

**MGF / TF**  
**Kühlmittelsensor – Überwachung**

**Aufbau- und  
Installationsanleitung**

**Version 1.00 vom 02. Juni 2006**

# Inhalt

Einleitung .....	3
Schaltungsbeschreibung .....	4
Stückliste .....	5
Aufbau der Schaltung .....	6
Inbetriebnahme, Test und Einstellung der Schaltung .....	11
Einbau der Schaltung in den Roadster .....	13
Schaltplan .....	14
Schaltungslayout .....	15
Software .....	16
Technische Daten .....	17
Rechtliche Hinweise .....	18
Quellen .....	19

# Einleitung

Dieses Dokument beschreibt den Aufbau einer kleinen elektronischen Schaltung, mit deren Hilfe der Kühlmittelstand im modifizierten Kühlmittelausgleichsbehälter der Roadster MGF / TF zuverlässig überwacht werden kann.

Die Modifikation des Kühlmittelausgleichsbehälters besteht in einer am Boden eingelassenen Hülse. Auf dieser Hülse ist im Inneren des Behälters ein Schwimmer mit integriertem Magneten angebracht. In die Hülse wird von außen ein Reed-Sensor eingebaut.

Sinkt der Kühlflüssigkeitsstand unter die Minimum Marke, schließt der Reedkontakt und löst irgendeinen Alarm aus, z.B. einen angeschlossenen Summer.

Dieser Summer plärrt aber bereits bei zügigem Kurvenfahrten oder aber auch beim Überfahren von Bodenwellen, Garageneinfahrten usw.

Diese Symptome wurden in den vergangenen Wochen bereits ausgiebig in Manfred Kribbels MGF /TF Board [roadstervision.info](http://roadstervision.info) diskutiert. Zwischenzeitlich ist das Forum zu Frank Marga umgezogen und unter [board.mgf-portal.de](http://board.mgf-portal.de) erreichbar. In diesem Board stellte Dieter Könecke auch den modifizierten Kühlmittelausgleichsbehälter vor.

So reifte bei mir die Idee, eine Schaltung zu entwickeln, die den Alarm erst zeitverzögert wiedergibt. Die Idee fand in Mani's Board doch einige Resonanz und so setzte ich die Idee in die Tat um und fing an, eine Schaltung zu basteln und zu testen, einen Mikrocontroller zu programmieren und wieder zu testen und das ganze Projekt schließlich soweit zu bringen, dass eine Kleinserie gebaut werden kann.

Wie im echten Leben traten dann aber beim Dauertest doch noch ein paar Problemchen auf, die noch einige Zeit beanspruchten. Aber die sollen hier keine Rolle mehr spielen.

Bevor wir aber nun in die eigentliche Materie einsteigen, noch ein paar ausdrückliche Dankesworte an alle, die mir Tipps und Anregungen zur Schaltungsentwicklung auf den Weg mitgegeben haben.

Also dann, allzeit gute Fahrt !

St. Ingbert im Juni 2006

Roland Heider

## Schaltungsbeschreibung

Das Herz der Schaltung bildet ein kleiner und preisgünstiger Mikrocontroller PIC 12F629 der Firma Microchip. In ihm arbeitet die später beschriebene Steuerungssoftware. Über einen integrierten Oszillator generiert dieses kleine Computerchen seinen Takt selbst. Die Toleranzen dieses Taktes sind weiter gesteckt als bei quarzbasierten Taktgeneratoren. Daher sind die hier im Dokument genannten Zeiten keine absoluten Werte mit höchster Präzision, sondern Schätzwerte.

Zur Spannungsversorgung wird ein Festspannungsregler 7805 verwendet. Ich habe die größere Bauform im TO-220 Gehäuse gewählt, da diese eine bessere thermische Stabilität hat als die kleineren Bauformen. Schließlich muss die Bordspannung von ca. 14 V auf stabile 5 V reduziert werden.

Über drei DIP-Schalter können einige Optionen eingestellt werden. Dazu allerdings später mehr im Abschnitt ***Inbetriebnahme, Test und Einstellung der Schaltung***.

Der Melde-Eingang des Reedkontakts sowie die Alarm-Ausgänge für einen Summer und eine LED sind ebenso wie die Spannungsversorgung über Schraubklemmen aus der Platine herausgeführt.

Eine fünfpolige Stiftleiste stellt eine sog. ICSP-Schnittstelle dar. Über diese können Software-Updates in den PIC einprogrammiert werden, ohne diesen aus der Schaltung ausbauen bzw. auslöten zu müssen. Die Beschreibung des ICSP-Interfaces und der benötigten Hard- und Software würde aber den Rahmen dieses Dokumentes sprengen. Hierüber gibt das Internet erschöpfend Auskunft.

