

# Cooles Tuning, oder : Some don't like it hot !

Günther Zandra

## 1 Cooles Tuning, oder:

*Some don't like it hot!*

### 1.1 Tuning: ein "neuer" Begriff?

Betrachtet man die neben dem Computer wohl wichtigsten technischen Entwicklungen der vergangenen Jahrzehnte, nämlich die Funktechnik und die Kraftfahrzeugtechnik, so wird selbst den fanatischsten Computerfreaks klar, dass "Tuning" keine Erfindung des "Computerzeitalters" darstellt. Vorhandene Technik soll verbessert werden, individuelle Lösungen sollen das Produkt verfeinern und von anderen gleichen Ursprungs unterscheiden helfen, im ultimativen Fall soll vorhandene Technik bis zum Äußeren ausgereizt werden.

Der Multimedia-Brockhaus 2001 definiert Tuning folgendermaßen :

1. das, Funktechnik: Abstimmen eines Empfangsgeräts auf eine bestimmte Frequenz.
2. das, Kraftfahrzeugtechnik: Maßnahmen zur Steigerung der Fahrleistung bei Serienautomobilen (Motor, Karosserie, Fahrwerk).
3. das, in der EDV: Leistungsverbesserung der Hardware, z.B. durch Austauschen des Prozessors.

(c) Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2001

Ganz allgemein kann man Tuning als "Abstimmung" und "Leistungsverbesserung" definieren. Ein vor allem bei Kraftfahrzeugen nicht unwichtiger Aspekt ist hierbei auch das optische Tuning. Eine Anzahl "hübscher" Spoiler an Front und Heck des Fahrzeuges machen dieses schon im Stand sozusagen "schneller, als es die Polizei erlaubt" ! Mit einem gewissen Schmunzeln erinnert sich der (hobbyistisch sehr an Autotechnik interessierte) Autor hier an die europäischen Anfänge, die gerne in Oldtimerzeitschriften zitiert werden, nämlich beispielsweise die berühmten Anbauteile der Firma KAMEI für den VW Käfer. Besonders skurril wirkt hier der erste bekannt gewordene Frontspoiler, der wegen seiner schaufelartigen Form das brave "Krabbeltier" weniger schnell, sondern eher wie einen kleinen Schneepflug wirken lässt ! Die Firma Kamei existiert übrigens heute noch ([www.kamei.de/intro.html](http://www.kamei.de/intro.html)).

Für den Computerfreak ist Tuning natürlich eher durch die dritte Brockhausche Definition gegeben, also durch das Abstimmen aller Komponenten der Hardware aber auch der Software seines Computers aufeinander durch Optimierung der Konfiguration. Ziel ist allgemein die Erhöhung der Geschwindigkeit bzw. Effizienz des PCs. Gängige Tuning-Maß-

nahmen sind z.B. die Optimierung von BIOS-Einstellungen für den Arbeitsspeicher, Heraufsetzung der Prozessor-Taktfrequenz ("Übertakten"), Veränderungen der Cache-Einstellungen für die Festplatte oder der Einsatz von RAID-Systemen von n gleichen Festplatten bei RAID-Level 0 zur Erzielung der n-fachen Übertragungsgeschwindigkeit. Letzteres erfolgt allerdings bei erhöhtem Datenverlustrisiko, weil bei Ausfall nur einer Platte in einem RAID-0-Array auch die Daten auf den anderen Platten verloren sind. Entsprechende RAID-Controller bietet beispielsweise die amerikanische Firma PROMISE ([www.promise.com](http://www.promise.com)) an, wobei durch entsprechende Plattenduplizierungen aber auch das Problem der Ausfallsicherheit mit so genannten "RAID-0+1" - Systemen gelöst werden kann.

Es gibt also viele Ansätze für Tuning der Hardware und natürlich auch der Software, von dem hier aber nicht gesprochen werden soll. Statt dessen sollen im Folgenden einige etwas ausgefallene Techniken des ausreizenden PC-Tunings durch Kühltechniken gezeigt werden, Sie werden staunen!

### 1.2 Some like it hot, some don't!

Cineasten "lieben es heiß", vor allem, wenn sie Fans von Marilyn Monroe, Billy Wilder oder Gangsterkomödien sind. 1959 schuf Billy Wilder seinen unvergesslichen Filmklassiker "Some like it hot" mit den Stars Jack Lemmon, Tony Curtis & Marilyn Monroe. Zum Vergnügen des Zusehers geht es hier bei ausgefallenen Klimaanlage wirklich heiß her.

