

# Maturaarbeit zum Thema der Datenwiderherstellung



Kantonsschule Schaffhausen 2008

David Hintermann

Fach: Informatik

Betreuung: Dr. R. Steiger



# Vorwort

## Das Thema

Lange Zeit hatte ich kein Thema für meine Maturaarbeit. Meine Gedanken kreisten bei einer Datenbank für Wohnmobilstellplätze. Doch irgendwie konnte ich mich mit diesem Thema nicht wirklich anfreunden. Auf dem Heimweg nach einem langen Schultag kam mir die Idee, mich mit der Datenwiederherstellung zu beschäftigen. Ich machte mir ein paar Notizen und fragte Herrn Thomas Stamm an, ob sich dies so machen liesse, wie ich mir das vorgestellt habe, und ob er die Betreuung übernehmen könnte. Herr Stamm war begeistert, schlug mir aber Herrn Steiger als Betreuungsperson vor. Herr Steiger nahm sofort an.

## Allgemeines zu dieser Maturaarbeit

Als Erstes vorweg: Diese Arbeit beschäftigt sich nicht mit Dateiwiederherstellung bei physikalischen Defekten am Speichermedium. Gerade Komponenten zwischen Festplatten auszutauschen, kommt in normalen Räumen nicht in Frage, da sich viel zu viel Staub in der Luft befindet. Gerät ein Staubpartikel in das Innere, kann die ganze Festplatte zerstört werden.

Da in dieser Arbeit einige Begriffe vorkommen werden, die nicht jedermann verstehen wird, habe ich mich entschlossen die wichtigsten Wörter in der Fusszeile zu erläutern. In dieser Arbeit stütze ich mich fast ausschliesslich auf die aktuellen Betriebssysteme von Microsoft (*Windows XP* bzw. *Windows Vista*), da ich mit *Linux* nicht die geringste Erfahrung habe, und auch einen *Mac* sucht man in meiner Familie vergebens, auch bin ich gegenüber Apples Bevormundung abgeneigt, mich näher mit Apples Computern zu beschäftigen.

Weiterführende Informationen wie Links und Programmcodes sind im Anhang zu finden.

In dieser Arbeit befasse ich mich mit einem Problem, welches in der heutigen Zeit wahrscheinlich immer häufiger zur Sprache kommt, da Daten und ihre Aufbewahrung immer wichtiger werden. Ich möchte die Möglichkeiten bei einem ungewollten Datenverlust aufzeigen. Was kann man selber machen und wann ist es ratsam einen Spezialisten aufzusuchen? Auch möchte ich auf die Frage eines allfälligen Zusammenhangs zwischen der Wiederherstellungswahrscheinlichkeit und des Dateityps oder der Dateigrösse eingehen.

## Probleme während der Arbeit

Ich dachte nicht, dass diese Arbeit derart zeitintensiv werden kann. Nicht nur das Verfassen, sondern insbesondere die Versuche beanspruchen mehr Zeit als ursprünglich erwartet. Vielfach liefen einige Tools während der ganzen Nacht, ja auch zum Teil während der Schulzeit. Um das Problem mit der Zeitnahme während meine Abwesenheit zu lösen, erstellte ich ein Zeitraffervideo, aufgenommen mit der Webcam, welche die ganze Zeit über meinen Bildschirm filmte.

Bei einigen Programmen war die Anzahl der wiederhergestellten Dateien derart gross, dass ich unter tausenden von Files die von mir für die Versuche auf die Festplatte geschriebenen Dateien zu suchen brauchte. Viel Arbeit nahm mir das zu diesem Zwecke selbstgeschriebenen Programm ab, aber es gab auch viele Fälle, in denen sich die Dateien zwar nicht im Inhalt, dafür in der Dateigrösse unterschieden. Solche Fälle erkennt das Programm nicht, und müssen von Hand herausgesucht werden. Viel Zeit beanspruchte auch, die Daten für Diagramme zu ermitteln, wofür ich dafür kurzerhand ein Makro in *Excel 2007* geschrieben habe.