## Stückliste

Die folgende Tabelle führt die Einzelteile der Schaltung auf:

Pos.	Bauteil	Anzahl	Bezeichnung / Bemerkungen
001	LP1	1	Platine
002	J1 .. J4	4	Drahtbrücken, aus einem Drahtstück selbst herzustellen
003	X1 .. X4	4	Anschlußklemme, 2-polig
004	SW1	1	DIP-Schalter, stehend, 3-polig
005	SV1	1	5-polige Stiftleiste für ICSP-Interface Anschluß
006	D1 .. D2	2	Diode 1N4001
007	D3	1	LED rot, gelb, grün, weiß oder blau, je nach Konfiguration
008	C1 .. C2	2	Kermik-Kondensator, 100 nF
009	C3 .. C4	2	Elektrolyt-Kondensator, 100 µF
010	R1	1	Vorwiderstand für LED, Dimensionierung gemäß nachfolgender Tabelle
011	R2	1	Vorwiderstand für Summer, Metallfilmwiderstand, 100 Ω, 1% Toleranz Farbcodierung braun-schwarz-schwarz-schwarz-braun
012	R3 .. R6	4	Metallfilmwiderstand, 10 kΩ, 1% Toleranz Farbcodierung braun – schwarz – schwarz – rot - braun
013	IC1	1	Microchip PIC 12F629-I/P, fertig programmiert
014	IC2	1	Spannungsregler 7805, Gehäuse TO-220
015	SP1	1	Miniatur-Summer, 4-8 V

Die folgende Tabelle führt die Vorwiderstände für verschiedenfarbige LEDs auf:

LED-Farbe	I	U <sub>LED</sub>	Metallfilmwiderstand, 1 % Toleranz
rot	15 mA	1,6 V	270 Ω Farbcodierung rot-violett-schwarz-schwarz-braun
gelb	15 mA	2,2 V	220 Ω Farbcodierung rot-rot-schwarz-schwarz-braun
grün	15 mA	2,1 V	220 Ω Farbcodierung rot-rot-schwarz-schwarz-braun
blau	15 mA	2,9 V	150 Ω Farbcodierung braun-grün-schwarz-schwarz-braun
weiß	15 mA	4,0 V	68 Ω Farbcodierung schwarz-blau-grau-schwarz-braun

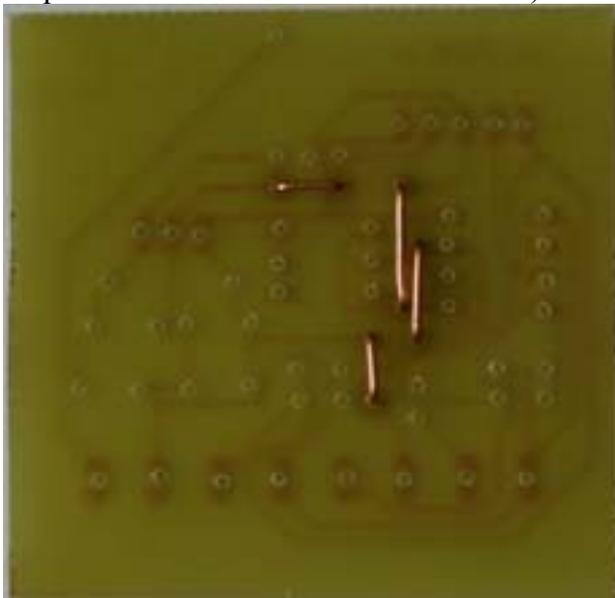
## Aufbau der Schaltung

Für alle, die selbst den Lötcolben schwingen wollen, ist dieser Abschnitt bestimmt. Hier wird schrittweise der Aufbau, ausgehend von der leeren Platine bis zur fertigen Schaltung, beschrieben.

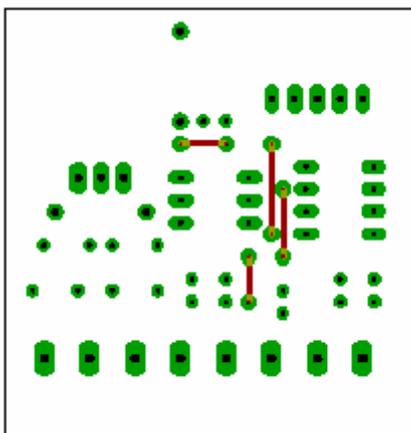
Zunächst wird die Leerplatine mit Hilfe einer Feile in die richtige (rechteckige) Form gebracht und sauber entgratet.

Nun muss die Platine zur Bestückung vorbereitet werden, indem die ca. 60 Bohrungen eingebracht werden. Hierzu wird ein Bohrer mit 0,8 mm Durchmesser verwendet.

