



## 2-Kanal-Temperaturanzeige und Lüftersteuerung für PCs Teil 1

**Wenn der PC beim Schreiben eines langen Textes unvermittelt abstürzt, der CD-Brenner ohne erkennbaren Grund den Schreibvorgang abbricht oder sonstige nicht reproduzierbare Fehler auftreten, verdächtigt man häufig voreilig die Software als Verursacher. Aber nicht immer liegt hier die Ursache, denn auch das Überhitzen eines kritischen Bauteils kann zu solchen Problemen führen.**

**Die PC-Temperaturanzeige in Form eines praktischen 3,5"-Einschubs bietet die Möglichkeit, sich über die Temperaturen an zwei verschiedenen Messpunkten im PC Klarheit zu verschaffen und in kritischen Situationen einen Lüfter ansteuern bzw. einen Alarm auslösen zu lassen.**

### Heiße Kiste

Computerkomponenten werden zunehmend schneller und zugleich kompakter. Die hohen Taktfrequenzen verursachen Schaltverluste, die zur Erwärmung der Bauteile führen. Übersteigt die Chiptem-

peratur einen kritischen Grenzwert, können Fehlfunktionen oder sogar irreversible Beschädigungen die Folge sein. Nur Prozessoren der neuesten Generation bieten die Möglichkeit, ihre Chiptemperatur direkt im BIOS abfragen zu können und den Prozessorlüfter entsprechend zu steuern. Bei Erreichen kritischer Temperaturen

(auch etwa durch Ausfall des Prozessorlüfters) erfolgt bei manchen Geräten auch ein akustischer Alarm und eine schrittweise Einschränkung der Systemleistung. In älteren Geräten jedoch finden sich noch häufig unregelmäßige Lüfter ohne Ausfallalarm.

Auch moderne Festplatten entwickeln enorme Wärmemengen, die gezielt abge-

### Technische Daten: PC-Temperaturanzeige

Bereich: ..... 0 °C bis 100 °C  
Auflösung: ..... 0,1 K  
Einheit: ..... °C oder °F  
Anzahl der Messkanäle: ..... 2  
Länge der Sensorleitungen: ..... 70 cm  
Lüfteransteuerung: ..... 2 Ausg. 12 V,  
max. je 300 mA  
Versorgung (aus dem PC-Netzteil):  
5 V/150 mA, 12 V/max. 600 mA  
Abmessungen: .... 101,5 x 25 x 144 mm  
(3,5"-Schacht)

führt werden müssen, soll die Platte nicht den vorzeitigen Hitzetod sterben. Im Normalfall und bei günstigen Einbaubedingungen sorgt die normale Konvektion durch Prozessor- und Netzteil Lüfter für einen Luftstrom im Gehäuse, der auch die Abwärme von Festplatte, CD-Brenner und anderen sich im Betrieb stark erwärmenden Komponenten abführt. In manchen Fällen, erst recht bei stark „zugebauten“ Systemen, ist es jedoch notwendig, diese Komponenten forciert, sprich, mit einem eigenen Lüfter, zu kühlen.

Der Dauereinsatz eines oder mehrerer Lüfter führt jedoch zu einem weiteren Problem. Neben Festplatte und CD-ROM-/DVD-Laufwerk sind die ständig auf höchster Drehzahl laufenden Lüfter, insbesondere der Netzteil Lüfter, eine lästige Lärmquelle. Dabei ist es in unseren Breiten, erst recht in vielleicht klimatisierten Räumen, keinesfalls notwendig, den Lüfter ständig mit voller Drehzahl laufen zu lassen. In zahlreichen neueren Geräten sind darum im Prozessor- und Netzteilbereich bereits temperaturgeregelte Lüfter installiert, die bei normalen Umgebungsbedingungen nur langsam oder gar nicht laufen und erst ihre volle Wirkung entfalten, wenn sich die Belastung des Gesamtsystems erhöht oder durch langen Betrieb bzw. wärmere Umgebung erhöhte Temperaturen im Geräteinneren entstehen. Für den findigen Selbstbauer gibt es auch zahlreiche Nachrüstlösungen für solche Temperaturregelungen, auch bei ELV.

