

# Dokumentation zum "Hardwareminimalen Kleinstcomputer"

## 1. Ökonomische Gesichtspunkte

### 1.1 Hohe Materialökonomie bei der Gestaltung von Kleinstcomputern

Die Mikroelektronik beeinflusst heute weite Bereiche des täglichen Lebens und gewinnt zunehmendes Interesse auch außerhalb der Fachwelt. Mit ihr sind die Voraussetzungen entstanden, viele klassische Erzeugnisse grundlegend zu verbessern und eine breite Palette neuer zu schaffen. Sie erlaubt es, Geräte zu entwickeln, deren Herstellung mit konventionellen Mitteln nicht möglich gewesen wäre. Daraus erklärt sich auch, warum man trotz ausreichender Erkenntnisse auf dem Gebiet der Kybernetik die Automatisierungstechnik in der Vergangenheit nicht entscheidend vorankommen konnte.

Die Mikroelektronik erlaubt, auf der Basis hochintegrierter Schaltkreise leistungsfähige Rechenanlagen auf kleinstem Raum zu realisieren und damit eine Vielzahl von Prozessen zu erfassen und zu steuern. Sie wird eingesetzt, um den Menschen in steigendem Maße von körperlicher Arbeit zu befreien und ihn mehr der schöpferische Arbeit zuzuführen. Die gestiegenen Möglichkeiten der Mikroelektronik versetzen ihn in die Lage, eine erhebliche Steigerung der Arbeitsproduktivität bei der Herstellung von Gütern mit hohen Gebrauchseigenschaften zu erzielen. Die Mikroelektronik wird damit zu einer grundlegenden Triebkraft der wissenschaftlich technischen Revolution.

Die Vorbereitung der Schuljugend, sowie der Studenten und Ingenieure auf die Meisterung der Anforderungen des wissenschaftlich technischen Fortschrittes ist eine wichtige Aufgabe. Um bei ihnen Grundlagen für ein elementares Verständnis der Informatik und anderer informationsverarbeitenden Techniken zu schaffen, müssen sie in polytechnischen Zentren, Schulen und Hochschulen an Probleme der Informatik, der Automatisierungstechnik und der Arbeit an Computern herangeführt werden /1/.

Der Kleinstcomputer erschließt dem Nutzer die Welt des Mikrorechners, er lernt ihn kennen, handhaben und nutzen. Der Computer ermöglicht es dem Anwender mit ihm:

- zu lernen (Mathematik, Physik, Sprachen)
- zu steuern (selbstgebastelte Elektronik, elektronische Geräte )
- Daten zu verwalten (eigene Bibliothek, Adressen, Telefonverzeichnis )
- wissenschaftliche Probleme zu lösen (Optimierung, numerische Lösung von Gleichungen, physikalische Berechnungen)

Die wachsende Popularität von Kleinstcomputern ist nicht zuletzt auf anspruchsvolle Videospiele, die dem Anwender meist den ersten Kontakt zum Rechner vermitteln, zurückzuführen. Über die Beschäftigung mit dem Kleinstcomputer kann sich der an der Computertechnik Interessierte wichtige Grundkenntnisse über den Aufbau, die Bedienung, Programmiersprachen und Programmierung aneignen /3/. Um die Arbeit mit Computern einer breiten Masse potentieller Kader zugänglich machen zu können, ist es erforderlich, einen materialökonomisch günstigen, aber leistungsfähigen Kleinstcomputer in entsprechenden Stückzahlen in den Einzelhandel zu bringen und für Hobby und Freizeit, sowie für Arbeitsgemeinschaften und Schule zugänglich zu machen.

Nur bei einem leistungsfähigen und aufwandsminimalen Kleinstcomputer besteht die Möglichkeit der Erzielung einer hohen Massenwirksamkeit. Dabei spielt die hohe Materialökonomie eine entscheidende Rolle. Die drastische Einsparung von Material, sowie die durchgängige Realisierung mit Bauelementen aus der DDR Produktion stellen eine entscheidende Voraussetzung für eine Konsumgutrealisierung von Kleinstcomputern dar.

