

12. Warum altern PCs? Warum gehen sie kaputt?

12.1. KONDENSATOREN

12.1.1. Zu kurze Lebensdauer

Im Netzteil, auf der Hauptplatine, auf den Erweiterungskarten und anderen Komponenten sind insgesamt fünfzig und mehr Elkos (Elektrolyt-Kondensatoren) verbaut, um die Betriebsspannungen zu glätten. Sehen Sie einmal auf die Abbildung 2.11 oder auf die Rückseite des Buches, wie viele davon auf der Hauptplatine verbaut sind: es sind die runden silberglänzenden Zylinder, bei denen ein Viertel der Fläche mit roter oder schwarzer Farbe bedeckt ist. Leider hat das Elektrolyt die Neigung auszutrocknen: je wärmer es im Computer ist, umso schneller. Dadurch verringert sich die Fähigkeit der Elkos, elektrische Ladungen zu speichern und die Spannung zu glätten. Neuerdings gibt es Kondensatoren, bei denen der flüssige Elektrolyt durch festes Polymer ersetzt wurde (Solid Capacitors). Leider werden diese Kondensatoren nur auf wenigen Boards verbaut – sie sind teurer als herkömmliche Elkos.

Um die Platinen billiger zu machen, werden manchmal minderwertige Kondensatoren eingebaut. Dabei gehen manche Firmen durchaus selektiv vor: Auf Platinen für professionelle Computer werden die besseren Elkos eingebaut. Platinen für Spieler werden mitunter mit verwertbarem Schrott bestückt, weil Hardcore-Gamer ohnehin jedes Jahr einen neuen PC kaufen, wozu also eine Haltbarkeit von zwei Jahren vorsehen? Zumal viele Gamer den PC übertakten und dadurch ohnehin die Garantie verlieren.

Verschärft wird die Lage durch die Unsitte, unterdimensionierte Elkos einzusetzen. In Fachkreisen wird empfohlen, Elkos nur mit der Hälfte ihrer zulässigen Maximalspannung zu betreiben. Auch wenn es nur selten vorkommt: Eine Spannung von 12 Volt mit einem Kondensator zu stabilisieren, der maximal 12,6 Volt verträgt, ist zumindest unseriös. Immerhin spart der Hersteller dadurch 50 Cent pro Hauptplatine.

Die Unsitte, minderwertige Kondensatoren zu verwenden, hat so weit um sich gegriffen, dass erste Hersteller in ihrer Werbung Garantien für die Lebensdauer der verwendeten Kondensatoren geben. Nebenstehend ein Ausschnitt von der Verkaufsverpackung einer Hauptplatine. Der Hersteller meint, dass jeder einzelne Elko mindestens 5000 Stunden durchhält. Das sind jedoch nur 625 Tage zu je acht Arbeitsstunden! Wenn der Hersteller 5000 Stunden für einen so guten Wert hält, um damit zu werben – wie hoch ist dann wohl die durchschnittliche Lebenserwartung von Boards, die nicht beworben werden? Abgesehen davon dürfte es schwierig sein, bei einer defekten Hauptplatine nachzuweisen, dass einer von den mehr als 50 Elkos am Defekt schuld ist. Selbst wenn Sie mit bloßem Auge sehen können, dass ein Kondensator kaputt ist – wie wollen Sie dem Hersteller der Hauptplatine nachweisen, dass nicht eine Überspannung aus dem Netzteil den Schaden verursacht hat?

Wie stark die Lebensdauer der Kondensatoren von der Temperatur abhängt, sehen Sie in der Tabelle 12.1. Bei manchen Notebooks wurden Temperaturen der austretenden Luft von 80° und sogar 90° C gemessen. Wie heiß ist es wohl im Inneren des Gehäuses?

