



Rasante Entwicklung

Transputer-Board IMS-B004 ermöglicht Supercomputing in PCs

Heinz Ebert

Momentan schlägt das Pendel in der Informatik weit in Richtung Mehrprozessorsysteme aus. Busloses Multiprocessing, wie es Transputer ermöglichen, verspricht im Augenblick die größten Fortschritte. Insbesondere, weil mit der eigens für Transputer-Netzwerke geschaffenen Programmiersprache Occam auch das Ungeheuer der Parallel-Programmierung einiges von seinen Schrecken verloren hat. Nach eher theoretisch angehauchten Artikeln zu Occam und Transputern folgt diesmal die Vorstellung eines real existierenden Transputer-Entwicklungssystems, bestehend aus einer Steckplatine für PCs (XT/AT) und der zugehörigen Software.

Es ist kaum glaublich, aber wahr, ausgerüstet mit einem XT/AT-Computer und transputerisiert mit einem B004-Brett kann man Ausflüge in PARallele Occam-Welten unternehmen oder gar in die Dimensionen der Mehrprozessor-Technik vordringen. Der Transputer ist ein 32-Bit-Mikroprozessor mit vier eingebauten Rechner-Rechner-Koppelgliedern sowie mikroprogrammiertem Multitasking. Er erlaubt einen einfachen Aufbau von Mehrprozessor-Systemen. Occam hingegen ist die Programmiersprache des Transputers, die auf der Kommunikation gleichzeitig ablaufender Prozesse über Kanäle basiert (siehe Literatur!).

Gelieferter Umfang

Das B004 stellt sich nach dem Auspacken als eine sehr sauber verarbeitete, dicht bepackte und

sehr robuste Platine im langen IBM-Format vor (siehe Foto). Zum Lieferumfang gehören zwei Steckbrücken, zwei Link- und ein Reset-Verbindungskabel sowie die Test- und Entwicklungs-Software auf fünf Disketten. Mit dazu gehören auch noch ein Hardware-Handbuch und ein provisorisches Manual für die sich selbst noch in der Entwicklung befindliche Entwicklungs-Software.

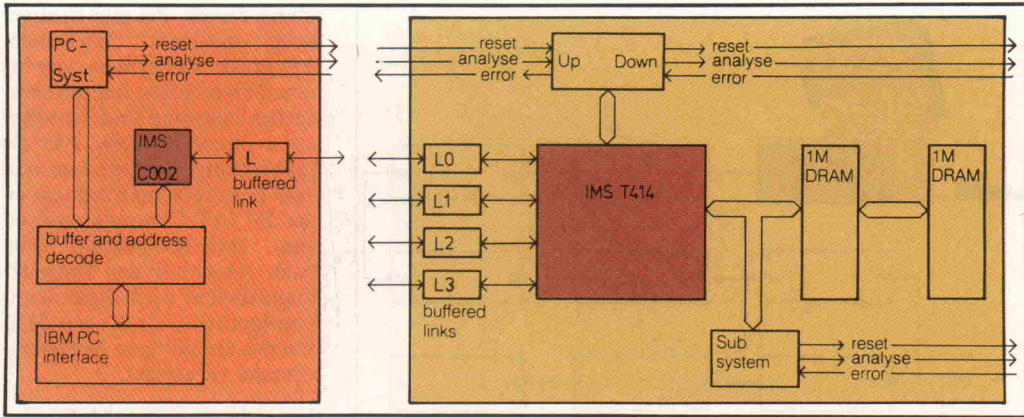
Der Einbau der Platine läßt sich mit Hilfe des englischen Benutzerhandbuchs problemlos vornehmen. Auch die anschließende Installation der Testprogramme und des Entwicklungssystems ist nicht schwierig. Wenn danach die beiden Programme RAMTEST und LINKTEST erfolgreich gelaufen sind, haben nicht nur der Anwender und das Board, sondern auch der Wirts-Computer die Aufnahmeprüfung bestanden.

Die Software besteht aus einem PC-Server-Programm, das den Wirtsrechner quasi zu einem Ein-/Ausgabesystem des Transputers degradiert, und dem Kern des Entwicklungssystems, das auf dem Transputer selber abläuft und im wesentlichen ein spezieller Editor ist. Zwei Werkzeugsammlungen, eine mit Occam-Checker/Compiler und eine mit dem Occam-Prozeß-Konfigurator, ergänzen die Basisausrüstung zum vollwertigen Profi-Tool.

Abgerundet wird das Ganze durch mehrere Unterprogramm-Bibliotheken, Hilfs- und Beispielprogramme. Für den vernünftigen Einsatz des Systems empfiehlt sich auf jeden Fall ein Host-Rechner mit Hard-Disk – einerseits wegen der Programmgröße der Werkzeugsammlung und andererseits wegen der schnelleren und bequemer Handhabung.

Schaltung mit Spaltung

Die Hardware ist so gestaltet, daß dieses Board als Allzweck-Bauelement für Transputer-Netzwerke beliebiger Größe (mit und ohne Wirtsrechner) eingesetzt werden kann. Die Schaltung besteht aus zwei streng voneinander getrennten Blöcken. Sie ist im Manual vollständig dokumentiert (soll zum Nachbau anreizen!), und sogar ein 'Softie' wie meine Wenigkeit hat sie verstanden.



Das Blockdiagramm des Entwicklungs-Boards IMS B004 zeigt zwei deutlich getrennte Funktionseinheiten: Rechts ein selbständiger, mit einem Transputer (IMS 414) ausgerüsteter Knoten-Rechner, der nur über seine vier Links und drei Steuersignale mit der Außenwelt kommuniziert. Links das Parallel-Interface zum IBM-XT/AT-Bus, das die Daten über den Linkadapter (IMS C002) an den Transputer führt.

immer noch fünfmal schneller durch als ein IBM AT. (Dabei wurde dasselbe Occam-Programm auf beiden Maschinen benutzt.)

Prinzip 'Gänseblümchen'

Die Verbindung des Transputer-Rechners mit seinesgleichen und zur Außenwelt wird ganz im Sinne der INMOS-Philosophie ausschließlich mit den vier Links des Transputers vorgenommen. Die Links sind Zweig-Kanäle mit TTL-Pegel, die Bytes bitseriell versenden und deren Empfang quittieren. Bei einer Transferleistung von 10 MBit pro Sekunde müssen sehr schnelle Treiber-ICs (F244, mit 'F' wie englisch 'fast') zur Pufferung der Link-Signale eingesetzt werden.