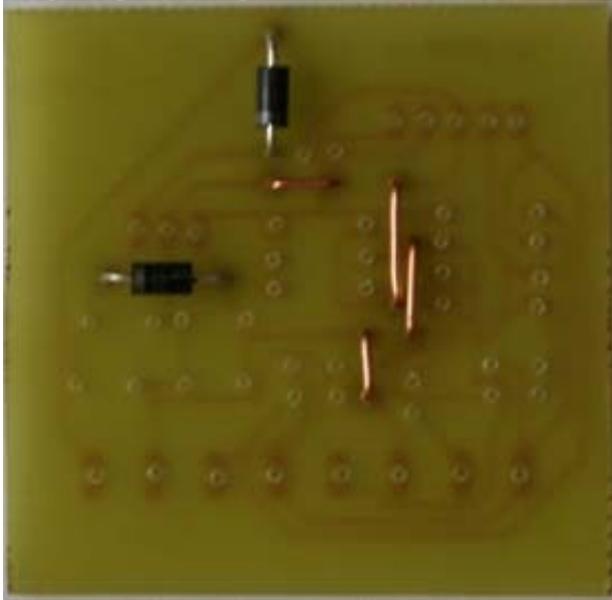
Nach diesem Schritt kann mit der Bestückung begonnen werden. Den Anfang machen vier Drahtbrücken, mit deren Hilfe das Schaltungslayout einseitig gehalten werden konnte. Die folgende Abbildung zeigt die Platine in der Aufsicht auf die Bestückungsseite (die Kupferbahnen sind auf der anderen Seite).



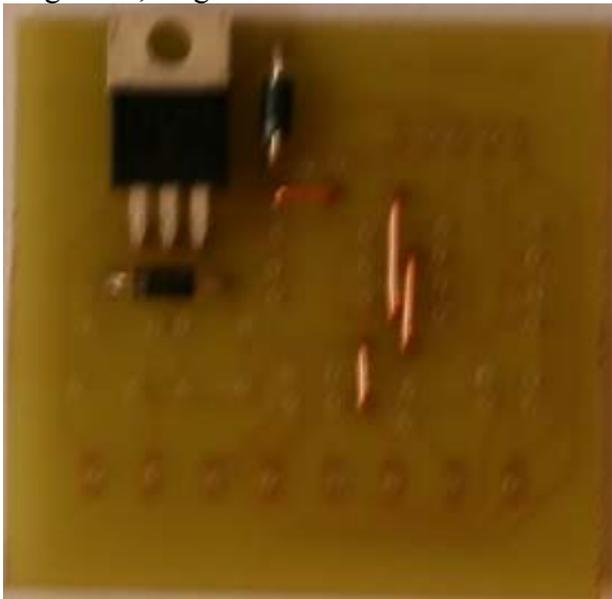
Die vier roten Striche kennzeichnen die vier Drahtbrücken, die gleich nach ihrer Bestückung verlötet werden.



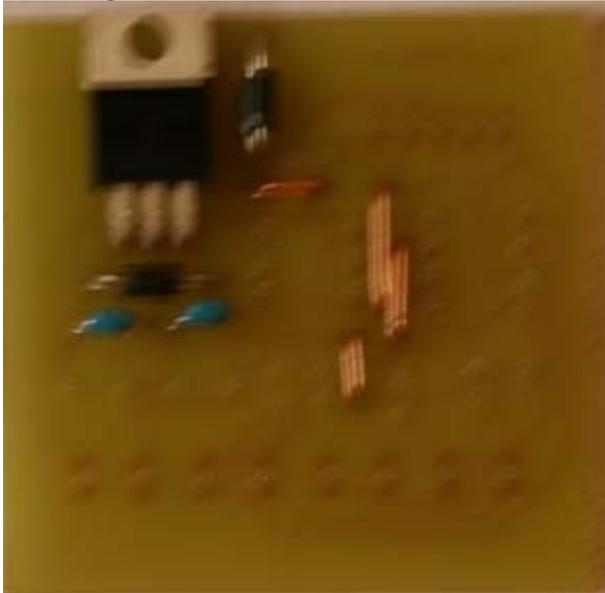
Als nächstes folgen die beiden Dioden D1 und D2. Hier ist unbedingt die im Bestückungsplan aufgezeigte Polung zu beachten, sonst funktioniert hinterher gar nichts.



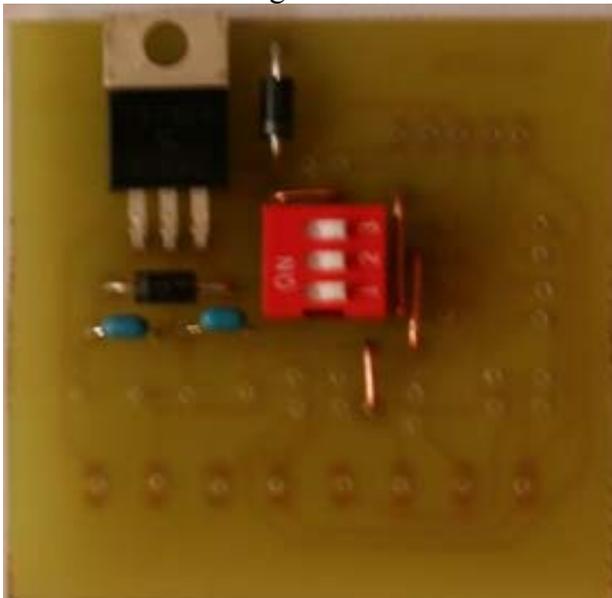
Nach den Dioden wird der Spannungsregler IC2, wie auf dem folgenden Foto (unscharf) dargestellt, eingelötet.