In den etwas höheren Preisklassen gibt es durchaus Geräte mit hochwertigen Komponenten. Sehen Sie die ASUS-Hauptplatine an, die auf der Rückseite des Buches abgebildet ist. Auf der nächsten Seite sehen Sie einen Teil des Qualitätszertifikat, das dieser Hauptplatine beiliegt. Der Ausschnitt zeigt, dass die Kondensatoren die Qualitätsanforderungen des US-Militärs erfüllen. Wärmeschocks, Feuchtigkeit, Wüstenhitze und arktische Kälte, Stöße, Vibrationen und die härtesten Umweltbedingungen – diese Kondensatoren sind unverwüstlich und werden nicht zur Ursache für einen Ausfall werden. Ähnlich hochwertig sind die anderen Komponenten. Der Hersteller gewährt unglaubliche fünf Jahre Garantie auf diese Hauptplatine!



Abb. 12.1: Reklame auf Hauptplatine

Temp.	Elektrolyt	Polymer
95°C	4 000 h	6 300 h
85°C	8 000 h	20 000 h
75°C	16 000 h	64 000 h
65°C	32 000 h	200 000 h

Tab. 12.1: Abhängigkeit der Lebensdauer von der Betriebstemperatur (nach Angaben von Sanyo)

CERTIFICATE OF RELIABILITY



SABERTOOTH X58 Motherboard

for passing the rigid reliability tests of the following components:

■ Capacitors

- Thermal Shock Test (MIL-STD-202G TEST METHOD 107G)
- Moisture Resistance Test (MIL-STD-202G TEST METHOD 106G)
- Salt Spray Test (MIL-STD-883G method 1009.8)
- Solderability Test (MIL-STD-202G 208H Test Method)
- Solder Bath Test (MIL-STD-202G-210F Test Method)
- Vibration Test (MIL-STD-202G Method 201A)
- Mechanical Shock Test (MIL-STD-202G Method 213B Condition D)

Abb. 12.2: Qualitätszertifikat für die Kondensatoren einer ASUS-Platine

12.1.2. Alterung von Elkos

So sehen minderwertige Kondensatoren am Ende ihres Lebens aus. Die rechts abgebildeten Kondensatoren sind nicht mehr in der Lage, die Spannungen zu stabilisieren. Aus der Sollbruchstelle (dem vom Hersteller vorsorglich eingeritzten Kreuz) tritt bereits Elektrolyt aus. Der PC stürzte alle paar Minuten ab, die Hauptplatine musste ausgetauscht werden. Auch wenn noch kein Elektrolyt austritt – sobald der Deckel aufgewölbt ist, läuft der PC nicht mehr zuverlässig.

Könnte man nicht einfach den defekten Elko ersetzen? Das lohnt nicht. Einerseits ist das Löten an einer mehrlagigen Leiterplatte kompliziert und fehlerträchtig. Außerdem dauert es erfahrungsgemäß nicht lange, bis die nächsten Elkos versagen.

Elkos dürfen nicht beliebig lange unbenutzt bleiben. Im eingeschalteten PC fließt durch einen Elko ständig ein kleiner Verluststrom, „Reststrom“ genannt. Wenn Elkos längere Zeit spannungsfrei sind, finden im Inneren chemische Prozesse statt. Beim nächsten Einschalten fließt deshalb anfangs ein größerer Reststrom. Normalerweise stört das nicht. Sobald eine Spannung angelegt wird, regeneriert sich der Elko innerhalb einiger Minuten oder Stunden. Je länger die stromlose Lagerung gedauert hat, desto höher ist der Reststrom.

Werden Elkos nach mehrmonatiger Lagerung unter Spannung gesetzt, fließt ein hoher Anfangsstrom, der fast an einem Kurzschluss heranreichen kann. Selbst wenn es nicht für einen Kurzschluss reicht, erwärmt sich der Elko stark durch den hohen Strom, das Elektrolyt verdunstet schneller und der Elko ist seinem Lebensende ein großes Stück nähergerückt. Der kritische Zeitraum bei hochwertigen Elkos



Abb. 12.3: Aufgeblähte minderwertige Kondensatoren



Abb. 12.4: Beim Einschalten wurden von zwei Elkos die Kappen abgesprengt. Das ist das Ergebnis zu langer Lagerung.

liegt bei zwei Jahren, aber die Hauptplatine ist vermutlich nicht mit hochwertigen Elkos bestückt. Gehen Sie sicherheitshalber davon aus, dass sechs Monate ohne Spannung gerade noch ungefährlich sind.

