

---

Oliver Thamm (Hrsg.)

# **Hip Hop HC11**

*Das Praxisbuch zur  
68HC11 Mikrocontrollerfamilie*

ELECTRONIC MEDIA

---

---

**Thamm, Oliver (Hrsg.):**

Hip Hop HC11 - Das Praxisbuch zur 68HC11

Mikrocontrollerfamilie / Oliver Thamm.-

Detmold: ELECTRONIC MEDIA, 1995

ISBN 3-9804331-2-9

(C)1995 ELECTRONIC MEDIA Giesler & Danne GmbH & Co. KG  
1. Auflage 1995

Satz: MCT Lange & Thamm Mikrocomputertechnik GbR, Leipzig

Filmherstellung: PrePrint Professional GmbH, Leipzig

Produktion: PDC Paderborn

Dieses Buch und die beschriebenen Schaltungen, Verfahren und Programme wurden sorgfältig erstellt und geprüft. Trotzdem können Fehler und Irrtümer nicht ausgeschlossen werden. Verlag und Autoren sind dankbar für Hinweise auf Fehler, übernehmen jedoch keinerlei Verantwortung für die uneingeschränkte Richtigkeit und Anwendbarkeit des Buchinhaltes. Jegliche juristische Verantwortung und Haftung wird daher ausgeschlossen.

Die Informationen im vorliegenden Buch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Alle in diesem Buch vorkommenden Marken- und Handelsnamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer und unterliegen den einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen. Das Fehlen einer gesonderten Kennzeichnung bedeutet nicht, daß es sich dabei um einen freien Namen handelt.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und Speicherung in elektronischen Medien.

---

---

## Inhaltsverzeichnis

	Vorwort des Herausgebers	VI
	Danksagung	VIII
	Über die Autoren	IX
<b>1.</b>	<b>Assembler-Tricks für den 68HC11</b> <i>von Oliver Thamm</i>	
1.1.	Über die Kunst, ein Byte herbeizuzaubern	1-1
1.2.	Die Zero Page	1-1
1.3.	Indizierte Adressierung	1-2
1.4.	Double Accu D	1-5
1.5.	HC11-spezifische Sonderbefehle	1-6
1.6.	Sprünge und Unterprogramme	1-8
1.7.	Special Bootstrap Mode	1-10
1.8.	Auslagern von Code in serielle Speicher	1-12
1.9.	Zusätzliche RAM-Zellen in Peripheriebausteinen	1-16
1.10.	Steuerregister als Notizzettel	1-18
1.11.	Entwicklungsumgebung	1-19
1.12.	Literatur	1-19
<b>2.</b>	<b>Ansteuerung von I<sup>2</sup>C Bausteinen</b> <i>von Hans-Jörg Himmeröder</i>	
2.1.	Über den I <sup>2</sup> C-Bus	2-1
2.2.	I <sup>2</sup> C-Bus Treiber für 68HC11 Mikrocontroller	2-2
2.3.	Prinzipien des Datentransfers	2-3
2.4.	Protokoll	2-4
2.5.	Peripheriechips	2-7
2.6.	Treibersoftware	2-7
2.7.	Literatur	2-13
<b>3.</b>	<b>Videobilderzeugung über das SPI</b> <i>von Matthias Sturm und Holger Dienst</i>	
3.1.	Der Fernsehbildschirm als Display	3-1
3.2.	Wie entsteht ein Fernsehbild?	3-2
3.3.	Die Herausforderung	3-4
3.4.	Wie kommen die Analogwerte in den Controller?	3-7
3.5.	Ein Trick bei der Binär-Dezimal-Wandlung	3-8
3.6.	Zeichendarstellung auf dem Bildschirm	3-10