Bei der PC-Hardware sieht das aber ganz anders aus: Speziell der Hauptprozessor, die Festplatten mit ihren rasch rotierenden Teilen oder auch Grafikprozessoren erzeugen so viel Verlustwärme, dass ihre Leistungsfähigkeit drastisch darunter leidet. Sie lieben es also wirklich nicht heiß sondern kühl! Ganz besonders gilt das natürlich, wenn Anwender an "Extrem-Tuning", z.B. Übertakten (*Overclocking*), denken, um ihre PCs meist für Spiele besser geeignet, weil schneller, zu machen.

Wohl jeder hat schon den typischen Netzteillüfter eines PCs (zumindest seine Lüftungsschlitze von außen) gesehen. Dabei handelt es sich um einen kleinen Ventilator mit eigener Stromversorgung. Viele Anwender kennen auch die unliebsamen Seiten solcher Lüfter, nämlich deren Lärmentwicklung. Diese wird meist durch schlechte weil minderwertige Nadelager hervorgerufen, kugelgelagerte Lüfter sind zwar ca. 100 ATS teurer, dafür aber auch deutlich leiser. Ähnliche Geräte gibt es auch als Prozessorkühler (**Bild**



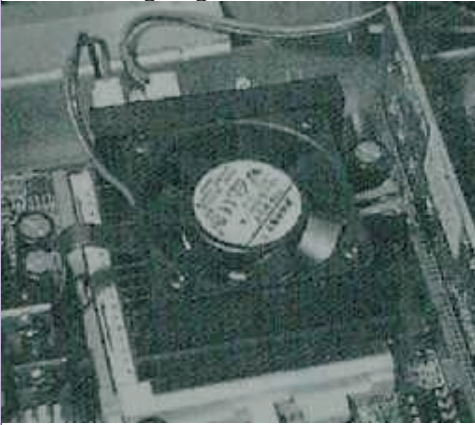
1), häufig ausgestattet mit einer Temperaturregelung, die über einen Temperatursensoren ermittelt, ob der Lüfter überhaupt aktiviert werden muss. Gute Prozessorkühler weisen zusätzlich eine eingebaute Alarmfunktion auf, die bei Ausfall oder aus sonstigen Gründen erfolgreichem Überschreiten einer Temperaturgrenze ein Warnsignal (oft eine kleine Melodie) am Lautsprecher ausgibt.

Moderne Mainboards besitzen übrigens eine verlockende Fülle von Einstellmöglichkeiten für ein Übertakten, eine recht riskante Verführung! Die vorhandenen Standard-CPU-Kühler sind nämlich meist für ein *Overclocking* ungeeignet. Gefährlich ist das für die Lebenserwartung des PCs vor allem dann, wenn das bewährte Mittel der Anhebung der CPU-Core-Spannung zusätzlich zur Taktanhebung zur Geschwindigkeitssteigerung benutzt wird, weil damit auch die CPU-Verlustleistung nochmals steigt. Wahre Heizöfen sind hier vor allem die Prozessoren von AMD. Im Handel werden besondere Übertakungs-CPU-Kühler angeboten, die dringend empfehlenswert sind. Leider sind diese oft baulich so groß, dass sie in ein Standardgehäuse nicht mehr unterzubringen sind.

Wenn ein Desktop-PC mit Steckplatten und mehreren Festplatten voll besetzt ist, dann wird er bei bloßer Standardlüfterausstattung sehr schnell heiß. Daher gibt es ein breites Sortiment von Zusatzlüftern für alle möglichen Komponenten des PCs. Ein Einbau kann zwischen die Slots, zwischen Laufwerke oder am Gehäuse erfolgen. Elektronikversandhäuser bieten verschiedenste Bauformen an, als Beispiele seien hier Conrad aus Deutschland ([www.conrad.de/cgi-bin/conshop/index.cgi](http://www.conrad.de/cgi-bin/conshop/index.cgi)) oder Distrelec aus Österreich ([www.distrelec.at/cgi-bin/supply.storefront?overview=1](http://www.distrelec.at/cgi-bin/supply.storefront?overview=1)) genannt.

