

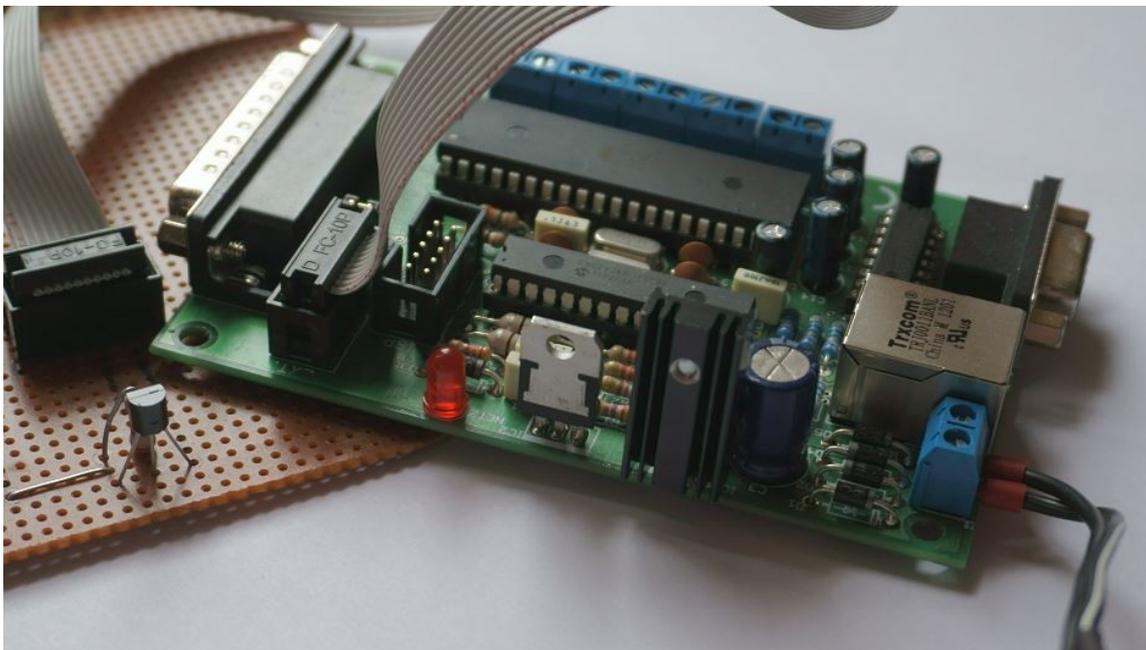
Schule: *Städtisches Gymnasium Rheinbach*
Königsberger Straße 29
53359 Rheinbach

Schuljahr: *2015/2016*
Kurs: *Leistungskurs*
Fach: *Informatik*
Fachlehrer: *Rolf Faßbender*

Bau und Programmierung eines Temperatursensor-Servers mittels AVR-Net-IO-Board und Ethersex

von

Christopher Tille



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Bau des AVR-Net-IO-Board.....	4
2.1	Widerstand.....	4
2.2	Spulen.....	5
2.3	Dioden.....	6
2.4	Integrierte Schaltungen.....	7
2.5	Kondensatoren und Elkos.....	8
2.6	Weitere Bauelemente.....	9
3	Platine für den Temperatur-Sensor.....	10
4	Inbetriebnahme.....	10
4.1	Vorbereitung.....	10
4.2	Verbindung herstellen und IP ändern.....	11
5	Flash.....	11
5.1	Vorbereitung und Voraussetzungen.....	11
5.2	Kompilierung des passenden hex-files.....	13
5.3	hex-file auf den Prozessor flashen.....	15
6	Reflexion.....	16
7	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	18
8	Abbildungsverzeichnis.....	21

1 Einleitung

Die Nutzung von vernetzter und fern steuerbarer Geräte im Haushalt nimmt immer weiter zu. Besonders die Idee von einem „Smart Home“ konnte in den letzten Jahren Fuß fassen und wird mit Sicherheit die nächsten Jahrzehnte weiterentwickelt, angepasst und verbreitet werden. „Inzwischen interessieren sich mehr als drei Viertel der deutschen Internet-Nutzer für die Smart-Home-Technologie“¹. Doch was ist eigentlich ein „Smart Home“? Automatisierte Abläufe, vernetzte Haustechnik und ein Steuerelement sind Bestandteile eines „Smart Homes“. Mit so einer Erweiterung soll es möglich sein Lampen, Heizungen, Jalousien, aber auch Kühlschrank, Herd und Waschmaschine von dem Mobiltelefon oder dem Computer aus zu steuern. Ziel des ganzen soll „eine Erhöhung von Wohn- und Lebensqualität, Sicherheit und effizienter Energienutzung“² sein. Vergleicht man verschiedene Angebote von RWE, Telekom und Philips wird klar, dass die Umsetzung und Vielfältigkeit eines „Smart Homes“ noch ganz am Anfang steht. Für rund 400 Euro werden Einsteigerpakete angeboten, welche meist nur ein oder zwei Heizkörperthermostate, einen Wandstecker, ein Steuerelement und manchmal auch eine Wetterstation umfassen. In ein paar Jahren wird die Idee und das Angebot vorangeschritten sein, doch zum jetzigen Zeitpunkt ist so ein Paket eher unattraktiv. Eine kleine Überwachungsstation für Temperatur lässt sich auch schon für rund 25 Euro ganz einfach umsetzen. Das AVR-Net-IO-Board von Pollin ist die Grundlage, welche auch noch für weitere Projekte, wie Steuerung von LED's über den Browser oder auch Erweiterung mit Funkmodulen genutzt werden kann. Der Realisierung dieses Projekts sind so gut wie keine Grenzen gesetzt und die Vielfältigkeit ist viel größer als bei den Paketen der großen Konzerne. Ich werde mich mit dem Bau einer kleinen Wetterstation beschäftigen. Mit ihr soll es möglich sein die Temperatur eines Sensors, welcher beliebig im Haus angebracht werden kann, zu erfassen und diesen Wert im Heimnetzwerk mit Hilfe eines Web-Servers grafisch darzustellen.