Am Ende, als es um das Korrigieren der Arbeit ging, merkte ich, dass viele Fehler vorhanden waren, die von der Spracherkennung stammen. Die Spracherkennung arbeitete nicht zu 100% genau, was dazu führte, dass es viele Fehler gab, die vom Rechtschreibkorrekturprogramm nicht bemerkt worden waren. Da gab es viele falsche Wörter wie grösste anstatt Grösse oder aus Schreibkopf wurde schreibe Kopf, oder aus Terabyte wurde PR-Arbeit.

## **Danksagung**

Ganz herzlich möchte ich Rainer Steiger, meiner Betreuungsperson, danken. Er hat mich immer wieder dazu motiviert nicht aufzugeben, daran zu bleiben, dass es ohne Stress über die Bühne gehen kann. Auch möchte ich mich bei Herrn Thomas Stamm bedanken, der mir Herrn Steiger als Betreuungsperson vermittelt hat. Vielen Dank auch an meine Familie, die mich auch immer wieder motiviert und unterstützt hat, ebenso auch an alle Personen die mir Festplatten zur Verfügung gestellt haben, die aber nicht namentlich erwähnt werden möchten.

## Überblick

Über die letzten Jahre gesehen stieg der Speicherbedarf der Menschheit fast exponentiell an. Damit verbunden, kommt je länger je mehr die langjährige Aufbewahrung von Daten und deren Sicherungen zur Sprache. Dazu gehört auch das Thema der Datenwiederherstellung bei allfälligen Verlusten wichtiger Daten. Neben Physikalischen Beschädigungen der Speichermedien, können beispielsweise auch menschliches Versehen, Viren, Softwareabstürze zu ungewolltem Datenverlust führen. Mit diesem Thema beschäftigt sich die Datenwiederherstellung. Es gibt viele Programme, über alle Preisklassen hinweg, die gelöschte Dateien wiederherstellen können. Als Alternative kommt ein Spezialist in Frage, der sich vorwiegend mit physikalische defekten Datenträger. Es gibt Berichte, die von Datenwiederherstellungen von Festplatten aus den Trümmern des WTC erzählen.

In einigen Versuchen wird in dieser Arbeit die die Grenzen der auf Software basierenden Dateiwiederherstellung auf Festplatten abgesteckt. Dazu wird der Lese- und Schreibvorgang auf dem magnetischen Datenträger erklärt, wie auch die Rolle des Betriebssystems beziehungsweise des Dateisystems verdeutlicht. Ebenso wird der Prozess der Datenwiederherstellung aufgezeigt. Dieser beginnt mit dem Suchen nach Dateien und endet mit dem Speichern des gefundenen Files. Am Ende der Arbeit werden die verschiedenen getesteten Wiederherstellungsprogramme verglichen und kurz beschrieben.

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	II
Das Thema .....	II
Allgemeines zu dieser Maturaarbeit .....	II
Probleme während der Arbeit .....	II
Danksagung .....	III
Überblick.....	IV
Inhaltsverzeichnis.....	V
Einleitung.....	1
Die Festplatte .....	1
Was ist eine Festplatte? .....	1
Der Aufbau.....	1
Die Funktionsweise .....	2
Die Organisation der Daten.....	2
Speicherung .....	3
Longitudinal Recording.....	3
Perpendicular Recording .....	3
Das Lesen.....	3
Das Formatieren.....	4
Low-Level-Formatierung .....	4
Mid-Level-Formatierung .....	4
High-Level-Formatierung.....	4
Die Partitionierung.....	5
Das Dateisystem.....	5
Data Recovery .....	6
Funktionsweise von Recovery Tools.....	6
Versuchsreihe.....	7
Allgemeines .....	7
Versuch 1 .....	7
Experiment .....	7
Resultate .....	8
Diskussion .....	10
Fazit .....	13
Versuch 2.....	13
Experiment .....	13
Resultate.....	14
Ein Drittel des Speicherplatzes belegt.....	14