Leider haben aber Tests führender Computermagazine ergeben, dass Zusatzlüfter nicht immer eine Verbesserung der Temperaturverhältnisse im PC ergeben, weil die Luftdurchströmung häufig durch die vollbesetzten Slots behindert wird. Hier helfen dann nur drastische Metho-

den, wie sie kurz in den folgenden Abschnitten gezeigt werden.



**Bild 1:** Prozessorlüfter mit Alarmfunktion

### 1.3 Ein technischer Leckerbissen: Peltier-Prozessorkühler

Je besser eine CPU gekühlt ist, desto höher lässt sie sich übertakten. Mit Peltier-Elementen, also thermoelektrischen Kühlern, kann die CPU-Temperatur unter die Umgebungstemperatur gesenkt werden, teils sogar bis auf 0 Grad Celsius. Genutzt wird ein physikalischer Effekt: wenn Strom durch das thermoelektrische Peltier-Element fließt, absorbiert die eine Seite des Elements Wärme und gibt sie auf der anderen Seite wieder ab. Damit wird die Wärme zwar effizient von der CPU weg geleitet, wesentlich ist aber auch eine möglichst rasche Wärmeableitung auf der anderen Seite des Elements. Dann kann die kühlende Seite mehr Wärme absorbieren. Ideal ist dazu die Kombination des Peltier-Elements mit einer Wasserkühlung.

Leistungsmäßig muss das thermoelektrische Element zur CPU passen, die es kühlen soll. Die Leistungsaufnahme der übertakteten Zentraleinheit sollte unter dem in Watt angegebenen Q<sub>max</sub>-Wert des Peltier-Elements liegen. Dies ist der Wert, den das Element maximal an Wärme abtransportieren kann. Da das Peltier-Element selbst auch Strom benötigt, wird die abzuführende Wärmemenge erhöht, auf entsprechende Reserve sollte man also achten: Bei Celerons reichen Elemente mit 50 bis 60 Watt, Pentium III brauchen mindestens ca. 80 Watt, AMD-Prozessoren und der Pentium IV geben sich nicht mit Werten unter 100 Watt zufrieden. Peltier-Element und Wasserkühler sind als Komplettkit erwerbbar oder natürlich auch aus Einzelteilen zusammenstellbar. Peltier-Elemente bekommt man bei [www.frozen-silicon.de](http://www.frozen-silicon.de) oder [www.conrad.de](http://www.conrad.de), Wasserkühlungs-Kühlkörper bei [www.wassergekuehlt.de](http://www.wassergekuehlt.de), Kupferplatten und entsprechende "Spacer" bei [www.frozen-silicon.de](http://www.frozen-silicon.de) bzw. bei [www.cooling-shop.de](http://www.cooling-shop.de), Wärmeleitpaste bei [www.listan.de](http://www.listan.de), u.s.w..

Der Eigenzusammenbau der zuvor genannten Teile ist recht aufwändig, inniger räumlicher Kontakt der Bauteile (eventuell zusammenschrauben) absolut notwendig. Befestigt werden muss das ganze Gebilde am CPU-Sockel oder neben dem CPU-Sockel auf der Hauptplatine (viele

Platinen besitzen dazu schon die entsprechenden Befestigungslöcher).

Bei richtiger Montage sind die Ergebnisse auf jeden Fall verblüffend: In Kombination mit Wasserkühlung sollte das Peltier-Element dafür sorgen, dass die CPU-Temperatur selbst unter Volllast nur unwesentlich über der Umgebungstemperatur liegt. Ein extravagantes System findet sich unter [www.overclockers.com](http://www.overclockers.com).

Kondenswasserbildung durch die wirksame Kühlung ist problematisch (Korrosion, Kurzschlüsse), Sockel, CPU und Peltier-Element müssen daher wasserdicht gemacht werden (Silikonmasse). Die Rückseite der Hauptplatine sollte man mit Urethanspray besprühen. Durch diese Maßnahmen wird verhindert, dass Umgebungsluft an die kalten Teile der Zentraleinheit bzw. Motherboard gelangen kann.

Ach ja: etwas soll nicht verschwiegen werden, nämlich, dass die Meinungen über die Sinnhaftigkeit einer Peltierkühlung unter professionellen "Overclockern" durchaus geteilt sind (vgl. z.B. [http://www.bioernshardware.com/P\\_Wasserkfazit.htm](http://www.bioernshardware.com/P_Wasserkfazit.htm)).