1 https://de.wikipedia.org/wiki/Smart_Home, Artikel „Smart Home“, zuletzt geändert am 8. März 2016 um 10:54 Uhr; aus dem Internet entnommen am 29.03.2016

2 https://de.wikipedia.org/wiki/Smart_Home, Artikel „Smart Home“, zuletzt geändert am 8. März 2016 um 10:54 Uhr; aus dem Internet entnommen am 29.03.2016

Es soll möglich sein die aktuelle Temperatur an einem Computer abzurufen. Dieses Projekt soll keine Alternative zu einer Wetterstation sein, wie sie von RWE angeboten wird. Das Projekt soll lediglich einen Einblick in den Umgang mit einem AVR-Net-IO-Board geben und die ersten Schritte erklären, welche zum fertigen Projekt führen. Ich werde zuerst das AVR-Net-IO-Board und die Platine mit dem Temperatur-Sensor bauen, die Funktionen der verwendeten Bauelemente beschreiben und schließlich erklären, wie eine neue Firmware auf den Prozessor „geflasht“ wird. Außerdem werde ich das fertige Projekt vorstellen und weitere mögliche Projekte aufweisen.

2 Bau des AVR-Net-IO-Board

2.1 Widerstand

Das erste Bauelement, welches auf die Platine gelötet werden muss, ist der Widerstand. Zuerst wird der Widerstandswert berechnet, die Anschlussdrähte entsprechend des Rastermaß rechtwinklig abgebogen und schließlich an die richtige Stelle gelötet.

Ein Widerstand ist ein zweipoliges passives elektrisches Bauelement, das ein sehr wichtiger Bestandteil in Schaltungen ist. Widerstände sind passive Bauelemente, weil sie keinen verstärkenden Charakter besitzen. Sie werden vielseitig eingesetzt, sei es als Strombegrenzung, oder auch um Spannung in einer Schaltung aufzuteilen. Bewegen sich Elektronen durch einen elektrischen Leiter, kollidieren die Elektronen öfters mit positiv geladenen Ionen (Supraleiter sind die Ausnahme). Die Elektronen geben ein Teil ihrer Bewegungsenergie ab. Daraus folgt, dass man eine gewisse Leistung aufbringen muss um Elektronen durch einen Leiter zu bewegen. Es werden also unterschiedliche Widerstände in unterschiedlichen Schaltungen verwendet, um unterschiedliche Ergebnisse zu erzielen. Die mitgelieferten Widerstände besitzen eine Farbkodierung, welche den elektrischen Wert des Widerstands zeigen. Einer der Farbringe liegt ein wenig Abseits von den anderen. Dadurch wird die Leserichtung angezeigt und der Ring der ein wenig Abstand hat ist der letzte Ring (siehe Abbildung 1). Hierbei haben

manche Widerstände vier und manche fünf Farbringe. Sind vier Ringe vorhanden, kann man den Widerstandswert wie folgt berechnen. Die ersten beiden Ringe geben einen zweistelligen Wert von 10 Ω bis 99 Ω an (1. Ring = Zehner; 2. Ring = Einer). Der dritte Farbring gibt nun den Multiplikator an, mit dem der zweistellige Wert multipliziert werden muss. Der vierte Ring stellt die Toleranz dar (siehe Abbildung 2). Bei den Widerständen mit fünf Ringen stellen die ersten drei einen Wert zwischen 100 Ω und 999 Ω dar. Der vierte ist der Multiplikator und der fünfte die Toleranzklasse (siehe Abbildung 3). Mithilfe einer Tabelle, die die Werte zeigt welche Farbe für welche Zahl steht kann nun der Widerstandswert berechnet werden.^{3 4 5 6}

2.2 Spulen

Die für den Bau des AVR-Net-IO-Board verwendeten Spulen lassen sich nur durch den aufgedruckten Farbcode von den Widerständen unterscheiden (siehe Abbildung 4). Die Anschlussdrähte werden entsprechend dem Rastermaß abgebogen und an die vorhergesehene Stelle auf die Platine gelötet. Die überstehenden Anschlussdrähte werden danach abgeschnitten.

Als elektronisches Bauelement besteht die Spule typischer Weise aus einem festen Körper und einem Draht, der um den Körper gewickelt ist. Hierbei hat der feste Körper, der auch Spulenträger genannt wird eine sekundäre Rolle. Er ist nur ein Stabilisator für den Draht. Durch die Windungsanordnung, den Drahtdurchmesser und das Wickel- bzw. Kernmaterial wird der Wert der Induktivität festgelegt. Das elektrische Verhalten der Spule wird mit dem Begriff Induktivität beschrieben. „L“ ist das Formelzeichen von

³ [https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_\(Bauelement\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_(Bauelement)), Artikel „Widerstand (Bauelement)“, zuletzt geändert am 4. März 2016 um 05:22 Uhr, aus dem Internet entnommen am 20.02.2016

⁴ <http://www.elektronikinfo.de/strom/widerstand.htm>, Artikel „Widerstand“, zuletzt geändert am 23. August 2014, aus dem Internet entnommen am 20.02.2016

⁵ http://www.elektrotechnik-fachbuch.de/e_grundlagen_kap_04_4v5.html, Artikel „Elektrischer Widerstand“, aus dem Internet entnommen am 20.02.2016

⁶ Unbekannter Autor, Betriebsanleitung: AVR-Net-IO-Board (Pollin)

Induktivität. Die Einheit ist [Ωs] und wird auch mit [H] Bezeichnet (Henry). Wenn Strom durch den Draht fließt, welcher sich über einen Zeitraum verändert entsteht um die Spule ein magnetischer Fluss, der sich ebenfalls zeitlich ändert. Eine Selbstinduktionsspannung wird erzeugt, wenn der Strom geändert wird. Dabei wirkt sie der Ursache (dem Strom) entgegen. „Der Proportionalitätsfaktor zwischen sich zeitlich änderndem Strom durch den Leiter und der dabei entstehenden Selbstinduktionsspannung wird als Induktivität bezeichnet.“⁷ Spulen mit fester Induktivität werden in Elektromagneten, Relais, Lautsprechern, aber auch als frequenzbestimmendes Element verwendet. Wie bei der Bestimmung von Widerstandswerten wird die Induktivität häufig durch Farbringe angegeben. Diese lassen sich mithilfe einer Farbcode-Tabelle, wie sie auch bei Widerständen vorliegt berechnen.^{8 9 10 11}

2.3 Dioden

Nach Abbiegen der Anschlussdrähte entsprechend des Rastermusters müssen die Dioden nun in die vorgesehenen Bohrungen gesteckt werden.