Für die Initialisierung, Fehlersuche und Fehlererkennung besitzt jeder Transputer die Signale RESET, ANALYSE und ERROR. Diese werden von einem Interface gehandhabt, das auf dem Daisy-Chain-Prinzip beruht. Es arbeitet als Durchreihe für die Kontrollsignale vom eigenen und von entfernten Transputern und reiht mehrere Boards in der gleichen Art auf eine gemeinsame Leitung, wie Kinder Gänseblümchen (engl. Daisy!) als Kette aufreihen. Jede B004-Platine kann zusätzlich noch als Startpunkt einer weiteren solchen Kette fungieren. Zu diesem Zweck liegen die Signale eines sogenannten Subsystems auf einem Port im Adreßraum des Transputers.

Bus-Rangierbahnhof

Der zweite Teil der Schaltung ist das Interface zum PC-Bus. Diese Schnittstelle ist in erster

Instanz ähnlich wie bei anderen Coprozessor-Boards über paralleles Port-I/O gelöst. Allerdings findet man auf der Transputer-Seite nicht etwa einen memory-mapped (Transputer haben keinen separaten I/O-Adreßraum) eingebundenen Parallel-Port-Chip, sondern einen Link-Adapter. Dieses von INMOS speziell für Transputer gefertigte IC trägt die Bezeichnung IMS C002. Es transformiert die 8-Bit-Parallel-Daten vom PC-Bus in einen bitseriellen Datenstrom, der zusätzlich mit den nötigen Link-Protokoll-Bits ergänzt wird, und es liefert die notwendigen Interrupts. Aber auch die Umkehroperation übernimmt dieser nicht nur für Transputer-Freaks interessante Schnittstellen-Chip (siehe Kasten).

Die Karte belegt die Adressen

#150-153 und #160-163 auf dem I/O-Bus. Wer also einen PC besitzt, bei dem diese Adressen belegt sind, kann das B004-Board nicht ohne Hardware-Änderungen betreiben. Zwei dieser Ports sind für die Ein- und Ausgabe von Daten vorgesehen.

Die restlichen gehören zu dem PC-System-Interface, das als Startpunkt für die bereits erwähnten Transputer-Kontrollsignale dient. Dadurch ist der Wirtsrechner in der Lage, ein angeschlossenes Transputer-Netzwerk nicht nur mit Daten zu versorgen, sondern er kann es auch initialisieren und überwachen.

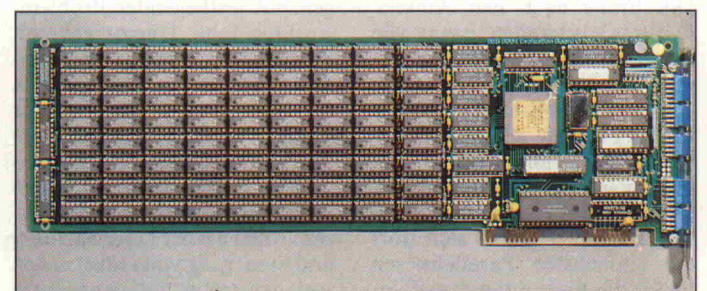
Über Brücken muß es geh'n

Die Ein- und Ausgangssignale der beiden Funktionsblöcke sind alle von außen auf dem Platinenschild zugänglich. Eine der beiden Steckbrücken verbindet das Link 0 des Board-Transputers mit dem Link-Interface, das den Wirtscomputer ankoppelt. Der andere Jumper verbindet den weiterreichenden Anschluß der Transputer-Steuerung mit dem vom gastgebenden Computer überwachten Kontrollsystem.

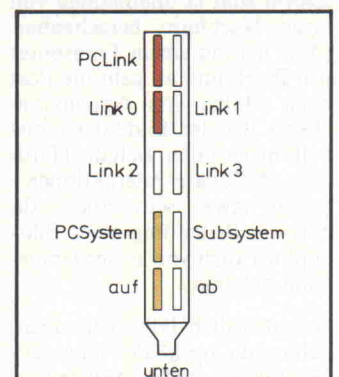
Ohne diese Steckbrücken wird das Bus-Interface zum Wirtsrechner überhaupt nicht angesteuert. Man kann dadurch

Der erste und größere Schaltungsblock besteht in der Hauptsache aus dem Transputer, der bereits 2 KByte schnellen statischen On-Chip-Speicher besitzt, und dem 2 MByte großen dynamischen Externspeicher, der mit Parity-Prüfung ausgestattet ist. 'Zwei Megabyte' hört sich gewaltig an, ist aber absolut nicht zuviel, denn die Entwicklungs-Software 'verschlingt' bereits fast die Hälfte des Arbeitsspeichers. Die Signale der Paritätsüberwachung liegen zweckmäßigerweise auf einem Port im Adreßbereich des Transputers.

Wenn man sich allerdings vorstellt, was der Transputer alles in den fünf Taktzyklen machen könnte, die er wegen der 'lahmen' RAM-Chips (150 ns) bei jedem RAM-Zugriff einlegen muß, können einem fast die Tränen kommen. 'Aha, also doch eher Tran-Pute als Transputer?' Weit gefehlt! Den üblichen Primzahlen-Benchmark führt das Board trotz Klotz am Bein



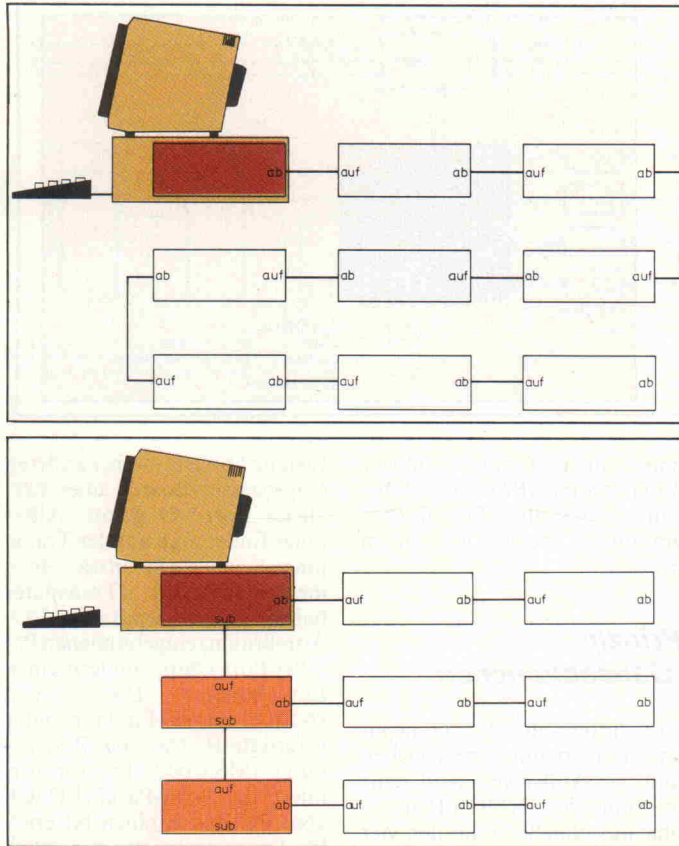
Die vier Links des Transputers zur direkten Rechner-Rechner-Kopplung und die Steuersignale, mit denen ein Transputer-Netzwerk überwacht und angesteuert werden kann, sind nach dem Einbau im PC von außen zugänglich.