### 1.4 Ist Wasserkühlung besser als Luftkühlung?

Stellte man diese Frage in den 50er und 60er Jahren den Automobilkonstruktoren von Volkswagen oder Porsche, so fiel die Antwort eindeutig aus: Nein!

Über Jahrzehnte wurde der Hauptvorteil der technischen Einfachheit und des damit verbundenen Vorteils hoher Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit der Luftkühlung bei Verbrennungsmotoren von den beiden genannten Firmen betont, der berühmte Slogan vom "Käfer", der "läuft und läuft und läuft..." ist auch heute noch als Synonym für die sprichwörtliche Verlässlichkeit bekannt.

Wieso bauen aber auch die beiden genannten Firmen heute praktisch nur mehr wassergekühlte Motoren? Nun, die Antwort ist recht einfach: das gesteigerte Leistungsbedürfnis erfordert leistungsstärkere Motoren und diese eben wieder effizientere Kühlung. Wasser hat eine höhere spezifische Wärmekapazität als Luft und ist daher als Kühlmittel besser, Kühlkörper können baulich kleiner ausgeführt werden. Bei Otto- und Dieselmotoren kann aus mechanisch bauartbedingten Gründen das Kühlmittel Wasser meist auch besser an die zu kühlenden Motorenteile herangebracht werden. Bekannt ist das beispielsweise von durch den Fahrtwind luftgeköhlten Motorradmotoren in V-Form, deren in Fahrtrichtung gesehen hinterer Zylinder zu Überhitzung neigt, weil einfach zu wenig kühlende Luft an seine Kühlrippen gelangt.

Zurück zur Prozessorenübertaktungstechnik von PCs: hier kommt noch dazu, dass die üblichen Luftkühler gemeine laute Störenfriede sind. Starke Modelle benutzen Ventilatoren, die mit bis zu 7000 Umin<sup>-1</sup> rotieren und damit einen an Staubsauger erinnernden Lärm erzeugen. Bei einem Wasserkühler gibt es dieses Problem nicht, weil die Strömungsgeschwindigkeit dank der hohen Wärmeka-

pazität klein sein kann und der Kühler daher leise arbeitet.

Eine Wasserkühlung ist also prinzipiell gut geeignet, die bei modernen CPUs zur Entfaltung ihres vollen Leistungspotenzials nötigen niedrigen Betriebstemperaturen zu bewirken. Die (übertaktete) CPU bleibt kühl, die Übertaktung ist weit möglich, trotzdem bleibt der PC leise. Leider ist die Sache nicht ganz so einfach zu realisieren, sie ist teuer und nicht ohne Risiko. Vieles ist zu bedenken, einiges davon soll hier kurz genannt werden.

Voraussetzung für den Einsatz eines Wasserkühlers ist zunächst schon der vorhandene Platz im PC-Gehäuse, ein Towergehäuse ist wesentlich besser als ein Midtowergehäuse geeignet, zwischen mindestens etwa ATS 1000,- und 3000,- müssen Sie an Kosten für ein Wasserkühlsystem kalkulieren. Für jeden CPU-Typ (Sockel 7, 370, A bzw. Slot 1 oder A) gibt es Wasserkühler, den Typ ihrer CPU müssen Sie aber schon kennen. Bei der Firma "Cooling Systems"

([http://www.coolingshop.de/php-bin/shop/catalog/product\\_info.php?cPath=2&products\\_id=8&](http://www.coolingshop.de/php-bin/shop/catalog/product_info.php?cPath=2&products_id=8&)) beispielsweise gibt es derzeit überarbeitete Kühlerbauformen, ein Besuch dieser oder ähnlicher Webseiten zwecks Vorweginformationen lohnt sich allemal.

Ein offenes und preiswertes Kühlsystem mit Wasservorratsbehälter neben Ihrem PC ist kaum transportabel, ein geschlossenes System mit Radiator ist teurer aber professioneller.

Für das offene System brauchen Sie eine Pumpe, wie man sie im Aquarienfachhandel bekommt. Die Pumpe treibt dann das Wasser aus dem Vorratsbehälter durch den an der CPU befestigten Kühlkörper (siehe z.B. [www.wassergekuehlt.de](http://www.wassergekuehlt.de)). Dort wird die Wärme vom Wasser aufgenommen, das dann (erwärmt) wieder in den Vorratsbehälter zurückfließt. Der Nachteil ist klar: das Wasser erwärmt sich im Laufe der Zeit, wodurch aber auch die Temperatur der CPU wieder steigt.