---

3.7.	Das kleine Häuflein Hardware	3-11
3.8.	Das Programmlisting	3-13
3.9.	Und nun?	3-14
3.10	Literatur	3-24

**4. Tastatureingaben mit der Infrarot-Fernbedienung**  
*von Jörg Vogt*

4.1.	Behalten Sie Platz!	4-1
4.2.	Auge und Ohr	4-2
4.3.	Signalkodierung	4-5
4.4.	Software	4-7
4.5.	Adressen im RC5 Code	4-12
4.6.	Befehle im RC5-Code	4-13
4.7.	Literatur	4-14

**5. LC-Displays am 68HC11**  
*von Oliver Thamm*

5.1.	Die Displays	5-1
5.2.	Der LCD-Controller	5-1
5.3.	Das Interface	5-3
5.4.	Die Zeichendarstellung	5-7
5.5.	Die Steuerkommandos	5-8
5.6.	Benutzerdefinierte Zeichen	5-13
5.7.	4-Bit Betrieb	5-14
5.8.	Die Schaltung	5-15
5.9.	Der LCD-Driver	5-18
5.10.	Eine Applikation	5-25
5.11.	Literatur	5-31

**6. Anschluß und Handling von PC Tastaturen**  
*von Joachim Tröger, Detlev Liebing und Oliver Thamm*

6.1.	Eine Taste kommt selten allein	6-1
6.2.	Tastaturen für PCs	6-2
6.3.	Scancodes	6-3
6.4.	Übertragungsformat	6-5
6.5.	Anschluß der Tastatur an den 68HC11	6-7
6.6.	Der Software-Treiber	6-9
6.7.	Eine Applikation	6-22
6.8.	Schlußbetrachtungen	6-24
6.9.	Scancode Tabelle	6-26

---

6.10.	Literatur	6-30
<b>7.</b>	<b>Mit dem Modem in die Ferne</b> <i>von Klaus Zahnert</i>	
7.1.	Vorbemerkungen	7-1
7.2.	Einiges zum Modem	7-2
7.3.	Ein Anwendungsbeispiel	7-4
7.4.	Mögliche Erweiterungen	7-13
7.5.	Literatur	7-14
<b>8.</b>	<b>Von einem der auszog, den EEPROM zu brennen</b> <i>von Oliver Thamm</i>	
8.1.	EEPROM im HC11	8-1
8.2.	Das Verfahren	8-1
8.3.	Ein Programmiermodul	8-5
8.4.	Einbindung in das Anwenderprogramm	8-7
8.5.	Literatur	8-9
<b>9.</b>	<b>Bits im Gänsemarsch - SCI &amp; Co.</b> <i>von Hans-Jörg Himmeröder und Oliver Thamm</i>	
9.1.	Überblick über das SCI	9-1
9.2.	Register und Konfiguration	9-2
9.3.	Pollingbetrieb	9-8
9.4.	Interruptbetrieb	9-9
9.5.	Eine zusätzliche SCI Schnittstelle	9-11
9.6.	Literatur	9-16
<b>10.</b>	<b>SONADAR - ein Ultraschall-Entfernungsmeßsystem</b> <i>von Jens Altenburg</i>	
10.1.	Einführung	10-1
10.2.	Funktionsprinzip	10-2
10.3.	Schaltungsrealisierung	10-9
10.4.	Digitalbaugruppe	10-13
10.5.	Layoutvorschlag für die Analogbaugruppe	10-15
10.6.	Zusammenfassung	10-17
10.7.	Literatur	10-18

---

---

## Vorwort des Herausgebers

Stellen Sie sich vor, Ihnen wurde die Bedienungsanleitung zu einem Auto ausgehändigt und nun sollen Sie fahren lernen. Vorgemacht hat es Ihnen niemand, aber Sie besitzen ja Literatur. Sie blättern wie wild in dem dicken Nachschlagewerk, ohne sich einen Schritt von der Stelle bewegen zu können. Sie unternehmen etliche Versuche, den Motor anzulassen, nehmen dabei aber nicht den Gang heraus - kein schönes Geräusch. Schließlich geben Sie entnervt auf und überlassen die Karre ihrem Schicksal. Schade um den noblen Schlitten...

