

# Mikrocontroller ans TCP/IP - Netzwerk

Joachim Wülbeck

**Echtzeit-Informationen und Messdaten jederzeit aktuell zur Verfügung zu haben und adäquate Prozessgrößen von überall aus ändern zu können, dafür ist bis heute ein sehr großer Aufwand erforderlich. Dedizierte Webserver für die Echtzeit-Daten-Präsentation sind derzeit zum größten Teil Workstations. Dass auch Mikrocontroller mit einfachen Mitteln dazu in der Lage sind, macht eine Hardwarelösung für die Protokollebenen MAC, IP und TCP preiswert möglich.**

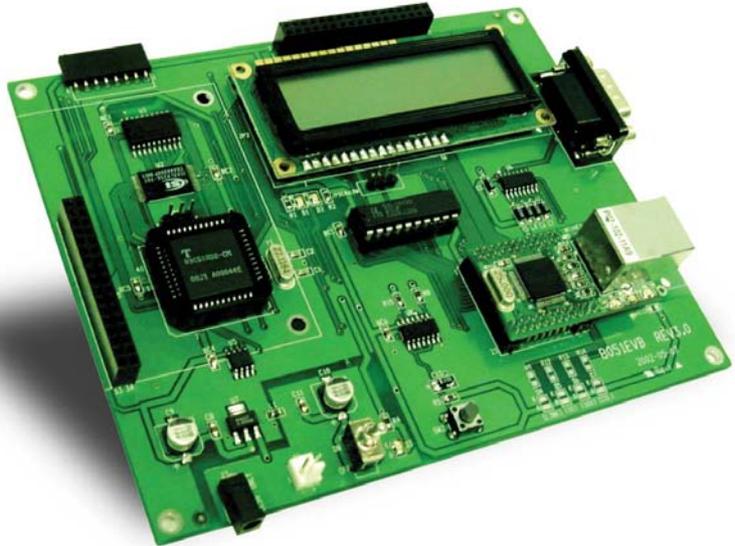
Überall werden die Hausvernetzung und die "Kaffeemaschine am Netz" propagiert. Doch der technische Aufwand ist zu groß und Realisierungen sind zu teuer. Mikrocontroller, die heute schon überall die kleinen Steuer- und Regelaufgaben erledigen, sind zu langsam und haben zu wenig Speicher, um darin alle TCP/IP-Protokollebenen für das Internetprotokoll zu implementieren.

## Embedded Internet

Jetzt ist ein Chip auf dem Markt, der dem Mikrocontroller die schwierigsten Aufgaben abnimmt. In dem W3100A der Firma WIZnet sind alle Funktionen zur TCP/IP-Kommunikation implementiert. Der W3100A besteht aus vier Blöcken: Controller-Interface, Netzwerk-Schnittstelle, Protokoll-Kern und Pufferspeicher. Die Netzwerk-Schnittstelle ist ein Media-Independent-Interface (MII) zur Kommunikation mit dem Physikal-Layer (PHY) nach dem Standard 802.3u. Damit sind prinzipiell alle Formen des Ethernet realisierbar. Der Entwickler braucht sich nur noch das Medium und den dazu passenden PHY auszusuchen.

Das Controller-Interface ermöglicht dem Mikrocontroller die direkte Adressierung des Pufferspeichers und der Register im W3100A. Die Schnittstelle ist 1 Byte (D0-D7) breit und wird mit 15 Bit (A0-A14) adressiert. **Bild 1** zeigt eine Beispielschaltung und dass sich der W3100A genauso einfach wie externer Speicher an einen Mikrocontroller anschließen lässt. Obwohl der Chip für eine Spannung von 3,3V ausgelegt ist, sind die I/O-Leitungen 5V tolerant. Der ganze Chip wird in einem sehr kleinen 64pin-LQFP-Gehäuse geliefert und zieht einen typischen Strom von 9mA. Diese Eigenschaften qualifizieren den W3100A geradezu für mobile oder leistungskritische Anwendungen. Ein Embedded-PC braucht leicht die hundertfache Leistung.