Die beste Wasserkühlung arbeitet daher ohne (oder nur mit einem kleinen) Vorratsbehälter und einem Kühlradiator, der die Abwärme an die Umgebungsluft abgibt. Unter der deutschen Webadresse [www.cooling-systems.de](http://www.cooling-systems.de) finden sich neben den entsprechenden Gerätschaften auch Berichte und Tipps von Anwendern. Besondere Sorgfalt ist beim Verlegen der Schläuche angebracht, es sollten sich nirgendwo größere Luftblasen (verschlechtern die Kühlwirkung) festsetzen können. Die Wasserpumpe sollte an einem günstigen Ort verlegt werden, beispielsweise unter den Festplatten. An der obersten Stelle des Kühlkreislaufes sollte ein T-Stück eingesetzt werden, um eine einfache Systementlüftung zu ermöglichen.

Ein wichtiger Tipp ist der, destilliertes Wasser zu benutzen (wie beim Auto!). Dieses ist fast ionenfrei, der Prozessorkühler und der Radiator korrodieren daher kaum. Weil aber das Wasser dennoch mit der Zeit Ionen aus den metallischen Teilen löst, sollte es alle paar Wochen gewechselt werden. Algenwuchs im Kühlkreislauf kann durch Umwickeln der dem Tageslicht oder anderen Lichtquellen

ausgesetzten Schläuche mit dunklem Klebeband verhindert werden.

Wasser in einem elektrischen System ist gefährlich, man sollte unbedingt auf Dichtheit prüfen. Dafür empfiehlt es sich, genügend Zeit (einige Stunden!) vorzusehen, weil sich undichte Stellen häufig erst bei warmem Wasser bemerkbar machen.

## 2 Noch mehr Coolness gefällig ?

### 2.1 Der Prozessor im Kühlschranks

Der Gedanke ist eigentlich recht naheliegend : Man betreibt den Prozessor in einer Art Kühlschranks und schafft damit die gewünschten "coolen" Bedingungen ! Natürlich klingt das einfacher als es realisiert werden kann, die dänische Firma "asetek Inc." aus DK-9700 Broenderslev ([www.asetek.com](http://www.asetek.com)) hat es aber geschafft und ein Produkt mit dem Namen "VapoChill" herausgebracht ([www.vapochill.com](http://www.vapochill.com)).

Vertreiber in Österreich sind in Wien die Fa. Hardhelp Computerservice

Finsterergasse 5/1/12 A-1220 Wien,

(+43) 01 256 98 59

(+43) 01 255 73 61

[wiesinger@hardhelp.at](mailto:wiesinger@hardhelp.at)

und in Linz die Fa. Hi-TECH Personal Computer

Unionstrasse 63 A-4020 Linz

(+43) 732 66 69 50

(+43) 732 66 69 61

[office@hi-tech.at](mailto:office@hi-tech.at)

Gewaltige Steigerungen der Taktrate sind auf diese Weise möglich: selbst bei 1GHz-Prozessoren gut 50% mehr! Laut Herstellerangabe sind Temperaturen von 19 Grad unter Null möglich, also eher Tiefkühltruhen- als Kühlschrankswerte.



Bild 2: VapoChill - Gehäuse

In einem Kühlkreislauf wird unter Hochdruck das Kühlmittel verflüssigt. Dieses verdampft nach einer Einengung wegen des Druckabfalls, die CPU-Verlustwärme liefert dabei die für den Übergang in gasförmigen Zustand notwendige Energie.

Durch diesen Wärmeabtransport bleibt der Prozessor kühl. Eine Temperaturregelung und -regelung sorgt dafür, dass der PC erst unter minus 5 Grad Celsius gestartet wird.