Gesamter Speicherplatz belegt.....	15
Diskussion .....	16
Ein Drittel des Speicherplatzes belegt.....	16
Gesamter Speicherplatz belegt .....	16
Versuch 3.....	17
Experiment .....	17
Resultate .....	18
Diskussion .....	20
Versuch 4.....	21
Experiment .....	21
Resultate .....	22
Diskussion .....	23
Fazit zu den verschiedenen Programme.....	25
Fazit zur Datenwiederherstellung im Allgemeinen.....	26
Anhang.....	28
Dateisysteme unter Windows .....	28
Bytes und Bits.....	28
Dateien vergleichen – Das Programm .....	29
Das Programmfenster (Screenshot).....	29
Der Programmcode .....	30
Verwendete Programme .....	38
Am meisten genutzte Hilfsprogramme, im Zusammenhang zur Datenwiederherstellung .....	38
Data Recovery Tools.....	38
Weitere mehr oder weniger häufig verwendete Software rund um das Verfassen der Arbeit:.....	40
Quellennachweis .....	41
Literaturverzeichnis.....	41
Bildnachweis .....	42

# Einleitung

## Die Festplatte<sup>1</sup>

### Was ist eine Festplatte?

Die Festplatte (engl. Harddisk oder HDD als Abkürzung für Harddiskdrive) ist ein Massenspeicher. Auf ihr werden normalerweise alle Daten des Computers gespeichert. Üblicherweise wird von ihr gebootet<sup>2</sup>, auch wenn sie standardmässig nicht das erste Boot Device<sup>3</sup> ist. Das heisst, neben den persönlichen Daten ist darauf auch das ganze Betriebssystem gespeichert.

### Der Aufbau

Seit der ersten Festplatte hat sich bis heute nichts Grundlegendes an der Funktionsweise und am Aufbau geändert. Im Inneren des Gehäuses befinden sich mehrere Platten aus Metall (z.B. Aluminium). Diese sind mit einem magnetisierbaren Material, wie Eisenoxid, beschichtet und übereinander an einer gemeinsamen Drehachse befestigt. Wenn die Festplatte in Betrieb ist, drehen sich die Platten mit konstanter Rotationsgeschwindigkeit. Angetrieben werden sie durch einen Elektromotor. Zwischen den Platten ist ein kleiner Abstand in den die Arme mit Schreib- und Leseköpfe hineingreifen. Bei rotierenden Platten bildet sich ein Luftpolster zwischen dem Lesekopf (Head) und der Platte. Der Abstand zwischen dem Lesekopf und der Platte ist geringer als der Durchmesser eines Haars, eines Staub- oder eines Russpartikels. Berührt der Kopf jedoch die Platte, führt das zum so genannten Head-Crash und macht die Festplatte unbrauchbar. Um Schäden beim Transport zu verhindern, werden die Arme bei Stromunterbrechungen in die Parkposition gebracht und arretiert. Die dafür nötige Energie wird von einem Generator erzeugt, der die Schwungmasse der Plattenrotation ausnutzt. Der Arm wird von einem Servomotor gesteuert, um den Kopf an der gewünschten Position in Stellung zu bringen. Dieser wiederum wird kontrolliert von der Armelektronik. Dies alles ist in einem beinahe luftdichten Gehäuse eingeschlossen. Von aussen sind nur die Schnittstelle zum Computer und der Anschluss zum Netzteil des Computers zu sehen. In manchen Fällen ist aber auch ein Teil der Platine zu sehen.