mehrere B004-Platinen gleichzeitig in einem Wirtsrechner betreiben, indem man nur bei einem die Busschnittstelle zum PC aktiviert. Die anderen Karten beziehen dann im wesentlichen nur die Betriebsspannung (eine Karte braucht etwa 9 Watt) vom PC und werden untereinander über ihre Links gekoppelt.

Die Versorgung eines Transputer-Netzwerkes mit den Signalen für Initialisierung, Fehlererkennung und -suche kann auf zwei Wegen erfolgen. Eine Möglichkeit beruht auf einfachem Daisy-Chaining, bei dem alle Boards hintereinandergeschaltet sind. Dann wird das Netzwerk nur von der Basisplatine aus kontrolliert, und dort residiert auch die dafür notwendige Software.

Bei der zweiten Lösung werden einige Transputer-Boards abhängig von der Netzwerkstruktur als Vorarbeiter ausgewählt, die über ihr Subsystem eine weitere Kette von Platinen überwachen können. Dazu müssen sie dann aber auch über die notwendige Software-Ausrüstung verfügen. Das zweite Verfahren besitzt natürlich den wichtigen Vorteil, daß im Fehlerfall nicht das gesamte Netzwerk in Mitleidenschaft gezogen wird. Dafür gestaltet sich bei dieser Lösung die Software komplizierter.



Einfaches 'Daisy-Chaining' der Steuersignale ANALYSE, RESET und ERROR (Bild oben) beeinflusst stets das gesamte Mehr-Transputer-System, weil alle Fehlermeldungen, Starts und die Fehlersuche vom Haupt-Board im Wirtsrechner global gehandhabt werden müssen. Über den SUB-Anschluß des B004-Boards für diese Signale kann man das Netzwerk in separate Unter Systeme gliedern (Bild unten), wo diese Probleme lokal behandelt werden können.

schirm dienen. Bei (aus heutiger Sicht) mittleren Datenraten, aber großer Rechenlast oder bei hohen Datenraten mit mittlerer Rechenbelastung sind Transputer in ihrem Element. Für die Entwicklung der Software und erste Tests setzt man anfangs einen XT/AT-Computer mit einem IMS-B004-Board ein. Nach Abschluß der Entwicklungsarbeiten wird diese Start-Konfiguration als Kontrollstation des endgültigen Netzwerkrechners verwendet.

Für jede der vier Meßstellen wird dann entweder jeweils eine B004-Platine verwendet oder noch günstiger das IMS-B003-Board, das gleich mit vier Transputern mit je 256 KByte RAM bestückt ist. Die Transputer verknüpft man über die Links zu einer quadratischen Matrix am Kontrollrechner, der sie mit Software versorgt und die Ergebnisse ausgibt.

Mit den Link-Adaptoren IMS C012 könnte man einfache Interfaces zu Standard-Analog-Boards aufbauen und über die verbleibenden Links an die vier Transputer-Knoten anschließen. Bei zunehmenden Anforderungen oder zur Vergrößerung der Ausfallsicherheit könnte man diese Konfiguration dann einfach durch Vervielfältigen des Grundnetzes modular ausbauen.

TopoLogistik

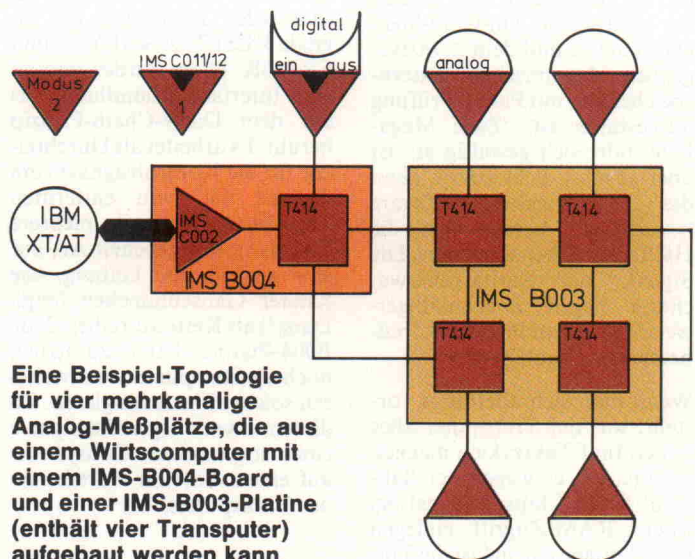
Die Frage nach den Anwendungsmöglichkeiten hängt wie ein Damoklesschwert über diesem Artikel. Denn mit einer (keineswegs vollständigen) Aufzählung könnte ich ohne weiteres diese c't füllen. Im Augenblick wird der Transputer mit Vorliebe für Grafikanwendungen eingesetzt, da es sich dort am einfachsten Parallelisieren läßt – die Pixel auf einem Bildschirm sind ja unabhängig von ihren Nachbarn berechenbar. (Also her mit einem Transputer pro Pixel, und ab geht die Post beim Malen von Apfelmännchen!) Bei der Bilddatenverarbeitung gestalten sich die Hardware-/Software-Interaktionen bereits etwas schwieriger, da dort die Bedeutung eines Bildpunktes auch von seiner Umgebung abhängt.

