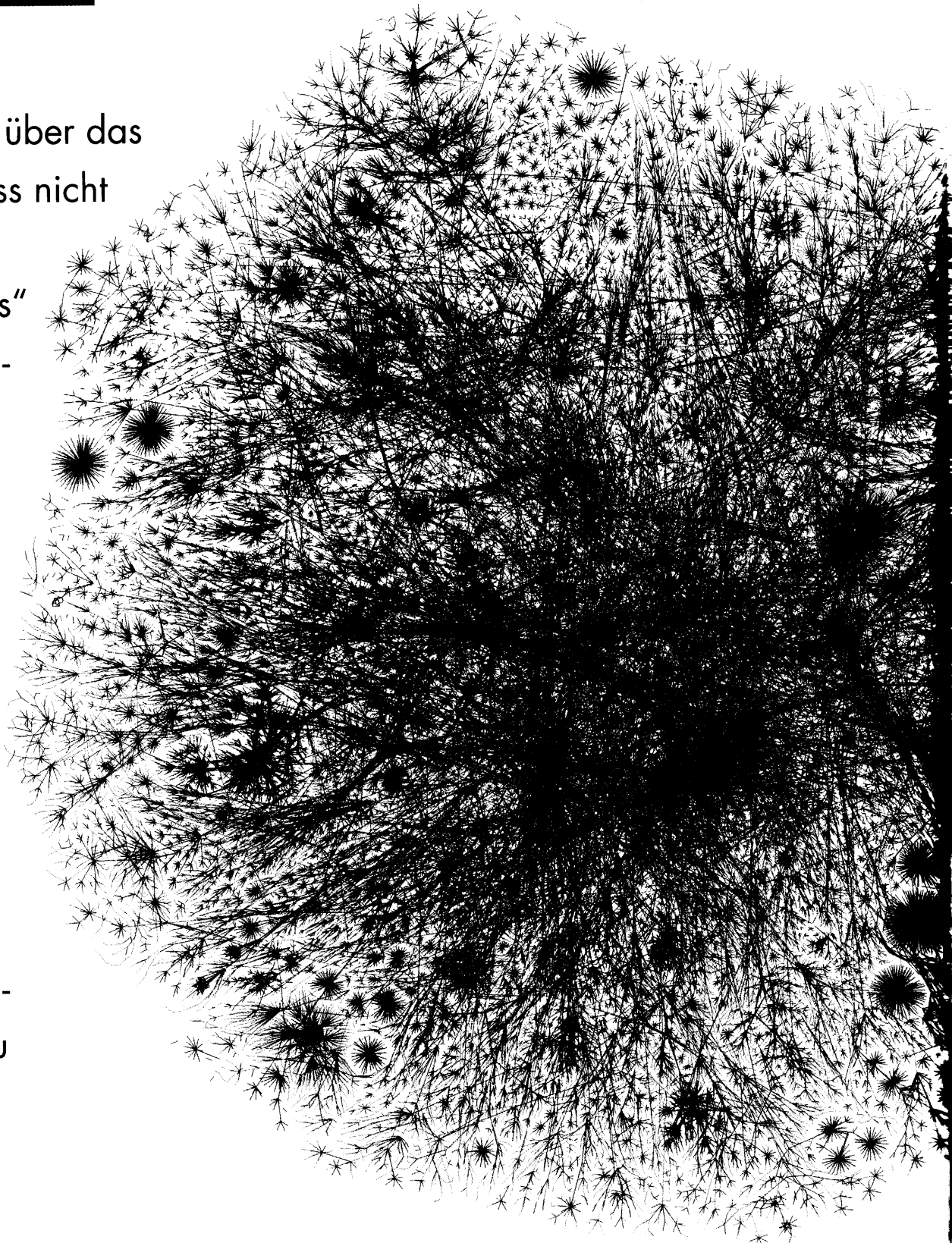


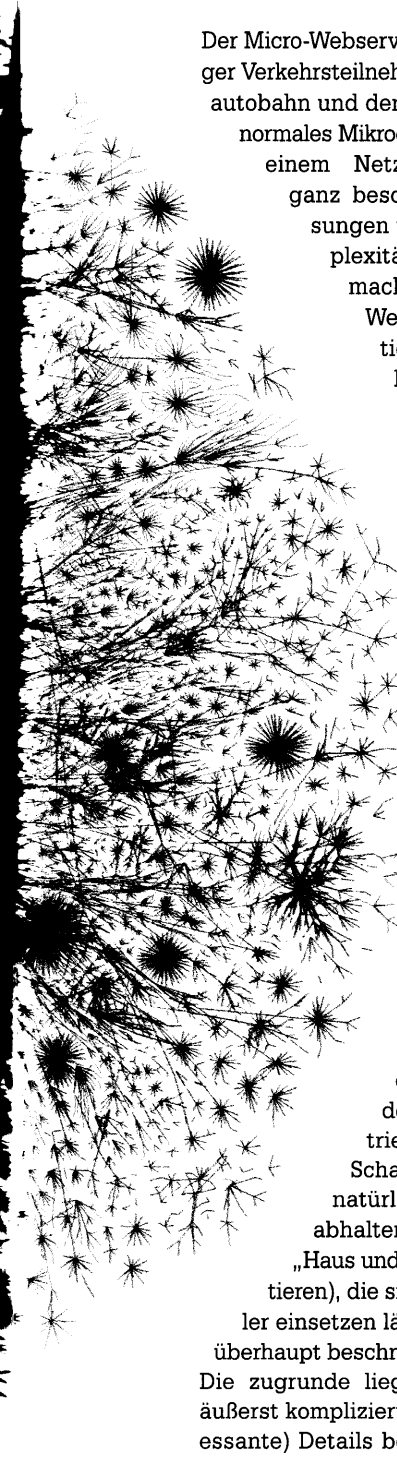
Micro - Web

Von Jürgen Wickenhäuser

Fernwirken über das Internet muss nicht von einem „dicken PCs“ in einem klimatisierten Rechenzentrum ausgehen. Der Micro-Webserver ist kompakt, leistungsfähig und kinderleicht zu bedienen!