Alle diese Regelungen versagen jedoch, wenn der Lüfter unbemerkt ausfällt - ein gar nicht so seltenes und zudem teuer werdendes Ereignis, das meist Daten- oder Hardwareverluste nach sich zieht.

Während des Betriebes lassen sich die thermischen Vorgänge innerhalb des PC-Gehäuses standardmäßig nicht oder nur eingeschränkt, wie bereits diskutiert, überwachen. Die hier vorgestellte Schaltung ermöglicht es, an zwei verschiedenen Stellen des Rechners die Temperatur zu erfassen und anzuzeigen. Sie ist so kompakt aufgebaut, dass sie in einem freien 3,5"-Einschub Platz findet. Über einen handels-

üblichen Einschubadapter ist auch eine Platzierung in einem noch öfter vorzufindenden freien 5,25"-Einschub möglich, etwa, wenn der Einbauplatz hinter der freien 3,5"-Blende bereits mit einer Festplatte belegt ist.

Dieser günstige Einbauort in Verbindung mit den großen 7-Segment-Anzeigen gewährleistet, dass man die gewünschte Temperatur jederzeit problemlos ablesen kann.

Für jeden der beiden Messkanäle besteht die Möglichkeit, einen zusätzlichen Lüfter zur Verbesserung der Kühlung anzuschließen (etwa für die Festplatte) bzw. einen vorhandenen, unregelmäßig 12-Volt-Lüfter geregelt zu betreiben.

Beim Überschreiten einer einstellbaren Maximaltemperatur wird ein akustisches Alarmsignal ausgelöst und der Benutzer so auf den kritischen Betriebszustand hingewiesen. Schäden durch einen ausgefallenen Lüfter oder bei zu hoher Raumtemperatur im Sommer können dann vermieden werden, indem der Rechner rechtzeitig definiert heruntergefahren und ausgeschaltet wird.

Da die Lüftersteuerung unabhängig von einem Betriebssystem und einer Hardwareplattform arbeitet, sind so auch die oft nicht gerade leise arbeitenden, insbesondere älteren Apple Macintosh-Rechner zu beruhigen. Es werden lediglich +5 V und +12 V als Betriebsspannung benötigt, die auch die Netzteile dieser Rechner zur Verfügung stellen.

### Bedienung

Die Bedienung des Moduls erfolgt über drei Taster in der Frontplatte. Die „Prog“-Taste wird ausschließlich zur Programmierung während der Inbetriebnahme und für eventuelle spätere Änderungen der Einstellungen benötigt.

Die „T1“- und „T2“-Tasten rechts neben der Anzeige dienen zum Umschalten zwischen den beiden Messkanälen (T 1 und T 2). Hält man eine dieser Tasten gedrückt, so erfolgt die prozentuale Anzeige der Drehzahl des zugehörigen Lüfters. Je eine LED neben den Tastern signalisiert, welcher der beiden Messkanäle aktuell angezeigt wird. Eine Lüfterregelung und Alarmkontrolle erfolgt selbstverständlich permanent auch auf dem nicht angezeigten Kanal.

Tritt ein Fehler auf, so hat dies einen unüberhörbaren Alarmton zur Folge und im Wechsel mit dem aktuellen Anzeigewert wird eine Fehlermeldung dargestellt. Mögliche Fehlertexte und ihre Bedeutung sind hierbei:

- Err1: Temperatur 1 über dem Übertemperaturwert 1

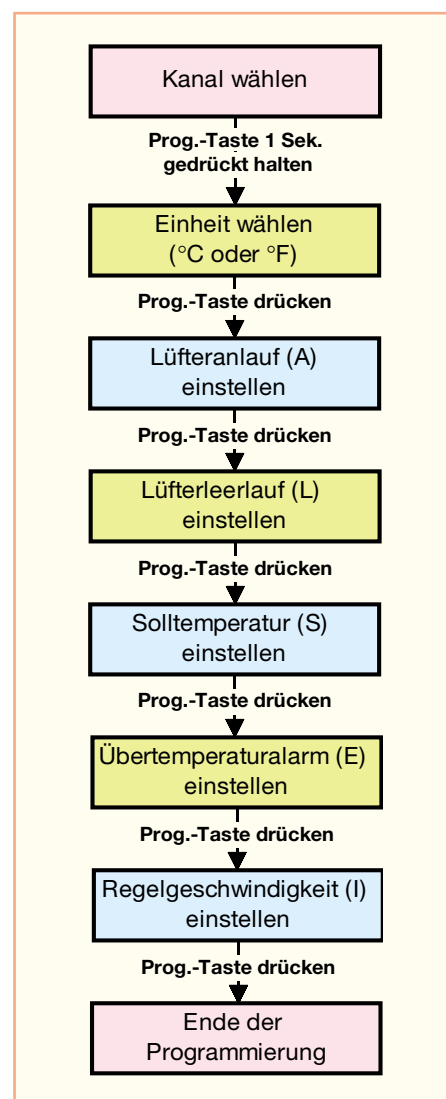


Bild 1: Ablauf der Programmierung

- Err2: Temperatur 2 über dem Übertemperaturwert 2
- Err3: Sensor 1 defekt
- Err4: Sensor 2 defekt
- Err5: 12-V-(Lüfter-)Versorgungsspannung nicht vorhanden

### Programmierung

Bei der ersten Inbetriebnahme lädt der Steuerprozessor der PC-Lüftersteuerung automatisch werksseitig eingestellte Werte für die verschiedenen Parameter. Da das Optimum dieser Werte jedoch stark vom Einbauort der Sensoren, dem zu überwachenden Bauteil und den Eigenschaften der Lüfter abhängt, sind entsprechende Einstellungen vorzunehmen. Abbildung 1 zeigt übersichtlich den Ablauf der Programmierung. Hierbei ist zunächst der Messkanal zu wählen, den man programmieren möchte. Zu beachten ist, dass während der Programmierung keine Übertemperaturüberwachung und auch keine Lüfterregelung

