

Im Lauf der Jahre sind die Computer der PC-Klasse nicht nur ständig leistungsfähiger, sondern auch leiser geworden. Stabilere Gehäuse, geräuschärmere, elektronisch gesteuerte Lüfter und die zusätzliche Verwendung von Dämpfungsmaterialien tragen dazu bei, daß die Konzentration auf die Schreibtischarbeit möglichst wenig durch computereigene Dauergeräusche gestört wird. Auch den PC-Veteranen kann man zu niedrigeren Geräuschpegeln verhelfen, wenn man wie hier beschrieben vorgeht. Sogar neue Modelle lassen sich oft auf die gleiche Weise noch etwas leiser trimmen.

Akustische Umweltentlastung

Dem PC das Flüstern beigebracht



Während die meisten PCs der heutigen Generation schon als "flüsterleise" eingestuft werden können, erinnern die Geräusche manches älteren Modells eher an den Lärm eines Staubsaugers oder einer elektrischen Kaffeemühle. Hauptverursacher dieser akustischen "Umweltverschmutzung" war zu früheren Zeiten eindeutig die Festplatte, dicht

gefolgt vom Lüfter des Schaltnetzteils. Diese beiden Komponenten sind auch heute noch die wesentlichen, wenn auch leiseren Quellen der Geräuschentwicklung. Eine singende Festplatte und ein schnaubender oder schleifender Lüfter sind allein natürlich noch kein Grund für die Neuanschaffung eines kompletten Systems. Wenn die

Maschine ihren Zweck nach wie vor klaglos erfüllt (statistisch gesehen ist der Haupteinsatzzweck von PCs das Schreiben von Briefen...), macht es Sinn, den Geräuschverursachern unmittelbar zu Leibe zu rücken. Dabei läßt sich mit verhältnismäßig einfachen Mitteln und Maßnahmen schon eine Menge erreichen. Der Bau einer kleinen und unkomplizierten elektronischen Schaltung gehört natürlich auch dazu; anderenfalls wäre dieser Elektor-PC-Plus-Beitrag nicht vollständig. Aber auch ohne Elektronik ist schon eine ganze Menge machbar.

Schalldämpfer

Schalldämmende und -absorbierende Materialien sind bestens geeignet, das Blechgehäuse von innen zu dämpfen. In der Elektor-Redaktion zeigten die Seitenwände einiger Tower-Gehäuse (sogar fabrikneue Geräte!) nach dem Einbau schneller CD-ROM-Laufwerke starke mechanische Schwingneigungen. Ursache sind die hohen Umdrehungszahlen moderner Laufwerke; sie liegen häufig im Resonanzbereich der Blechteile. Das stramme Anziehen der Befestigungsschrauben schafft erfahrungsgemäß nur selten Abhilfe. Ein probates Mittel ist dagegen das teilweise Auskleiden der Seitenwände mit selbstklebenden Bleibitumen-Platten. Dieses Material findet man im gut sortierten Autozubehörhandel, es ist aber auch bei Fachhändlern erhältlich,

die Artikel für den Lautsprecherboxen-Selbstbau anbieten. Hier wie dort wird es meistens unter den Bezeichnungen "Schalldämpfungsmatten" oder "Anti-Dröhn-Platten" verkauft. Jeweils ein quadratisches Stück von der Größe 10 x 10 cm, geklebt auf die Flächenmitte jeder Seitenwand (Bild 1), reicht normalerweise zur Unterdrückung der Schwingneigung aus. Mit der gleichen Methode verhindern übrigens auch viele Hersteller von Audio-CD-Spielern das Schwingen von Gehäuseteilen; in diesen Geräten findet man oft Dämpfungsmaterial im Gehäusedeckel vor.