server Steuern und Regeln über Internet



Der Micro-Webserver ist ein vollwertiger Verkehrsteilnehmer auf der Datenautobahn und dennoch nur ein ganz normales Mikrocontroller-Board mit einem Netzwerkinterface in ganz bescheidenen Abmessungen und geringer Komplexität. Gerade dies macht es möglich, den

Webserver als vielseitiges Mess- und Regelinstrument einzusetzen, auf das weltweit über das Internet zugegriffen werden kann.

Trotz der riesigen Möglichkeiten ist die erforderliche Hardware beschränkt: Im Prinzip reichen zwei ICs für einen kompletten Webserver aus. Aber um eines gleich festzustellen:

Es handelt sich hier nicht um eine Demo oder ein Spielzeug, sondern um eine industriell einsetzbare Schaltung (was Sie natürlich nicht davon abhalten kann, es auch in „Haus und Hof“ zu implementieren), die sich noch viel flexibler einsetzen lässt, als wir es hier überhaupt beschreiben können.

Die zugrunde liegende Technik ist äußerst kompliziert. Viele (sehr interessante) Details benötigt ein „einfacher“

Webserver nicht und können hier unterschlagen werden. Erfreulicherweise bietet die Software eine sehr einfache Anwender-Schnittstelle und ist so äußerst gebraucherfreundlich. So lassen sich Programmvariablen direkt in Webseiten verwenden. Einfacher geht's nimmer!

Obwohl die Programmierung in C erfolgt, sind keine Spezialkenntnisse in dieser Programmiersprache erforderlich. Das Projekt ist selbst für absolute Beginner geeignet!

Verbindung

Ethernet und Internet hängen zusammen, nicht nur, weil beide Netzwerke inzwischen 30 Jahre auf dem Buckel haben. Ethernet ist ein Standard, der die Verbindung spezifiziert. Es werden je zwei Twisted-pair-Leitungen verwendet, die Datenrate liegt bei 10 MBit/s oder 100 MBit/s, wobei die Einstellung der Geschwindigkeit automatisch funktioniert. Für den Micro-Webserver ist die langsamere Übertragung völlig ausreichend.

Grundvoraussetzung für den Betrieb des Webservers ist also ein Ethernet. Das Gerät wird direkt an einen Ethernet-Hub oder -Switch angeschlossen. Die Art und Weise der Internet-Kommunikation über ein Ethernet regelt das Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP), das natürlich auch Grundvoraussetzung für den Betrieb des Webservers ist.

Technisch gesehen gibt es kein Hindernis, den Micro-Webserver mit einem Cross-over-Patchkabel direkt am PC anzuschließen. Dies kann für Tests sinnvoll sein, allerdings müssen dazu einige Einstellungen am PC verändert werden.

Kleine Hardware

Als Hardware-Plattform kommt das mittlerweile legendäre MSC1210-Board (**Bild 1**) aus Elektor 7-8/2003 zum Einsatz, angereichert mit einem aufgesteckten Netzwerkzusatz. Das „alte“ Mikrocontrollerboard ist genau wie die Netzwerkerweiterung fix und fertig bestückt beim Verlag zu haben (siehe Kasten).

Die Netzwerkerweiterung ist um den integrierten Ethernet-Treiber CS8900A aufgebaut (**Bild 2**). Wie bei Netzwerkkarten üblich gibt es zwei LEDs (D1 und D2), die den Status der Netzwerkverbindung zeigen. D1 leuchtet im 6-ms-Takt auf, wenn ein Datenpaket empfangen oder gesendet wird oder eine Kollision zwischen zwei Paketen vorliegt. Die zweite LED zeigt, ob der CS8900A korrekte Link-Impulse empfängt. Die Link-Impulse synchronisieren Sender und Empfänger im Ethernet.

Der Netzwerk-Chip besitzt einen 10BASE-T-Transceiver (10BASE-T ist der Standard für 10-MBit/s-Ethernet über Twisted-pair-Verbindungen). Es gibt nur wenige externe Bauteile, darunter ein Übertrager direkt am RJ45-Verbinder, der für eine galvanische Trennung von Netz und Server sorgt. Die Platine der Netzwerkerweiterung in **Bild 3** stellt (genau wie das MSC-Board selbst) eine Lochrasterfläche für eine kleine Applikation zur Verfügung, außerdem sind an der linken Platine-seite mehrere wichtige Signale nach außen geführt. Zwei weitere LEDs und ein Drucktaster komplettieren das Bild. Der Verbinder ist so angebracht, dass die Netzwerkerweiterung präzise an (oder als Sandwich über) das „Motherboard“ passt.