Der W3100A kann max. vier Verbindungen, sog. Sockets, gleichzeitig im IP-Protokoll aufmachen. Dazu kommt, dass selbst in einem 100MBit/s-Netzwerk der Mikrocontroller nur ca. 300kByte/s Datengeschwindigkeit



**Bild 2: Evaluation-Board EVB8051 mit Atmel 89C51RD2, Speicher, Display, Schnittstellen und Ethernet-Modul IIM7010**

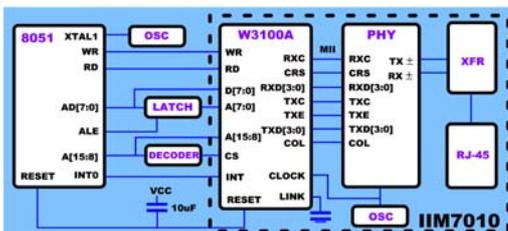
schafft. Das hört sich sehr einschränkend an, ist aber für die gestellte Aufgabe ausreichend und für einen Mikrocontroller sehr viel. Nach jedem erfolgten Datentransfer wird die Verbindung auf TCP-Ebene beendet und der Socket wieder geschlossen. Wird von mehreren (>4) Clients auf einen solchen Server zugegriffen, stellt das also kein Problem dar. Nur bei FTP-Downloads könnten die Einschränkungen zum Hindernis werden, aber dafür ist ein Mikrocontroller als Gegenüber sicher auch nicht die geeignete Adresse. Die erzielte Übertragungsleistung wird vor allem durch den Controller bestimmt und kann, laut Datenblättern, mit einem Embedded-PC mit 386-CPU auf über 3MBit/s gesteigert werden. Da es sich um eine Hardwarelösung handelt, verwundert die CPU-Abhängigkeit vielleicht zuerst, aber für einen FTP-Transfer bleiben noch genug Arbeitsschritte oberhalb des TCP-Protokolls für den Controller übrig. Ich bin der Übertragungsperformance nicht weiter nachgegangen, da mir diese Leistung für Anwendungen mit Mikrocontroller mehr als ausreichend erscheint.

mehrere Applikationschnittstellen für fertige Module von WIZnet. Es gibt unter anderem "Voice Over IP"-, Relais- und WEB-Cam-Module. Die zusätzlichen Speicher und Schnittstellen erleichtern die eigene Entwicklung, sind aber für eine Schaltung mit Ethernetschnittstelle über W3100A nicht notwendig. **Bild 3** zeigt das IIM7010 Ethernet-Modul, auf dem der Netzwerkteil vollständig realisiert wurde. Das Modul vereint den W3100A mit dem RTL8201L, einem PHY und Transceiver von Realtek, einem TP-Kupfer-Anschluss und vier Status-LEDs.

Über zwei 24pin-Anschlussleisten im 2mm-Raster kann das ganze Modul an eine vorhandene oder neue Entwicklung angeschlossen werden. Damit reduziert sich die eigene Hardwareentwicklung auf den Mikrocontroller und dessen Peripherie.

## FTP- und WEB-Server

Aber auch die Softwareentwicklung gestaltet sich sehr einfach. Die zum Evaluation-Board mitgelieferte Software beinhaltet Testtools und Quellcode für verschiedene Serverdienste. Für die auf IP aufsetzenden Protokolle ICMP, UDP und TCP werden Loopback-, HTTP-, SMTP-, und DHCP- Applikationen im Quellcode und fertig kompiliert mitgeliefert. Für die eigenen Entwicklungen fehlen nur noch der C-Compiler und ein Flashtool. Letzteres gibt es aber kostenlos bei Atmel zum Download. Die Inbetriebnahme beschränkt sich auf das Anschließen der seriellen und TP-Schnittstelle sowie das Einstecken des mitgelieferten Steckernetzteils. Der Loopback-Server,