Beim Befestigen der Dioden ist auf die Polarität zu achten. Der silberne Kathodenstrich muss mit dem Strich des Bestückungsdruck auf der Platine übereinstimmen. Eine Diode wird verwendet um Strom nur in eine Richtung durchzulassen. Sie besteht aus einem negativ-dotiertem Halbleitermaterial, einem positiv-dotiertem Halbleitermaterial und zwei Anschlüssen (siehe Abbildung 5). Zwischen den beiden Schichten befindet sich der pn-Übergang oder auch Grenzschicht genannt. Ohne Einwirkung einer äußeren

⁷ [https://de.wikipedia.org/wiki/Spule_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Spule_(Elektrotechnik)), Artikel „Spule (Elektrotechnik)“, zuletzt geändert am 12. Februar 2016 um 19:04 Uhr, aus dem Internet entnommen am 21.02.2016

⁸ [https://de.wikipedia.org/wiki/Spule_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Spule_(Elektrotechnik)), Artikel „Spule (Elektrotechnik)“, zuletzt geändert am 12. Februar 2016 um 19:04 Uhr, aus dem Internet entnommen am 21.02.2016

⁹ <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0207221.htm>, Artikel „Spule/Spulen/Induktivität“, aus dem Internet entnommen am 21.02.2016

¹⁰ <http://www.elektronikinfo.de/strom/spulen.htm>, Artikel „Spulen und Induktivität“, zuletzt geändert am 23. August 2014, aus dem Internet entnommen am 21.02.2016

¹¹ Unbekannter Autor, Betriebsanleitung: AVR-Net-IO-Board (Pollin)

Spannung befinden sich viele Elektronen im n-dotierten Bereich und im p-dotierten Bereich Löcher. Löcher sind positiv geladene Stellen, wo ein Elektron fehlt. Die Anzahl von Protonen und Elektronen ist vom Material abhängig. Verbindet man nun den Leiter mit dem negativem Pol und die p-Schicht mit dem positiven Pol einer elektrischen Quelle, so werden Elektronen und Löcher zur Grenzschicht bewegt. Passiert ein Elektron oder ein Loch diese Schicht wird dies als Diffusion beschrieben. Der Widerstand der Diode wird bei zunehmender Spannung kleiner und so wird der Strom durchgelassen. Wird die Diode nun umgepolt werden die Elektronen von dem positiven Pol und die Löcher von dem negativen Pol angezogen. In der Mitte der Diode befindet sich jetzt keine freie Ladung mehr. Ohne freie Ladung ist kein Stromfluss möglich, die Diode ist „gesperrt“. Der Stromfluss durch eine Diode ist also durch die Polung bestimmt. Bei richtiger Polung wird Strom durchgelassen, sonst nicht.^{12 13 14}

2.4 Integrierte Schaltungen

Zuerst müssen die IC-Sockel richtig auf der Platine aufgebracht werden. Dabei ist auf die Einkerbung am Sockel zu achten. Die IC's müssen nun mit richtiger Pinbelegung auf die Sockel gesteckt werden (siehe Abbildung 6).

Da viele komplexe Schaltungen immer wieder in der Elektronik verwendet werden, fasst man sie in einer Integrierten Schaltung zusammen um eine preisgünstige, platzsparende und betriebssicher Alternative zu haben. So muss man nicht jedes mal die Schaltung neu aufbauen oder erfinden. Die mikroelektronischen Bauelemente werden aus einem Halbleitermaterial hergestellt, welcher mit vielen Transistoren, Widerständen und Dioden bestückt ist. Digitale Zustände können von digitalen ICs verarbeitet werden.

¹² <http://www.elektronikinfo.de/strom/dioden.htm>, Artikel „Halbleiterdioden“, zuletzt geändert am 23. August 2014, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

¹³ <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/halbleiterdiode>, Artikel „Halbleiterdiode“, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

¹⁴ <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0201113.htm>, Artikel „Diode/Halbleiterdiode“, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

Die Anzahl von Transistoren, welche in einem IC verarbeitet sind, wird durch den Integrationsgrad beschrieben. In den 60er-Jahren waren die ersten Integrierten Schaltungen mit ca. 20 Logiken bestückt. Über die Jahre entwickelte sich der Integrationsgrad über 10.000 pro Chip bis schließlich IBM im Jahr 2007 eine CPU mit 790 Millionen Transistoren vorstellte.^{15 16 17}

2.5 Kondensatoren und Elkos

Der Wert eines Kondensators ist auf dem Gehäuse aufgedruckt. Bei Elektrolyt-Kondensatoren ist beim Einbau auf die Polung zu achten. Die Polarität des Elkos muss mit der auf der Platine übereinstimmen. Nach der richtigen Platzierung auf der Platine können die Kondensatoren verlötet werden.

Kondensatoren sind passive Bauelemente, welche elektrische Ladungen und elektrische Energie speichern können. Sie sind nach den Widerständen die zweithäufigsten Bauelemente. Dabei wird die gespeicherte Ladung pro Spannung als elektrische Kapazität bezeichnet. Ein Kondensator besteht aus zwei Kondensatorplatten, welche durch ein Dielektrikum/Isolator von einander getrennt sind (siehe Abbildung 7). Sobald eine Spannung in einem Gleichstromkreis an den Kondensator angelegt wird entsteht ein elektrisches Feld zwischen den Kondensatorplatten. Die Kondensatorplatten bzw. Elektroden werden gegenpolig aufgeladen. Sobald die Spannung an den Elektroden gleich der anliegenden Spannung ist kommt der Stromfluss zum Erliegen und die Aufladung stoppt. Dieser Zeitpunkt wird als Sperrung des Gleichstromkreises bezeichnet. Wird die Spannungsquelle nun entfernt bleibt die Energie, Ladung

15 <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/integrierte-schaltung>, Artikel „Integrierte Schaltung“, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

16 <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0206091.htm>, Artikel „Integrierte Schaltungen (IC)“, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

17 <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/IS-integrated-circuit-IC-Integrierte-Schaltung.html>, Artikel „IC (integrated circuit)“, zuletzt geändert am 5. November 2013, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

vorhanden und die Spannung konstant. Ist dies geschehen kann nun ein Verbraucher an den Kondensator geschlossen werden. Die Energie im Kondensator nimmt entsprechend dem Verbraucher ab und die Feldstärke und die Kondensatorspannung sinkt. Der Unterschied zwischen Kondensatoren und Elektrolyt-Kondensatoren ist der Werkstoff. Die meisten Kondensatoren haben feste bzw. metallische Werkstoffe. Der Kondensatorbelag eines Elkos besteht aus einem Elektrolyt, welches meistens flüssig ist. Mit Elektrolyt-Kondensatoren kann eine deutlich höhere Kapazität erreicht werden, doch sie können mit der Zeit austrocknen oder auslaufen.^{18 19 20 21}