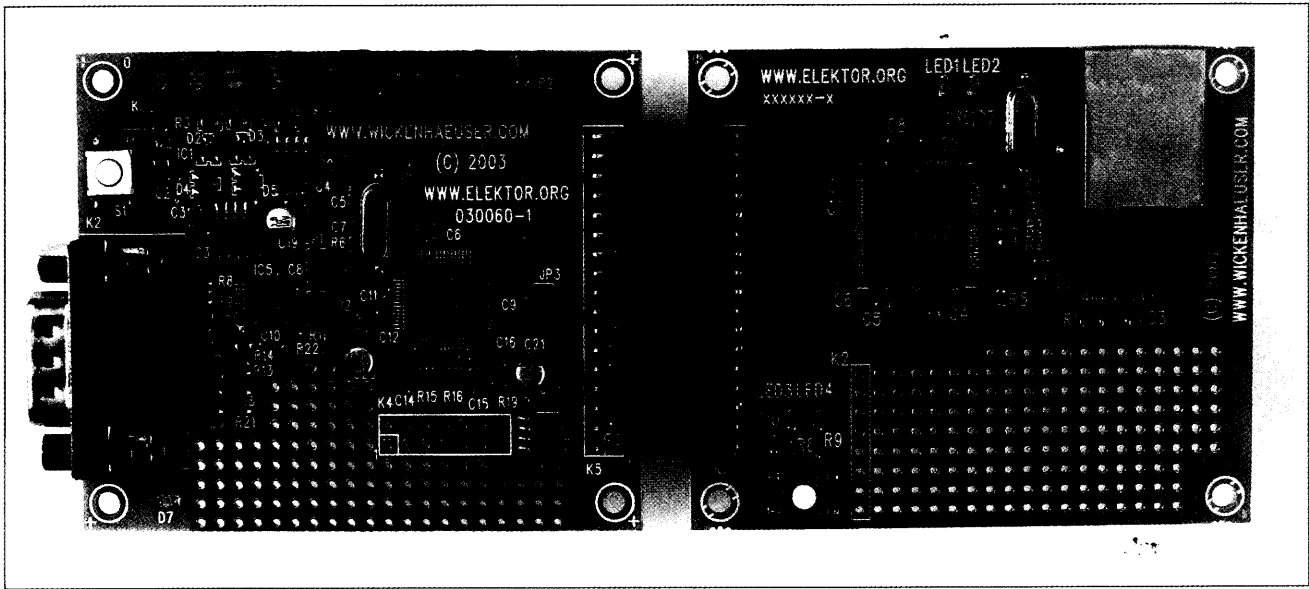


Bild 1. Das MSC1210-Board mit Netzwerkerweiterung: ein leistungsfähiges Duo!