Die Hauptlärmquelle älterer Computer, die Festplatte, läßt sich leider nicht so einfach auf niedrigere Geräuschpegel herabdrücken. Am einfachsten wäre es, wenn man ein betagtes Plattenlaufwerk gegen ein aktuelles Modell austauscht. Die Festplatten der heutigen Generation (mit Ausnahme der allerneusten Entwicklungen, die mit 10000 Umdrehungen pro Minute arbeiten) erzeugen nämlich nur Geräuschpegel in der Größenordnung von 40 dBA, und das ist wirklich ziemlich leise. Der Plattenaustausch ist sicher die eleganteste, aber gleichzeitig auch die teuerste Lösung, so daß zu überlegen ist, welche Alternativen sich bieten.

Ein Festplattenlaufwerk darf leider nicht einfach mit geräuschkämpfendem Material umkleidet werden, weil sich dann die Verlustwärme unzulässig im

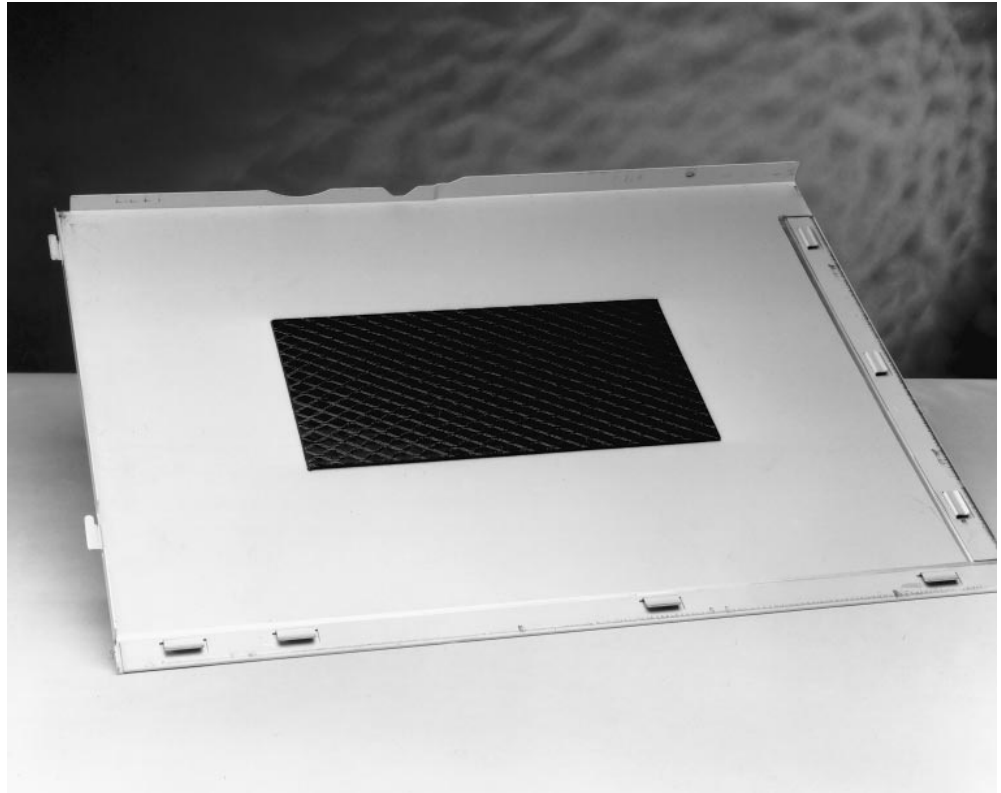
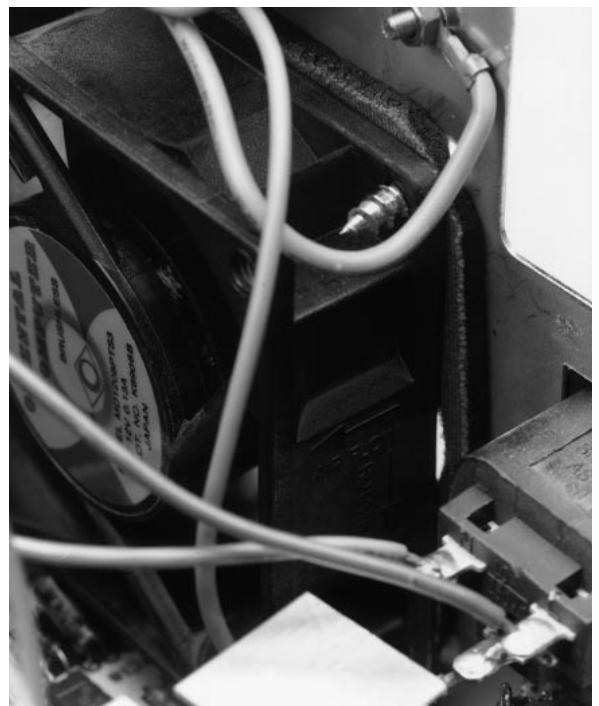
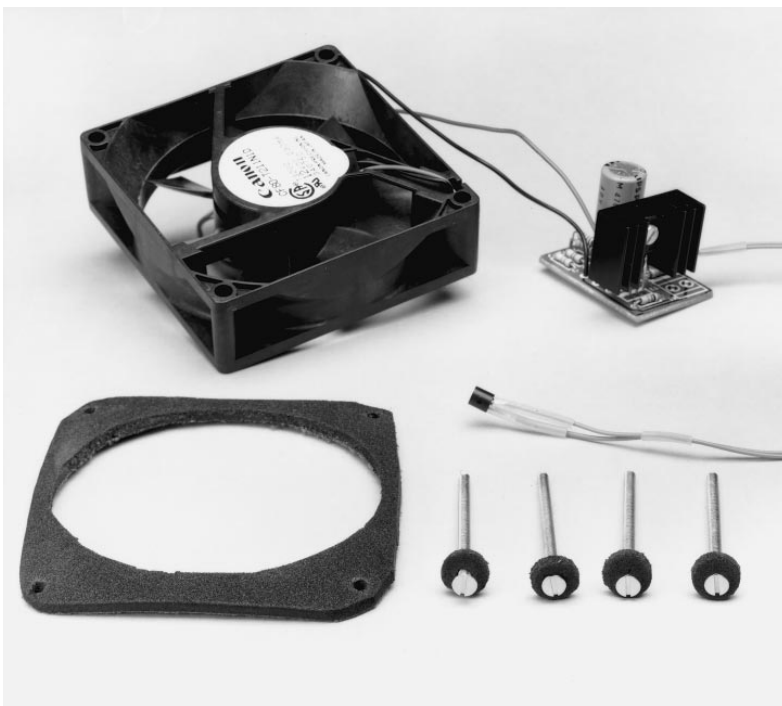