Ganz ähnlich ergeht es offensichtlich vielen HC11 Benutzern. Ohne weitere Hilfestellung wird Ihnen zugemutet, in dem (auf den ersten Blick schier unendlichen) Ozean von Daten und Informationen zu navigieren. Ausgestattet mit dem HC11 Reference Manual und einer gehörigen Portion Bereitschaft zu Überstunden stürzt sich der geneigte Leser in die 500-seitige Lektüre, ohne Wichtiges von Unwichtigem trennen zu können.

Nun sei hier keine Kritik geübt an der "Bibel" der HC11 Programmierer. Nein, das englischsprachige Mammutwerk ist unverzichtbar und unbedingt empfehlenswert - wenn man weiß, *was* man eigentlich sucht. Es handelt sich halt um ein Nachschlagewerk.

Es vergeht jedoch keine Woche, in der sich nicht hilfessuchende HC11 Anwender an den Herausgeber wenden. Sie suchen Rat in verzwickten Situationen. Oftmals entpuppt sich aber das Problem, auf den ersten Blick scheinbar unlösbar, als gar nicht so vertrackt. Oft hilft schon ein anderer Blickwinkel und ein kleiner Tip, um Licht in das Dunkel zu bringen. Und immer wieder zeigte sich, daß die Ratsuchenden nur eines geringfügigen Impulses bedurften, um den entscheidenden Schritt weiterzukommen.

Da die Zahl der Probleme groß und die Auswahl an deutschsprachiger Literatur zum Thema HC11 bescheiden ist, reifte schließlich der Entschluß, ein Praxisbuch zur 68HC11 Mikrocontrollerfamilie auf den Weg zu bringen. Geebnet wurde dieser Weg durch eine Reihe von Autoren, die bereit und in der Lage waren, aus ihrer täglichen Arbeit mit dem HC11 zu

---

berichten. Sie stellen im Rahmen dieses Buches Erfahrungen, Verfahren und Musterlösungen vor, die als Anregung, als Impuls für eigene Versuche dienen sollen. So finden Sie Beispiele aus den unterschiedlichsten Sphären der Mikrocontrolleranwendung. Der Schwerpunkt liegt dabei jedoch stets auf dem Begriff *Praxis*. Nichts ist schlimmer, als dem Leser den Mund wäbzig zu machen, um dann an der Stelle, an der er die entscheidende Information erwartet, mit Bedauern (auf vermeintliche Betriebsgeheimnisse verweisend) auf weitere Erläuterungen zu verzichten.

Wenn Sie während der Lektüre empfinden, daß das Konzept und der Inhalt dieses Buches sein Ziel erreicht haben, so empfehlen Sie uns bitte weiter an Ihre Kollegen und Bekannten. Wenn Sie der Meinung sind, man könne es besser machen, dann schreiben Sie uns bitte einen Artikel für den nächsten Band!

Leipzig, im Dezember 1995

*Oliver Thamm*

---

## Danksagung

Mein Dank gilt an dieser Stelle in erster Linie den Autoren, die Material zu dem vorliegenden Band beisteuerten. Ein Teil der Herren ist den HC11 Anwendern bereits aus einschlägigen Veröffentlichungen bekannt, während andere hiermit debütieren. Als besonderer Sammelpunkt der Interessen sei hier der Förderverein Mikrorechentechnik der HTWK Leipzig (FH) genannt. Ein nicht unbeachtlicher Teil der Ideen zum Buch entstammen diesem kreativen Umfeld.

Dank auch an Peter Lange, mein Partner in der Firma MCT Lange & Thamm Mikrocomputertechnik GbR. Nicht wenige Tage mußte er die Geschäfte unseres Ingenieurbüros alleine führen, während ich die Arbeiten zum Buch vorantrieb.

Last but not least: Dank an Martin Danne vom Verlag ELECTRONIC MEDIA, der durch beharrliches Anmahnen von Terminen das Erscheinen des Buches noch in diesem Jahrhundert ermöglicht hat.