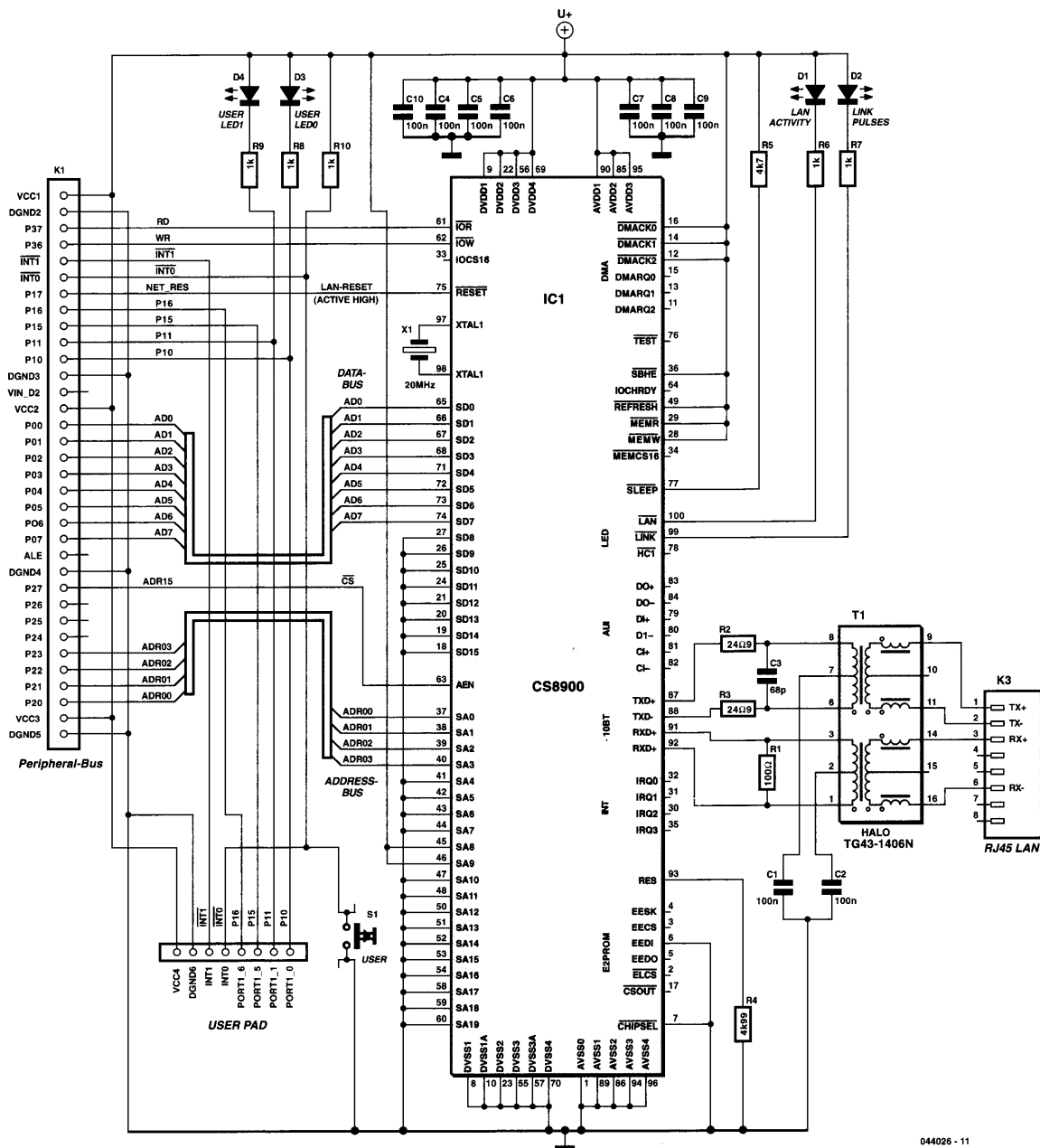


Bild 2. Die Netzwerkerweiterung besteht im Wesentlichen aus einem C8900-Netzwerktreiber.

Möglichkeiten

Der Micro-Webserver eignet sich als:

Automatische Online-Wetterstation

- Temperatur (mit PT100 oder digital z.B. LM76)
- Niederschlag-Detektor (Halbleiterheft 2003)
- Gewitterdetektor (Juni 2003)
- Windstärke und -richtung (Mai 2004)
- Hygrometer (z.B. mit HS1101, siehe Datenlogger 1/04)
- Wasserstandsanzeige (Halbleiterheft 2000 oder genauere Version Halbleiterheft 2001)
- Lichtstärke (LDR statt PT100)

Web-Interface für Hausgeräte

- Temperaturüberwachung Kühl-/Gefriergerät (mit PT100 oder digital z.B. LM76)
- Ein/Ausschalten von Heizung oder Beleuchtung (Relais)
- Markisen- oder Rolllosteuerung (Relais)
- Steuerung der Außenbeleuchtung (Relais, eventuell mit LDR)
- Kontrolle Alarmanlage (IR/Detektor aus dem Baumarkt oder zum Beispiel

Erschütterungsdetektor Halbleiterheft 2002)

Zugangskontrolle und Registrierung mit

- Kartenleser (zum Beispiel bei Conrad erhältlich)
- Lichtschranken (Einfache IR-Überwachung, Halbleiterheft 2002)
- Türöffner (elektromechanisch)

Beobachtung und Steuerung von Maschinen

- Drehzahl (Modellbau-Tacho Halbleiterheft 2000)
- Spannung und Strom (mit Spannungsteiler/Shunt und Optokoppler via A/D-Wandler)
- Temperatur (PT100 oder LM76)
- Kraftstoff/Schmiermittelpegel (Flüssigkeitsindikator Halbleiterheft 2001)
- Druck (Drucksensor)
- Klappen- oder Ventilsteuerung (Relais)
- Relais- oder PWM-Regelung (PWM-Signal via Solid-state-Relais)

(in Klammern Zusatzgeräte und entsprechende interessante Elektor-Artikel)

Auch wenn sich der Aufbau dieses Projekts besonders einfach gestaltet, bleibt doch eine wichtige Anmerkung. Die Stromaufnahme der Erweiterung ist mit 100...120 mA so hoch, dass der Spannungslieferant auf dem Controllerboard ins Schwitzen geraten kann, wenn man ihn mit einer zu hohen Eingangsspannung versorgt. An den 5-V-Regler sollte eine Spannung von 7,5 V bis allerhöchstens 9 V angelegt werden.

Online

Viel mehr gibt es zur Hardware eigentlich nicht zu sagen. Wie das Board konfiguriert wird, ist ausführlich im Kasten nachzulesen. Nach der Konfiguration wird es spannend: Der Server wird mit dem Netzwerk verbunden. LED D2 leuchtet dauerhaft, wenn ein Ethernet-Signal erkannt wird. Das ist schon viel versprechend, aber der echte Test folgt noch: Am DOS-Prompt (unter DOS oder im DOS-Fenster) wird versucht, den Server „anzupingen“. Dazu gibt man

```
ping 192.168.1.156
```

ein, wobei die IP-Adresse natürlich der zuvor dem Server zugewiesenen entsprechen muss. LED D1 blinkt jetzt und zeigt damit, dass Daten im Ethernet die Runde machen. Der Server antwortet auf das Pinggen im DOS-Fenster. PING ist ein einfaches Protokoll zum schnellen Test von Netzwerken, das einige Bytes verschickt und auf ein Echo wartet. Wenn der PING-Test erfolgreich verlaufen ist, kann man sich dem Server auch mit einem Webbrowser annähern:

```
http://192.168.1.156
```

Was jetzt (hoffentlich) erscheint, stammt vom Micro-Webserver! Im Terminalfenster des Downloaders ist - sofern sie ihn noch nicht beendet haben - die Seite jetzt auch zu sehen.