## 1.2. Leistungsvergleich der Kleinstcomputer KC85/1 und KC85/3 mit der vorzustellenden Lösung

Die beiden erstgenannten Rechner stellen Kleinstcomputer dar, die zu verschiedenen Zwecken in Betrieben und Einrichtungen Verwendung finden.

Alle sind Kleinstcomputer mit 8 Bit Wortbreite, die in der Grundvariante nicht über einen steuerbaren Massenspeicher verfügen. Alle drei Kleinstcomputer bieten gute Möglichkeiten, Interessierte mit der Mikrorechenteknik vertraut zu machen und darüber hinaus zur Arbeitserleichterung beizutragen. Jeder der drei Rechner besteht aus einer ZVE einem Bildschirm- und Tastaturanschluß, sowie einer Möglichkeit für einen Massenspeicheranschluß und einem Netzteil.

Tabelle 1 zeigt eine Gegenüberstellung der technischen Daten der Geräte.

|                          | KC85/1   | KC85/3  | vorzustellende Lösung   |
|--------------------------|--|---|---|
| Prozessortyp             | U880   | U880  | U880  |
| Speicher-<br>kapazität   | 4 KByte ROM<br>16 KByte RAM  | 16 KByte ROM<br>32 KByte RAM                  | 16 KByte ROM<br>64 KByte RAM  |
| Speicherer-<br>weiterung | auf max. 64<br>KByte   | auf max. 64<br>KByte ohne                     | nur mit Bank-<br>umschaltung  |
|                          | Bankumschal-<br>tung   | (bereits hard-<br>waremäßig vor-<br>bereitet) |   |
| Tastatur                 | im Gerät   | abgesetzt mit<br>seriellem An-<br>schluß      | im Gerät  |
| Anzeige                  | Fernseh-<br>empfänger  | Farbfernseh-<br>empfänger                     | Fernseh- bzw.<br>Farbfernseh-<br>empfänger                            |
| Bildaufbau               | 24 Zeilen<br>40 Spalten  | 320 x 256<br>Pixel                            | 256 x 192<br>Pixel  |
| Zeichenvorrat            | 96 Text- und<br>128 Graphik-<br>zeichen                                | 64 Zeichen<br>graphiktüchtig                  | 96 Zeichen<br>20 nutzerdefinierte<br>Graphikzeichen<br>graphiktüchtig |
| Massenspeicher           | Kassetten-<br>magnetband-<br>gerät                                     | Kassetten-<br>magnetband-<br>gerät            | Kassetten-<br>magnetband-<br>gerät                                    |
| Anschluß-<br>möglichkeit | 2 Steuerhebel<br>ein PIO- und<br>CTC-Kanal<br>4 freie Steck-<br>plätze | 2 Steuerhebel<br>K1520-<br>ähnlicher Bus      | 2 Steuerhebel<br>K1520-Bus<br>"Minimalerweite-<br>rungsbus"           |

|                     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| Programmiersprachen | Assembler<br>BASIC-Interpreter                       | Assembler<br>BASIC-Interpreter                         | Assembler<br>BASIC-Interpreter<br>BASIC-Compiler<br>viele Hochsprachen<br>(Pascal, Forth,<br>u.v.a.m.) |
| Stromversorgung     | 220V 0.15A   | 220V 0.25A   | 220V 0.05A   |
| Zusatzmodule        | RAM- und ROM-<br>Erweiterung<br>Farbzusatz-<br>modul | RAM- und ROM-<br>Erweiterung<br>V24 Schnitt-<br>stelle | IFSS-Schnittstelle<br>Vollpunktfarb-<br>graphik  |
| Materialaufwand     | 80%  | 100%   | 40%  |

Als Ergebnis der Gegenüberstellung der technischen Daten der Geräte wäre festzustellen, daß die vorgeschlagene Lösung auf Grund der angegebenen Parameter in der Leistungsfähigkeit zwischen den Geräten KC85/1 und KC85/3 liegt. Dies muß jedoch als unreal eingeschätzt werden, da die Leistungsfähigkeit eines Gerätes sich nicht nur anhand technischer Daten entscheidend zum Ausdruck bringen läßt. In der weiteren Beschreibung soll die hohe Leistungsfähigkeit der vorzustellenden Lösung in Richtung Bedienung und Nutzung noch besser zum Ausdruck gebracht werden.