Bei der Herstellung dieses Buches wirkten mit:

- Ur-Krostitzer Pilsner, Krostitzer Brauerei GmbH ("Im Grünen vor den Toren Leipzigs, Hicks!")
- Sade - The Best of Sade, (C) by Sony Music Entertainment
- Das große Elektronikbastelbuch von Hagen Jakubaschk; 140 Röhren- und Transistorschaltungen; Dritte, erweiterte und verbesserte Auflage; Berlin 1968

Vielen Dank an Lotus AmiPro 3.1 dafür, daß es ziemlich selten abgestürzt ist.

Dieses Buch ist konform mit allen europäischen Bestimmungen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit. Es sendet keine Störstrahlung aus und ist absolut störfest gegenüber allen von außen einwirkenden elektromagnetischen Feldern. Nicht geeignet für Kinder unter 4 Jahren.

*Oliver Thamm*



---

## Über die Autoren

### *Dipl.-Ing. Jens Altenburg...*

... studierte von 1985 bis 1990 an der TU Ilmenau Informationstechnik. Danach war er bei der Robotron AG Sömmerda im Bereich Forschung und Entwicklung für den Elektronikentwurf von Thermodruckern verantwortlich.

1992 erschien in der Zeitschrift rfe der erste selbst entworfene Einplatinencomputer auf der Basis des UB8830 (ein Z8 Derivat). Weitere Projekte mit dem ST6 von SGS-Thomson folgten.

Derzeit entwickelt er in einem mittelständischen Unternehmen neben Elektronikbaugruppen auch FPGA's.

### *Holger Dienst...*

...ist seit 1991 Student an der Technischen Hochschule Leipzig. Als sein vorrangiges Interessengebiet hat sich die Programmierung von Entwicklungshilfsmitteln und Applikationssoftware für Mikrocontroller und -prozessoren herauskristallisiert.

Eine abgeschlossene Belegarbeit sowie die laufende Diplomarbeit, beide in Zusammenarbeit mit der Motorola GmbH in München, stellen ihm eine erfreuliche berufliche Entwicklung in Aussicht.

### *Hans-Jörg Himmeröder...*

...ist erst Jahre nach seinem Studium der Mathematik und Physik ernsthaft mit Computertechnik in Kontakt getreten. Ermutigt durch den erfolgreichen Selbstbau einer APPLE-II Platine, die nirgends preiswert zu erhalten war, folgten immer aufwendigere Projekte.

Neben seiner heutigen Tätigkeit in der Ausbildung entwickelt er Mikrocontrollersysteme und Development-Tools, wobei Motorola 8- und 16/32-Bit Controller im Mittelpunkt stehen.

---

Zahlreiche Veröffentlichungen in Zeitschriften weisen ihn als Experten auf diesem Gebiet aus.

Unterstützung gewährt ihm eine dreiköpfige Arbeitsgruppe, die erheblichen Anteil an der Programmierung der Compiler und Laufzeitroutinen hat.

### ***Dipl.-Ing. Detlev Liebing...***

...stellte sich 1990 der Herausforderung, ein eigenes Unternehmen zu gründen. Seine Firma PC-Systems beschäftigt sich seither mit Computeranwendungen im Bereich Sensorik und Meßtechnik sowie Automatisierung und Kommunikation.

Zuvor war der diplomierte Elektronikspezialist (Studium an der Universität Leipzig sowie Humboldt-Universität Berlin) als Service- und Wartungsingenieur für DV-Anlagen und später für CNC-Werkzeugbearbeitungsmaschinen tätig.

### ***Prof. Dr.-Ing. Matthias Sturm...***

...arbeitete bereits über zehn Jahre mit Mikrocontrollern, bevor er 1993 als Professor für Mikrorechentechnik an die Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (zuvor Technische Hochschule Leipzig) berufen wurde.