Erklärung

Was passiert nun genau, wenn eine Webseite aufgerufen wird? Man geht eine Verbindung zu einer IP-Adresse ein, oder genauer (und komplizierter), zu einem Socket an einer bestimmten Adresse. In einen Socket (Fassung) „passen“ in diesem Fall nur Web-Verbindungen. Ein Socket erhält eine spezifische Port-Nummer, für Webserver oftmals die Nummer 80. In ELM_FLEX.C stellt dies in der Zeile

```
SOCKET_SETUP(i, SOCKET_TCP, 80, FLAG_PASSIVE_OPEN)
```

ein. Der letztgenannte Parameter bedeutet, dass der Socket passiv ist, dass er also auf einen Aufruf eines Client aktiv wird. Die Sockets werden in einer Schleife erstellt, die Anzahl bestimmt gleichzeitig die Zahl der Clients, die gleichzeitig mit dem Server eine Verbindung machen können. Aber aufgepasst: Sockets kosten Spei-

cher, und allzu viel ist davon nicht vorhanden. Zwar besitzt der CS8900A einen RAM-Puffer von 4 kB für eintreffende Ethernet-Pakete, wenn aber

Internet

- [1] www.wickenhaeuser.com/mC/51-compiler
µC/51-Compiler mit Quellcode
- [2] www.mikrocontroller.info/kabelsat/
Layout eines Nullmodem-Kabels
- [3] www.ti.com/msc MSC121x Homepage
- [4] groups.yahoo.com/group/TI-MSC
Sehr interessante und wichtige MSC121x-Diskussionsgruppe. Kostenlos, aber Registrierung erforderlich.
- [5] groups.yahoo.com/group/TI-MSC/files
Tools für den MSC121x, darunter der originale Downloader von TI
- [6] www.cirrus.com/en/pubs/proDataSheet/cs8900a-4.pdf
Datenblatt des Netzwerk-Treibers CS8900A

mehrere Benutzer gleichzeitig auf den Webserver zugreifen wollen, ist der Speicherplatz schnell belegt. Dank TCP kann ab und zu ein Datenpaket ignoriert werden, wenn es erforderlich ist, sendet es der Client von sich aus erneut.

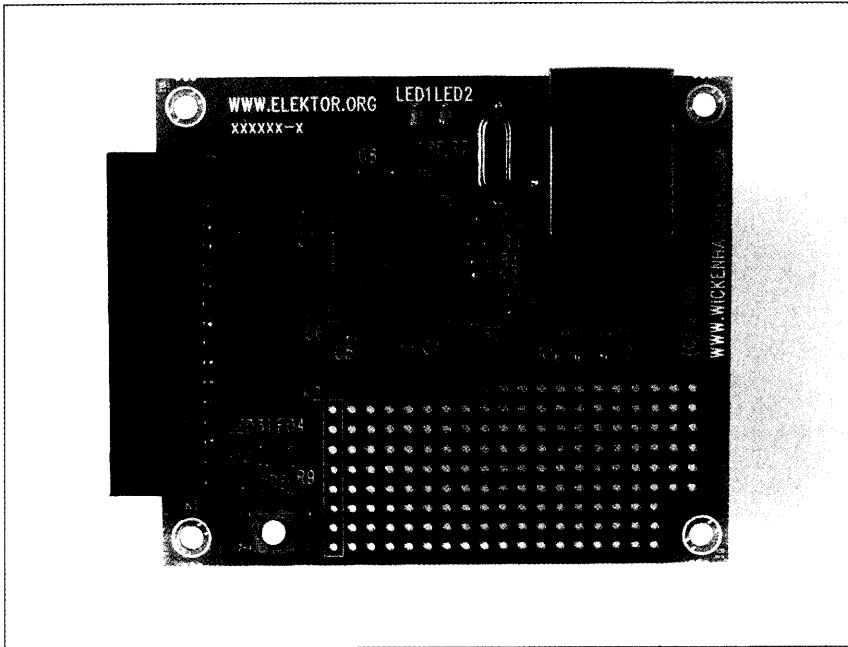
Nachdem die Sockets erstellt worden sind, folgt in ELM_FLEX.C eine Zeile, in der die A/D-Wandler des Mikrocontrollers initialisiert werden. Mehr darüber ist im Folgeartikel in diesem Heft

„MSR via Internet“ zu finden. Danach springt das Programm in eine Endlosschleife, in der regelmäßig

```
poll_webserver ()
```

aufgerufen wird. Solange als Ergebnis 0 gemeldet wird, kann man (selbst geschriebene) Routinen ausführen, achten Sie aber darauf, dass diese Routinen nicht allzu viel Prozessorzeit in Anspruch nehmen, damit der Webserver noch erreichbar ist.

Der FlexGate TCP/IP-Stack arbeitet mit Ereignissen. Die meisten dieser „Events“ können für einen kleinen Webserver schlichtweg ignoriert wer-



Stückliste

Widerstände (SMD):

- RT = 100 Ω 0603
- R2...3 = 24,9 0603
- R4 = 4k99 0603, 1 %
- R5, R10 = 4k7 0603
- R6...9 = 1 k 0603

Kondensatoren (SMD):

- C1...2,4...10 = 100 n 0603 keramisch
- C3 = 68 p 0603 keramisch, NPO

Halbleiter (SMD):

- IC1 = CS8900A-CQ (5 V) TQFP100
- D1...4 = Chip-LED 0805 (D1 grün, D2 gelb, D3,D4 rot)

Diversen:

- T1 = Ethernet-Übertrager TG43 (Halo) oder ST7010T (Valor), siehe auch [6]
- X1 = Quarz 20 MHz HC49 SMD
- K1 = 2 · 17-poliger Pfostenverbinder
- K2 = 1 x 8 (nicht aufgebaut)
- K3 = RJ45-Buchse (abgeschirmt)
- S1 = Mini-Drucktaste
- Platine EPS 044026-11