Grundsätzlich läßt sich sagen, daß es 'die optimale Netzwerk-Topologie' nur für Anwendun-

gen mit festliegender Problemstruktur gibt. Hierzu gehören Pipelines, rechteckige und dreieckige Felder aus Transputern, die eine günstige Struktur für Vektor- und Matrixoperationen, orthogonale Transformationen (Fast Fourier Transform) und digitale Filter besitzen. Auch bei der Überwachung und Steuerung von industriellen Anlagen treten meistens starre Prozeßstrukturen auf, und daher wird man auch dort Transputer-Anordnungen einsetzen können, die die Prozeß-Software optimal unterstützen.

Planspiele

Als Beispiel einer Anwendung mit fixierter Struktur soll hier die Planung der Echtzeitüberwachung von vier mehrkanaligen Analog-Meßstellen mit Ergebnisausgabe über Bild-



Eine Beispiel-Topologie für vier mehrkanalige Analog-Meßplätze, die aus einem Wirtscomputer mit einem IMS-B004-Board und einer IMS-B003-Platine (enthält vier Transputer) aufgebaut werden kann. Dieses Basisnetzwerk läßt sich durch Anknüpfen weiterer Basisnetzwerke beliebig modular ausbauen.

Eherner Graph

Was aber tun, wenn man mit einem Transputer einen Allzweck-Computer – also ein Dingens für alle Fälle – bauen will. Dann muß man sich für eine Netzwerk-Topologie von relativer Optimalität entscheiden (absolute gibt es ja nur bei fixierten Strukturen). Der Rest, die bestmögliche Verteilung der Programme auf diese in Hardware gegossene Graphenstruktur, muß in Software realisiert werden.

Als Beispiel dazu kann eine Arbeitsstation für wissenschaftliche Zwecke dienen. Sie soll so ausgelegt sein, daß jeder Forscher über einen eigenständigen Arbeitsplatz verfügt. Bei Bedarf sollte sich ein Programm aber auch auf allen angeschlossenen Computern gleichzeitig fahren lassen.

Auch hier würde ich den Einsatz des IMS-B004-Boards in XT/AT-Kompatiblen erwägen.

Als erster Vorteil steht die gesamte Software der MS-DOS-Welt unmittelbar für Verwaltungs- und Dokumentationszwecke zur Verfügung. Noch wesentlich wichtiger ist sicherlich die durch den Einsatz des Transputers modular erweiterbare Rechenleistung.

Der Einwand, daß dann die gesamte wissenschaftliche und technische Software in Occam umgeschrieben werden müßte, stimmt nicht mehr. Der an die Lattice-C-Version angelehnte C-Compiler IMS D711, der Transputer-Code generiert, kann vollständige Programme erzeugen oder auch nur linkfähige Prozeduren. Echte Parallelität gibt es jedoch nur mit einem stützenden Occam-II-Gerüst, in das die C-Prozeduren als Prozesse eingeschlossen werden.

Das gleiche gilt für den Fortran-77-Compiler IMS D713, der außerdem einige über den Standard hinausgehende Erweiterungen aufweist.

Jetzt drängt sich natürlich die Frage auf, ob die hier vorgestellte Planspiel-Hardware auch mit vernünftigen Aufwand durch passende Software zum Leben erweckt werden kann.

Werkzeugtasche für Entwicklungshelfer

Die gelieferte Feldtestversion des Transputer Development System (TDS2) läuft auf dem B004-Board selber ab, der Wirtsrechner wird eigentlich nur noch als Terminal und File-Server benutzt. Das TDS2 unterstützt die Entwicklung von hierarchisch gegliederten Occam-Programmen, die im Top-Down-Verfahren entworfen werden, durch ein neues Prinzip, die Quelltextfaltung. (Die Funktion eines Folding-Editors wurde in c't8/86, Seite 92/93 beschrieben.) Der Basisteil des TDS2 ist also ein Editor, der einen Textabschnitt wegfallen kann, so daß nur noch eine Überschrift sichtbar ist. Diese Methode ist also schon in der Anfangsphase bei der schrittweisen Verfeinerung recht hilfreich.

Die Falten können auf dem Bildschirm in beliebiger Tiefenstruktur – eben hierarchisch – erzeugt werden, bestehende können geöffnet und auch wieder geschlossen werden. Neben den bekannten Möglichkeiten, die Texteditoren normalerweise bieten, können ganze Falten inklusive Inhalt gelöscht, verschoben und dupliziert werden. Auch sind sie als separate Files abruf- und speicherbar. Leider können solche Filed Folds nicht als 'Schattenversion' (also als eine Art Include-Datei) zu anderen Programmen hinzugefügt werden, sondern sie werden als echte Duplikate abgespeichert (Führt zu Redundanz mit allen ihren Nachteilen!).

Zu dieser Basisausrüstung kann nun jeweils eine von zwei Werkzeugsammlungen hinzugeladen werden. Die Compiler-Werkzeugtasche, das Occam Program Development Utility (OPDU), enthält alle Hilfsmittel, die der Occam-Programmierer benötigt. Ein Checker findet Syntaxfehler in Occam-II-Programmen, der nach Turbo-Pascal-Manier bei einer fehlerhaften Zeile hängen bleibt und dort den Editor startet. Der Compiler arbeitet auch nach diesem Prinzip. Eine Version des Übersetzers erzeugt in ei-

nem Rutsch ladefähigen Transputer-Code, der als Subfold zusammen mit der äußeren Quelltextfalte abgelegt wird.

Die zweite Compiler-Variante umgeht bei der Übersetzung Quelltextstücke, die als separat kompilierbare Einheiten ausgezeichnet sind. Ein Linker bindet dann den Code innerhalb der Code-Falte solcher SC-Folds nachträglich hinzu. Allerdings gibt es keine Libraries von fertig vorgelinkten Subprozessen. Suchen und Ersetzen von Zeichenketten wird nicht direkt vom Editor übernommen, sondern von separat zur Verfügung gestellten Werkzeugen.