Was man dagegen tun kann? Schalten Sie einen ungenutzten PC jedes Quartal einmal für einige Stunden ein. Tastatur, Maus und Bildschirm brauchen Sie dazu nicht anschließen. Lassen Sie den PC einige Stunden eingeschaltet und drücken Sie dann kurz auf die Power-On-Taste, dann sollte er herunterfahren. Falls Sie im Schrank eine alte Festplatte mit Daten eingelagert haben, sollten Sie auch diese hin und wieder für einige Stunden an die Stromversorgung eines Computers anstecken. Ein Datenkabel braucht nicht unbedingt angeschlossen zu werden, es genügt, wenn sich die Festplatte einige Stunden dreht.

Haben Sie noch einen alten Fernseher o. Ä. für Notfälle auf dem Dachboden eingelagert? Das Problem mit den Kondensatoren haben alle elektronischen Geräte, also auch andere elektronische Geräte hin und wieder für einige Stunden einschalten!

12.2. ELEKTROMIGRATION

Kleiner werdende Prozessorstrukturen führen zu neuen Problemen. Die Leiterbahnen im Inneren moderner CPUs und GPUs sind teilweise nur noch 15 bis 20 Atome breit und wenige Atome dick. Die elektrostatischen und magnetischen Felder um jeden Leiter herum, verbunden mit den hohen Temperaturen im Inneren des Chips, bewirken, dass einzelne

Atome ihren Platz im Kristallgefüge verlassen. Diesen Vorgang nennt man „Elektromigration“. Wenn dadurch ein hauchdünner Leiterzug noch dünner wird, steigt sein elektrischer Widerstand. Es kommt zu einem sich verstärkenden Effekt: Je größer der Widerstand wird, desto mehr erwärmt sich der Leiter durch den Stromfluss. Die Abwanderung der Atome beschleunigt sich, bis der Leiterzug durchbrennt.

Dieser Alterungseffekt tritt vor allem auf

- bei den letzten Single-Core-Pentiums. Dual-Core-CPUs werden nicht sehr warm, im Leerlauf ist ihre Temperatur nur drei bis fünf °C höher als die Temperatur der Hauptplatine. Ganz anders die älteren Single-Core-CPUs: Nach einem Jahr kann die Temperaturdifferenz zur Hauptplatine bei 10 bis 15 °C liegen, nach zwei Jahren bei 15 bis 20 °C. Im Sommer stürzt der PC immer öfter ab. Dann kommt der Punkt, wann eine neue CPU billiger ist als ein hochwertiger CPU-Kühler.
- wenn die Elektronik übertaktet wird,
- in Notebooks mit deren steigendem Alter. Notebooks werden wegen ihrer kompakten Bauweise sehr warm. Die Kunden wünschen eine flache Bauweise, also ist kein Platz für Luftkanäle da. Ein kräftiger Lüfter würde zu viel Strom fressen. Der Akku ist das schwerste Teil eines Notebooks und die Kunden wünschen sich ein geringes Gewicht bei langer Akkulaufzeit. Also werden weiterhin Wegwerf-Notebooks gebaut.