Dort ist es ihm, wie seine Studenten zu berichten wissen, innerhalb kürzester Zeit gelungen, eine praxisnahe, hochwertige und interessante Ausbildung aufzubauen. Ausbildungsschwerpunkte sind der MC68HC11, Motorola DSP's und die CPU32-Derivate.

Durch erfolgreiche Projektarbeit mit Industrie- und Hochschulpartnern im In- und Ausland sowie durch die Publikation seiner Aufgabensammlung "Mikrorechentechnik", hat sich sein Lehrstuhl zum Anlaufpunkt für Mikrocontrolleranwendungen jeglicher Art entwickelt.

### ***Dipl.-Ing. Oliver Thamm...***

...realisierte 1986 erste kommerzielle Elektronikprojekte, nachdem er seine Jugend im wesentlichen unter einer Koloophoniumwolke verbracht hatte. In den folgenden zwei Jahren

---

betätigte er sich vorrangig als Softwareentwickler (C, sowie 6502-, Z80- und Z8-Assembler) und Leichtmatrose. Ein 1988 aufgenommenes Elektrotechnikstudium an der TH Leipzig nahm, trotz der Gründung der Firma MCT Lange & Thamm im Jahre 1990, ein glückliches Ende.

Die Entwicklung von Mikrocontrollerbaugruppen und Entwicklungshilfsmitteln rund um die Motorola-Mikrocontroller der 68HC11-Familie ist seither das hauptsächliche Arbeitsgebiet des Ingenieurbüros.

Mit verschiedenen Veröffentlichungen in den Zeitschriften rfe und Funkamateuer wurde der Versuch unternommen, diese 8-Bit Mikrocontroller einem breiten Publikum vorzustellen.

Die an den Herausgeber gestellten zahlreichen Anfragen aus der täglichen Praxis regten schließlich die Veröffentlichung dieses ersten Praxisbuches zur 68HC11 Mikrocontrollerfamilie an.

### *Dipl.-Ing. Joachim Tröger...*

... hat sich Anfang des Jahres 1995, unmittelbar nach Beendigung seines Studiums an der Technischen Hochschule Leipzig, einer selbständigen Tätigkeit als Softwareentwickler verschrieben. Geprägt durch seine, während des Studiums gesammelten Erfahrungen mit dem Motorola 68HC11, wählte er dieses Gebiet als Hauptzweig seiner beruflichen Bemühungen.

Die im Rahmen seiner Diplomarbeit aufgegriffene Thematik "Dateneingabe über das Tastaturinterface von PCs" wurde von Ihm weitergehend untersucht und findet sich als ausführlicher Beitrag in diesem Buch wieder.

### *Dipl.-Ing. Jörg Vogt...*

...kam während seines Elektrotechnik-Studiums an der Technischen Hochschule Leipzig in intensiven Kontakt mit Mikrocontrollern. Während eines Auslandssemesters an der University of Birmingham hatte er Gelegenheit, die 56K DSP-Familie zu seinem Spezialgebiet zu machen. Im Rahmen seiner Diplomarbeit schließlich erarbeitete er bei der Motorola

---

GmbH in München eine Entwicklungsumgebung für diese Signalprozessoren.

Seit 1995 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Nachrichtentechnik an der Technischen Universität Dresden. Sein Tätigkeitsschwerpunkt ist die drahtlose Datenübertragung.

In seiner Freizeit betätigt er sich als leidenschaftlicher Windsurfer, verzichtet hier allerdings (bislang) auf Mikrocontroller und DSPs.

### *Dr.-Ing. Klaus Zahnert...*

... war langjährig an Hochschulen und in der feinmechanisch-optischen Industrie auf dem Gebiet der elektronischen Meßtechnik und der Geräteentwicklung tätig.

Aus seiner Feder stammen ungezählte Zeitschriftenbeiträge, insbesondere zum Thema Mikrocontrollerapplikation.

Als Co-Autor des 1995 erschienen Buches "Basic Stamp" hat er sich - erneut im Team mit Dr. Claus Kühnel - in den Bestsellerlisten des Fachbuchhandels verewigt.