Bild 1. Das mechanische Schwingen der Gehäuseseitenwände oder anderer Gehäuseteile läßt sich durch Aufkleben von "Anti-Dröhn-Platten" weitgehend unterbinden.

Laufwerk staut. Bei einem modernen Plattenlaufwerk liegt die Verlustleistung bei 5 bis 10 W, während ältere Bauarten ein Vielfaches davon in Wärme umsetzen. Der kühlende Luftstrom darf

folglich weder unterbunden noch nennenswert behindert werden, wenn die Platte nicht vorzeitig den Hitzetod sterben soll. Eine Maßnahme, die noch übrig bleibt, ist die mechanische Ent-

Bild 2. Eine Dichtung aus weichem, dämpfendem Material zwischen Lüfter und Gehäuse mindert die Übertragung der Lüfterschwingungen auf die Blechteile.



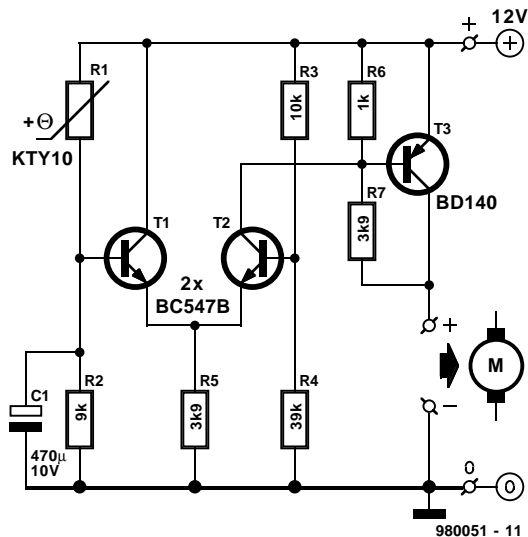


Bild 3. Die Schaltung der Lüftersteuerung ist nicht sehr aufwendig. Die Widerstände R2 und R7 müssen an den verwendeten Lüftertyp angepaßt werden.

Kopplung des Plattenlaufwerks von ihren Halterungen im Computergehäuse: Das Laufwerk erhält eine schwingungsdämpfende "Aufhängung", ähnlich wie früher die Chassis der besseren (mechanischen) Plattenspieler aufgehängt waren. Wie man's am besten macht, hängt von Fall zu Fall von den Gegebenheiten im Computergehäuse ab. In Big- und Midi-Towern ist normalerweise genügend Platz vorhanden, um das Plattenlaufwerk unterhalb der Einschubschächte über Gummipuffer und

-unterlegscheiben oder auch mit geeigneten Spiralfedern möglichst "weich" an den Gehäusestreben zu befestigen. Natürlich muß dabei sichergestellt sein, daß der kühlende Ventilator-Luftstrom weiterhin für ausreichende Wärmeabfuhr sorgen kann. Nach einer solchen Laufwerksmontage ist bei einem Gerätetransport erhöhte Vorsicht geboten, es sei denn, die Platte wird zuvor ausgebaut oder von einer "Transportsicherung" fest an ihrem Platz gehalten.

Auch vom Computerhandel werden inzwischen geräuschkämpfende Festplatten-Einbausätze angeboten, mit denen das Plattenlaufwerk mechanisch entkoppelt auf den Gehäuserahmen montiert werden kann. Solche Einbausätze sind leider noch nicht überall erhältlich; sie sind zwar etwas teurer als starre Verbindungselemente, dafür aber auch erstaunlich wirksam.

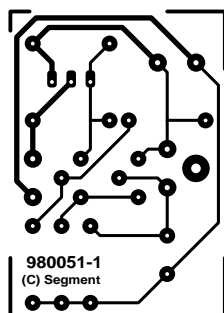
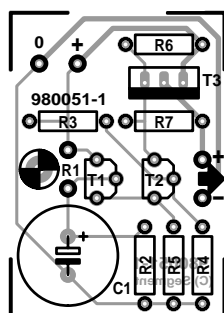


Bild 4. Für die Schaltung in Bild 3 wurde eine kleine Platine entworfen.

Stückliste

Widerstände:

- R1 = 1 × KTY10
- R2 = 1 × 9 k (2 × 18 k parallel)
- R3 = 1 × 10 k
- R4 = 1 × 39 k
- R5, R7 = 2 × 3k9
- R6 = 1 × 1 k

Kondensatoren:

- C1 = 1 × 470 µ/10 V

Halbleiter:

- T1, T2 = 2 × BC547B
- T3 = 1 × BD140

Ventilatoren

Normalerweise sind in einem PC ein oder zwei Lüfter eingebaut, von denen der eine in der Wand des Schaltnetzteils sitzt und der zweite (kleinere) unmittelbar auf dem Prozessor montiert ist. Prozessorlüfter trifft man nur bei Pentium- und schnellen 486er-Prozessoren an, die früheren Generationen kamen ohne eigene Lüfter aus. Die Lager der kleinen Prozessorlüfter schlagen häufig nach längerer oder auch kürzerer Betriebszeit aus, was sich durch verstärkte summende und brummende Geräusche bemerkbar macht. Dauerhafte Abhilfe schafft hier nur der Austausch des Lüfters einschließlich des Kühlkörpers gegen ein neues Exemplar. Wenn eine solche Kombination nicht mehr erhältlich ist, weil es sich z. B. um einen älteren 486er-