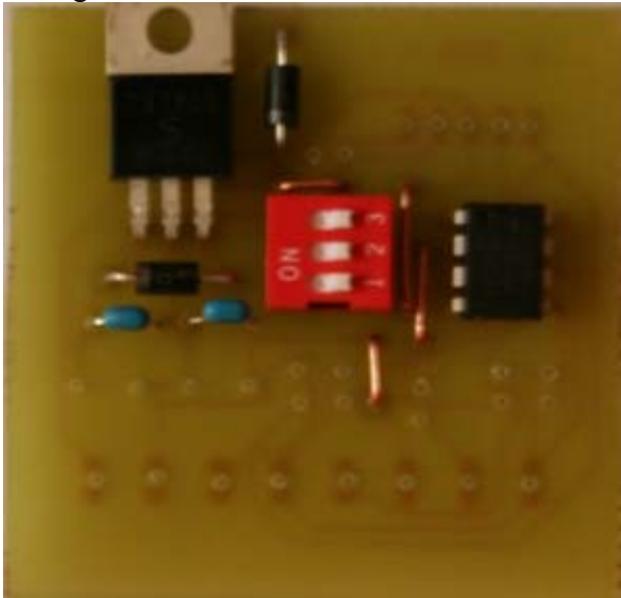
Nun folgen die kleinen blauen Keramikkondensatoren C2 und C3.



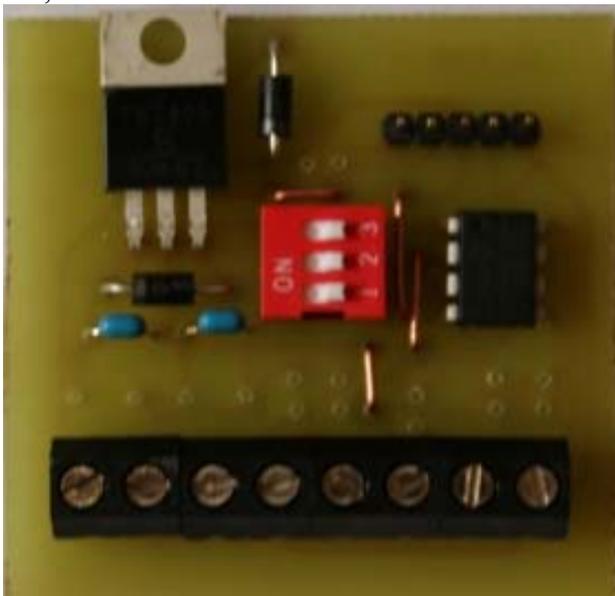
Als nächstes Teil folgt der DIP-Schalter SW1.



Der Mikrocontroller IC1 ist als nächstes Bauteil an der Reihe. Beim Bestücken unbedingt die Ausrichtung des Pin 1 beachten. Dieser ist mit einer runden Markierung gekennzeichnet, die in Richtung des roten DIP-Schalters ausgerichtet wird. Optional kann der Microcontroller auch gesockelt werden.

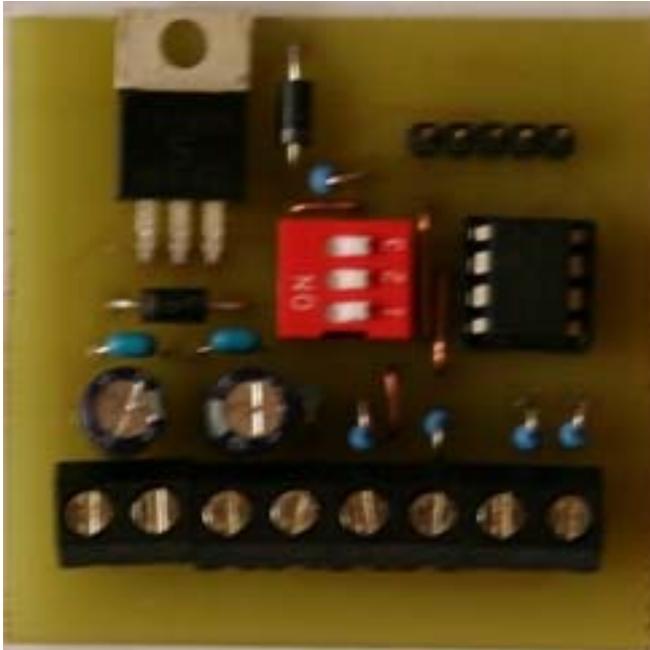


Dann folgen die hohen Bauteile in Form der Stiftleiste SV1 sowie der Schraubklemmen X1, X2, X3 und X4.