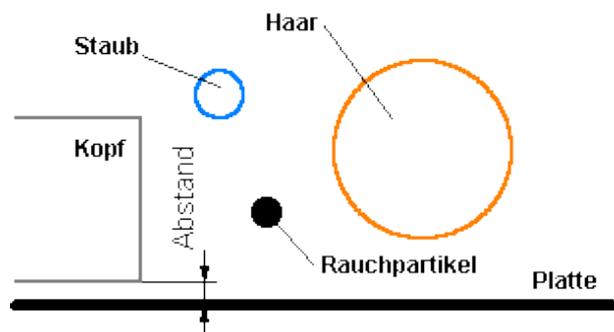


Abbildung 1: Grössenvergleich von Fremdkörpern und dem Abstand zwischen Kopf und Platte<sup>4</sup>

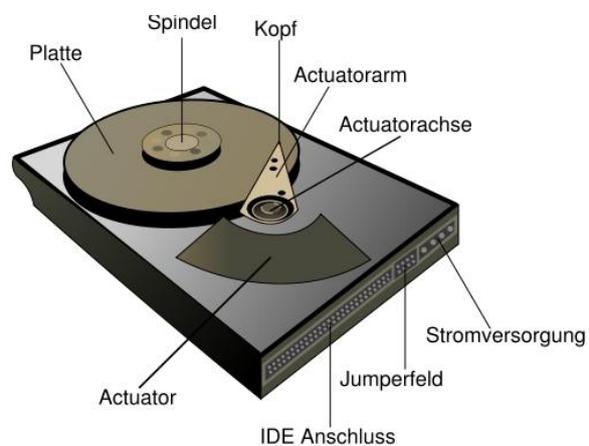


Abbildung 2: Aufbau einer Harddisk<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Für dieses Kapitel stütze ich mich auf folgende Quellen: <http://www.movie-college.de/> (06.08.2008); <http://www.tomshardware.com/> (01.07.2008); <http://www.elektronik-kompndium.de/> (07.07.2008); <http://de.wikipedia.org/> (24.8.2008); <http://www.bullhost.de/> (13.08.2008); <http://www.it-portal.org/> (24.08.2008)

<sup>2</sup> Booten vom englischen to boot - starten: den Computer starten/hochfahren.

<sup>3</sup> Boot Device bezeichnet das Gerät, von dem aus der Startvorgang ausgeführt wird. Das erste Gerät ist heutzutage meist das CD/DVD-Laufwerk, bei älteren Computern das Floppy-Laufwerk. Werden auf dem Gerät keine startfähigen Daten gefunden, wird das nächste Device, gemäss der Reihenfolge im BIOS angesprochen

<sup>4</sup> <http://www.elektronik-kompndium.de>

<sup>5</sup> <http://upload.wikimedia.org/> (03.12.2008)

## Die Funktionsweise

### Die Organisation der Daten

Um die Daten wieder zu finden die auf den Magnet-scheiben abgelegt werden, ist es erforderlich, eine Einteilung der Magnetplatten vorzunehmen. Dazu werden bei einer Low-Level-Formatierung des Herstellers Spuren auf den Platten Ober- und Unterseiten angelegt. Ähnlich wie bei einer alten LP, doch der Unterschied besteht darin, dass es sich bei den angelegten Spuren um konzentrische Kreise handelt und nicht wie bei der Schallplatte um eine einzige Spur. Die Spuren sind auf allen Platten gleich. Die Tracks, wie die Spuren auch genannt werden, werden von aussen nach innen, von Null beginnend, durchnummeriert. Alle übereinander liegende Tracks bilden die so genannten Cylinder. Die Spuren werden wieder unterteilt in Sektoren. Dies führte zu einer dreistufigen Adressierung, bekannt unter dem Begriff *CHS-Adressierung* (Cylinder, Head, Sector).