Parallelmacher

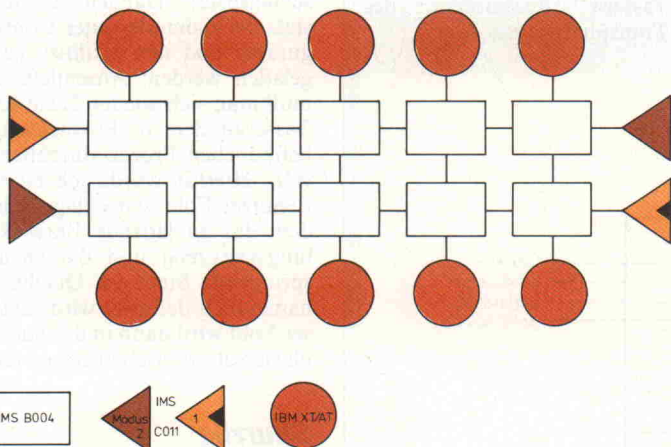
Im Werkzeugkasten des Configurators (Transputer Development Utility, abgekürzt TDU) findet der Bastler alles, was er zur Software-Versorgung von Parallelcomputern braucht. Der Program-Maker verwandelt ein 'normales' Occam-Programm in einen speziellen Program-Fold. In dieser Falte verteilt man dann mit Hilfe der Konfigurationsanweisungen von Occam die parallelen Prozesse auf die vorhandene Netzwerk-Topologie. Der Configurator generiert daraus den notwendigen Code und die Ladeinformationen.

Mit dem Extractor (hat nichts mit Zähneziehen zu tun) wird das Ganze zu einem einzigen ladefähigen Fold gebunden. Der Network-Loader endlich kann ein so generiertes Parallelprogramm starten. Für die Fehlersuche gibt es schließlich noch Locate-Error, einen Helfer, der auf die Quelltextzeile zeigen kann, die für einen Laufzeitfehler verantwortlich ist.

Wie Tarzan

In all den süßen Wein der Euphorie muß ich auch leider etwas bittere Medizin träufeln. Nein, nein! Die Hardware läuft und läuft... und auch die Software arbeitet fehlerfrei. Es sind die kleinen Ecken und Kanten, an denen man sich als Benutzer manchmal schmerzhaft stößt. Bei Inmos ist man sich dieser Unzulänglichkeiten der Feldtestversion durchaus bewußt, denn in den Unterlagen fand ich auch eine Wunschliste mit Verbesserungsvorschlägen.

Das Folding-Prinzip stellt sich als hervorragender Ordnungs-



Das 2 x 5-Feld symbolisiert eine verteilte Arbeitsstation – etwa für wissenschaftliche Anwendungen – aus zehn Mikrocomputern mit jeweils einer Transputer-Platine. Daran können bis zu zehn Benutzer gleichzeitig ungestört Programme entwickeln, bei Bedarf ließe sich das Netzwerk aber auch als Superrechner mit maximal 100 MIPS Durchsatz fahren.

Der Pascal-Übersetzer IMS D712 kann ebenso innerhalb Occam II eingesetzt werden und weist auch einige den ISO-Standard erweiternde Verbesserungen auf, insbesondere Zerlegbarkeit in Module. Unterprogramme aller drei Sprachen können natürlich auch kombiniert unter Occam II parallel gefahren werden.

Daß man, wie das Bild der vernetzten Workstations zeigt, mit Hilfe von Transputer-Boards auch einfach nur sehr schnelle und intelligente Netzwerke aufbauen kann, ist für die Zukunft bestimmt auch eine schöne Anwendung. Zur Zeit ist sie allerdings kaum bezahlbar – ich komme noch darauf zu sprechen.

Link-Adaptor IMS C011 im Detail

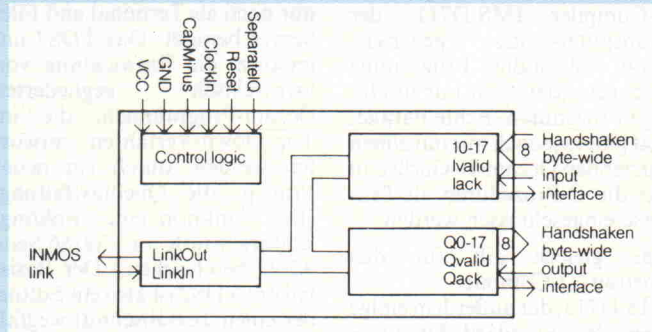
Der IMS C011 ist ein einstellbarer Schnittstellenwandler, mit dem man parallele Bussysteme an serielle Transputer-Links anknoppeln kann, etwa um über die Links Peripheriegeräte anzusprechen. Aber dieser Controller kann auch für andere Mikroprozessoren äußerst nützlich sein. Der

C011 verfügt über zwei Betriebsarten, die durch das Signal am **SeparateIQ**-Anschluß angewählt werden. C011/C012 ersetzen übrigens die älteren Versionen C001/C002. Der C002 findet sich noch auf dem B004-Board. Liegt an diesem Pin Nullpotential oder wird er mit dem

Takteingang kurzgeschlossen, so erhält man den Modus 1 mit 10 MBit respektive 20 MBit pro Sekunde Link-Durchsatzrate. Bei Verbindung mit VCC stellt sich der Modus 2 ein, wobei die Link-Geschwindigkeit an einem **LinkSpeed** genannten Pin eingestellt werden kann.

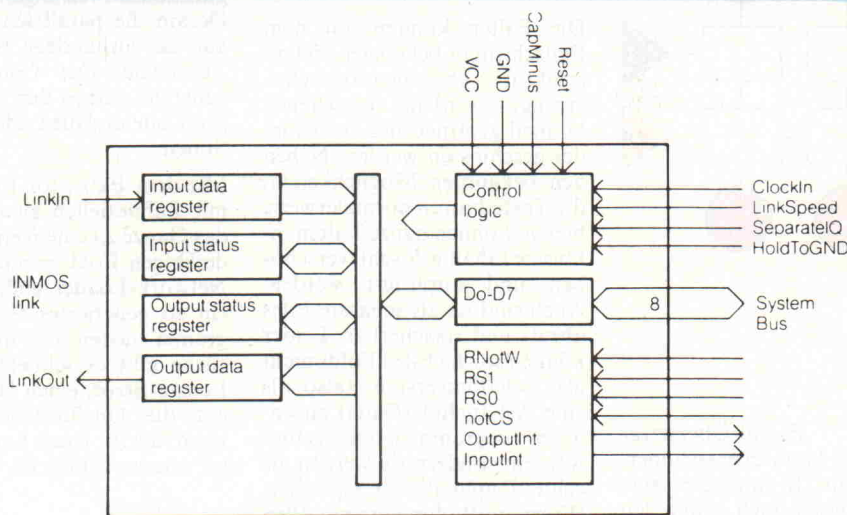
Modus 1

In dieser Betriebsart besitzt der Adaptor zwei 8-Bit-Ports. Je einen für die Dateneingabe und -ausgabe. Für beide Richtungen gibt es zwei Handshake-Signale, mit denen der Adaptor gesteuert werden kann. Zwei mit ihren 8-Bit-Ports exakt gegeneinandergeschaltete C011-Chips können so als Bindeglied für unterschiedlich schnelle Transputer dienen. Mit dem C011-Adaptor in Modus-2-Konfiguration kann der Transputer über ein Link direkt ein Gerät mit



Centronics-Schnittstelle ansteuern. Es läßt sich aber auch ein allgemeineres Parallel-Interface schaffen, um etwa

Leuchtdioden oder Oszilloskope anzuschließen oder mit Tastern Reaktionen des Transputers auszulösen.