Da das VapoChill-System derzeit nur für PCs mit Sockel 370 oder A lieferbar ist, muss man einen gesockelten Celeron oder Pentium III bzw. Duron oder Athlon haben. Ein Upgrading-Kit für den Pentium IV soll folgen. Weil das System in einem Big-Towergehäuse (Bild 2) untergebracht ist, müssen alle Komponenten aus dem "alten" Gehäuse ausgebaut werden, die "den Umzug" mitmachen sollen. Auf der Homepage von asetek sollte man sich vor Beginn der Umbauarbeiten überzeugen, ob die vorhandene Motherboard überhaupt mit VapoChill kompatibel ist. Falls ja, ist auch die Demontage des alten Kühlkörpers heikel, weil eine beschädigte CPU den langwierigen Montageprozess der Kühlung sinnlos macht. Wenn alle Voraussetzungen positiv erfüllt sind, kann mittels der dem System beigelegten englischsprachigen Anleitung das Kühlsystem aufgebaut werden. Diese Arbeit ist nicht ganz einfach und sollte mit Ruhe ausgeführt werden.

### 2.2 Auch (übertaktete) Grafikkarten lieben es kalt !

Grafikkarten (bzw. Videokarten oder Grafikkarten genannt) sind (Steck-)Karten für den PC, die zur Aufbereitung und Darstellung aller Daten, die für die Bildschirmausgabe verwendet werden, dienen. Eine Grafikkarte bestimmt alle wesentlichen Parameter der Bildschirmausgabe: Auflösung, Bildwiederholfrequenz, Farbzahl und die Geschwindigkeit der Darstellung, die natürlich auch an den Monitor oder Bildschirm angepasst sein sollte. Moderne Grafikkarten bestehen im Wesentlichen aus einem Grafikprozessor, einem eigenen RAM-Arbeitsspeicher und einem RAMDAC, einem Digital-Analog-Wandler, der die digitalen Computerdaten in analoge Signale für den Bildschirm umwandelt. Grafikkarten für Flachbildschirme, z.B. TFT-Displays, benötigen ihn nicht, wenn die Bilddaten direkt über einen Digitalanschluss (DVI etwa) an den Monitor übertragen werden.

Heute haben 3D-Grafikkarten die alten 2D-Karten praktisch völlig verdrängt, weil moderne Computerspiele immer mehr Animationen aufwendiger Art enthalten. Neben dem ausreichenden Arbeitsspeicher (8 bis 64 MByte) ist vor allem der gewählte Grafikprozessor das bestimmende Bauteil. Hier gibt es natürlich immer noch viele heute schon veraltete Typen, aber auch modernste Hochgeschwindigkeitsprozessoren wie z.B. die GeForce-Reihe von Nvidia.

Die Grafikprozessoren werden zwar mit wesentlich niedrigeren Taktraten als die CPUs betrieben, erzeugen aber fast genauso viel Wärme. Eine Grafikkarte mit einem Geforce-256-Chip verbraucht ca. die Leistung eines Pentium III mit 1 GHz! Will man also eine Grafikkarte mit Erfolg übertakten, ist zumindest ein großer und daher auch lauter Lüfter verpflichtend.

Mit Wasserkühlung kann man sich diesen Lüfter sparen und das System damit leiser machen. Eine höhere Übertaktung als mit Luftkühlern erreicht man damit aber nicht.

Die Wasserkühlung sollte schon für die CPU benutzt werden, der kleine Kühlkörper für die Grafikkarte kann dann in das Kühlsystem eingebunden werden. Bild 3 zeigt ein Beispiel für einen Grafikkarten-Wasserkühler des Online-Shops der deutschen Firma [www.wassergekuehlt.de](http://www.wassergekuehlt.de).

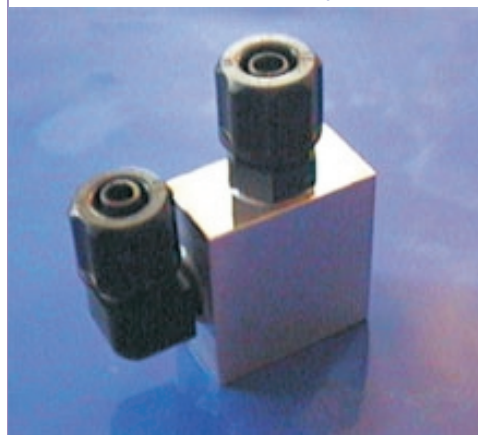


Bild 3: Beispiel für einen Grafikkarten-Wasserkühler

Die Wassertemperatur am Kühlkörper sollte idealerweise unter etwa 30 Grad Celsius bleiben. Hier ist also unter Umständen ein gewisser "Bastelaufwand" zur richtigen Wahl bzw. Anpassung der Systemkomponenten nötig.