## 2. Entwicklungsweg des Hardwareminimalen Kleinstcomputers

### 2.1. Hardwareminimale Ansteuerung von Kommunikationsschnittstellen

Bei Kleinstcomputern, deren Aufgabe es ist, im Dialog mit dem Bediener bestimmte zeitunkritische und nicht sehr umfassende Aufgaben zu lösen, wird sehr oft der Fall eintreten, daß die hochleistungsfähige CPU auf Grund ungenutzter Rechenzeit (z.B. bei der Erwartung einer Eingabe durch die Tastatur) nicht voll genutzt wird. Da bei solchen Kleinstcomputern die Rechengeschwindigkeit nicht die vordergründigste Rolle spielt, liegt es nahe, die CPU auch zur Steuerung der Kommunikationsschnittstellen zu nutzen. Dies wird bei solchen Geräten auch sehr oft zur Ansteuerung eines Massenspeichers (z.B. Kassettenmagnetband) und teilweise auch zur Tastaturansteuerung genutzt. Der zusätzlich erforderliche Hardwareaufwand verringert sich dadurch erheblich.

Auf Grund der Erzielung einer hohen Materialökonomie (vergl. Pkt. 1.) erschien es wünschenswert, dieses Verfahren (stärkere Nutzung der CPU Rechenzeit zur Einsparung von Bauelementen) konsequent auf alle I/O Schnittstellen auszudehnen, um einen Kleinstcomputer zu konstruieren, der sich durch eine sehr hohe Materialökonomie auszeichnet. Somit war es wichtig, die Hardwareeinsparung nicht nur auf Tastatur- und Kassettenmagnetbandgeräteanschluß sondern auch auf den Bildschirmanschluß anzuwenden.

Für den Tastaturanschluß gibt es in der Literatur /9//15/ zahlreiche Beispiele, die jedoch meist darauf abzielen, mit einem Tastensatz und logischen Grundgattern direkt einen ASCII Code zu erzeugen. Hier galt es also noch hardwareminimalere Lösungen zu schaffen.

Beim Anschluß für handelsübliche Kassettenrecorder finden sich in den Fachzeitschriften /4//5/ schon sehr hardwareminimale Lösungen, die übernommen werden konnten.

Ganz anders war der Sachverhalt zur Ansteuerung eines Bildschirms. Hier sind nur sehr umfassende Schaltungsvarianten zu recherchieren, die in Bezug auf Materialaufwand und Leistungsfähigkeit nicht zu einer hardwareminimalen Kleinstcomputervariante führen können. Derartig aufwendige Lösungen sind zu finden in /6//7//8//9/ und werden auch bei der Hardware der Kleinstcomputer KC85/1 und KC85/3 verwendet.

Eine Analyse internationaler Kleinst- bzw. Heimcomputertypen ergab, daß auch bei diesen Geräten nicht die Variante einer herkömmlichen Bildschirmsteuerung genutzt wird. Bei diesen Mikrorechnern kommen sehr oft spezielle Schaltkreise (Video Controller), zum Einsatz. Da spezielle Controller zur Zeit nicht zur Verfügung stehen, war zu untersuchen, wie weit die CPU zur Ansteuerung des Bildschirms genutzt werden kann. Als erstes Ergebnis dieser Untersuchungen entstand eine Schaltung zur Ansteuerung eines Fernsehbildschirmes, die eine verminderte Hardware aufwies. Diese Schaltung erzeugt ein komplettes BAS-Signal entsprechend der CCIR-Norm. Lediglich bei der

Gestaltung der Austastsignale liegt eine für diese Anwendungsfälle unbedeutende Abweichung vor. Das Synchronsignal wird mit Hilfe zweier Kanäle des CTC gebildet, wobei die exakte Impulslänge mit einem Doppelmonoflop eingestellt wird. Die Videosignalerzeugung geschieht folgendermaßen:

Der Kanal 2 des CTC löst ca. 70\*64 Mikrosekunden nach dem Bildimpuls mittels der angeschlossenen Hardware einen NMI aus und die CPU startet dann das Programm zur Bildausgabe. Im Bildsteuerspeicher steht nun das Programm, daß die CPU abarbeiten muß, um ein exaktes Videosignal zu erzeugen. Beim Programmlesen im Bildsteuerspeicher wird zusätzlich der Bildwiederholtspeicher aktiv. Der zwischen Bildwiederholtspeicher und Datenbus geschaltete Bustreiber bleibt im inaktiven Zustand. Die am Bildwiederholtspeicher anliegende Zeicheninformation gelangt zum Zeichengenerator, und das dort gebildete Byte am Ausgang des Zeichengenerator wird Parallel-Serien- gewandelt, um ein serielles Videosignal zu erhalten. Die jeweilige Zeilennummer für den Zeichengenerator wird hardwaremäßig gebildet.

Das Programm im Bildsteuerspeicher hat folgenden Aufbau:  
(n ist die Spaltenzahl und m die Zeilenzahl der darzustellenden Zeichen)

```

(n-1)* NOP   ***
RST  20H     *
(n-1)* NOP   * *
RST  20H     ***** (n-1)* NOP muß m mal stehen
:           * *
:           *
(n-1)* NOP   *
RST  30H     ***

```

Bei RST 20H steht das Programm für den Zeilenrücklauf, bei RST 30H steht das Programm zum Beenden der NMI Routine. Die Dauer des Programms für eine Zeile muß dabei exakt der Zeitdauer zwischen zwei Zeilenimpulsen entsprechen. Der Programmbeginn der ersten Zeile muß hardwaremäßig mit dem Zeilenimpuls synchronisiert werden (hier z.B. mit WAIT der CPU). Die Steuerung der CPU geschieht also durch Einblendung eines "SOFT-NOPs".

Diese Schaltung wurde aufgebaut und deren Funktionsfähigkeit nachgewiesen. Der Hardwareaufwand dieser Bildschirmansteuerung brachte eine Materialeinsparung von ca. 30% gegenüber herkömmlichen Schaltungen. Nachteilig war jedoch, daß ein zusätzlicher Speicher benötigt wurde und das eine Hardwareeinschränkung durch die benötigte WAIT Synchronisation erforderlich war. Außerdem ist eine Verschiebung der Lage des Bildwiederholtspeichers im Speicher nicht mittels Software realisierbar. Auf Grund der beiden Speicher sowie der Wait-Synchronisation ist die Flexibilität des Gerätes stark beeinträchtigt. Eine in etwa vergleichbare Schaltung stellt der in /10/ veröffentlichte BCS 3 dar, der sehr ähnliche Einschränkungen besitzt.

Um die Nachteile des ersten Versuchsmusters zu beseitigen, war eine noch stärkere Verbesserung der Software und vor allem noch ein besseres Zusammenspiel von Hard- und Software erforderlich. Der Wegfall des Bildsteuerspeichers sowie die Aufhebung der Synchronisation mittels WAIT machten sich erforderlich. Außerdem ist eine Graphiktüchtigkeit nötig, um insgesamt ein leistungsfähiges Gerät zu erhalten. Um den Wegfall des Bildsteuerspeichers zu ermöglichen wurde zwischen dem Bildwiederholpeicher und dem Datenbus ein Tor (DS 8212) geschaltet, daß die Befehlsverfälschung mittels "Hard-NOP" ermöglicht. Die Steuerung des Ablaufs, sowie die Synchronisation des Programms mit dem Zeilenimpulsen zum Bildbeginn wird allein durch verbesserte Software erzielt. Der Zeichengenerator konnte entfallen, da die Schaltung eine Graphikfähigkeit bietet und der Zeichensatz mit im Programmspeicher untergebracht wurde.