Prozessor handelt, kann man versuchen, den vorhandenen Lüfter vom Kühlkörper zu trennen und einen neuen Lüfter aufzuschrauben. Der neue Lüfter sollte ein kugelgelagertes Exemplar sein, was aber noch nicht unbedingt eine Garantie für eine höhere Laufzeit ist. Kugelgelagerte Lüfter sind jedoch robuster als die preiswerteren Ausführungen mit Gleitlagern.

Die Drehzahl des großen Lüfters, der an der Außenwand des Schaltnetzteils sitzt, wird bei Computern der heutigen Generation fast ausnahmslos temperaturabhängig gesteuert. Die Temperatur des austretenden Luftstroms wird von einem Sensor gemessen, und eine elektronische Auswerteschaltung paßt die Lüfterdrehzahl den Erfordernissen an. In älteren Computern läuft der Netzteil Lüfter meistens mit seiner (konstanten) Höchstdrehzahl. Die erste und einfachste Maßnahme, um dem Netzteil Lüfter zu mehr Laufzeit zu verhelfen, ist die mechanische Entkopplung vom Gehäuse. Der Lüfter wird herausgenommen und nach Zwischenlegen einer ringförmigen Scheibe aus weichem Dichtungsmaterial, Filz oder ähnlichem wieder in das Gehäuse eingesetzt (Bild 2). Ein Tip: In den Sanitärabteilungen der Baumärkte findet man Dichtungen für Abwasserrohre und Regenrinnen, von denen vielleicht die eine oder andere paßt oder, wenn notwendig, leicht angepaßt werden kann.

Lüftersteuerung

Eine elektronische Drehzahlsteuerung kann man natürlich auch nachrüsten. Am einfachsten ist der Austausch des vorhandenen Lüfters gegen eine Ausführung, bei der die temperaturabhängige Steuerung bereits integriert ist. Solche Lüfter werden unter anderem

vom Motorenhersteller Pabst angeboten; diese Lüfter laufen wirklich ausgesprochen "flüsterleise". Wer Kosten sparen will und den Griff zum LötKolben nicht scheut, behält den vorhandenen Lüfter bei und baut die elektronische Drehzahlsteuerung selbst. Das ist, wie nachfolgend gezeigt wird, nicht allzu schwierig.

Die Schaltung (Bild 3) steuert den Lüfter so, daß dessen Drehzahl zunimmt, wenn die Temperatur ansteigt. Gemessen wird die Temperatur im Luftstrom zwischen den mehr oder weniger großformatigen Kühlkörpern, auf die die Leistungshalbleiter des Netzteils montiert sind, denn hier entsteht die meiste Wärme. Wie das Bild zeigt, besteht die Schaltung aus nur drei Standard-Transistoren und wenigen passiven Bauelementen. Um die Schaltung anzuschließen, braucht lediglich die Leitung zwischen der 12-V-Stromversorgung und dem Lüfter aufgetrennt zu werden.