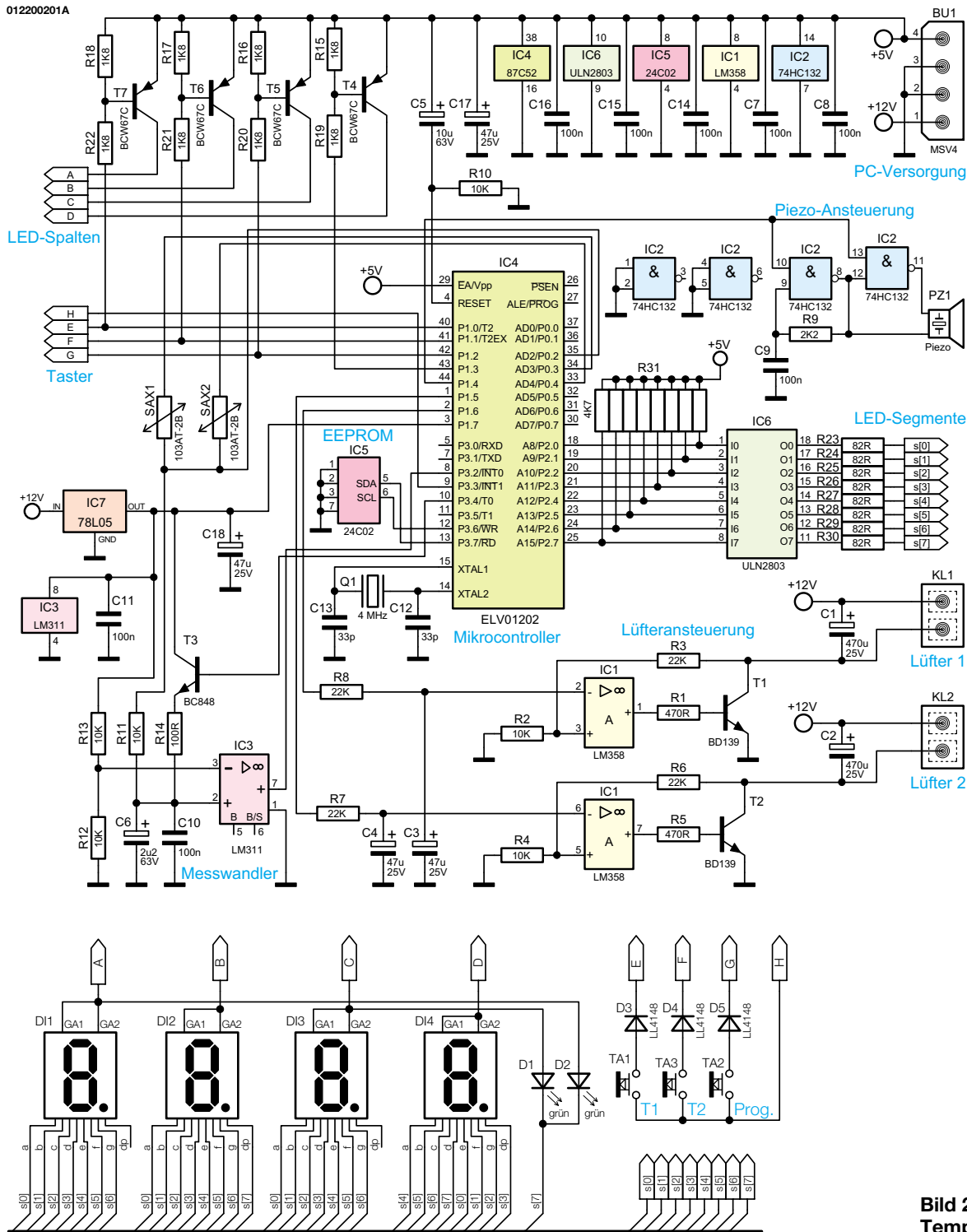


Bild 2: Schaltbild der PC-Temperaturanzeige

erfolgt. Der Lüfter des gerade nicht programmierten Kanals läuft deshalb vorläufig auf Maximaldrehzahl. Wenn 30 Sekunden lang keine Tastenbetätigung erfolgt, kehrt die PC-Temperaturanzeige automatisch aus dem Programmiermodus zurück in den normalen Betriebsmodus.

Die „Prog.“-Taste ist nach Auswahl des Messkanals für ca. 1 Sekunde gedrückt zu halten, bis „000“ in der Anzeige erscheint.

Ist so der Programmiermodus aktiviert, kann man als Erstes die Einheit für die Temperaturanzeige festlegen. Mit der Tas-

te „T 1 (+)“ wird als Einheit Grad-Celsius gewählt, mit der Taste „T 2 (-)“ Grad-Fahrenheit. Diese Einstellung ist für beide Messkanäle gültig, da eine Anzeige in unterschiedlichen Einheiten wenig sinnvoll erscheint. Durch Betätigen der Programmierertaste wird dieser Schritt abgeschlossen und es folgt die Einstellung des Lüfteranlaufpunktes, kenntlich gemacht durch ein „A“ (Anlauf) in der Einheitenanzeige. Dies ist erforderlich, da die Spannung, bei der der Lüfter anläuft, stark vom Lüfertyp abhängt. Ist am betreffenden Kanal ein

Lüfter angeschlossen, so beobachtet man ihn und vergrößert (Plus-Taste) bzw. verringert (Minus-Taste) den Ansteuerwert so lange, bis der Lüfter gerade noch sicher und ruckfrei dreht.

Nach erneuter Betätigung der Programmierertaste folgt im nächsten Schritt die Einstellung der Leerlaufdrehzahl des Lüfters, erkennbar durch ein „L“ in der Einheitenanzeige. Hierbei handelt es sich um die Drehzahl, mit der der Lüfter unterhalb der festgelegten Solltemperatur, d. h. bei „kaltem“ Gerät, läuft. Über die Plus- und Mi-