Durch all diese Verbesserungen konnte der Hardwareaufwand noch weiter reduziert werden. Bei dieser verbesserten Variante hat die hardwaremäßige Steuerung nur noch die Aufgabe, die Übernahme der Daten am Ausgang des RAMs in den Parallel-Serien-Wandler, sowie das NOP-Tor zu steuern. Erlaubt wird die Befehlsverfälschung in ein NOP sowie die Serien-Parallel-Wandlung nur dann, wenn ein M1-Zyklus (op-code-fetch) auf dem Bildwiederholpeicherbereich stattfindet und die Videosignalbildung erlaubt ist (Steuerung mittels eines PIO-Bits).

Bei der verbesserten Schaltungsvariante wurden dann auch die anderen I/O-Baugruppen untersucht. Die Ansteuerung der Tastaturmatrix erfolgt mittels des PIO-Schaltkreises. Die Erzeugung des ASCII-Codes geschieht hier auch softwaremäßig. Über die PIO wird auch der Kassettenmagnetbandanschluß, der Musikausgang und die Anschlußmöglichkeit für die Spielhebel organisiert, sowie eine umfassende Beeinflussung der Speicherstruktur ermöglicht. Auf Grund dieser Tatsache kann man davon ausgehen, daß auch der PIO-Schaltkreis mit seiner hohen Leistungsfähigkeit umfassend genutzt wird und die Hardware dieser I/O-Baugruppen auf ein Minimum reduziert wurde.

## 2.2. Anpassbarkeit der Hardware an vorhandene Softwaremodule

Eine optimale Gestaltung der Hardware an sich bedingt nicht in jedem Falle eine hohe Leistungsfähigkeit eines Mikrorechnergerätes. Die Software und das Zusammenspiel der beiden spielt hier eine sehr bedeutende Rolle.

Eine gute Software kann z.B. die ansonsten etwas ungünstigeren Parameter eines Gerätes auf Grund von Hardware ausgleichen und die Gesamtleistungsfähigkeit, z.B. gegenüber Geräten mit besseren Parametern bezüglich Hardware, günstiger werden lassen. Daher ist bei der Konstruktion von Mikrorechnern darauf zu achten, daß möglichst sehr viele, leistungsfähige Programme auf der entwickelten Hardware lauffähig sind.

Bei Büro- und Personalcomputern kommen Betriebssysteme zur Anwendung, die sich in einen logischen und einem physischen Teil untergliedern. Damit wurde die Möglichkeit geschaffen, einen großen Teil von sehr leistungsfähigen Dienstprogrammen (z.B. Compiler, sowie Interpreter für Hochsprachen, Assembler, Reassembler, Datenbanksysteme u.v.a.m.) auf physisch verschiedenen Geräten zu nutzen, ohne diese verändern zu müssen. Das erhöht erheblich die Leistungsfähigkeit und damit den Gebrauchswert der Geräte und ermöglicht eine Kompatibilität zu anderen Geräten.

Auch bei Kleinstcomputern wäre es günstig zu versuchen, die Hardware so zu gestalten, daß vorhandene leistungsfähige Software genutzt werden kann. Um dies auch noch für verschiedene Softwaremodule zu erreichen, muß die Hardware leicht anpaßbar sein, da bei den Kleinstcomputern sich die Betriebssysteme nicht mehr so exakt in einen physischen und einen logischen Teil untergliedern lassen. Die Hardware eines Kleinstcomputers ist aber nur leicht anpaßbar, wenn sich die I/O-Baugruppen und damit auch der Aufbau und die Lage des Bildwiederholerspeichers im weitem Umfang von der Software beeinflussen lassen. Bei herkömmlichen Schaltungen ist es meist sehr schwer, verschiedene Betriebssysteme den Hardwarelösungen anzupassen. Bei Schaltungen, wo der Kassettenmagnetbandanschluß mittels hardwaremäßiger Serien-Parallel-Wandlung erfolgt, ist es nicht möglich, das Kassettenaufzeichnungsformat beliebig zu ändern. Ebenso gilt dies für die Bildschirmsteuerung, bei der der Bildwiederholerspeicher mittels Zählern gesteuert wird. Hier liegt eine feste Verdrahtung vor, die die Flexibilität sehr einschränkt.