**Siehe auch den Kasten:
Was wird gebraucht?**

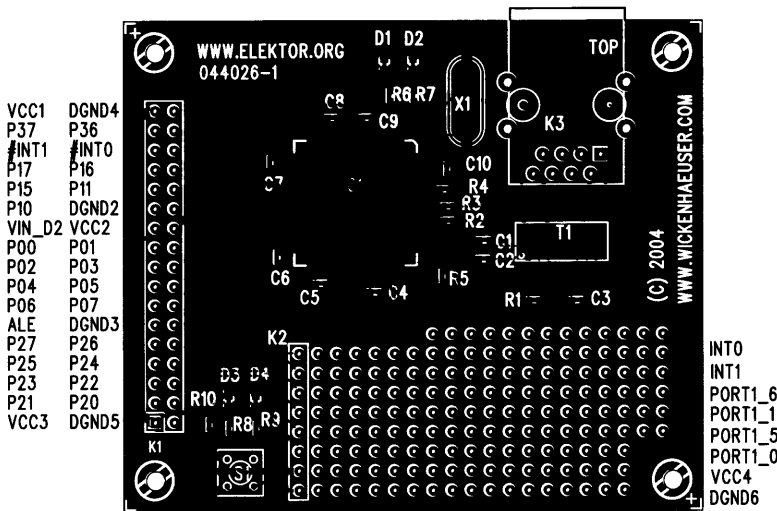


Bild 3. Die Netzwerkerweiterung für das MSC1210-Board.

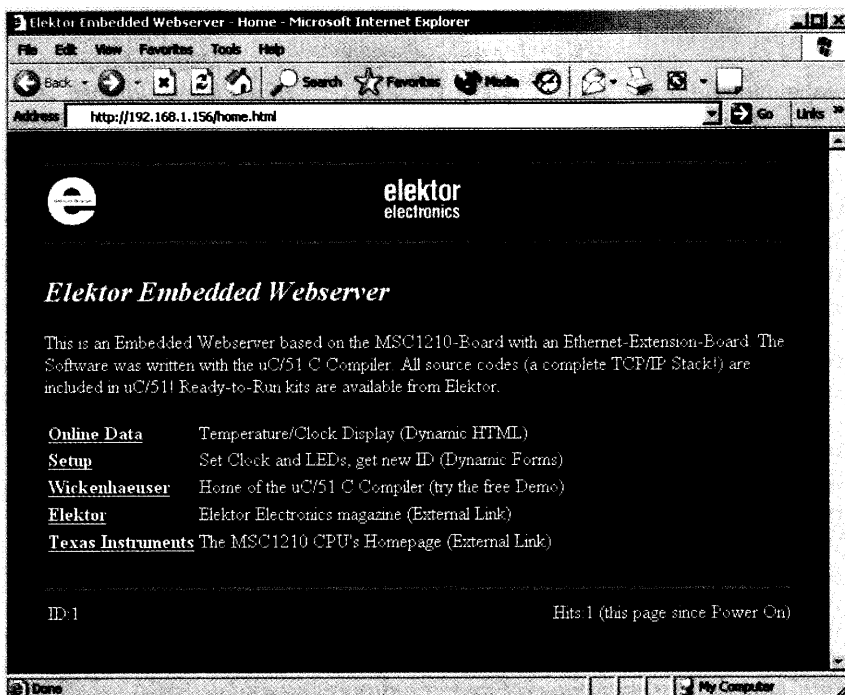


Bild 4. Diese Website wird vom Micro-Webserver verschickt.

Konfiguration

Der Micro-Webserver arbeitet ausschließlich in einem TCP/IP-Netzwerk. Genau wie alle anderen Computer in einem TCP/IP-Netzwerk erhält auch der Webserver seine einzigartige IP-Adresse. Bevor man sich ans Programmieren des Controllers macht, muss diese Adresse manuell eingestellt werden, da der Webserver keine automatische Adressenerkennung besitzt. Standardmäßig ist die Adresse auf 192.168.1.156 eingestellt, allerdings ist dies eine Adresse, die Geräten vorbehalten ist, die nicht mit dem Internet verbunden sind. Wer aber über einen ADSL-Provider mit dem Internet verbunden ist, dem wird eine Adresse wie 10.0.0.x zugewiesen. Es gibt - abhängig von der guten Laune des Providers - auch die Möglichkeit, eine echte (kostenpflichtige) Internet-Adresse für den Webserver anzufordern. Auf jeden Fall ist es Ihre erste Aufgabe, herauszufinden, welche Adressreihen gebraucht werden und welche Adresse für den Server verfügbar ist.

Wenn endlich eine Adresse gewählt ist, geht es an die Programmiersoftware und die C-Dateien. Ein Teil des Source-Kodes, in dem der eigentliche Webserver implementiert ist, wird mit dem uC/51-Compiler (ab Version 1.20) geliefert. Eine kostenlose, auf 16 KB Code beschränkte Demo-Version des Compiler steht im Internet [1] - mehr als genug für unseren Micro-Webserver. Ein beispielhafter Quellcode erläutert die Initialisierung des Webserver und die Ausführung von Webseiten (inklusive einiger Beispielseiten).

Nach der Installation des uC/51-Compilers wird MakeWiz gestartet, um einen Workspace zu erzeugen. Dazu öffnen Sie in MakeWiz die Datei ...SRC\MSC1210\ELM_FLEX\ELM_FLEX.MAK und ändern irgendeine Kleinigkeit (etwa ein Leerzeichen in "Project Remarks"), damit Ihnen der MakeWiz den Save-Button freigibt. Kreuzen Sie "Write JFE-Workspace File" an und speichern Sie die Datei.!