Modus 2

In dieser Betriebsart stellt der C011-Adaptor ein bidirektionales 8-Bit-Interface für Mikroprozessorbuss zur Verfügung und verfügt für jede Richtung über ein transparentes Daten- und Statusregister.

Der Adaptor liefert zwei Interrupt-Signale, eines, das die Ausgabebereitschaft anzeigt, während das andere den Datenempfang signalisiert. Mit dieser Betriebsart kann der Controller über Memory-

Mapping nicht nur für die Erweiterung des Transputers durch zusätzliche Links eingesetzt werden, sondern damit lassen sich genauso gut auch andere Mikroprozessoren mit Link-Kanälen ausstatten.

Die Kommunikation über Links erfolgt asynchron und ist insbesondere von der Phasenlage der Taktegeber unabhängig. Transfers auf den bidirektionalen Links können in

beide Richtungen gleichzeitig erfolgen. Der Adaptor C012 unterscheidet sich dadurch vom Link-Controller C011 im 28poligen DIL-Gehäuse, daß er nur über die Betriebsart 2

verfügt und mit einem Gehäuse mit 24 Anschlüssen gefertigt wird. Größere Entfernungen lassen sich durch Puffern der Links mit RS-422-Treibern überbrücken.

mechanismus für Programme dar. Leider zwingt eben diese gute hierarchische Gliederung den Benutzer zu exzessivem Klavierspielen auf der Tastatur. Von einem Ast des Baumes zum anderen kann man nur wie eine Ameise durch exaktes Nachlaufen der Fold-Struktur mit den CLOSE- und OPEN-FOLD sowie den Cursor-Tasten gelangen.

Ich fände es besser, jeweils aktuelle Haltepunkte setzen zu können, zu denen man sich dann wie Tarzan mit einer Goto-Liane schwingt. Intern könnte natürlich weiterhin explizit der hierarchischen Ordnung gefrönt werden. Diese 'Quertreiberei' ließe sich noch allgemeiner und vorteilhafter durch direkte Referenzierung mit Namen und Namenspräfixen realisieren.

Bei Fehlern (Deadlocks, Überschreitung von Feldgrenzen) muß das System neu gestartet werden, was an sich schon un schön ist (bereits auf der Vorschlagsliste). Danach müssen stets der Compiler oder Configurator und ihre Utilities neu geladen werden. Anschließend muß man sich wieder Taste für Taste zu dem in Entwicklung befindlichen Prozeß durchhangeln. Hierfür würde ich einen Benutzer-Fold vorschlagen, in dem das zu ladende Entwicklungswerkzeug und die anzuspringende Stelle im Quelltext namentlich definiert wird. Dieser Fold wird dann in der Startphase automatisch ausgewertet.

Scurrile Software-Nostalgie

Eine riesengroße Elton-John-Brille braucht man nicht, um objektiv einige unschöne Dinge an Occam zu bemerken. Das augenblickliche Occam II ist zwar das beste Occam, das es je gab, und ich kenne keine andere Sprache, die parallele Prozesse so einfach in den Griff bekommt. Das ist aber doch kein Grund, auf Eigenschaften wie Operatorenvorrang, ein verallgemeinertes Typenkonzept, qualifizierte Pointer oder explizite Rekursion zu verzichten, die sich in der Vergangenheit als wahre Wohltat für 'wanzengeplagte' Programmierer erwiesen haben.

Wahrscheinlich wegen der fehlenden Rekursion – der Compiler ist ja selber wieder in Occam

Reflex ist das erste Programm mit dem Sie Ihre Daten nicht nur horten, sondern auch analysieren können – denn darauf kommt es an.

Vorbei die Zeit, in der man den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr gesehen hat. Mit dem neuen Reflex fördern Sie jetzt das Wesentliche zutage. Die Details verlieren Sie dabei aber nicht aus den Augen. Erstmals kann man seine Daten in verschiedenen Zusammenhängen betrachten und in den unterschiedlichsten grafischen Darstellungsformen präsentieren.

Reflex's Fenstertechnik schafft ein Panorama über Fakten und Zusammenhänge. Mit einem Blick auf den Bildschirm überschauen Sie Listen, Formulare, Relationen und deren visuelle Darstellung. Ändern Sie nur einen Eintrag, so werden sofort alle anderen Ansichten – auch die grafischen – aktualisiert.

Absolute Transparenz – aber nicht nur der Daten; Reflex's Benutzeroberfläche lässt Sie nie im Stich: Fenster, Pull-down-Menüs, Funktionstasten und das interaktive Hilfesystem sorgen für Durchblick. Die Reflex-Power haben Sie sofort im Griff, mit der Tastatur oder der Maus.

Reflex ist blitzschnell, denn alle Daten stehen im Arbeitsspeicher. Da paßt eine Menge rein; und Übersättliche können Above-Boards mit bis zu acht MByte füttern. Zu jeder Zeit lassen sich Spalten (Felder) einfügen oder löschen.

Reflex versteht sich aber auch mit herkömmlicher Software prächtig. Ihren Wust an dBase- oder Lotus-Daten durchschauen Sie mit Reflex sofort. Als Tabelle, grafische Darstellung oder Kreuztabelle.

Und das Ganze bringen Sie mit dem Reflex-Report-Generator zu Papier. So können sich Ihre Daten sehen lassen, als Serienbrief, Aufkleber oder Tabelle. Auch die Grafiken sind in Windeseile ausgedruckt – in den verschiedensten Variationen.

REFLEX

DER DATENANALYST

Was Reflex noch so alles kann:

Suchen und Filtern
nach Beispielen, logischen Bedingungen, mit Wildcards oder nach mathematischen Ausdrücken.

Kalkulieren
In jedem Feld können komplexe trigonometrische, finanzmathematische oder statistische Formeln oder logische Ausdrücke stehen.