Die Transistoren T1 und T2 arbeiten als Differenzverstärker. Die Basis von T2 liegt über Spannungsteiler R3/R4 auf festem Potential, während der Spannungsteiler an der Basis von T1 aus dem temperaturabhängigen PTC (R1) und dem Widerstand R2 besteht. Mit steigender Temperatur steigt auch der Widerstand des PTC an, so daß die Basisspannung an T1 sinkt. Dabei verhindert Elko C1, daß sich die Basisspannung abrupt ändert, falls die Temperatur kurzzeitig schwankt. Außerdem sorgt der Elko dafür, daß unmittelbar nach dem Einschalten die volle Spannung am Lüfter liegt; dadurch läuft der Lüftermotor sofort sicher an. Der gemeinsame Emittierwiderstand von T1 und T2 bewirkt, daß der Transistor stärker leitet, dessen Basisspannung höher ist. Der Kollektor von T2 steuert über Treiber T3 die Lüfterspannung. Ein Temperaturanstieg hat das Absinken der Basisspannung an T1 zur Folge. Der Strom durch T2 nimmt zu, so daß auch T3 mehr leitet und der Lüfter eine höhere Betriebsspannung erhält; der Lüfter dreht nun schneller. Die Widerstände R6 und R7 an der Basis von T3 verhindern das Absinken der Lüfterspannung unter einen Wert von ca. 7 V. Damit wird sichergestellt, daß der Lüfter auch bei sehr niedrigen Umgebungstemperaturen nicht stehenbleibt.

Für die Schaltung in Bild 3 wurde eine kleine Platine entworfen, deren Layout Bild 4 zeigt. Da die Schaltung mit wenigen Bauelementen auskommt, kann sie auch leicht auf einem Stück einer Löt-punkttraster-Platine aufgebaut werden. Nach dem Schaltungsaufbau müssen zwei Widerstandswerte an den verwendeten Lüffertyp angepaßt werden.

Anpassung

Der Lüfter wird mit der Schaltung verbunden, und die Schaltung wird probeweise an ein externes Netzgerät mit

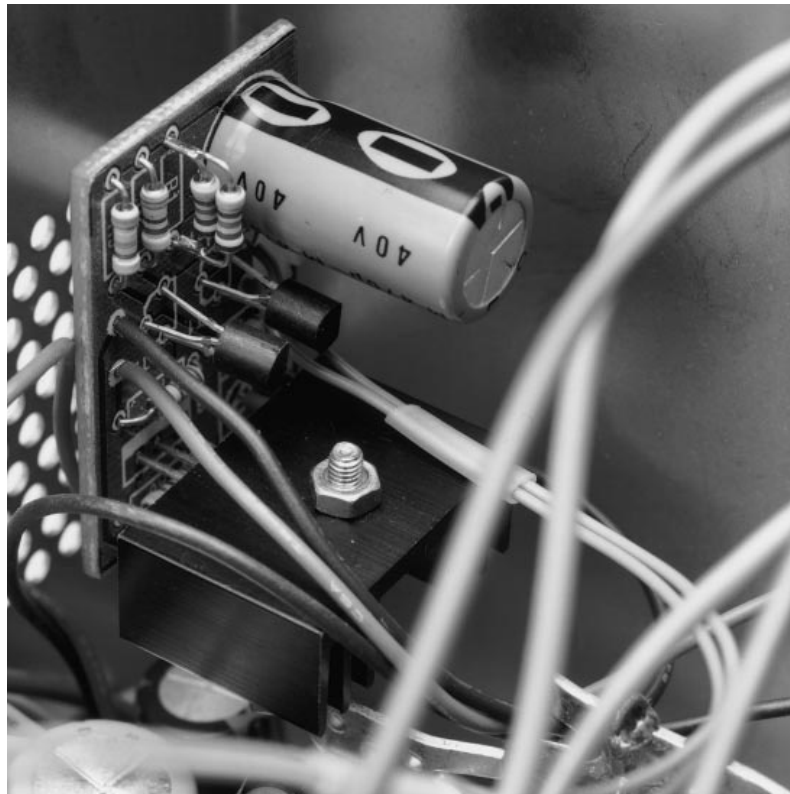
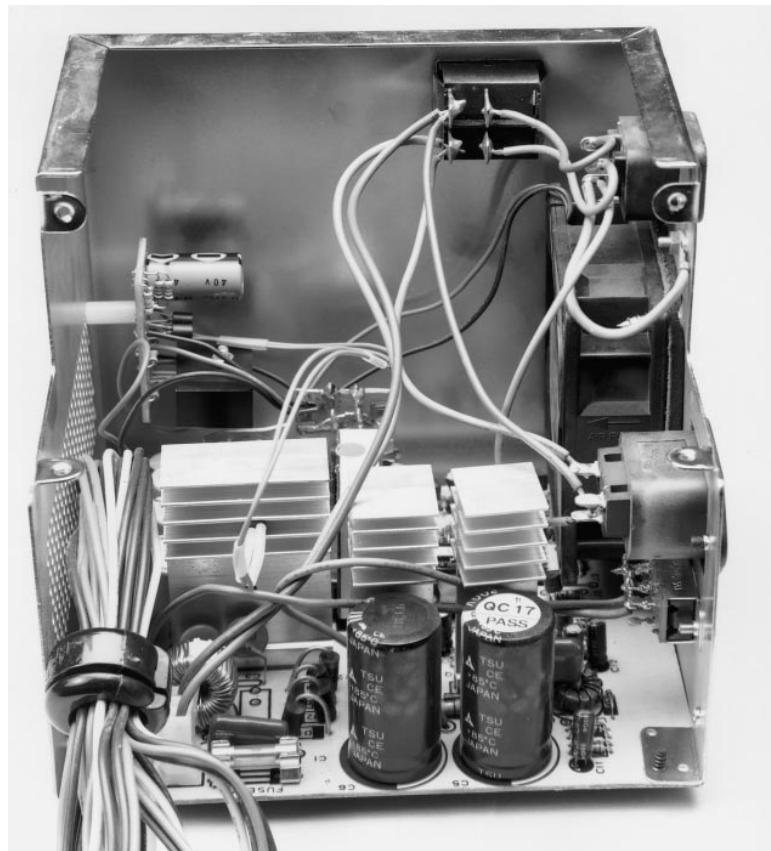