Bei der vorzustellenden Lösung ist eine hohe Anpaßbarkeit an vorhandene Softwaremodule aber gerade der zweite, entscheidende Vorteil. Erreicht wurde diese hohe Anpaßbarkeit bei den einzelnen I/O-Baugruppen durch eine starke Verschmelzung von Hard- und Softwareentwicklung.

Die Möglichkeiten der Anpaßbarkeit sehen wie folgt aus:

Die Tastatursteuerung erzeugt aus einer gedrückten Taste (und einer eventuell gedrückten Shift-Taste) einen Code, der mittel Programm gebildet wird. Somit ist durch eine Veränderung der Software sofort eine Möglichkeit gegeben, die



verschiedensten Zuordnungen zwischen der jeweiligen Taste und dem gewünschten Code zu erreichen. Die Zuordnung wurde in Tabellenform organisiert.

Der Kassettenmagnetbandgeräteanschluß ist in seinem Hardwareteil stark reduziert. Die Serien-Parallel-Wandlung (bzw. umgekehrt) wird softwaremäßig realisiert. Daher ist ohne weiteres die Möglichkeit gegeben, das Aufzeichnungsformat beliebig zu ändern.

Der Musikausgang beruht auf dem gleichen Prinzip und ist so auch sehr flexibel.

Die Bildschirmsteuerung ist so ausgelegt, daß auch hier eine hohe Anpaßbarkeit an vorhandene Softwaremodule besteht. Auf Grund der Steuerung mittels Programm und CPU (vergl. Pkt. 2.1.) war es möglich, eine Tabelle zu implementieren, die jeweils die Adressen der Zeilenanfänge im Bildwiederholtspeicher enthält. So kann man durch eine Änderung dieser Tabelle den Aufbau und die Lage des Bildwiederholtspeichers im Adreßbereich beliebig beeinflussen.

### 2.3 Hohe Flexibilität durch besondere Schaltungstechniken

Auf Grund der schnellen Entwicklung der Halbleitertechnik ist es nötig, bei der Konstruktion von elektronischen Geräten, bereits zu sichern, daß ohne konstruktive Veränderungen sich Schaltkreise durch leistungsstärkere und verlustleistungsärmere Typen ersetzen lassen. Dies kann bei geringen Unterschieden durch Lötbrücken (Jumper) ermöglicht werden.

Bei der vorzustellenden Lösung war eine hohe Flexibilität ein sehr wichtiges Ziel. In mehreren Baugruppen des Grundgerätes ist die an sich sehr minimale Hardware noch im hohen Maße flexibel. Erreicht wurde dies durch eine Vielzahl von Wickelfeldern, Lötbrücken und verschiedenen Bestückungsvarianten bereits auf der Grundplatte.

Flexibel ist unter anderem der Anschluß an das Sichtgerät. Hier können sowohl low-, als auch high-aktive Signale abgegeben werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, zwei verschiedene Schaltkreistypen für die Serien-Parallel-Wandlung einzusetzen.