Der neue Editor der V1.20 ist der populäre JFE (Credits an Jens Altmann!). Der JFE kann so genannte "Workspaces" verwalten. Öffnen Sie in JFE die Datei ...SRC\MSC1210\ELM_FLEX\ELM_FLEX.WSP mit „Open Workspace“. Im Editor erscheinen alle Programme zu diesem Projekt. In der Datei ELM_FLEX.C trägt man nun unter COMPOSE_IP (my_ip, 192.168.1.156) die IP-Nummer ein (etwa Zeile 87).

Ein vom MakeWiz erzeugter Workspace enthält normalerweise drei Tool-Buttons: 'Make', 'Re-Make' und 'DL.BAT'. Mit 'Make' wird das Projekt kompiliert, wobei aber nur die geänderten Dateien neu übersetzt werden. Dies ist der übliche und schnellste Weg, das Projekt zu erzeugen. 'Re-Make' wird benötigt, wenn Änderungen an Dateien vorgenommen worden sind, die nicht im Projekt enthalten sind (beispielsweise an Header-Dateien). 'Re-Make' erzeugt einfach alles neu.

Zum Download auf den Webserver kann die Batchdatei 'DL.BAT' verwendet werden. Als Parameter wird von JFE jeweils der Name der Zieldatei - hier ELM_FLEX - ohne Datei-Erweiterung übergeben. Die Batchdatei - sie sollte sich im Verzeichnis des Projektes befinden - enthält eine exakte Anweisung für den Download, hier

```
download /F%1.hex /X11
/P1 /T /B9600
```

wobei der Parameter P1 den COM1-Port des PCs bezeichnet (gegebenenfalls abändern).

Die IP-Adresse ist eingetragen, das Projekt kompiliert und die Mauszeiger steht auf „DL.BAT“, um den Download zu starten. Doch halt - zunächst benötigen Sie den Original-Downloader 'download.exe' von Texas Instruments, der zum Beispiel in der TI-MSC-Group auf Yahoo [2] erhältlich ist und den Sie im Projekt-Ordner unterbringen können.

Weiterhin müssen Sie auf dem MSC1210-Board die Jumper J1 und J2 setzen, damit der Download möglich ist (J3 muss offen bleiben). Wenn J1 und J2 entfernt sind, kann der PC das MSC1210-Board nicht mehr zurücksetzen oder die Firmware abändern. Zur Verbindung des MSC1210 mit dem PC benötigen Sie ein korrektes Nullmodem-Kabel [2].

Nach dem Download sollte sich das MSC1210-Board mit einem kurzen Text melden. Wenn die Meldung "<NET FAILURE>" nicht erscheint, wurde das Ethernet-Board korrekt erkannt. Nun muss die rote LED auf dem MSC1210-Board langsam blinken. Vergessen Sie nicht, Jumper J1 und J2 zu entfernen!

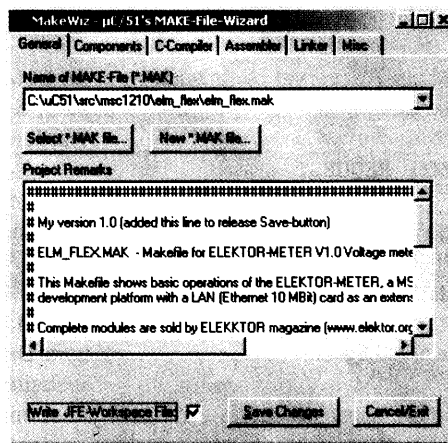


Bild 5. Mit MakeWiz wird das Projekt gespeichert.

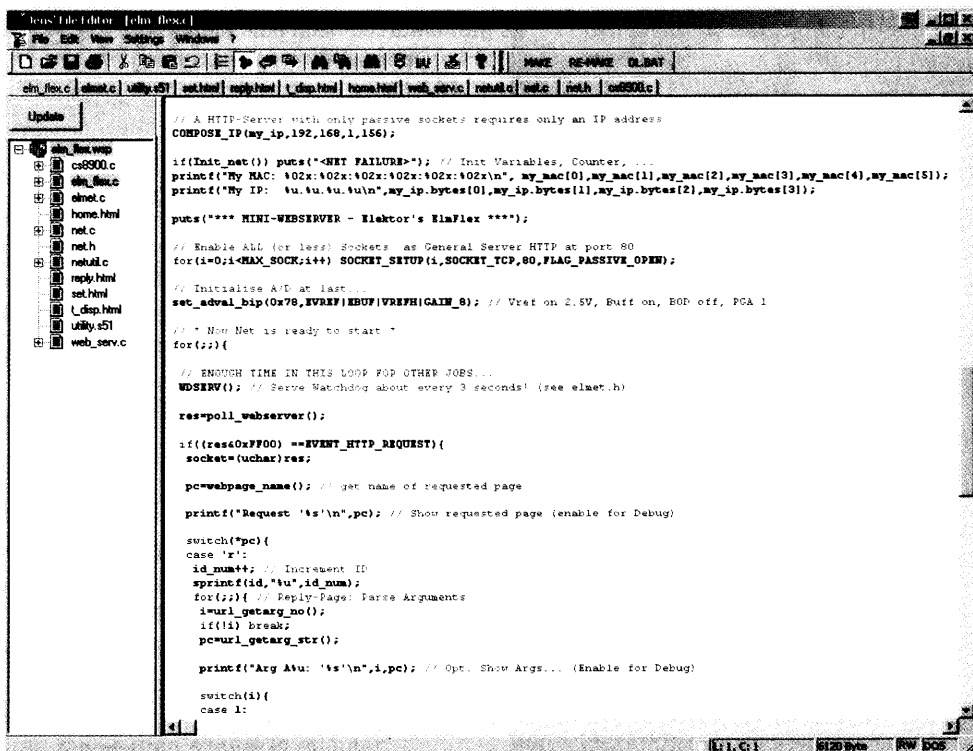


Bild 6. Alle Dateien mit JFE in Reichweite.