2.6 Weitere Bauelemente

Zum Schluss muss nur noch die mitgelieferte Leuchtdiode auf der Platine befestigt werden. Bei der Bestückung ist auf die Polung zu achten, da die Leuchtdiode sonst nicht leuchtet und eventuell beschädigt wird. Die rote Leuchtdiode zeigt nach der Inbetriebnahme den Zustand des AVR-Net-IO-Boards an. Leuchtet sie ist es an und bereit für weitere Aufgaben. Außerdem müssen noch die Pfostenleisten, Anschlussklemmen und Steckerleisten angebracht und verlötet werden. Das letzte Bauelement ist die 9-polige Sub-D-Buchse und die RJ45-Netzwerkbuchse. Somit ist das AVR-Net-IO-Board betriebsbereit.

Bevor man zum ersten mal das Board an die Stromversorgung anschließt sollte noch einmal überprüft werden, ob alle Lötzinnreste und abgeschnittenen Drahtenden entfernt wurden, da es sonst zu einem Kurzschluss kommen kann. Außerdem sollten alle Bauelemente, die gepolt werden kontrolliert werden, da sonst Schäden an ihnen entstehen und das Board nicht funktioniert.

18 [https://de.wikipedia.org/wiki/Kondensator_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kondensator_(Elektrotechnik)), Artikel „Kondensator (Elektrotechnik)“, zuletzt geändert am 15. März 2016 um 11:54 Uhr, aus dem Internet entnommen am 23.02.2016

19 <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0205141.htm>, Artikel „Kondensatoren“, aus dem Internet entnommen am 23.02.2016

20 <http://www.elektronikinfo.de/strom/kondensatoren.htm>, Artikel „Kondensatoren“, zuletzt geändert am 23. August 2014, aus dem Internet entnommen am 23.02.2016

21 <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0206113.htm>, Artikel „Elektrolytkondensatoren“, aus dem Internet entnommen am 23.02.2016

3 Platine für den Temperatur-Sensor

Um die Temperatur messen zu können, habe ich mich entschieden einen digitalen Temperatur-Sensor zu verwenden. Der DS18B20 ist ein Sensor, welcher mithilfe des One-Wire-Prinzips aufgebaut ist. Das bedeutet, dass im Normalfall nur ein Draht gebraucht wird, welcher mit dem Microcontroller verbunden ist. Dieser ist für den Datenaustausch und die Spannungsversorgung verantwortlich. Ein Blick in den Schaltplan des AVR-Net-IO-Boards gibt Aufschluss darüber, wie der Temperatur-Sensor verlötet werden muss. Standardmäßig liegt der Onewire-support auf PD6 des Controllers. Über Pin 20 ist der Controller mit der externen Buchse an Pin 5 verbunden. Das bedeutet der mittlere Pin des Temperatursensors muss mit Pin 5 der externen Buchse verbunden sein. Aus dem Schaltplan kann außerdem entnommen werden, dass Pin 9 der externen Buchse mit der Masse belegt ist und Pin 10 mit 5V Spannung versehen ist. Der obere Pin (+VCC) des Temperatur-Sensors muss daher mit Pin 10 der externen Buchse und der untere Pin (Masse) mit Pin 9 verbunden werden. Der verwendete Widerstand hat einen 2200 Ω Widerstandswert, welcher auf die Platine gelötet wird (Abbildung 8).

4 Inbetriebnahme

4.1 Vorbereitung

Das AVR-Net-IO-Board wird standardmäßig mit der IP-Adresse „192.168.0.90“ konfiguriert. Um diese zu ändern, muss mit einem Terminalprogramm eine Verbindung hergestellt werden. Als erstes wird das Programm „HyperTerminal“ auf einem Windows-Rechner installiert. Mit „HyperTerminal“ findet der erste Test statt und die IP-Adresse des Controllers kann verändert werden. Zuerst verbindet man das AVR-Net-IO-Board mit Hilfe eines seriellen Verbindungskabels mit einer seriellen Schnittstelle des PCs. Der Jumper muss auf „prog.“ gestellt werden und danach wird der Bausatz mit einer Spannungsversorgung verbunden. Wenn die Leuchtdiode des Boards

leuchtet, kann eine Verbindung hergestellt werden.

4.2 Verbindung herstellen und IP ändern

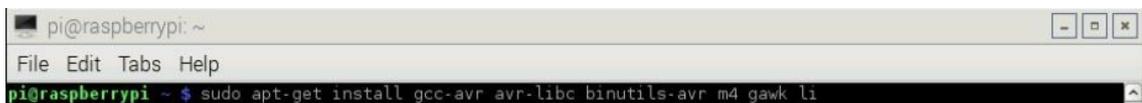
Um eine Verbindung herzustellen wird im Programm „HyperTerminal“ eine neue Verbindung angelegt. Nun öffnet sich ein Einstellungsfeld, indem die Schnittstelle ausgewählt wird mit der man eine Verbindung aufbaut. Die in Klammer angegebenen Zahlen von eins bis sieben im folgenden Text beziehen sich auf die Abbildung 9 und Abbildung 10, welche im Abbildungsverzeichnis zu finden sind. In meinem Fall ist das die Schnittstelle COM3 (1). Klickt man auf Configure (2), so kann man weitere Einstellung für die Verbindung begutachten und verändern. Sobald die Einstellungen beendet sind, kann durch Klicken auf „OK“ die Verbindung zwischen PC und Board hergestellt werden. Mit dem Befehl „GETIP“ (3), welcher in dem Kommunikationsfeld des Terminalprogramms eingegeben werden muss, antwortet der Microcontroller auf die Anfrage, indem er die ihm zugewiesene IP-Adresse zurück gibt (4). Um die IP-Adresse zu konfigurieren, wird mit dem Befehl „SETIP 192.168.264“ (5) dem Controller eine neue IP zugewiesen. Antwortet der Controller mit „ACK“, war die Zuweisung erfolgreich (6). Bei „NAK“ war die Zuweisung fehlerhaft. Um zu zeigen, dass der Controller eine neue IP hat, wird erneut nach der IP des Controllers gefragt, welcher mit „192.168.2.64“ antwortet (7).