### 2.3 Ein Wassermantel für die Festplatte gefällig ?

Auch das weiter wichtigste Speichermedium Festplatte erzeugt viel Wärme. Was liegt also für einen professionellen "Overclocker" näher, als auch hier eine Wasserkühlung zu versuchen. Bild 4 zeigt mögliche Konzepte (Autor: "Thomas", [http://www.oc-community.de/news/talk/961786586\\_28210\\_shtml](http://www.oc-community.de/news/talk/961786586_28210_shtml)).



Bild 4 : Wasserkühlungen für Festplatten (Beispiele)

Der beste Kühler auf der Festplatte kann natürlich nie so wirksam sein wie die Kühlwirkung eines Wassermantels, der die Festplatte völlig umschließt. Dies hat außerdem den angenehmen Nebeneffekt der fast völligen Dämpfung des Arbeitsgeräusches der Platte. Die Angelegenheit hat aber natürlich auch Nachteile. Sollte der Wassermantel undicht werden und Wasser in die Platte eindringen, dann wird diese sofort defekt. Um den entsprechenden Kompromiss zwischen möglichst eng anliegendem und damit gut kühlendem Wassermantel und Dichtigkeit zu finden, kann man die Festplatte in eine dünne, jedoch wasserdichte Kunststoffumhüllung einpacken.

Außerdem braucht man einen geeignet großen Behälters zur Aufnahme des

# EURO-Tabelle

Franz Fiala

Es gibt zwar zahllose Umrechnungsprogramme für Währungen im Internet, doch wer hat schon seinen PC mit Internet-Anschluss bei der Hand, wenn es um eine schnelle Umrechnung geht.

Da auch das Kopfrechnen mehr und mehr aus der Mode kommt, hilft eine kleine Tabelle weiter.

Die Tabelle hat etwa doppeltes Scheckkartenformat Sie können diese Tabellen in eingeschweißter Form bei [pcnews@pcnews.at](mailto:pcnews@pcnews.at) bestellen. Zahlschein über ATS 15,- (1,1 EURO) wird mit geschickt. Anschrift nicht vergessen!

13,7603	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	13,76	27,52	41,28	55,04	68,80	82,56	96,32	110,08	123,84	137,60
10	151,36	165,12	178,88	192,64	206,40	220,16	233,93	247,69	261,45	275,21
20	288,97	302,73	316,49	330,25	344,01	357,77	371,53	385,29	399,05	412,81
30	426,57	440,33	454,09	467,85	481,61	495,37	509,13	522,89	536,65	550,41
40	564,17	577,93	591,69	605,45	619,21	632,97	646,73	660,49	674,25	688,02
50	701,78	715,54	729,30	743,06	756,82	770,58	784,34	798,10	811,86	825,62
60	839,38	853,14	866,90	880,66	894,42	908,18	921,94	935,70	949,46	963,22
70	976,98	990,74	1004,50	1018,26	1032,02	1045,78	1059,54	1073,30	1087,06	1100,82
80	1114,58	1128,34	1142,10	1155,87	1169,63	1183,39	1197,15	1210,91	1224,67	1238,43
90	1252,19	1265,95	1279,71	1293,47	1307,23	1320,99	1334,75	1348,51	1362,27	1376,03

7,2672	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0,73	1,45	2,18	2,91	3,63	4,36	5,09	5,81	6,54	7,27
100	7,99	8,72	9,45	10,17	10,90	11,63	12,35	13,08	13,81	14,53
200	15,26	15,99	16,71	17,44	18,17	18,89	19,62	20,35	21,07	21,80
300	22,53	23,26	23,98	24,71	25,44	26,16	26,89	27,62	28,34	29,07
400	29,80	30,52	31,25	31,98	32,70	33,43	34,16	34,88	35,61	36,34
500	37,06	37,79	38,52	39,24	39,97	40,70	41,42	42,15	42,88	43,60
600	44,33	45,06	45,78	46,51	47,24	47,96	48,69	49,42	50,14	50,87
700	51,60	52,32	53,05	53,78	54,50	55,23	55,96	56,68	57,41	58,14
800	58,86	59,59	60,32	61,04	61,77	62,50	63,22	63,95	64,68	65,40
900	66,13	66,86	67,58	68,31	69,04	69,77	70,49	71,22	71,95	72,67