Nun folgen die beiden Elektrolytkondensatoren C1 und C4. Sie werden so ausgerichtet, dass sich die beiden Minuspole gegenüberliegen.

Die Widerstände R1 bis R6 folgen als letzte Bauteile. Der Widerstand R1 wird durch die Farbe der anzuschließenden LED bestimmt.



Nach einer abschließenden Sichtkontrolle aller Lötstellen wird die Lötseite der Platine gereinigt und mit einem Schutzlack überzogen. Nach dem Trocknen des Schutzlackes kann mit der ersten Inbetriebnahme und dem Test der Schaltung begonnen werden.

# Inbetriebnahme, Test und Einstellung der Schaltung

Alle DIP-Schalter werden in die Stellung OFF gebracht.

An der Schraubklemme X1 wird nun eine Gleichspannung zwischen 6 V und 16 V angelegt. Wenn sich keine Rauchwölkchen zeigen, ist das gröbste schon einmal überstanden. Falls kein Labornetzgerät zur Verfügung steht, kann auch eine Autobatterie o.ä. missbraucht werden.

Nun wird mit einem Multimeter geprüft, ob die Spannungsregelung ordnungsgemäß arbeitet. Hierzu wird vom rechten Pin des IC2 gegen Masse geprüft. Das Messgerät sollte eine Spannung von 5 V +/- 0,1 V anzeigen.

Nach diesem Schritt wird die Versorgungsspannung abgeschaltet und an der Schraubklemme X2 wird die LED angeschlossen. Hierbei unbedingt auf die Polarität der LED achten!

An der Schraubklemme X4 wird der Miniatursummer angeschlossen. Auch bei diesem Bauteil sollte auf die Polarität geachtet werden.

Jetzt wird die Versorgungsspannung wieder eingeschaltet und kann vollständig getestet werden.

Mit einer Drahtbrücke wird die Schraubklemme X3 kurzgeschlossen und damit der Kühlmittelsensor simuliert. Nach dem Abschluß des jeweiligen Testpunktes wird die Kurzschlussbrücke an X3 wieder geöffnet.

Nach einer Zeit von etwa 4 Sekunden sollten gleichzeitig die LED aufleuchten und der Summer losplärren. Nach weiteren etwa 4 Sekunden verstummt der Summer. Nach nochmals 4 Sekunden plärrt er wieder los. Ist dies nicht der Fall, bei LED bzw. Summer die Polung überprüfen.

Nun können die DIP-Schalter Funktionen der Reihe nach durchgeprüft werden.

DIP-Schalter 1 wird auf Stellung ON gebracht. Wird nun X3 kurzgeschlossen, leuchtet nach ca. 4 Sekunden zunächst die LED auf. Nach weiteren ca. 4 Sekunden plärrt der Summer los. Nach weiteren 4 Sekunden verstummt der Summer wieder, während die LED weiterleuchtet. Weiter ca. 4 Sekunden später plärrt der Summer wieder los usw. Kurzschluß an X3 wieder lösen.

DIP-Schalter 1 wieder in Stellung OFF schieben und DIP-Schalter 2 auf Stellung ON. Wird nun X3 kurzgeschlossen, beginnt nach ca. 4 Sekunden die LED zu blinken. Der weitere zeitliche Ablauf ist identisch zum vorher beschriebenen.

DIP-Schalter 2 wieder in Stellung OFF schieben und DIP-Schalter 3 auf Stellung ON. Wird nun X3 kurzgeschlossen, beginnt nach ca. 8 Sekunden die LED zu leuchten und der Summer zu plärren. Der Ablauf ist identisch zu dem im vorletzten Testschritt beschriebenen, allerdings beträgt das Zeitintervall nicht jeweils ca. 4 Sekunden, sondern ca. 8 Sekunden. Kurzschluß an X3 wieder lösen.

Damit sind alle Funktionen der Schaltung getestet und sie kann gemäß folgender Tabelle an die individuellen Bedürfnisse angepasst werden.

DIP-Schalter	Funktion
1	optischer Voralarm ON Es wird zunächst ein optischer Voralarm ausgelöst OFF Es wird kein optischer Voralarm ausgelöst. LED und Summer werden zur Alarmsignalisierung gleichzeitig aktiviert
2	Blinken / Dauerleuchten der Alarm-LED ON Die aktivierte Alarm-LED blinkt OFF Die aktivierte Alarm-LED leuchtet kontinuierlich.
3	Kurze / Lange Periodendauer ON Die Periodendauer beträgt etwa 8 Sekunden OFF Die Periodendauer beträgt etwa 4 Sekunden

## Einbau der Schaltung in den Roadster

Bilder hierüber habe ich noch keine. Aber das kriegen wir zusammen doch hin? Oder?