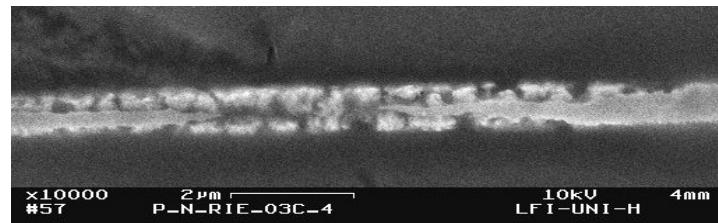


Abb. 12.5: Elektronenmikroskopische Aufnahme einer Leiterbahn

12.3. DRECK UND HITZE

Es ist manchmal kaum zu glauben, wie dreckig ein PCs nach einem Jahr oder schon nach einem halben aussehen kann. Staub und Fusseln setzen die Kühlrippen zu, besonders beim Prozessorkühler. Ein Desktop-Prozessor verwandelt 60 bis 140 Watt in Wärme. Können Sie sich im Zeitalter von Energiesparlampen noch daran erinnern, wie heiß eine Glühlampe mit 100 Watt Leistung wird? Wenn der Lüfter keine Luft mehr durch den Kühler pressen kann oder die Wärmeleitpaste spröde ist, wohin geht dann die Wärme? Es bleibt nur der Weg nach unten. Sie heizt die Hauptplatine auf. Ganz dicht neben dem CPU-Sockel befinden sich mehrere Elektrolytkondensatoren, um die Versorgungsspannungen der CPU zu glätten. Ein CPU-Takt dauert 0,3 ns, in dieser Zeit ändert sich der Energiebedarf der CPU mehrmals. Nun legen aber elektrische Signale in diesen 0,3 ns nur 10 cm zurück. Es gibt deshalb keine Alternative – die Elkos müssen so dicht wie möglich an die CPU heranrücken. Und dort trocknen sie in der Hitze schneller aus.

Nicht anders sieht es mit der Kühlung von Grafikkarten aus, besonders bei den teuren. Auch im Netzteil sammelt sich eine beachtliche Menge Dreck.

12.4. MECHANISCHE URSACHEN

Die Lager der Festplatte sind hoch beansprucht. Normalerweise halten sie einige Jahre durch. Hohe Temperaturen, Vibration und Erschütterungen können die Lebensdauer stark verringern.

Am schnellsten jedoch versagen die Lager der Lüfter. Der Staub verringert die Drehzahl der Lüfter. Beim Anlaufen hat der Lüftermotor den größten mechanischen Widerstand zu erbringen. Irgendwann schafft er es nach dem Einschalten nicht mehr, anzulaufen.

12.4.1. Mikrorisse

Die Leiterzüge in den viellagigen Leiterplatten der Hauptplatine sind sehr dünn und empfindlich. Wenn sich beim Bestücken mit Arbeitsspeicher und Flachbandkabeln die Hauptplatine durchbiegt, werden Leiterzüge gedehnt und können einreißen.

Auf einigen Leiterzügen werden hohe Frequenzen übertragen. UKW-Frequenzen reichen von 30 bis 300 MHz, das ist wesentlich weniger als die Taktfrequenz einer CPU. Datensignale in einer solchen Leitung können eventuell einen kleinen Mikroriss überspringen, werden aber dabei geschwächt. Die Mikrorisse werden im Laufe der Zeit größer und die Störungen stärker. Nach jedem Einschalten erwärmt sich die Hauptplatine und dehnt sich aus, wobei Trägermaterial, Leiterzüge und Bauelemente unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten haben. Nach dem Ausschalten des PC schrumpft die Platine wieder. Diese mechanische Belastung kann vorhandene Mikrorisse vergrößern.

12.4.2. Steck- und Lötverbindungen

Wo sich Metalle lange Zeit berühren, beginnen Oberflächenatome zu diffundieren. Vermutlich kennen Sie das Problem: Sie ziehen eine Schraube mäßig an, und nach ein paar Monaten oder Jahren sitzt sie fest wie angeschweißt. Im Computer stört es kaum, wenn die Schrauben fest sitzen. Es gibt ein anderes Phänomen: An Steckverbindungen bilden sich sogenannte „intermetallische Phasen“, welche den Übergangswiderstand vergrößern.