Bild 5. Beispiel für den Einbau in das Gehäuse eines Schaltnetzteils. Zwischen den Netzteilkomponenten und der Lüftersteuerung muß ausreichender Sicherheitsabstand eingehalten werden!



einer Ausgangsspannung von 12 V gelegt. Nach dem Einschalten muß der Lüfter sofort schnell anlaufen, um danach auf eine niedrigere Drehzahl zurückzufallen. Die reduzierte Drehzahl darf nicht so niedrig liegen, daß der Lüfter Gefahr läuft stehenzubleiben, sie muß aber auch möglichst weit von Höchstdrehzahl entfernt sein, damit der Regelbereich nicht unnötig eingeengt wird. Durch Ausprobieren unterschiedlicher Werte für R7 wird die Schaltung so angepaßt, daß diese Bedingungen erfüllt sind; der Temperatursensor bleibt dabei auf Zimmertemperatur. Der zweite Schritt ist die Anpassung von R2. Dieser Widerstand wird probeweise durch ein 25-k-Trimpoti ersetzt, der Sensor wird anschließend auf eine Temperatur von 35...40 C gebracht.

Dabei soll der Lüfter seine Geschwindigkeit so erhöhen, daß er fast seine Höchstdrehzahl (= Nenndrehzahl) erreicht. Mit dem Trimpoti läßt sich diese Drehzahl einstellen. Nach Ausbau des Trimpotis mißt man den eingestellten Widerstandswert und setzt einen entsprechenden festen Widerstand auf die Platine.

Einbau

Beim Einbau darf die elektrische Sicherheit auf keinen Fall außer acht gelassen werden, denn ein Computer-Schaltteil arbeitet mit zum Teil lebensgefährlichen Spannungen. Die Platine kann über Abstandhalter gegen eine der Seitenwände geschraubt werden, und zwar so, daß

der auf die Platine stehend montierte Sensor in den Luftstrom zwischen den Kühlkörpern hineinragt. Gegebenenfalls müssen die Sensoranschlüsse mit genügend starkem, isoliertem Schaltaht verlängert werden. Zu allen Metallteilen ist ausreichender Sicherheitsabstand einzuhalten; auch die Kühlkörper können hohe Spannungen gegen Masse führen! Der Lüfter wird mit dem Schaltungsausgang verbunden, und die Schaltung wird an die vorhandene 12-V-Zuführung gelegt. In Bild 5 wird gezeigt, wie das Montageproblem beim Musteraufbau gelöst wurde. Vor dem endgültigen Zusammenbau des Computers empfiehlt es sich, eine genaue Kontrolle aller Verbindungen vorzunehmen und einen kurzen Probeauflauf zu starten.