5 Flash

5.1 Vorbereitung und Voraussetzung

Sobald das AVR-Net-IO-Board zusammengebaut ist und die Kommunikation getestet wurde, ist alles soweit fertig. Es kann damit begonnen werden, die richtige Software für die Temperaturmessung auf den Prozessor zu „flashen“. Zuvor müssen einige Vorbereitungen getroffen werden. Für den ganzen Prozess habe ich einen Raspberry-Pi

(Model B+), den „mySmartUSB light“-Programmieradapter und das dazu gehörende „myAVR ProgTool“, einen 6-Pol auf 10-Pol Adapter, einen Windows-Rechner, einen Switch, eine Programmiersoftware und eine Firmware verwendet. Der Raspberry-Pi ist mit Wheezy aufgesetzt und es ist damit eine grafische Oberfläche vorhanden. Als erstes wird eine Programmiersoftware gebraucht, welche für Atmel AVR Controller geeignet ist. „AVRDUDE“ erfüllt diese Anforderungen und kann außerdem den „stk500v2-programmer“ ansteuern. In dem Raspberry-Terminal wird mit der folgenden Kommandozeile „AVRDUDE“ installiert:



```
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt-get install gcc-avr avr-libc binutils-avr m4 gawk l
```

Der Befehl „sudo“ wird Programmaufrufen vorangestellt und ermöglicht einem Benutzer Prozesse mit den Rechten von anderen Benutzern auszuführen. Das nachfolgende „apt-get install“ lädt die Dateien herunter und installiert diese. Die Paketnamen, welche durch ein Leerzeichen getrennt werden, geben an um welche Dateien es sich handelt.^{22 23 24}

Als nächstes wird die Firmware benötigt. „Ethersex“ ist mit Netzwerkunterstützung für 8-bit AVR Mikrocontroller ausgestattet und unterstützt damit auch das AVR-Net-IO-Board. Außerdem kann die Temperatur, welche von einem Sensor gemessen wird, in einem Web-Interface dargestellt werden. In dem Raspberry-Terminal wird mit der folgenden Kommandozeile „Ethersex“ auf den Raspberry kopiert:



```
pi@raspberrypi ~ $ git clone git://github.com/ethersex/ethersex.git
```

²² <https://de.wikipedia.org/wiki/Sudo>, Artikel „sudo“, zuletzt geändert am 18. März 2016 um 11:53 Uhr, aus dem Internet entnommen am 4.03.2016

²³ <https://wiki.ubuntuusers.de/sudo/>, Artikel „sudo“, zuletzt geändert am 9. März 2016 um 23:15 Uhr, aus dem Internet entnommen am 4.03.2016

²⁴ <https://wiki.ubuntuusers.de/apt/apt-get/#apt-get-install>, Artikel „apt-get“, zuletzt geändert am 14. März 2016 um 18:55, aus dem Internet entnommen am 4.03.2016

Ist bereits eine Version von „Ethersex“ auf dem Pi installiert, kann diese mit:

```
git pull origin
```

aktualisiert werden. Um in das Unterverzeichnis „ethersex“ zu wechseln wird der folgende Befehl verwendet:

```
pi@raspberrypi ~ $ cd ethersex
pi@raspberrypi ~/ethersex $
```

Hierbei steht „cd“ für „change directory“. Das heißt es wird in das Verzeichnis „ethersex“ gewechselt. Die Vorbereitungen sind jetzt abgeschlossen. Es kann mit der Kompilierung des hex-files begonnen werden.

5.2 Kompilierung des passenden hex-files

Die Hex-Datei wird zur Speicherung von binären Daten verwendet. „Hex“ ist die Abkürzung von hexadezimal. Diese Sammlung von Daten ist sehr wichtig für den Vorgang des „flashens“ eines Mikrocontroller. „Ethersex“ ist für viele Bereiche und Projekte unterschiedlichster Art ausgelegt und ist damit sehr vielfältig. Da für die Temperaturmessung nur ein kleiner Bereich aus diesem Daten-Pool gebraucht wird, müssen die nutzbaren Programme extrahiert werden, zusammengefasst werden und als Hex-Datei kompiliert zur Verfügung stehen. Das Zusammenstellen wird von „ethersex“ erleichtert, da eine grafische Oberfläche vorhanden ist, welche mit Hilfe des folgenden Befehls aufgerufen wird:

```
make menuconfig
```

Die grafische Oberfläche ist einfach aufgebaut. Es gibt sieben Verzeichnisse, welche jeweils noch mehrere Untereinheiten haben (siehe Abbildung 11). Für die Temperaturmessung und Darstellung als Web-Server sind nur die Verzeichnisse „Load a Default Configuration“, „General Setup“, „Network“, „Protocols“, „Applications“, und

„AVRDUDE configuration“ von Bedeutung. Um den richtigen Hex-File zusammenzustellen, müssen einige Einstellungen überprüft und verändert werden. Mit der „Enter-Taste“ gelangt man in das nächste Untermenü, mit „Y“ aktiviert und mit „N“ deaktiviert man eine Einstellung und mit der „Esc-Taste“ gelangt man wieder ein Menü zurück. Felder, welche mit einem „*“ markiert sind, sind bereits ausgewählt. Als erstes wird unter „Load a Default Configuration“ das Pollin AVR-Net-IO ausgewählt. Jetzt sind nur noch die für das AVR-Net-IO-Board spezifischen Einstellungen veränderbar. Danach wird der richtige Prozessor ausgewählt, welcher beim Bau verwendet wurde: „General Setup → Target MCU → ATmega32“. Unter „Network“ kann der Hostname des Boards verändert werden, der „TCP support“ und „ICMP support“ müssen aktiviert werden und unter „Ethernet support“ muss die IP „192.168.2.64“ eingetragen werden. TCP ist ein Netzwerkprotokoll, welches für den Datenaustausch zwischen zwei Computern zuständig ist. Das Transmission Control Protocol arbeitet nach dem Prinzip der Segmentierung. Die zu übermittelnden Daten werden segmentiert und als Pakete, welche mit der Steuer- und Kontroll-Information versehen sind verschickt. Am Zielort werden die einzelnen Pakete dann wieder zusammengesetzt.^{25 26} ICMP ist ein weiteres Protokoll, welches dazu dient die Übertragungsqualität zu verbessern. Das Internet Control Message Protocol dient zur Übermittlung von Statusinformationen und Fehlermeldungen und ist damit ein Bestandteil des Internet Protocols (IP).^{27 28} Im Verzeichnis „Protocols → ECMD support“ muss außerdem TCP/Telnet aktiviert werden. Telnet ist ein weiteres Netzwerkprotokoll, welches über eine TCP-Verbindung kommuniziert. Außerdem muss in dem Verzeichnis „Applications“ der Punkt „HTTP server“ ausgewählt werden. Der Programmieradapter und der Port über den das AVR-