**Bild 1: Beispielschaltung mit Mikrocontroller und Ethernet-Modul IIM7010**

## „Entwicklungshilfe“

Für die schnelle Applikationsentwicklung gibt es ein universelles Evaluation-Board und verschiedene fertige Applikations-module. Das in **Bild 2** gezeigte EVB8051 Evaluation-Board verfügt über zusätzlichen Flash-, SRAM- und EEPROM-Speicher, eine serielle Schnittstelle, ein Display und

der zu einem Testprogramm gehört, mit dem sich die FTP-Geschwindigkeit ermitteln lässt, ist bereits in den Controller geflasht. Selbst der Quellcode zum PC-Testclient ist offengelegt. Die MAC-, IP- und Gateway- Adressen sowie die Netmask für das µC-Board lassen sich in den ersten zehn Sekunden nach dem Einschalten mit einem Terminal-programm und 57,6 kBit/s über die serielle Schnittstelle konfigurieren. Leider ist diese Möglichkeit nur aus dem Quellcode ersichtlich und wird im Handbuch nicht erwähnt. Danach kann sofort die oben erwähnte Transferleistung von ca. 300 kByte/s bestätigt werden. Der Controller lässt sich nach Betätigen eines kleinen Schiebeschalters über die serielle Schnittstelle mit anderen HEX-Dateien flashen. Zum Beispiel nimmt der gesamte Webserver nur ca. 12kByte im Mikrocontroller in Anspruch und beinhaltet die bereits erwähnte serielle Konfigurationsroutine und die eigentliche Webseite. Der Quellcode ist generell gut dokumentiert und auf neun C- und eine Assembler-Datei aufgeteilt. Eigene Entwicklungen können sich auf den Applikationsteil konzentrieren und den Netzwerkteil unbeschleunigt übernehmen. Selbst die Konfigurationsroutine ist in einer eigenen Datei untergebracht und hinterlässt beim Endanwender einen professionellen Eindruck, so dass auch diese in eigene Entwicklungen übernommen werden kann. Nach Aufbau der Verbindung durch einen Client (Browser) wird die Webseite als default.htm generiert und zeilenweise gesendet. Der Beispiel-WEB-Server generiert eine einfache

Seite mit einer Eingabezeile und drei Buttons, so dass zwei LEDs und eine Zeile im Display auf dem EVB8051 aus dem Internet heraus angesteuert werden können. Damit sind beide Kommunikationsrichtungen demonstriert und können den eigenen Ansprüchen angepasst werden.

#### Kritik und Ausblick

Das gesamte von WIZnet abgegebene Paket aus Hard- und Software hinterlässt einen sehr guten Eindruck. Das Handbuch gibt nur einen ersten Überblick und enttäuscht. Viel Platz nehmen Abbildungen der Hard- und Software ein, die bereits offen vor einem liegen, und eine Auflistung aller Funktionen, die der W3100A implementiert. Die für die ersten Schritte wichtigen Informationen sind sehr knapp gehalten und unvollständig. Die Tatsache, dass MAC-, IP- und Gateway-Adressen im EEPROM abgelegt sind und in die Register des W3100A übertragen werden, findet sich erst in den Datenblättern und den Quellcodes auf der CD. Dass sich die Adressen ändern lassen wird in einem Nebensatz ohne Hinweis auf die Konfigurationsroutine und die serielle Schnittstelle erwähnt. Nach den ersten Stunden Studium der Quelldateien lichten sich aber alle Fragen und die eigenen Entwicklungen kommen schnell zum Erfolg. Im Handbuch sehr gut gefallen haben mir die Flussdiagramme zu den verschiedenen Programmen. Die Quellcodes sind gut kommentiert und

sowohl das Evaluation-Board als auch das IIM7010-Modul sind ausgereifte Produkte.



**Bild 3: 10/100 MBit/s Ethernet-Modul IIM7010 mit W3100A und RTL8201L als PHY (49 x 25 mm)**

Die Chipentwickler werden es sicher nicht bei einer integrierten Netzwerklösung belassen. Die Entwicklung wird, wie bei Controllern mit USB-Schnittstelle oder mit ADC on Board, auch hier weitergehen und eine Ein-Chip-Lösung wird sicher nicht lange auf sich warten lassen. Jetzt steht der Hausvernetzung und Automatisierung auf jeden Fall kein technisches Hindernis mehr im Weg. Meine derzeitige Entwicklung bringt erst mal die Arbeitszustände zweier Waschmaschinen und Trockner ins Intranet eines Studentenwohnheims.

WIZnet xxx

Dacom West GmbH xxx

**cand.-Ing. Joachim Wülbeck**, Student und freier Applikationsentwickler