980051

Fortsetzung von der Seite X-11

Ob das immer so ganz gelingt, sei hier dahingestellt. Mit dem Emulator-Programm vMAC kann man den Apple Macintosh Plus auf dem PC nachempfinden. Um Näheres zu erfahren, schaut man im Internet bei: leb.net/vmac/main.html

nach. Für diesen Emulator wird ein Original-ROM-Image des Macintosh SE benötigt; auf die rechtliche Lage hinsichtlich der Urheberschaft wurde bereits an anderer Stelle in diesem Beitrag hingewiesen. Das gleiche gilt übrigens auch für einige andere hier erwähnte Emulatoren.

Spielcomputer

Die meisten bisher genannten Emula-

toren bilden Systeme auf dem PC ab, die schon etwas betagter sind. Der Eifer der Emulator-Programmierer beschränkt sich jedoch keineswegs auf Systeme aus vergangenen Zeiten. Im Internet sind auch Emulatoren für die neuesten Spielecomputer wie den Nintendo Gameboy, die Sony Playstation, den Super Nintendo und viele andere mehr versammelt. Außer den Emulatoren werden auch die dazugehörigen Spiele angeboten, was jedoch hart am Rand der Legalität liegen dürfte. Die Anbieter setzen (offiziell) voraus, daß das betreffende Spiel rechtmäßig erworben wurde, denn dann darf man im Prinzip auch eine Kopie auf dem PC laufen lassen... Eine Internet-Site, bei der Emulatoren und Spiele für fast alle Systeme zu finden sind (und die schon

mehrfach genannt wurde), ist Dave's Classics:

www.davesclassics.com

Eine Sonderstellung nimmt das Programm MAME (Multiple Arcade Machine Emulator) ein. Dieser von mehreren Programmierern gemeinsam entwickelte Emulator kann verschiedene Arcade-Maschinen nachbilden und ist sowohl in einer DOS- als auch in einer Windows-Version verfügbar. Auch hier gilt der Hinweis, daß man die ROM-Images nicht kopieren darf, wenn man die betreffende Maschine nicht selbst besitzt. Für MAME gibt es inzwischen ungefähr 350 Spiele! Die Home Page von MAME hat die Adresse: www.media.dsi.unimi.it/mame/

Ausprobieren...

Während viele Emulatoren unter normalen Umständen durchaus zufriedenstellend arbeiten, zeigt sich bei anderen mehr oder weniger schnell, daß sie nicht alle Eigenschaften des Originalsystems hundertprozentig abbilden können. Programme, die direkt auf die Hardware des Originalsystems zugreifen, neigen erfahrungsgemäß besonders leicht zum Absturz. Daher lohnt auf jeden Fall die Mühe, ein Programm zusammen mit mehreren unterschiedlichen Emulatoren auszuprobieren. Für einige Systeme gibt es zehn oder noch mehr lizenzfreie Emulatoren, und auch von kommerzieller Seite werden zahlreiche Emulatoren angeboten. Kommerzielle Anbieter sind in diesem Beitrag unberücksichtigt geblieben, denn wenn man gezielt im Internet sucht, hat man meistens schnell eine genügend große Auswahl.

980044

Bild 7. Das Programm MAME emuliert verschiedene Spielhallen-Konsolen. Für diesen Emulator gibt es inzwischen schon mehr als 350 Spiele..