Wassers und der eingehüllten Platte, der aber trotzdem noch in das PC-Gehäuse passt. Dafür eignet sich beispielsweise eine kleine Frischhaltedose für Lebensmittel (der Besuch einer Tupperware-Party ist aber keine Voraussetzung für angehende Overclocker!). Festplatten haben eine Druckausgleichsöffnung, durch die Wasser ins Gehäuse eindringen kann. Man sollte daher bei der Auswahl des "Umhüllungsplastiks" auf Qualität achten. Wenn nämlich die Hülle beim Einbau undicht wird, dann gehört die Festplatte samt gespeicherten Daten der Geschichte an! Silikonichtmasse sollte also reichlich benutzt werden.

Eine professionelle Lösung sollte an eine (eventuell schon vorhandene) Wasserkühlung angeschlossen werden können, dazu benötigt man geeignete Anschlussstutzen, die man in den schon genannten Online-Shops oder im Aquariefachhandel kaufen kann. Alles Weitere ist eine Frage des persönlichen Bastelgeschicks.

Um sicherzustellen, dass das kühlende Wasser die eingehüllte Festplatte gut umfließt, kann man kleine Stützen einbauen, die aber natürlich nicht die Wasserzirkulation behindern dürfen (Bild 5). Dies sollte man aber erst tun, nachdem man vorher den zusammengebauten Behälter auf Dichtheit getestet hat. Insgesamt sollte man sich Zeit lassen, die mit der Silikonmasse geklebten Applikationen brau-

chen Zeit zum Trocknen, sorgfältiges und geduldiges Arbeiten erspart viel Ärger! Bedenken muss man stets, dass Wasser in einem 240-Volt-Gerät lebensgefährlich ist.

### 3 Zusammenfassung und

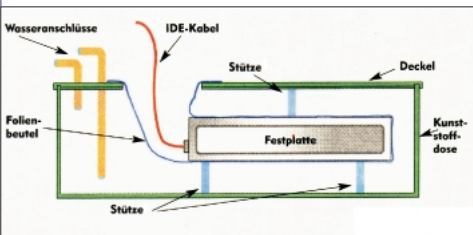


Bild 5: Wassermantelprinzip für eine Festplatte.

### Schlussbemerkung

Immer schon waren es Benutzer und Anwender technischer Gerätschaften, die mit deren vorhandenem Potenzial nicht zufrieden waren, es "tunen" wollten. Etwas freie Zeit vorausgesetzt, zeigt ein Surfspaziergang im Internet, dass es heute vor allem das Thema "Personal Computer" ist, dass ganze Anwenderforen und eine Unzahl von privaten und kommerziellen Websites füllt.

Schon vor Jahren war bei Computerfreaks das im Aufsatz häufig zitierte Übertakten ein beliebter "Sport", um ihre PCs

besser für die Lieblingsanwendung, nämlich Spiele, geeignet zu machen. Waren es damals aber zunächst nur wenige gleichsam Pioniere dieser "Zunft" der "PC-Tuner", so bewirkte die rasche Verbreitung des Internets eine unglaubliche Steigerung der Anzahl an "Tunern". In jüngerer Zeit wird in vielen Fällen speziell ein Extremtuning propagiert, bei dem praktisch alle Komponenten eines PC-Systems verbessert werden sollen. Als wichtigste Maßnahme gilt dabei immer noch das Übertakten der verwendeten Haupt- und Peripherieprozessoren.

Wichtige Voraussetzung dafür ist effiziente Kühlung der System-Baugruppen., wofür Flüssigkeitskühlungen eine reizvolle und vor allem wesentlich leistungsfähigere Alternative zur "klassischen" Luftkühlung darstellen. Im vorangegangenen Text wurden wichtige Beispiele zum Thema "Kühlung" beschrieben, aber auch die Probleme und Risiken genannt.

Ehe Sie, liebe(r) Leser(in) sich nun bei einem kühlenden Getränk von so viel Coolness im technischen Bereich erholen, sei abschließend noch erwähnt, dass es noch eine Reihe weiterer interessanter Tuningmaßnahmen gibt, z.B. die Prozessoroberfläche zwecks besserer Kühlung blank zu polieren und Ähnliches. Doch dies ist eine andere Geschichte..!