nus-Taste sind Werte zwischen 0 und 100% einstellbar. Wird eine der Tasten länger gedrückt, erfolgt hier, wie auch bei den anderen Programmierschritten, automatisch ein schnelleres Herauf- und Herabzählen der Werte. Die dabei eingestellte, relativ geringe Drehzahl hat übrigens einen fast lautlosen Lauf des Lüfters und eine fast geräuschfreie Luftbewegung zur Folge. Ist eine passende Drehzahl gewählt, wird die Programmier Taste gedrückt und in der Einheitenanzeige erscheint ein „S“. Nun ist die Solltemperatur einzustellen. Dies ist die Temperatur, ab der die Regelung einsetzt und durch automatisches Erhöhen der Lüfterdrehzahl einem weiteren Temperaturanstieg entgegenwirkt. Welche Einstellungen hier geeignet sind, hängt stark von den Umgebungsbedingungen und dem Einsatzfall ab. Befindet sich der Sensor im Abluftstrom, so kann ein Sollwert von 25 bis 30 °C zweckmäßig sein, wird der Sensor direkt auf dem Gehäuse des zu kühlenden Bauteils montiert, so sind auch höhere Werte entsprechend den Herstellervorschriften des Bauteils einstellbar, z. B. etwa 40 °C für das Gehäuse einer Festplatte oder gar 55 °C für einen Schaltkreis.

Der folgend beschriebene Übertemperatur-Parameter ist durch ein „E“ wie Error gekennzeichnet. Hier ist der Temperaturwert einzustellen, ab dem ein akustischer Übertemperaturalarm ausgelöst werden soll. Dieser ist so zu wählen, dass das Ansprechen rechtzeitig erfolgt, Fehlauflösungen im Normalbetrieb jedoch vermieden werden. So kann der Übertemperaturwert minimal 3 °C über der Solltemperatur liegen. Ein Sicherheitsabstand von 5 °C bis 10 °C ist bei entsprechend wirksamer Lüfterregelung geeignet. Auch hier sollte man dringend die Herstellervorschrift der beobachteten Komponente beachten.

Der letzte Parameter greift in die Regелеigenschaften der Lüfterregelung ein. Hier ist der integrierende Anteil („I“) einzustellen. Dies ist erforderlich, weil das thermische Verhalten verschiedener Regelstrecken (Wärmequelle und Lüfter) extrem unterschiedlich sein kann und so eine ausreichende Regelqualität und Stabilität mit festen Parametern nicht erreichbar ist. Je höher der I-Wert gewählt wird, desto langsamer wird das Ansprechverhalten. Ein hoher I-Anteil ist dann erforderlich, wenn die Erwärmung und das Abkühlen langsam verlaufen. Solche Bedingungen liegen z. B. dann vor, wenn ein großer Kühlkörper belüftet und die Temperatur der abströmenden Luft gemessen wird. Die große Wärmekapazität verhindert hier, dass eine Anhebung der Lüfterdrehzahl sofort einen Abkühlungseffekt zur Folge hat. Ganz andere Bedingungen liegen dagegen vor, wenn z. B. der Lüfter direkt über einem IC montiert ist, dessen Oberflächentempera-

tur gemessen wird. In diesem Fall führt ein Hochfahren der Lüfterdrehzahl unmittelbar zu einer Abkühlung. Für das erstgenannte Beispiel könnte ein I-Wert von 60 oder darüber gute Ergebnisse liefern, im zweiten Fall sind eher Werte im Bereich 30 und weniger erfolversprechend. Hier sollte man sich unter realen Bedingungen an das individuell optimale Regelverhalten „herantasten“.

Sind alle Parameter eingestellt, wird durch ein erneutes Drücken der Programmier Taste die Programmierung abgeschlossen und das Gerät kehrt in den normalen Betriebsmodus zurück.

Dieser Ablauf ist entsprechend für den anderen Kanal zu wiederholen.

Ist kein Lüfter angeschlossen und es sollen lediglich eine Temperaturüberwachung mit Übertemperaturalarm erfolgen, so entfallen die zugehörigen Programmierungen und es sind nur die Anzeigeneinheit und der Übertemperatur-Alarmwert festzulegen.

## Schaltung

Aufgrund der Verwendung eines Mikrocontrollers als zentrales Bauelement sind nur wenige weitere Komponenten zur Realisierung der Schaltung erforderlich. Das Schaltbild in Abbildung 2 zeigt im unteren Teil die auf der Frontplatte angeordneten Bedien- und Anzeigenelemente. Da bei der ersten und der dritten 7-Segment-Anzeige die Dezimalpunkte nicht benötigt werden, sind diese nicht angeschlossen und hier stattdessen die beiden Leuchtdioden eingefügt.