Somit hat jede Information eine eindeutige Adresse. Früher hatte jeder Track die gleiche Anzahl von Sektoren. Dies bedeutete jedoch eine Platzverschwendung, da die äusseren Sektoren grösser waren, als die der inneren Tracks. Dieser Nachteil wird mit der *LBA-Technik* (Large Block Access) beseitigt. Diese ermöglicht eine variable Sektoranzahl pro Track. Logischerweise steigt diese, je weiter die Spur vom Mittelpunkt der Platte entfernt ist. Somit musste auch die *CHS-Adressierung* angepasst werden. Die Sektoren werden von aussen nach innen kontinuierlich durchnummeriert. Die neue Adresse einer Information besteht somit aus Head und Sektor bzw. Cluster. Windows Systeme erweitert die Unterteilung noch mit Clustern, die mehrere Sektoren zusammenfassen. Ein Vorteil ist, dass ein Cluster schneller gefunden wird als ein Sektor, aber es ist ein Nachteil, dass jede Datei in einem neuen Cluster beginnen muss, egal ob das vorangehende Cluster voll ist, oder fast leer. Dabei ist zu beachten, dass die Cluster nicht hintereinander liegen müssen. Sie können sich über die gesamte Festplatte verteilen. Deshalb ist es nötig, von Zeit zu Zeit eine Defragmentierung durchzuführen. Dabei werden Dateien in hintereinander liegende Cluster gespeichert. So wird die Festplattenleistung gesteigert, da viel Zeit durch das Navigieren zu den unterschiedlich gelegenen Sektoren entfällt.



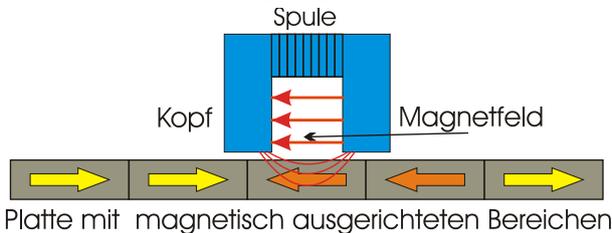
**Abbildung 3: Plattenstapel – Die roten konzentrischen Kreise sind Track, die gelben Abschnitte sind verschieden grosse Sektoren. Konzentrische Ringe mit gleichem Abstand zum Mittelpunkt übereinander nennt man Cylinder.<sup>6</sup>**

<sup>6</sup> Darstellung von David Hintermann, erstellt mit Blender

## Speicherung

### *Longitudinal Recording*

Als erstes wird der Kopf in die richtige Position gebracht. Als nächstes durchfließt ein Strom eine Spule die sich im Kopf befindet. Das so entstehende Magnetfeld magnetisiert die Stelle unter den Kopf. So entstehen viele kleine magnetisch ausgerichtete Bereiche, welche waagrecht zur Platte ausgerichtet sind. Mit dieser Technik werden bis zu 120 Gbit<sup>7</sup> pro Quadratzoll erreicht



Platte mit magnetisch ausgerichteten Bereichen

Abbildung 4: Longitudinal Recording<sup>8</sup>

### *Perpendicular Recording*

Der Unterschied zum *Longitudinal Recording* besteht darin, dass die magnetisierten Bereiche senkrecht zur Oberfläche stehen. So wird eine höhere Speicherdichte zu erreichen. Man spricht davon, dass bis zu 1 Tbit pro Quadratzoll möglich ist. Für diese Technik werden ein anderer Schreibkopf und ein anderes Speichermedium benötigt. Das Problem ist, dass die magnetischen Feldlinien des Magneten senkrecht das Medium ein- und aus-treten müssen, um eine senkrechte Magnetisierung zu ermöglichen. Deshalb hat der Schreibkopf zwei unterschiedliche Schenkel. Im unteren magnetischen Layer des Mediums wird der obere Schreibkopf gespiegelt. Dieser Magnet existiert nicht wirklich, die untere Schicht verhält sich jedoch so. So treten aus dem breiten Schenkel Feldlinien aus und in den dünnen Schenkel ein.