25 https://de.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol, Artikel „Transmission Control Protocol“, zuletzt geändert am 22. Februar 2016 um 09:48 Uhr, aus dem Internet entnommen am 10.03.2016

26 <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0812271.htm>, Artikel „TCP“, aus dem Internet entnommen am 10.03.2016

27 https://de.wikipedia.org/wiki/Internet_Control_Message_Protocol, Artikel „Internet Control Message Protocol“, zuletzt geändert am 24. Februar 2016 um 17:53 Uhr, aus dem Internet entnommen am 11.03.2016

28 <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0901011.htm>, Artikel „ICMP“, aus dem Internet entnommen am 11.03.2016

Net-IO-Board programmiert wird, muss in der Hex-Datei richtig benannt sein. In den „AVRDUDE configurations“ muss einmal der „programer type → stk500v2“ ausgewählt werden und „com3“ als „port“ eingetragen werden. Um die Hex-Datei um eine Einstellung zu erweitern, welche für folgende Projekte wichtig ist, für die Temperaturmessung aber nicht, muss einmal „Applications → StellaLight“ und „General setup → VFS support → VFS File inlining → Inline StellaLight“ jeweils mit „Y“ aktiviert werden.

Jetzt kann die Oberfläche mit „Esc“ beendet werden und nach der Speicherung wird mit:

```
make
```

der Hex-File, mit den zuvor ausgewählten Einstellungen generiert.

5.3 hex-file auf den Prozessor flashen

Um die zuvor erstellte Hex-Datei auf den Prozessor zu flashen wird ein Programmieradapter, die Hex-Datei, eine Programmiersoftware und ein Tool, um die Programmierspannung des Adapters einzustellen, benötigt. Der „mySmartUSB light“ Adapter ist einfach zu bedienen. Das Programm „WinAVR“ enthält die Programmiersoftware „avrdude“, welche von dem Programmieradapter unterstützt wird. Nach der Installation von „WinAVR“, und dem „myAVR-Prog_Tool“ auf einem Windows-Rechner muss zuerst die Programmierspannung kontrolliert werden. Dazu wird der Programmieradapter einfach an einen USB-port des Rechners angeschlossen und das Programm „myAVR-Prog_Tool“ gestartet. Sobald man unter „Hardware“ den Programmer ausgewählt hat, lässt sich die Spannung ändern. Nun wird der Programmieradapter mit dem AVR-Net-IO-Board verbunden. Dabei darf keine weitere Betriebsspannung an dem Board angelegt sein und der Jumper muss auf „prog“ gestellt sein. Die Hex-Datei muss in einem Ordner auf dem Rechner abgelegt werden. Nach Öffnen der Eingabeaufforderung („Start“ → „cmd“ eingeben) kann der eigentliche

Prozess beginnen. Die folgende Kommandozeile führt den Flash aus:

```
C:\Users\Christopher>E:\WINavr\bin\avrdude.exe -p m32 -c stk500v2 -P com3 -U flash:w:"E:\WINavr\bin\ethersex.hex":i
```

Dabei ist „E:\WINavr\bin\avrdude.exe“ der Pfad zur Programmiersoftware „avrdude“. Danach wird der richtige AVR-Prozessor genannt: „-p m32“. Der Programmieradapter („-c stk500v2“) und der Port („-P com3“) müssen auch eingetragen werden. Der letzte Teil gibt an, was gemacht werden soll. Ich gebe vor, dass die Datei ethersex.hex, welche bei „E:\WINavr\bin\ethersex.hex“ liegt, auf den Controller „geflasht“ werden soll. Sobald „avrdude.exe done. Thank you.“ ausgegeben wird, kann das AVR-Net-IO-Board von dem Programmieradapter getrennt werden, der Jumper zurück auf „normal“ gestellt werden und das Board an das Netzteil angeschlossen werden. Verbindet man die Platine des Temperatursensors mit der externen Buchse und das AVR-Net-IO-Board mit Hilfe eines Ethernet-Kabels mit einem Switch, so kann über die IP: 192.168.2.64 im Browser der Web-Server aufgerufen werden.

6 Reflexion

Hinter mir liegt eine intensive Auseinandersetzung mit dem AVR-Net-IO-Board. Zuerst habe ich das Board zusammengebaut, Bauelemente beschrieben und deren Funktion erklärt. Außerdem habe ich eine kleine Platine für den Temperatur-Sensor gebaut. Um die Funktionstüchtigkeit zu testen, habe ich nach dem Bau eine Verbindung mittels serielltem Verbindungskabel hergestellt und so das erste mal mit dem Board kommuniziert. Um die passende Firmware auf den Prozessor zu „flashen“, habe ich die einzelnen Einstellungen getroffen und den hex-file kompiliert. Diesen file habe ich dann mit „avrdude“ auf den Controller „geflasht“ und nach dem ersten erfolgreichen Test, war es möglich die Temperatur des Sensors im Browser abzulesen.

Das Projekt hat mir einen Einblick in einen neuen Teilbereich der Informatik gewährt. Der schulische Unterricht bezog sich bis jetzt immer auf Java und theoretische Informatik. Die Arbeit mit dem AVR-Net-IO-Board ermöglichte mir einen Einblick in die Hardware und Software des Boards. Somit war das Projekt eine Beschäftigung,

welche sich von dem Informatik-Unterricht sehr stark unterschied. Zusammenfassend war die Arbeit sehr interessant und aufschlussreich. Sicherlich werde ich mich in naher Zukunft mit weiteren Projekten, welche sich mit dem AVR-Net-IO-Board umsetzen lassen, beschäftigen. Eine LED-Steuerung ist bereits mit der aktuellen Firmware möglich, aber auch andere Projekte sind denkbar.

