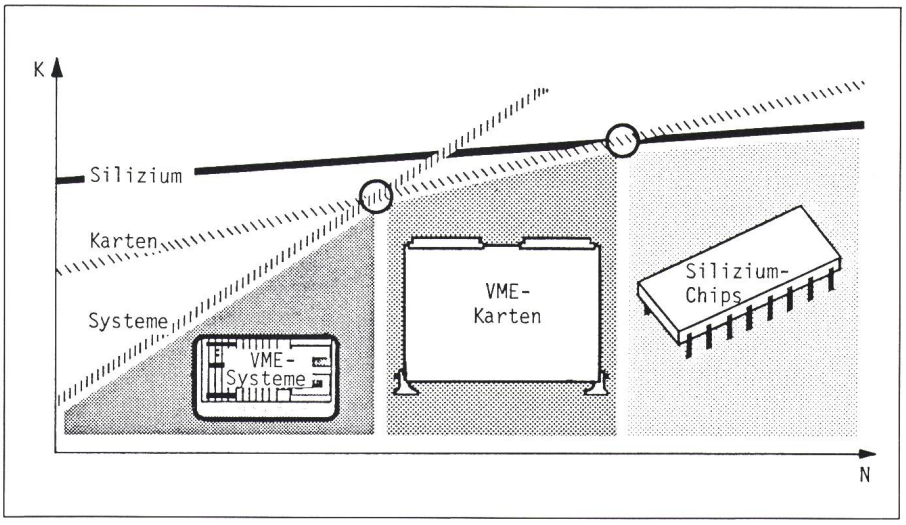
Je nach Applikation hat der Anwender die Wahl zwischen:

a) Mikrochips (Siliziumprodukte), die er zusammenstellt, um seine Aufgaben zu lösen,

b) Karten (Boards), auf denen bereits die Mikrochips implementiert sind,

c) fertigen Systemen (Computer), die aus verschiedenen Karten bestehen und bei denen je nach Problemstellung verschiedene Karten eingesetzt werden können.

Vergleicht man die Entwicklungskosten, dann ist die Lösung mit Mikrochips zunächst die teuerste (Figur 3). Bei Verwendung von einem Board beschränkt sich die Arbeit der Entwickler auf das Schreiben des Programmes (Software), während fertige Systeme den Vorteil haben, dass auch die Basisprogramme zur Verfügung stehen; sie müssen nur noch durch anwenderspezifische Teile ergänzt werden. Mit zunehmender Stückzahl verschiebt sich die Kurve zugunsten der Boards bzw. Mikrochips. Ab einer Stückzahl von etwa 20 ist die Kartenlösung anzuraten und ab etwa 100 der



Figur 3 Entwicklungskosten bei verschiedenen Integrationsstufen
K Kosten von *N*-Systemen inkl. Entwicklung und Fabrikationsaufbau
N Anzahl Systeme

[1] Vita Europe, Mr. Hunor, PoBox 192, NL-5300 AD Zaltbommel

[2] Deutsche VMEbus Anwender Vereinigung, c/o Forschungszentrum Informatik, Haid- und Neu-Str. 10–14, D-7500 Karlsruhe 1

Aufbau eines eigenen Systems aus einzelnen Mikrochips.