Sortieren
können Sie nach bis zu fünf logisch verknüpfbaren Schlüsseln, auf- oder absteigend.

Importieren und Exportieren
dBase-, Lotus 1-2-3-, Symphony- und ASCII-Dateien können direkt eingelesen und als ASCII-Dateien in die verschiedensten Textverarbeitungsprogramme übernommen werden.

Berichte erstellen
Als Serienbriefe, Aufkleber oder Tabellen. Felder können komplexe Formeln enthalten. Vor dem Ausdruck können Sie die druckreife Fassung am Bildschirm überprüfen.

Unterstützte Hardware
Grafikadapter: IBM-Color Graphics, IBM-EGA, Hercules, Olivetti, Siemens PC-D. Drucker: IBM-Grafikdrucker, Epson, Oki, Itoh, Plotter von Hewlett Packard und Mäuse von Microsoft oder Mouse Systems.

Systemvoraussetzungen
IBM-PC oder Kompatibler, 384 KByte Arbeitsspeicher, 2 Diskettenlaufwerke, Grafikkarte.

Alles in Deutsch
Handbuch, Software und Beispiele.

dBase ist ein eingetragenes Warenzeichen von Ashton-Tate, Lotus 1-2-3 und Symphony sind eingetragene Warenzeichen von Lotus Development Corp.

The screenshot shows the REFLEX software interface. At the top, there are menu options: Ansicht, Editieren, Druck/Datei, Records, Suchen, and Liste. Below this is a data table with columns: Formular, Artikel, Men, Umsatz, DM. The table lists various items like 'Gleiter' and 'Sport' for different people like 'David', 'Alfred', and 'Bernd'. To the right of the table is a summary box with fields for 'Datum', 'UB', 'Artikel', 'Henge', 'Umsatz', 'Preis Durchsch.', 'Preis Einheit', 'Kosten', and 'Kommission'. Below the summary box is a bar chart titled 'Gewinnrate pro Einheit' with a legend for 'Alfre', 'Bernd', 'Chris', and 'David'. At the bottom of the screenshot, there is a section for 'Ansichts-Befehle' with a list of items like 'Artikel', 'Gleiter', and 'Sport'.

Zur Vermeidung von Rückfragen, bitte genau angeben:

Bezeichnung Ihres Rechners _____

Größe der Diskette in Zoll _____

Betriebssystem, Versionsnummer
Für IBM + Kompatible: PC-DOS _____

Name _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Telefon _____

Unterschrift _____

	DM (incl. MwSt.)	DM (ohne MwSt.)
<input type="checkbox"/> Reflex	510.72	448,—
<input type="checkbox"/> Turbo Pascal 8 Bit	225.72	198,—
<input type="checkbox"/> Turbo Pascal 3.0 16 Bit	285,—	250,—
<input type="checkbox"/> Turbo Tutor	111.72	98,—
<input type="checkbox"/> Turbo Database	225.72	198,—
<input type="checkbox"/> Turbo Graphix	225.72	198,—
<input type="checkbox"/> Turbo Editor	225.72	198,—
<input type="checkbox"/> Turbo Gameworks	225.72	198,—
<input type="checkbox"/> Turbo Pascal 8087	478.80	420,—
<input type="checkbox"/> Turbo Pascal BCD	478.80	420,—
<input type="checkbox"/> Turbo Pascal 8087 + BCD	513,—	450,—
<input type="checkbox"/> Sidekick	259.92	228,—
<input type="checkbox"/> Turbo Prolog	396.72	348,—

Inland
 Scheck (Versandkosten incl.)
 Nachn. (+ DM 6,— Versandkosten)

Ausland
 Scheck (+ DM 10,— Versandkosten)
 Nachn. (+ DM 16,— Versandkosten)

Heimsoeth & Borland
Fraunhoferstr. 13, D-8000 München 5
Tel. D-089-264060 oder 2608581
Telex 5212637 mem d

HEIMSOETH & BORLAND

geschrieben – müssen Ausdrücke so umständlich wie

Mist: = 1 + (2 + (3 + 4))

geklammert werden. Darum gibt es wohl auch keine Funktionen als Subprozesse. Mich stört auch, daß bloß ein Statement pro Zeile erlaubt ist und der SEQ-Konstruktor immer ausdrücklich hingeschrieben werden muß. Jedenfalls würde wesentlich mehr Programmkontext auf den Bildschirm passen, ohne daß man sich in exzessive Textfaltung flüchten muß. Auch Ausdrücke würden sich wesentlich verkürzen, und den Augen zuliebe möchte ich eigentlich nicht auf das gute alte Papier-Listing verzichten.

Beabsichtigt ist zum Beispiel, ein etikettiertes Protokoll (entspricht etwa varianten Records) für Kanalkommunikation einzuführen; dabei würde ein verallgemeinertes Typenkonzept wie bei Pascal die gleiche Funktion weitaus besser erfüllen, ohne auch nur etwas von der heißgeliebten Hardware-Nähe aufzugeben. Mit der gleichen Methode würde man zusätzlich den Programmierer bei der Verwaltung des Arbeitsspeichers unterstützen können.

Es ist schon etwas unverständlich, warum für den supermodernen Transputer eine hypermoderne Sprache entwickelt wird, die dennoch an manchen Stellen im Software-Sumpf der 50er Jahre steckengeblieben zu sein scheint. Oder drückt sich vielleicht durch diese Nostalgie die bekannte Skurrealität der Bewohner des Herstellerlandes aus? Aber nicht nur die Software, auch die Hardware könnte man noch etwas verbessern. Das hingegen geht zum Glück weitgehend im DOIT-Yourself-Verfahren.

Nervenziteldes Fummeln

Der 12,5-MHz-Transputer auf der B004-Platine kann nämlich relativ leicht durch einen 15-MHz-Typ ersetzt werden. Vorher muß man allerdings die Platine etwas modifizieren (siehe Literatur). Dadurch wird der Transputer nicht nur um zwanzig Prozent schneller. Als Bonus für ein bißchen Hardware-Fummel erhält man die maximale Link-Geschwindigkeit von 20 MBit pro Sekunde und verfügt dann auch noch für beide Prioritätsebenen, die der Trans-

puter hardwaremäßig unterstützt, über einen eigenen Timer.