Als Einbauort der Platine nebst Summer habe ich den Platz unter dem Aschenbecher gewählt. Zur Befestigung eignet sich doppelseitiges Klebeband o.ä. Hierbei ist unbedingt darauf zu achten, dass die Platine keinen Kontakt zu irgendwelchen metallischen Teilen bekommt, die ggf. einen Kurzschluß hervorrufen können. Ein kurzes Stück eines alten Fahrradschlauches tut hier gute Dienste und kommt deutlich preisgünstiger als Schrumpfschlauch oder ein Gehäuse.

Für die LED bietet sich ein Plätzchen im Sichtfeld des Fahrers an. Also Armaturenbrett oder für ganz Mutige im Kombiinstrument. Über ein zweiadriges Litzenkabel wird die LED an der Schraubklemme X2 unter Beachtung der Polarität angeschlossen. Auch hier gilt zur Vermeidung von Kurzschlüssen, die Anschlüsse der LED mit Schrumpfschlauch o.ä. zu isolieren. Die LED kann auch ohne weitere Maßnahmen einfach weggelassen werden.

Der Summer wird an der Schraubklemme X4 unter Beachtung der Polarität angeschlossen. Er wird am Besten mit der Platine im Fahrradschlauch / Schrumpfschlauch untergebracht. Auf keinen Fall sollte er lose herumliegen, denn sonst verflüchtigt er sich innerhalb kurzer Zeit. Der Summer kann auch ohne weitere Maßnahmen weggelassen werden.

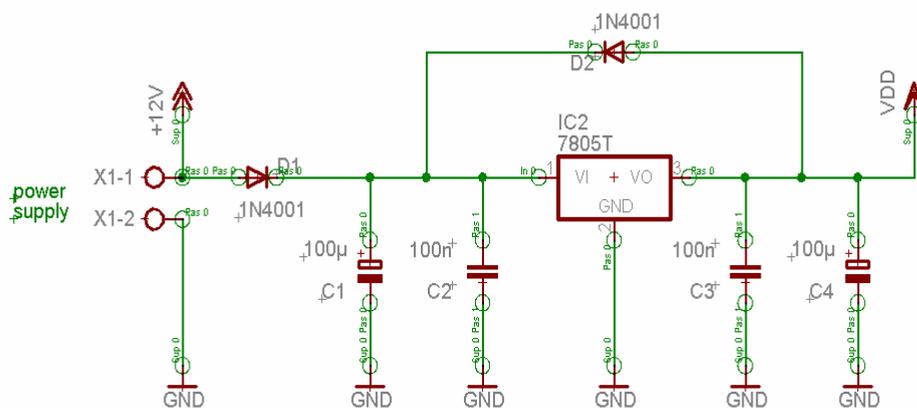
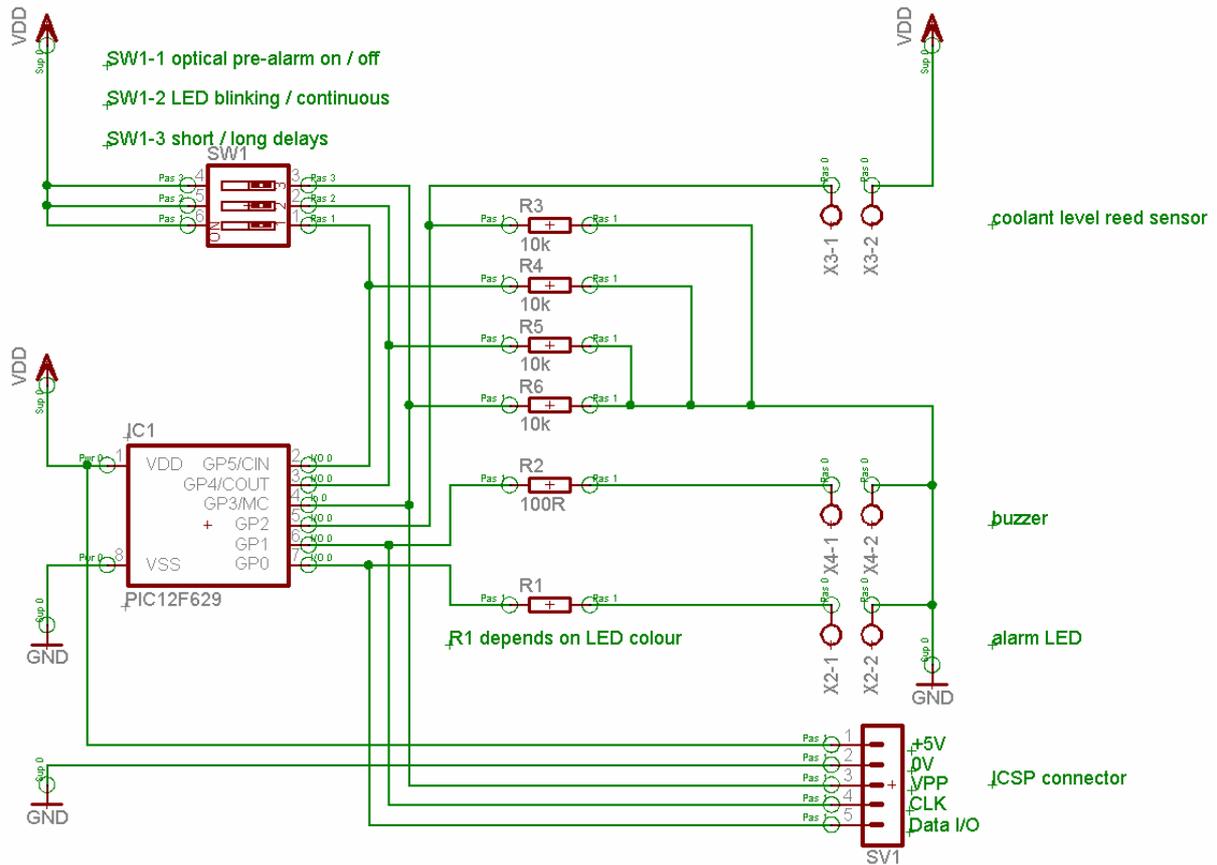
Der Anschluß des Kühlmittelsensors erfolgt über ein zweiadriges Litzenkabel an der Schraubklemme X3. Vom Kühlmittelbehälter wird dieses Kabel in den Passagiererraum geführt und unter dem Teppich auf beliebigem, aber kürzestmöglichem Weg, verlegt.