Weiterhin ist die gesamte RAM- bzw. EPROM-Bestückung und Aufteilung im gesamten Adreßbereich sehr flexibel. In die beiden Fassungen für EPROMs bzw. ROMs können die verschiedensten Typen eingesetzt werden. Die nötige Verschaltung geschieht über 2 Wickelfelder. In den Steckplätzen für die 8 zu bestückenden RAMs auf der Grundplatte können verschiedene 16 KBit bzw. 64 KBit dynamische RAM-Schaltkreise eingesetzt werden. Die nötige Verschaltung der entsprechenden Pins erfolgt auch hier mit einem Wickelfeld. Bei der Nutzung nur eines EPROMs bzw. ROMs kann ein Schaltkreis entfallen und an dessen Stelle wird lediglich eine Brücke eingelötet. Die Anordnungsmöglichkeit der RAMs bzw. ROMs oder EPROMs im Adreßbereich ist sehr vielfältig. Nach dem Einschalten sind in dem ersten 16 KByte Adreßbereich die EPROMs bzw. ROMs angesprochen. In den folgenden 48 KByte ist der an das Signal /RAS0 und danach /RAS1 und /RAS2 (jeweils zu 16 KByte Schritten) angeschlossene Speicher selektiert. Nun kann bei der Bestückung mit den 16 KBit dynamischen RAMs (z.B. U256) /RAS0 mit den RAMs verbunden werden und /RAS1 und /RAS2 steuern Speichererweiterungsbaugruppen. Bei der Bestückung der Grundplatte mit 64 KBit dynamischen RAMs (z.B. U2164) werden /RAS0, /RAS1, /RAS2 logisch UND verknüpft (auch sonst zur MEMDI-Signal-Bildung) und dann mit dem /RAS Eingang der RAMs verbunden. Mittels der PIO ist eine Umsteuerung des Adreßdekoders möglich, und zwar so, daß der bzw. die EPROMs, bzw. ROMs abgeschaltet werden und dafür je nach Verschaltung des Wickelfeldes zur RAM-Aufteilung der gesamte Adreßbereich für RAM genutzt werden kann. Gleichzeitig ist ein hardwaremäßiger Schreibschutz eines 16 KByte Adreßbereiches je nach der Beschaltung des zugehörigen Wickelfeldes in 3 Teilen möglich. Außerdem besteht zusätzlich noch die Möglichkeit den gesamten Adreßdeko- der abzuschalten und den gesamten Adreßbereich dem Signal /RAS3 zuzuordnen. Hier kann dann ein weiterer 64 KByte RAM-Bereich angeschlossen werden. Bei Abschaltung des ROM-Bereiches, aber eingeschaltetem Adreßdeko- der besteht zwecks

einer Verbindung der Speicherbereiche auch die Möglichkeit, in einem 16 KByte Segment das Signal /RAS3 anzusteuern. Damit steht insgesamt die Möglichkeit zur Verfügung, von Seiten der Grundplatte her, 128 KByte Speicherbereich zu adressieren. Um auch für Erweiterungsbaugruppen flexibel zu sein, befinden sich auf der Grundplatte zwei Steckverbinder. Zum einem ein Anschluß der dem K1520-Standard entspricht und ein Steckverbinder für einen "Minimalerweiterungsbus", der den Anschluß hardwareminimaler Baugruppen ermöglicht.

### 3. Anwendungsbeispiele

Der hardwareminimale Kleinstcomputer ist ein Mikrorechnergerät, daß vielfältigste Anwendungsmöglichkeiten bietet. Unterteilen kann man die Anwendungsbereiche in folgende große Gebiete:

- Kleinstcomputer in Bildung Hobby usw.
- Steuerrechner für Funkamateurstationen, Modelleisenbahner oder anderes
- in Büros und in kleinen Betrieben zur Rechnungsführung
- in Rechnerverbundsystemen (als kleine Datenstation, bzw. als intelligentes Terminal)
- Anzeige- und Steuerrechner in Mikrorechnermeßwerterfassungssystemen
- EPROM-Programmiergerät

Für Hobby, Freizeit und Bildung (Arbeitsgemeinschaften, Stationen Junger Naturforscher und Techniker) ist die vorzustellende Lösung sehr geeignet, da sie hardwareminimal ist und in Verbindung mit der Software (BASIC-OS) sich sehr leicht und schnell anspruchsvolle Effekte erzielen lassen. Dies ist ein enorm wichtiger Punkt, um bei Kindern und Jugendlichen großes Interesse und Vertrauen zur neuen Technik zu erreichen. Sehr wirkungsvoll kann der Kleinstcomputer zur Unterstützung des Lehr- und Lernprozesses in Schulen, Hochschulen und anderen Qualifizierungs- und Ausbildungseinrichtungen eingesetzt werden, so z.B. zur Abbildung von Gesetzmäßigkeiten und Entwicklungsprozessen in fast allen Fachgebieten, als Mittel zur Überprüfung des Wissenstandes, oder als Instrument zur Durchführung wissenschaftlich technischer Berechnungen.