Einsatzgebiete

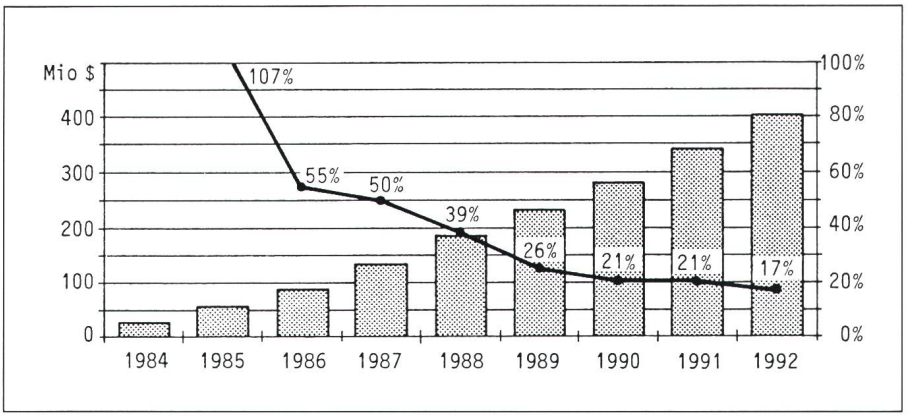
Der VMEbus konnte in den letzten Jahren in Europa mit zweistelligen Zuwachsraten aufwarten (Fig. 4), durchschnittlich waren es über 50%. Wie die Figur 4 veranschaulicht, werden sich diese auf Dauer zwar nicht halten lassen, dennoch hat dieses Bussystem seinen Zenit noch längst nicht erreicht. Zur Zeit beginnt der VMEbus seinen Siegeszug in Fernost, insbesondere in Japan. Die Zuwachsraten in den USA werden in etwa einem Jahr höher als in Europa sein. Der Anteil am Bus-Gesamtmarkt beträgt derzeit etwa 15% und wird bis 1990 auf etwa 25% anwachsen.

Dank seiner Leistungsfähigkeit, Robustheit und Flexibilität ist er weltweit zum bevorzugten Bus in der Steuer-, Regel- und Prozesstechnik geworden. Ob Roboter in einem Automobilwerk Karosserien schweissen, ob Autos auf dem Prüfstand stehen, ob Drehbänke Werkstücke fertigen, ob Roboter, Hochhäuser oder Mikrochips mit Hilfe von Computern entwickelt werden, überall spielt der VMEbus eine sehr wichtige Rolle. 1985 gab es etwa 90 000 Installationen mit einer Computerkarte, die auf dem VMEbus basiert. Man schätzt, dass es bis 1988 400 000 sein werden.

Perspektiven

Der VMEbus wird sich auch weiterhin steil nach oben bewegen. Grundlage dafür bilden neue Märkte, die durch derartige neue Systeme erschlossen werden. Zukünftig werden die Bereiche Bildverarbeitung, Netzwerke, KI (künstliche Intelligenz), CAD (Computer-Aided Design) und CAM (Computer-Aided Manufacturing) Verbreitung finden. Eine verhältnismässig neue, aber zukunftsträchtige Branche kündigt sich an - CIM (Computer-Integrated Manufacturing). Sie kombiniert Netzwerke mit CAM. Ohne Automatisierung der Produktionsabläufe können manche Sparten, z.B. die Kfz-Industrie, dem Konkurrenz- und Preisdruck nicht mehr standhalten.

Um sowohl die Fertigung als auch die Organisation und Abwicklung zu kombinieren und zu koordinieren, wurde von der Firma *General Motors* ein Protokoll definiert, das erlaubt, Computer, die die unterschiedlichsten Aufgaben bewältigen, miteinander zu verbinden und automatisch Daten auszutauschen. Dieses Protokoll wird MAP (Manufacturing Automation Protocol) genannt. Daten müssen hierbei äusserst schnell und sicher hin- und hergeschoben werden. Die Computer sind andrerseits hohen mechanischen und elektrischen Anforderungen unterworfen - das richtige Einsatzgebiet für den VMEbus. Mit ihm steht dem Anwender ein Werkzeug zur Verfügung, das weltweite Anerkennung geniesst, eine grosse Verbreitung gefunden hat und für die Zukunft gerüstet ist.



Figur 4 Der europäische VME-Markt

Geschätzter Bus-Gesamtmarkt in Mio US$

jährliche Zuwachsrate in %

Literatur

[1] *W. Hilf* und *A. Nausch:* M 68 000 Familie. Band 1: Grundlagen und Architektur. Band 2: Anwendung und 68 000-Bausteine. München, Tewi-Verlag, 1984.

[2] *W. Hilf:* Der VME-Bus - ein Überblick. Technische Rundschau, Heft 78(1986)44, S.84...91.

[3] VMEbus-Specification Manual. Revision C1. Zaltbommel/NL, VMEbus International Trade Association (VITA), 1985.

[4] *M. Wagner:* Das Rad von neuem erfinden oder Anwendungs-Know-how ausnützen. Markt und Technik (1984)Sonderheft VMEbus, S. 16...17.