Die obere Hälfte des Schaltbildes zeigt alle weiteren Komponenten, die auf der Hauptplatine untergebracht sind. Das zentrale Element ist der Controller IC 4, eine OTP-Variante des bekannten 8052. Zum dauerhaften Ablegen der eingestellten Parameter ist über die I<sup>2</sup>C-Leitungen SDA und SCL ein EEPROM (IC 5) angeschlossen. Um die Anzeigen über möglichst wenige Portleitungen anschließen zu können, sind diese in einer Matrix angeordnet und es erfolgt Multiplexbetrieb. Dabei erfolgt die Ansteuerung der Spalten von Port 1 aus über die Transistoren T 4 bis T 7, während die zugehörigen Segmentinformationen von Port 2 über den Anzeigentreiber IC 6 ausgegeben werden.

Das zur Ansteuerung des Piezo-Signalgebers erforderliche Rechtecksignal wird nicht direkt vom Controller erzeugt. Zum einen würde dies zu Timing-Problemen mit anderen, zeitkritischen Programmteilen führen, zum anderen wären für eine ausreichende Amplitude bzw. Flankensteilheit ohnehin externe Treiberkomponenten erforderlich. Deshalb ist mit zwei NAND-Gattern (IC 2) und R 9, C 9 ein Oszillator

aufgebaut, der bei Ausgabe eines High-Signals an Port 1.4 mit ca. 4 kHz schwingt.

Die Erfassung der Temperatur erfolgt mit den Thermistoren SAX 1 und SAX 2.

Das Einlesen der Widerstandswerte der Sensoren und damit der Temperaturen geschieht über den Umweg der Messung der Entladezeit von C 6 und C 10. Hierzu werden die Kondensatoren zunächst durch Ansteuern von T 3 auf annähernd 5 V aufgeladen und anschließend über R 11 entladen, indem P 0.2 auf Masse gelegt wird. Unterschreitet die Spannung an Pin 2 vom Komparator IC 3 nun den durch den Spannungsteiler R 12, R 13 vorgegebenen Schwellenwert, so ändert der Komparator seinen Ausgangspegel und löst einen Interrupt im Controller aus, durch den ein intern mitlaufender Zähler gestoppt und so die benötigte Entladezeit ermittelt wird. Anschließend werden die Kondensatoren wieder über T 3 geladen und der Entladevorgang wiederholt sich. Dieses Mal erfolgt das Entladen jedoch nicht nur über R 11, sondern über eine Reihenschaltung von R 11 und einen der Temperatursensoren SAX 1 bzw. SAX 2, der über den Port P 0.3 bzw. P 0.4 auf Masse geschaltet wird. Hierdurch verlängert sich die Zeitdauer bis zum Erreichen der Schaltschwelle des Komparators. Über das Verhältnis der ermittelten Zählerstände lässt sich das Verhältnis der Widerstandswerte zueinander ermitteln. Da R 11 konstant und bekannt ist, kann so der Widerstandswert des Sensors bestimmt werden und damit über die im Speicher des Controllers hinterlegte Kennlinientabelle auch die Sensortemperatur.

Die Drehzahländerung der an den Klemmen KL 1 und KL 2 angeschlossenen 12-V-Lüfter erfolgt über eine Längsregelung. Der hierfür erforderliche analoge Vorgabewert wird vom Controller an Port 1.5 bzw. 1.6 als PWM-Signal ausgegeben und mit der R-C-Kombination R 7, C 4 bzw. R 8, C 3 geglättet. Der Operationsverstärker IC 1 A bzw. IC 1 B variiert die Ansteuerung des Endstufentransistors so, dass die Lüfterspannung dem Vorgabewert proportional folgt.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über BU 1 direkt aus dem PC-Netzteil. Da die Genauigkeit der Temperaturmessung stark von der Stabilität der Gleichspannung abhängt, mit der die Kondensatoren C 6/C 10 geladen werden, erfolgt für diesen Schaltungsteil eine separate Stabilisierung über den Festspannungsregler IC 7. Diese Spannung ist außerdem auf Port 1.7 geführt, sodass hierüber eine Überwachung der 12-V-Versorgungsspannung des PCs möglich ist.

Hiermit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen und wir wenden uns im zweiten Teil des Artikels dem Nachbau zu. **ELV**