Steckt man eine Zink- und eine Kohleelektrode in eine leitfähige Lösung, erhält man eine Batterie. Das funktioniert nicht nur mit Zink und Kohle, sondern zwischen beliebigen Metallen. An jeder Lötstelle, aber auch an Schraub- und Steckkontakte, können zwei oder drei verschiedene Metalle aufeinandertreffen. Wo sich beispielsweise Silber und Gold berühren, entsteht eine Spannung von 0,6 Volt. Zwischen Kupfer und Zinn sind es 0,21 Volt. Sobald Spuren von Feuchtigkeit dazukommen, bildet sich ein galvanisches Element. Der entstehende Stromfluss führt zu einer unabwendbaren Korrosion.

Lötstellen unterliegen durch unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien ständig wechselnden mechanischen Belastungen. Bei jeder Erwärmung und Abkühlung der Baugruppe entstehen mechanische Spannungen. Die Lötstellen von großen, heiß werdenden Widerständen und Leistungshalbleitern sind besonders belastet. Bei Verwendung von herkömmlichen Bleilot gibt es nach zehn bis fünfzehn Jahren die ersten Kontaktprobleme („kalte Lötstellen“), was Ihnen jeder Fernsehmonteur bestätigen kann.

Lötzinn besteht aus einer Legierung von zwei Dritteln Zinn und einem Drittel Blei. Blei ist gesundheitsschädlich. Damit sich niemand vergiftet, wenn er am Lötzinn leckt und damit die Umwelt nicht vergiftet wird von den aus Autofenstern geworfenen Geräten, gilt seit 2005 in Deutschland und anderen EU-Staaten die RoHS-Verordnung, welche die Verwendung von Blei zum Löten verbietet. Leider haben die Hersteller nun zwei Probleme: Bleifreie Lote haben einen höheren Schmelzpunkt. Zum Ausgleich muss die Lötdauer verkürzt werden, um die hitze-empfindlichen Schaltkreise nicht zu zerstören. Das erhöht die Gefahr, dass massereichere Lötstellen nur an der Oberfläche gelötet sind. Die Fertigungstoleranzen werden kleiner. Durch gezieltes Absenken der Löttempfertur könnte ein Hersteller sogar erreichen, dass die Lötstellen die Garantiezeit nicht allzulange überleben.

Das zweite Problem: Selbst wenn die Kontakte perfekt gelötet sind, haben die bleifreien Lote eine deutlich schlechtere Langzeitstabilität als Bleilot. Wir müssen also langfristig mit anfälliger werdenden Lötstellen rechnen. Deshalb darf für sicherheitsrelevante Anwendungen (Autoelektronik, medizinische Geräte, Überwachungs- und Kontrollinstrumente und für das Militär) ausnahmsweise weiterhin Bleilot verwendet werden.

Einen Vorgeschmack bietet die Ausfallrate bei der XBox 360, einer Spielkonsole von Microsoft. Der Temperaturunterschied zwischen ein- und ausgeschaltetem Gerät ist bei derart kleinen, lüfterlosen Computern besonders groß.

Durch diese Temperaturschwankungen ist bei etwa einem Drittel aller Geräte das Lötzinn brüchig geworden. Microsoft musste die defekten Konsolen zurücknehmen und verschrotten. Außerdem wurde die Garantiezeit von zwei auf drei Jahre verlängert, um die wütenden Kunden zu besänftigen. Im Internet findet man zahlreiche Anleitungen, wie man den Fehler selbst reparieren kann, wenn die Garantie abgelaufen ist: mit dem Fön. Das Erhitzen der spröden Lötstellen regeneriert sie zumindest teilweise.

12.5. PHYSIKALISCH-CHEMISCHE VORGÄNGE

Durch welche physikalisch-chemischen Vorgänge werden magnetisch gespeicherte Daten zerstört?