Zu den merkwürdigen Verhältnissen von Taktfrequenz zu Link-Transfer-Rate ist anzumerken, daß alle Transputer mit einem externen Takt von 5 MHz versorgt werden und chipintern entsprechende Umsetzungen (aufwärts!) erfolgen. Das ist insofern ungewöhnlich, als bei den Mikroprozessoren der meisten Hersteller möglichst hohe Taktfrequenzen zugeführt werden, weil sich dann durch recht einfache Frequenzteilung (Herabsetzung) die intern benötigten Taktraster erzeugen lassen.

Wenn man zusätzlich die langsamen RAM-Chips gegen schnellere Typen tauscht, läßt sich wahrscheinlich sogar ein 17-MHz-Transputer verwenden. In diesem Fall empfiehlt es sich, auch die Konfiguration der Speicherschnittstelle anzupassen, die sich in einem PAL auf dem Board versteckt. Je nach RAM lassen sich vor allen Dingen die Anzahl Warte-Zyklen pro Speicherzugriff vermindern. Wer gar einen 20-MHz-Transputer im B004-Board einsetzen will, kommt um diese Maßnahmen bestimmt nicht mehr herum, kann aber dafür die Leistungsfähigkeit des Transputers maximal ausreizen.

Die Firma Inmos garantiert die Funktion des IMS B004 nur für original IBM-XT/AT-Maschinen. Für alle, die 'transputern' wollen und keinen 'Originellen' besitzen, folgt eine Liste von Rechnern, die sich angeblich mit der Platine vertragen:

COMPAQ, COMPAQ 286,
COMPAQ Portables,
Olivetti M21 und M24,
Commodore PC20,
Tandon PC A,
Ferranti PC 2860 AT,
Hewlett Packard Vectra

Aber auch der Siemens PC16-05 verkraftet das IMS-B004-Board, allerdings erst nach etwas Bastelarbeit (siehe Literatur).

Teure Zeitmaschine

Weihnachten steht vor der Tür, und eins ist klar: Meine Frau bekommt ihren Nerzmantel nur, wenn für mich ein Transputer-Brett unterm Baum liegt! Dieser unromantische Vergleich

soll natürlich etwas andeuten. Ich fühle mich irgendwie wie jemand, der armen Verwandten vom letzten Südseeurlaub vorschwärmt und dann nach den Kosten gefragt wird. Denn leider, leider handelt es sich bei diesem Reiseangebot in die Welt des Multiprocessing um Jet-Set-Tourismus, da das Board mit der Entwicklungs-Software etwa 12 000 DM kostet (der Preis schwankt währungsbedingt).

Wer bei diesem Preis fragt, ob ich einen Knick in der PARallaxe habe, sollte einige ihm vielleicht unbekanntes Tatsachen beachten. Im Augenblick ist der Transputer noch die preisbestimmende Komponente, aber die Firma Inmos verkauft nach ihrer Aussage bereits jetzt mehr T414-Transputer (32-Bitter) als irgendein anderer Hersteller einen 32-Bit-Prozessor.

Das ist auch ganz glaubwürdig, denn schließlich legt es ja das Transputer-Konzept darauf an, viele, viele Transputer in einem Computer einzusetzen. Und Projekte, in denen allein in einer Maschine rund 16 000 Stück eingesetzt werden sollen, laufen bereits an.

Insofern kann man hoffen, daß die Chips bald über Stückzahlen auf Hobby-Preisniveau kommen. Beim Preis des hier betrachteten Boards kommt aber 'erschwerend' hinzu, daß Entwicklungs-Boards wegen ihres kleineren Absatzmarktes ohnehin immer teurer als Pla(gia)tinen-Massenware aus Taiwan sind.

Die Aussichten auf den PSC (Personal Supercomputer) für jedermann sind gut. Die Firma Parsytec, die normalerweise Transputer-Systeme für rauhe Industrieumgebungen oder brainstormige Universitätsinstitute herstellt, entwickelt eine Transputer-Platine für den Einsatz mit XT/AT-Rechnern. Diese soll im zweiten Quartal 1987 mit einem angepeilten Preis von unter 4000 DM auch für engagierte Hobbyisten erschwinglich sein.

Das Ingenieurbüro Hema entwickelte ebenfalls eine Platine, die bis auf die Link-Anschlußstecker in jeder Beziehung voll kompatibel zum IMS-B004-Board ist – leider auch im Preis von 7000 DM. Die gleiche Platine wird auch mit 1 MByte RAM angeboten,

der Unterschied von vierhundert Mark zeigt aber deutlich, daß der Preis noch weitgehend vom Transputer bestimmt wird.

Die Anschaffung eines Transputer-Boards ist eine Investition in die Zukunft, und 'Zeitmaschinen' sind nun mal teuer. (Denken Sie nur mal daran zurück, was ein PC bei seiner Markteinführung kostete!) Dafür eröffnen sich aber ganz neue Perspektiven, denn an der SonderBar des jungfäulichen Mehrprozessor-Marktes gibt es noch viele Probleme zu lösen. Also ran an die DenkBar sind viele Anwendungen des Transputers! Wenn Pythagoras heute lebte, er würde Stab und Angelpunkt vergessen und ausrufen: 'Gebt mir Transputer, und ich kreppele euch die EDV um!'

Kontakte

für Transputer-Interessierte:

DOIT – Deutsche Occam-Interessengemeinschaft der Transputeranwender e.V. zu erreichen bei:

c/o Brainware GmbH
Gustav-Meyer-Allee 25
1000 Berlin 65

Bezugsquellen

für das B004-Board zu erfragen bei:

INMOS GmbH Deutschland
Danziger Str.2
8057 Eching
(089)3191028

Literatur

BOLLINGER, U., IMS B004 um 20 Prozent schneller, DOIT Newsletters, Vol.2/1986, Seite 16

EBERT, H., Ein Transputer kommt selten allein, c't 1/85, Seite 80-88

EBERT, H., Occam – überall gleichzeitig,
Teil I: c't 7/86, Seite 44-50
Teil II: c't 8/86, Seite 84-93

HELZLE, M., Centronics-Link-Interface, DOIT Newsletters, Vol.2/1986, Seite 10-11

HENSGEN, G., Transputer-board IMS B004 läuft im Siemens PC 16-05, DOIT Newsletters, Vol.2/1986, Seite 14-15

INMOS Limited, IMS B004 Evaluation Board – User Manual, 1985

INMOS Limited, IMS D701 Transputer Development System IBM PC, Beta-Revision Manuals, 1986