Für Amateure auf dem Gebiet der Mikroelektronik, sowie Funkamateure und Modelleisenbahner besteht die Möglichkeit, selbstgebaute Baugruppen und Geräte durch einen Mikrorechner zu steuern. Hier ist auch der Selbstbau eines solchen Kleinstcomputers aus kostengünstigen Bauteilen interessant. Mit Hilfe des Minimalerweiterungsbusses ist es sehr leicht möglich, I/O-Schaltkreise des U880-Systems ohne zusätzlichen Hardwareaufwand anzuschließen, was eine leichte Erweiterbarkeit bietet.

Gerade in Rechnerverbundsystemen (z.B. in Sparkassen, in Büros, in Rechenstationen) sind sehr oft Mikrorechnergeräte an Klein- bzw. Großrechenanlagen angeschlossen und nutzen deren Massenspeicher sowie deren ZVE-Rechenzeit. Dafür werden neben einfachen Terminals oft Büro- und Personalcomputer mit ihrer hohen Leistungsfähigkeit eingesetzt. Gerade diese Geräte sind aber bei der Datenerfassung nicht ausgelastet, da die hohe Leistungsfähigkeit der einzelnen Komponenten der Geräte im Bedienerdialog nicht genutzt werden.

Da die Notwendigkeit einer Vielzahl solcher Arbeitsplätze besteht bietet die Nutzung des hardwareminimalen Kleinstcomputers ein breites Anwendungsfeld. Da der Bauelementeaufwand des Kleinstcomputers sehr weit unter dem von Büro bzw., Personalcomputern liegt würde die Verwendung eines hardwareminimalen Kleinstcomputers als intelligentes Terminal einen hohen Nutzen bringen.

Für die Erfüllung dieser Funktion müßte das Gerät am Minimalerweiterungsbuss mit einer seriellen Schnittstelle ausgerüstet werden. Auf Grund der Vorbereitungen hierfür an der Grundplatte wäre der zusätzliche Aufwand für diese Schnittstelle sehr gering.

Der Einsatz des Kleinstcomputers als Anzeige und Steuerrechner in einem Mikrorechnermeßwerterfassungssystem ist ein weiterer Anwendungsfall für den hardwareminimalen Kleinstcomputer. Mit einem solchen Kleinstcomputer ist eine Einstellung, Test sowie eine zyklische Abfrage der Meßdaten, und deren bildliche (auch graphisch) Darstellung (Balkendiagramme, Tendenzdarstellungen), sowie eine Grenzwertüberschreitungsanzeige von intelligenten Meßwerterfassungseinrichtungen an einem Feldbussystem möglich. Hierzu ist eine Baugruppe erforderlich, die eine Kommunikation zwischen Feldbus und Rechner zuläßt. Der Umfang dieser Baugruppe richtet sich in hohem Maße nach den Anforderungen, die an die Leistungsfähigkeit und vor allem die Dynamik des Gesamtsystems gestellt werden (vergl. /11/).

## Literaturverzeichnis

- /1/ Bericht des Zentralkomitees der SED an den XI. Parteitag; Berichterstatter: Erich Honecker
- /2/ Funkamateure 2,3,4,5,6/86 Mikroelektronik in der DDR
- /3/ rfe 9/84 Heimcomputer - mehr als ein Konsumgut
- /4/ rfe 4/85 Softwaregesteuertes Kassetteninterface
- /5/ Kassetteninterface Funkschau 1980 Heft 5
- /6/ rfe 4/85 Datensichtgerät für Mikrorechner
- /7/ rfe 3/84 Realisierung von Bildschirmspielen
- /8/ rfe 4/97 Mikrorechnergesteuertes, fernsehkompatibles Datensichtgerät
- /9/ Funkamateure Heft 1, 2, 3 1984 ;Amateurcomputer AC1
- /10/ rfe 1/85 BASIC-Heimcomputer BCS 3
- /11/ Verwendung von Einchipmikrorechnern zur sensornahen Meßwerterfassung Ingenieurbeleg 1985 TH Magdeburg Sektion 9 Martin Langer
- /12/ rfe 2/85 IFSS-Anschluß mit U856
- /13/ rfe 3/84 Heimcomputer Z9001
- /14/ rfe 2/86 Serielles Interface für den KC 85/2
- /15/ rfe 10/86 Tastaturanschluß einer OEM Tastatur K 7659 an den Kleinstcomputer Z1013