- Das Erdmagnetfeld wirkt zwar schwach, aber ausdauernd auf die Magnetisierung ein.
- Seit mehr als 50 Jahren werden in Rechenzentren Magnetbänder benutzt. Die Magnetisierung wirkt durch das Trägermaterial hindurch und schwächt die Aufzeichnung in den benachbarten Lagen ab. Deshalb werden Magnetbänder routinemäßig jedes Jahr umgewickelt und alle zwei bis drei Jahre umkopiert.
- Die Bits auf einer Festplatte sind so winzig und liegen so dicht hintereinander in der Spur, dass sie sich allmählich gegenseitig ummagnetisieren. Eine „abgelagerte“ Festplatte sollten Sie alle ein bis zwei Jahre auf die PC-Festplatte kopieren, formatieren und die Daten zurückkopieren, um die Magnetisierung aufzufrischen.

Durch welche physikalisch-chemischen Vorgänge werden optische Datenträger zerstört?

- Das Trägermaterial zerfällt allmählich. Besonders anfällig ist das für CD und DVD verwendete Polycarbonat.
- Das Trägermaterial trübt sich ein.
- Die Klebstoffe zersetzen sich, mit denen die Schichten verklebt bzw. am Rand abgedichtet sind.

Auch die Elektronik der Laufwerke ist anfällig:

- Elektrolytkondensatoren trocknen aus.
- Das BIOS von Festplatten und optischen Laufwerken ist in EPROMs gespeichert, die eine Haltbarkeit in der Größenordnung von zehn Jahren haben, bis die Bits verloren gehen.
- Kontakte können durch Korrosion oder nachlassende Federkraft unsicher werden. Ein einziger „Aussetzer“ kann zu hunderten falschen Bits führen. Falls der PC gerade damit beschäftigt war, Verwaltungstabellen zu aktualisieren, könnte der gesamte Festplatteninhalt in Sekundenbruchteilen verloren gehen.
- Kontaktprobleme können auch innerhalb der Festplattenelektronik auftreten.

12.6. FEHLER DES HERSTELLERS

12.6.1. Softwarefehler der Firmware

Jede nicht-primitive Software enthält Fehler, auch die Firmware (das BIOS der Festplatte) macht da keine Ausnahme. Die Festplatte verwaltet einen eigenen Cache-Speicher. Dazu kommen die S.M.A.R.T. Funktionen, die sehr komplex sind. Leider nimmt mit der Komplexität der Firmware auch deren Ausfallwahrscheinlichkeit zu. Hier einige interessante Fehlerbeschreibungen (englisch), die alle auf fehlerhafte Firmware zurückzuführen sind:

- <http://www.dataclinic.co.uk/data-recovery-western-digital-caviar.htm>
- <http://www.dataclinic.co.uk/hard-disk-smooth-l7250.htm>
- <http://www.dataclinic.co.uk/data-recovery-western-digital-wd-series.htm>
- <http://www.dataclinic.co.uk/data-recovery-maxtor-dx541-2b020h1.htm>
- <http://www.dataclinic.co.uk/maxtor-glist-corruption.htm>

12.6.2. Absichtliche oder fahrlässige Verstöße gegen Spezifikationen

- Auf Seagate-Festplatten brannte eine Schutzdiode durch, wenn ein Netzteil zu langsam auf gelegentliche Überspannungsspitzen reagiert hat. Der Hersteller der Schutzdiode hatte es nicht für möglich gehalten, dass es derart schlechte Netzteile geben könnte.
- Auf zahlreichen Platinen werden Kondensatoren mit ungenügender Spannungsfestigkeit verbaut. Das ist fahrlässig, aber es senkt geringfügig die Herstellungskosten.

- Ein großer Teil der externen Festplatten wird bei mehrstündigem Betrieb zu heiß.
- Notebook-Festplatten sind fast ausnahmslos ungekühlt und werden deshalb zu heiß.
- Bei einem nicht unerheblichen Teil der untersuchten Komplettsysteme war die Kühlung des PCs und vor allem der Festplatte ungenügend, obwohl eine geringfügige Änderung am Gehäuse oder eine veränderte Einbauposition der Festplatte die Kühlung deutlich verbessert hätte. Haben die Gehäusekonstrukteure und -designer keine Ahnung von den technischen Anforderungen an ein Computergehäuse oder sind langlebige Computer nicht erwünscht?