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

Literatur

Unbekannter Autor, Betriebsanleitung: AVR-Net-IO-Board (Pollin)

Internetquellen

https://de.wikipedia.org/wiki/Smart_Home, Artikel „Smart Home“, zuletzt geändert am 8. März 2016 um 10:54 Uhr; aus dem Internet entnommen am 29.03.2016

[https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_\(Bauelement\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_(Bauelement)), Artikel „Widerstand (Bauelement)“, zuletzt geändert am 4. März 2016 um 05:22 Uhr, aus dem Internet entnommen am 20.02.2016

<http://www.elektronikinfo.de/strom/widerstand.htm>, Artikel „Widerstand“, zuletzt geändert am 23. August 2014, aus dem Internet entnommen am 20.02.2016

http://www.elektrotechnik-fachbuch.de/e_grundlagen_kap_04_4v5.html, Artikel „Elektrischer Widerstand“, aus dem Internet entnommen am 20.02.2016

[https://de.wikipedia.org/wiki/Spule_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Spule_(Elektrotechnik)), Artikel „Spule (Elektrotechnik)“, zuletzt geändert am 12. Februar 2016 um 19:04 Uhr, aus dem Internet entnommen am 21.02.2016

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0207221.htm>, Artikel „Spule/Spulen/Induktivität“, aus dem Internet entnommen am 21.02.2016

<http://www.elektronikinfo.de/strom/spulen.htm>, Artikel „Spulen und Induktivität“, zuletzt geändert am 23. August 2014, aus dem Internet entnommen am 21.02.2016

<http://www.elektronikinfo.de/strom/dioden.htm>, Artikel „Halbleiterdioden“, zuletzt geändert am 23. August 2014, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/halbleiterdiode>, Artikel „Halbleiterdiode“, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0201113.htm>, Artikel „Diode/Halbleiterdiode“, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/integrierte-schaltung>, Artikel „Integrierte Schaltung“, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0206091.htm>, Artikel „Integrierte Schaltungen (IC)“, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/IS-integrated-circuit-IC-Integrierte-Schaltung.html>, Artikel „IC (integrated circuit)“, zuletzt geändert am 5. November 2013, aus dem Internet entnommen am 22.02.2016

[https://de.wikipedia.org/wiki/Kondensator_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kondensator_(Elektrotechnik)), Artikel „Kondensator (Elektrotechnik)“, zuletzt geändert am 15. März 2016 um 11:54 Uhr, aus dem Internet entnommen am 23.02.2016

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0205141.htm>, Artikel „Kondensatoren“, aus dem Internet entnommen am 23.02.2016

<http://www.elektronikinfo.de/strom/kondensatoren.htm>, Artikel „Kondensatoren“, zuletzt geändert am 23. August 2014, aus dem Internet entnommen am 23.02.2016

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0206113.htm>, Artikel „Elektrolytkondensatoren“, aus dem Internet entnommen am 23.02.2016

<https://de.wikipedia.org/wiki/Sudo>, Artikel „sudo“, zuletzt geändert am 18. März 2016 um 11:53 Uhr, aus dem Internet entnommen am 4.03.2016

<https://wiki.ubuntuusers.de/sudo/>, Artikel „sudo“, zuletzt geändert am 9. März 2016 um 23:15 Uhr, aus dem Internet entnommen am 4.03.2016

<https://wiki.ubuntuusers.de/apt/apt-get/#apt-get-install>, Artikel „apt-get“, zuletzt geändert am 14. März 2016 um 18:55, aus dem Internet entnommen am 4.03.2016

https://de.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol, Artikel „Transmission Control Protocol“, zuletzt geändert am 22. Februar 2016 um 09:48 Uhr, aus dem Internet entnommen am 10.03.2016

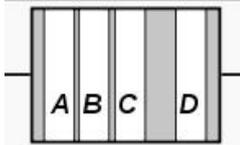
<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0812271.htm>, Artikel „TCP“, aus dem Internet entnommen am 10.03.2016

https://de.wikipedia.org/wiki/Internet_Control_Message_Protocol, Artikel „Internet Control Message Protocol“, zuletzt geändert am 24. Februar 2016 um 17:53 Uhr, aus dem Internet entnommen am 11.03.2016

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0901011.htm>, Artikel „ICMP“, aus dem Internet entnommen am 11.03.2016

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Leserichtung eines Widerstands



Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_\(Bauelement\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_(Bauelement))

Abbildung 2: Widerstandswertbestimmung bei vier Ringen

Farbe	Widerstandswert in Ω			Toleranz
	1. Ring (Zehner)	2. Ring (Einer)	3. Ring (Multiplikator)	4. Ring
„keine“	X	—	—	±20 %
silber	—	—	$10^{-2} = 0,01$	±10 %
gold	—	—	$10^{-1} = 0,1$	±5 %
schwarz	—	0	$10^0 = 1$	—
braun	1	1	$10^1 = 10$	±1 %
rot	2	2	$10^2 = 100$	±2 %
orange	3	3	$10^3 = 1.000$	—
gelb	4	4	$10^4 = 10.000$	—
grün	5	5	$10^5 = 100.000$	±0,5 %
blau	6	6	$10^6 = 1.000.000$	±0,25 %
violett	7	7	$10^7 = 10.000.000$	±0,1 %
grau	8	8	$10^8 = 100.000.000$	±0,05 %
weiß	9	9	$10^9 = 1.000.000.000$	—

Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_\(Bauelement\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_(Bauelement))

Abbildung 3: Widerstandswertbestimmung bei fünf Ringen

Farbe	1. Ring (Hunderter)	2. Ring (Zehner)	3. Ring (Einer)	4. Ring (Multiplikator)	5. Ring (Toleranz)	6. Ring (Temp.-Koeffizient)
silber				10^{-2}		
gold				10^{-1}		
schwarz		0	0	10^0		$200 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
braun	1	1	1	10^1	±1 %	$100 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
rot	2	2	2	10^2	±2 %	$50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
orange	3	3	3	10^3		$15 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
gelb	4	4	4	10^4		$25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
grün	5	5	5	10^5	±0,5 %	
blau	6	6	6	10^6	±0,25 %	$10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
violett	7	7	7		±0,1 %	$5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
grau	8	8	8		±0,05 %	
weiß	9	9	9			

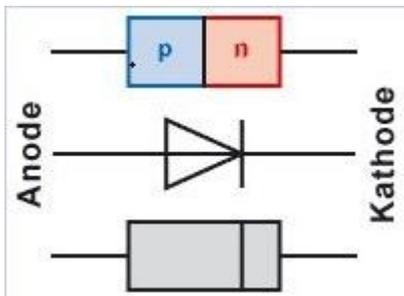
Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_\(Bauelement\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_(Bauelement))