Die Versorgungsspannung (+) wird, wie von Dieter Könnecke vorgeschlagen, am braun-rosafarbenen Kabel des ECU mit Hilfe eines Abzweig-Quetschverbinders abgegriffen. Der Minus-Pol wird auf einen Massepunkt am Chassis geführt, z.B. mit einem weiteren Abzweig-Quetschverbinder an den Masseanschluß des Zigarettenanzünders.

# Schaltplan

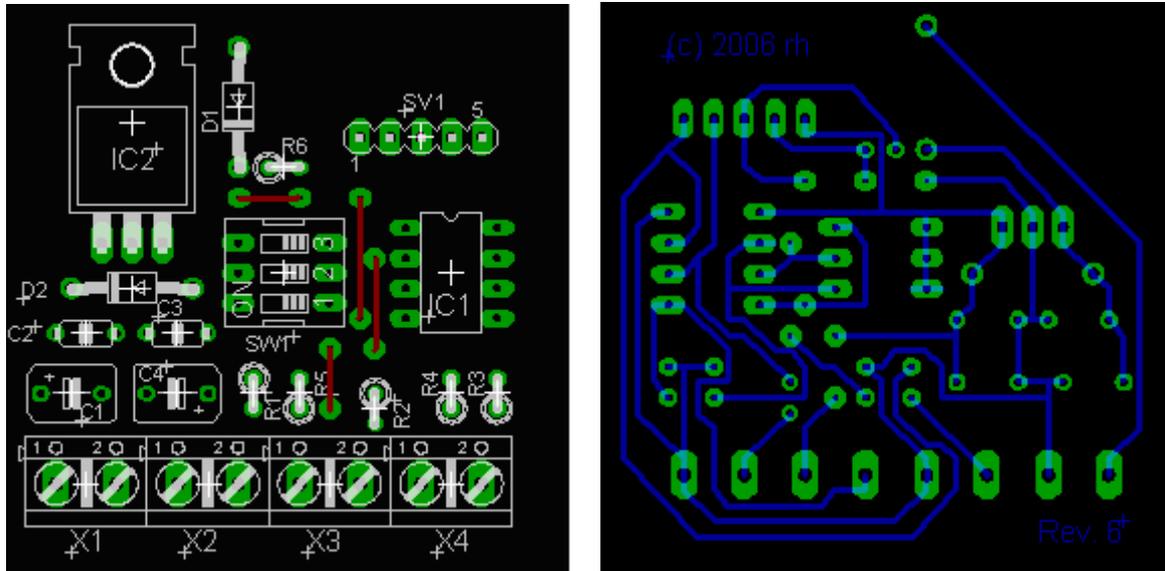
Die Schaltung wurde mit der Layoutsoftware Eagle der Firma CadSoft erstellt. Für Hobby-Anwender stellt CadSoft auf Ihrer WEB-Seite eine kostenlose Version mit einigen Einschränkungen zum Download zur Verfügung.

Nachfolgend sind die zwei Teile des Schaltplanes dargestellt. Der erste Teil umfasst die eigentliche Microcontroller-Schaltung, der zweite Teil die Spannungsversorgung.



## Schaltungslayout

Das linke Bild stellt den Bestückungsplan dar, das rechte Bild zeigt die Lötseite der Platine.



Um eine einfache Möglichkeit des Nachbaus zu gewährleisten, wurde das Platinenlayout einseitig gehalten. Hieraus resultieren auch die vier Drahtbrücken, die aber schaltungstechnisch kein Problem darstellen.

Auf Anfrage stelle ich die Eagle-Daten gerne zur Verfügung.