12.7. UMWELTEINFLÜSSE

12.7.1. Temperatur

Wird der Computer, eine externe Festplatte, ein optisches oder magnetisches Laufwerk nach einem längeren Aufenthalt in der Kälte in einen warmen Raum getragen, droht Gefahr:

- Es kann sich Kondenswasser auf der Elektronikplatine bilden, was zu Kriechströmen und Kurzschlüssen führen kann.
- Kondenswasser kann sich sogar im Inneren der Festplatte bilden. Ein Zusammenstoß eines Wassertropfchens mit dem Lesekopf kann diesen beschädigen.
- Bauteile dehnen sich bei Erwärmung aus, je nach Material unterschiedlich: Kupfer 16, Aluminium 23, Zink 36, Polyethylen 100 bis 250, Porzellan 3 (Angaben in Millionstel der Länge pro °C). Das scheint sehr wenig zu sein. Zum Vergleich: Der Schwenkarm der Festplatte ist etwa zehn Millionen mal länger als der Abstand der Köpfe von der Festplatte. Schon eine kleine Verbiegung könnte zu einem Aufsetzen des Kopfes führen.

12.7.2. Überspannungen und Stromausfälle

Einige Beispiele, wodurch gefährliche Überspannungen entstehen können:

- Blitzeinschläge in Überlandleitungen sind nicht selten.
- Überspannungsspitzen treten bei Schaltvorgängen auf Hochspannungsleitungen auf.
- Auch auf der Telefon/DSL-Leitung können Überspannungen auftreten.
- Bei einem Blitzeinschlag fließen gewaltige Ströme durch den Blitzableiter. In einem Umkreis von 50 Metern und mehr werden in jedem Draht beträchtliche Überspannungen induziert.
- Am Einschlagpunkt steht der Erdboden kurzzeitig unter einer Spannung von Millionen Volt.

Am 20. Juni 2013 tobte ein Gewitter über Leipzig. Als ich dachte, es wäre nun weit genug weg, schaltete ich den PC wieder ein. Plötzlich schlug in der Nähe ein letzter Blitz ein. Das Ergebnis: Fernseher, Receiver und Drucker waren dahin, obwohl ausgeschaltet. Der PC sprühte Funken – Netzteil und Grafikkarte defekt. Die Festplatte funktionierte nicht mehr an jedem Tag. Die Backup-Festplatte war OK – sie war weder eingeschaltet noch am PC angesteckt gewesen. Vier Sicherungsautomaten im Sicherungskasten waren defekt. Der Überspannungsschutz in der Steckdosenleiste (Preis: acht Euro) hatte nicht gelitten. Er signalisierte mit einer grünen LED, es wäre alles in Ordnung und er würde mich weiter beschützen. Danke schön!

Warum waren die ausgeschalteten Geräte durchgebrannt? Der PC und das Zubehör sind über den Schutzkontakt der Steckdose geerdet. Auch wenn das Gerät ausgeschaltet ist, bleibt die Erdung erhalten. Wo der Blitz einschlägt, hat die Erde eine Spannung von Millionen Volt, die sich ringförmig in der Umgebung verteilt. Dadurch stehen alle geerdeten Geräte kurzzeitig unter Spannung. Dagegen hilft nur: Stecker ziehen! Auch vom DSL-Kabel!

Stromausfälle können ebenfalls Schäden anrichten. Selbst ein kurzer Stromausfall von nur 50 bis 100 Millisekunden kann zum Absturz des Computers führen. Wenn der PC zum Zeitpunkt des Stromausfalls mit dem Schreiben auf die Festplatte beschäftigt ist, sind Schäden an einigen oder vielen Dateien wahrscheinlich. Wobei treten solche Unterbrechungen auf?

- Schaltvorgänge des Stromversorgers,
- Sicherung „brennt durch“ wegen Überlastung und
- Elektrikerarbeiten im Haus.