Abbildung 4: Spulen



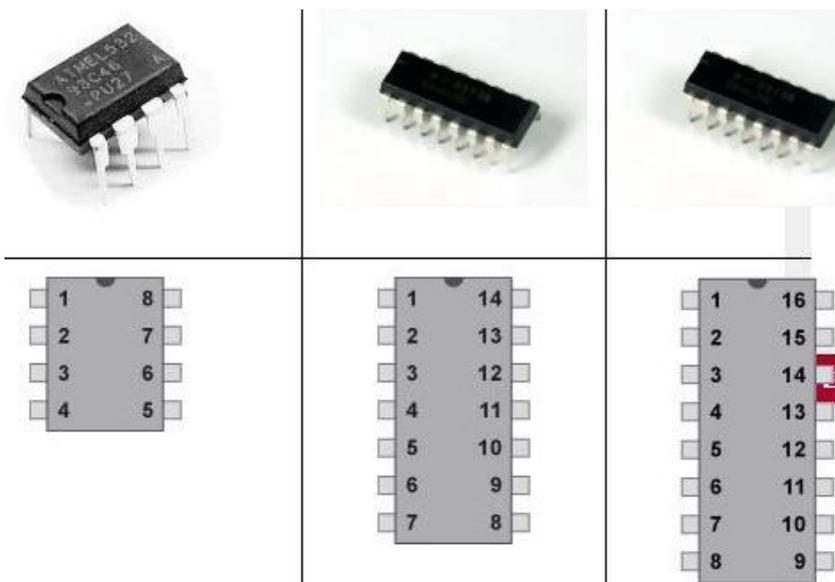
Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Spule_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Spule_(Elektrotechnik))

Abbildung 5: Diode



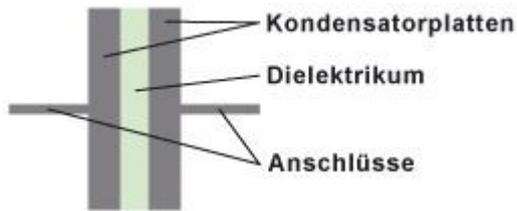
Quelle: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0201113.htm>

Abbildung 6: IC-Sockel und IC's



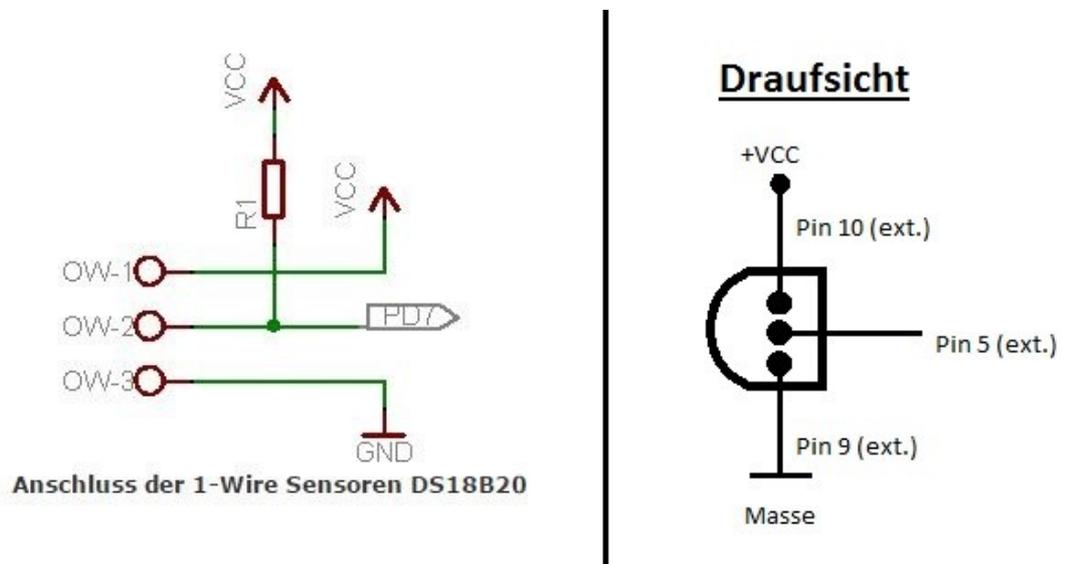
Quelle: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0206091.htm>

Abbildung 7: Aufbau eines Kondensators



Quelle: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0205141.htm>

Abbildung 8: Schaltplan und Aufbau des Temperatur-Sensors

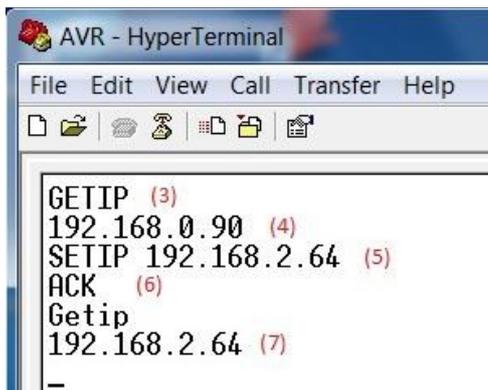


Anschluss: Quelle: <http://www.ulrichradig.de/home/index.php/software/avr-webserver-software>

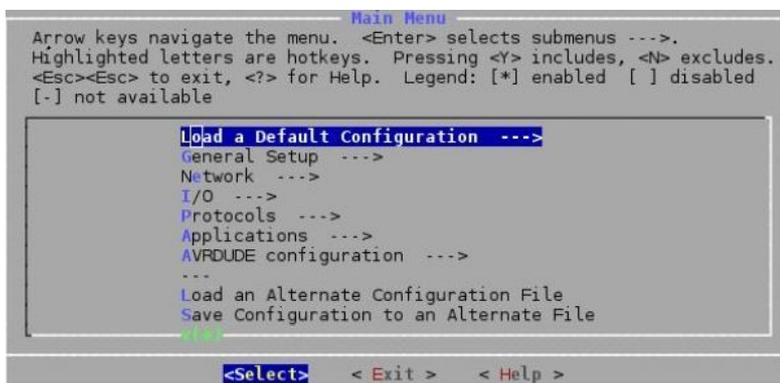
Draufsicht: Quelle : eigene Zeichnung

Abbildung 9: Verbindung herstellen

Quelle: eigene Aufzeichnung

Abbildung 10: IP ändern

Quelle: eigene Aufzeichnung

Abbildung 11: Ethersex

Quelle: eigene Aufzeichnung

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die im Literatur- und Quellenverzeichnis angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Ort, Datum

Unterschrift