Die fünfpolige Stiftleiste führt ein ICSP Interface heraus, das ein Software-Update des Mikrocontrollers in eingebautem Zustand erlaubt.

## Software

Die Software des PIC 12F629 wurde in C programmiert.

Als Entwicklungsumgebung kam die kostenlos verfügbare HI-TIDE von Hi-Tech Software zum Einsatz. Deren integrierter PICC-Lite Compiler stellt die optimale Basis für eine schnelle Codierung des Steuerungsprogramms dar.

Die nachfolgend beschriebene Struktur des Programms ist einfach gehalten.

Zunächst erfolgt nach Anlegen der Versorgungsspannung eine Initialisierung der Betriebsparameter des Mikrocontrollers (Taktversorgung, I/O Konfiguration usw.).

Nach der Initialisierung tritt das Programm in eine Endlosschleife ein. In dieser Endlosschleife wird permanent eine Schrittkette mit fünf Zuständen abgearbeitet.

Je nach Einstellung des DIP-Schalters 3 beträgt die Zykluszeit ca. 125 ms oder ca. 250 ms.

Im ersten Schritt erfolgt lediglich eine Aktivierung der beiden Alarmausgänge zur Funktionskontrolle. Beim Einschalten der Zündung leuchtet die LED auf und der Summer piepst. Die Dauer dieses Selbsttests sind 8 Zyklen.

Der zweite Schritt stellt eine Warteschleife dar. Hier wird bei aktivem Kühlmittelsensor noch 8 Zyklen abgewartet, bis eine optische Voralarmsignalisierung erfolgt.

Die optische Voralarmsignalisierung erfolgt im dritten Schritt. Die LED leuchtet für die Dauer von 16 Zyklen, falls die Voralarmsignalisierung per DIP-Schalter 1 aktiviert wurde. Die Stellung von DIP-Schalter 2 entscheidet, ob die LED blinkt oder kontinuierlich leuchtet.

Im vierten Schritt erfolgt die Hauptalarmsignalisierung. LED und Summer sind für 16 Zyklen gleichzeitig aktiv. Die Stellung von DIP-Schalter 2 entscheidet, ob die LED blinkt oder kontinuierlich leuchtet.

Im fünften Schritt wird der Summer für 16 Zyklen deaktiviert. Danach wird zum vierten Schritt zurückgekehrt.

Für die Schritte drei bis fünf gilt, dass die Programmausführung zum zweiten Schritt zurückkehrt, sobald der Kühlmittelsensor inaktiv wird.

Die vorliegende Implementierung ist nicht durch Code-Fuses gegen Auslesen des programmierten Chips geschützt.

Auf Anfrage stelle ich die Binärdatei zur direkten Chipprogrammierung als auch den Quellcode zur Verfügung.

## Technische Daten

Abmessungen der Fertigplatine	ca. 50 * 48 * 12 mm (B * T * H)
Versorgungsspannung	typisch 12 V =
Eingangsspannungsbereich	6 V = bis 18 V =
Stromaufnahme	7 mA bei 14 V = im Standby
Opt. Alarmausgang	40 mA bei 14 V = und aktivierten Alarmausgängen zum Anschluß einer LED, je nach Farbe muß der Vorwiderstand R1 angepaßt werden.
Akust. Alarmausgang	zum Anschluß eines Miniatursummers mit einem Spannungsbereich von 4 – 8 V =
Melde-Eingang	zum Anschluß eines Schließkontaktes (Reed-Kontakt)

## Rechtliche Hinweise

Die im vorliegenden Dokument beschriebene Schaltung und Steuerungssoftware wurde nach bestem Wissen und Gewissen entwickelt und getestet. Weder die Schaltung noch die Software unterliegen irgendwelchen Rechten Dritter.

Schaltung und Software können frei verwendet werden, sofern meine Urheberrechte gewahrt bleiben und ich über die weitergehende Verwendung in Kenntnis gesetzt werde.

Der Einsatz der Schaltung erfolgt jeweils auf eigene Gefahr. Für Schäden, die aus dem sachgemäßen oder unsachgemäßen Einsatz der originalen oder modifizierten Schaltung und Software resultieren, kann ich nicht haftbar gemacht werden.

## Quellen

### Dieter Könnecke

Kühlmittelsensor

[http://www.mgfcars.de/coolant\\_sensor\\_change/index.html](http://www.mgfcars.de/coolant_sensor_change/index.html)

### Eagle

Layout Software für Platinen

Hersteller CAD-Soft

<http://www.cadsoft.de>

### HI-TIDE

Integrierte Entwicklungsumgebung für PIC Microcontroller unter C

Hersteller Hi-Tech Software,

<http://www.htsoft.com>

### Microchip

Hersteller der Microcontroller

<http://www.microchip.com>

### Reichelt

Günstiger Bauteilelieferant

<http://www.reichelt.de>

### Roland Heider

Urheber dieser Schaltung

Kontakt [rheider.igb@t-online.de](mailto:rheider.igb@t-online.de)