Was wird gebraucht?

Der Micro-Webserver besteht aus:

- MSC1210-Board (Elektor 7-8/2003 ff)
- 10 MBit Ethernet-Erweiterung (RJ45 TP)
- µC51-Compiler mit Software
- Downloader von Texas Instruments

Das MSC1210-Mikrocontroller-Board und die Netzwerkerweiterung sind fertig bestückt bei Elektor erhältlich. Der uC51-Compiler mit der erforderlichen Software stehen kostenlos auf der Elektor-Website oder bei www.wickenhaeuser.com zur Verfügung, der Downloader bei [3]. Updates erscheinen immer auf der Website des Autors.

Die Erweiterung besitzt nicht nur Netzwerkfunktionalität, sondern verfügt auch über

- Link- und Traffic-LED

- Zwei User-LEDs und einen Taster
- Lochrasterabschnitt für Applikationen
- Zusätzliche digitale I/O

Preise:

- MSC1210-Board EPS 030060-91, aufgebaut und getestet 99 €
- Netzwerkerweiterung EPS 044026-91, aufgebaut und getestet 64,50 €
- Kombinationspaket EPS 044026-92: MSC1210-Board, Netzwerkerweiterung, Elektor-Artikel zu beiden Platinen im PDF 159,50 €

Wer selber löten möchte, kann auch beide Leerplatinen MSC1210-Board (EPS 030060-11) und die Erweiterung (EPS 044026-11) beziehen. Beide Platinen sind aber SMD-bestückt, einige Bauteile sind nur sehr schwer manuell zu löten!

den, der Micro-Webserver berücksichtigt nur die Ereignisse

EVENT_HTTP_REQUEST

(Seite angefordert) und

EVENT_SOCKET_IDLETIMER

(tritt etwa alle 0,5 s auf)

Wenn ein Benutzer die Seite anfordert, wird zuerst mit `webpage_name()` der Name angefragt und mit `webpage_bind()` eine entsprechende Antwortseite mit der Anfrage verknüpft. Die vorhandenen Seiten müssen als `array code uchar`

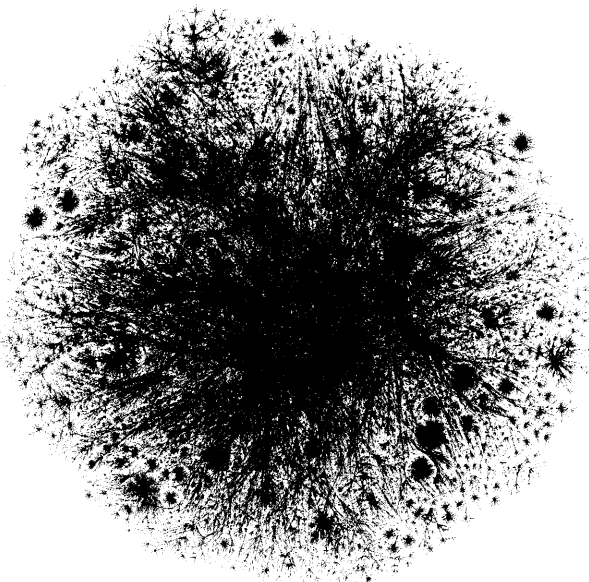
(in `ELM_FLEX.C` Zeile 28) deklariert sein, damit deren Name verwendet werden kann.

Wenn die auszugebende Seite keine dynamischen Daten enthält, war's das schon! Doch gerade in den dynamischen Daten (zum Beispiel Messwerte) liegt ja die Kraft des Webserver. Die Daten können einfach in eine Website übernommen und umgekehrt über eine Website ein Controller fernbedient werden. Aber dies wird alles ausführlich in dem anderen Artikel beschrieben.

Es gibt natürlich noch eine Menge zu erzählen über die Internet-Abteilung

der Software, den TCP/IP-Stack. Wenn Sie tiefer in die Thematik einsteigen wollen: Beim C-Compiler in dem Ordner `...SRC\FLEXGATE\` sind weitere Informationen zu finden. Texas Instruments arbeitet übrigens an einer Application-note zu diesem Projekt. Zu gegebener Zeit werden Details auf der TI-Website vermeldet.

(044026)rg



Zum Titelbild:

Das Wirrwarr von Linien scheint chaotisch, zeigt aber ein wohldurchdachtes Ganzes: das Internet. Diese "Landkarte" wird automatisch von einer Software generiert, die das Internet durchläuft. Das Computerprogramm kam unterwegs auch ganz in der Nähe des Servers vorbei, auf dem die Website von Elektor "gehostet" ist (www.opte.org).

Legende

- Zyan: Asien und Ozeanien
- Rosa: Europa, Mittlerer Osten, Zentral-Asien und Afrika
- Gelb: Nordamerika
- Blau: Lateinamerika und Karibik
- Rot: private Netzwerke
- Schwarz: unbekannt