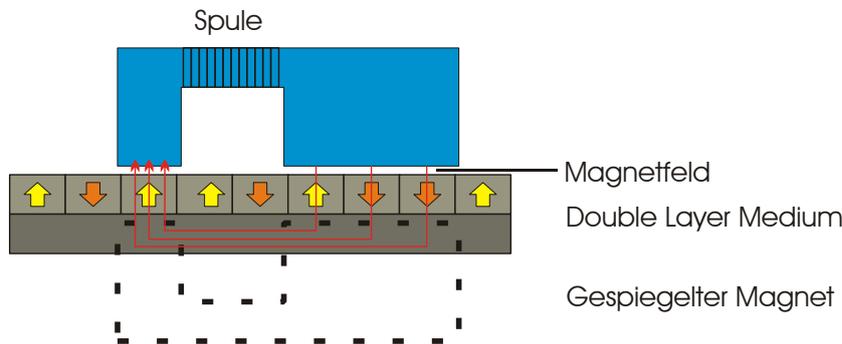


Abbildung 5: Perpendicular Recording<sup>9</sup>

### Das Lesen

Für beide, der oben vorgestellten Recording-Arten, kann der gleiche Lesekopf verwendet werden. Wenn der Kopf mit der Spule an einem magnetischen Bereich vorüber kommt, wird eine kleine Spannung induziert. Diese wird verstärkt und als Datenstrom ausgelesen.

<sup>7</sup> Ein kleines Kapitel rund um Bits und Bytes ist auf Seite 26 zu finden.

<sup>8</sup> Quelle: Bild selbst gezeichnet mit CorelDRAW, in Anlehnung an <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/bilder/06102914.gif> (07.07.2008)

<sup>9</sup> Bild selbst gezeichnet mit CorelDRAW, in Anlehnung an <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/bilder/06102915.gif> (07.07.2008)

## Das Formatieren

Damit ein Speichermedium Daten aufnehmen kann, muss eine Reihe von Prozessen durchgeführt werden. Diese werden unter dem Begriff „formatieren“ zusammengefasst. Man unterscheidet drei Stufen:

### *Low-Level-Formatierung*

Diese Formatierung wird heutzutage fast immer durch den Hersteller vorgenommen. In diesem Schritt wird die Festplatte in Spuren und Sektoren eingeteilt (siehe Kapitel *Die Organisation der Daten*, Seite 2). Dabei werden auch alle defekten Sektoren gespeichert, welche die Festplatte nicht verwenden soll.

### *Mid-Level-Formatierung*

In diesem Modus wird jedes Byte mit einem bestimmten Zeichen oder einer Zeichensequenz überschrieben. Häufig wird dafür die Null verwendet<sup>10</sup>.

### *High-Level-Formatierung*

Nach der *Low-Level-Formatierung* werden Partitionen angelegt. Darauf folgt die High-Level-Formatierung, welche die Struktur für ein Dateisystem einrichtet. Dafür gibt es zwei verschiedene Methoden:

Normalformatierung: Als erstes wird eine Suche nach fehlerhaften Sektoren durchgeführt, was die meiste Zeit in Anspruch nimmt. Danach werden die Informationen zum Dateisystem geschrieben und somit vorhandene Dateien gelöscht.

Schnellformatierung: Die Suche nach fehlerhaften Sektoren wird übersprungen und gleich mit dem Schreiben der Informationen zum Dateisystem begonnen. Auch hier werden alle vorhandenen Dateien gelöscht.

---

<sup>10</sup> Anmerkung für *Windows Vista* User: Vista führt bei einer Normalformatierung eine mit Mid-Level-Formatierung durch und überschreibt die Daten mit einer 0.

## Die Partitionierung

Bei der Partitionierung wird ein physikalisches Laufwerk in Partitionen geteilt, um sie als separate Laufwerke ansprechen zu können. Es gibt zwei Arten von Partitionen: Primäre Partitionen und erweiterte Partitionen. Pro physikalische Festplatte sind nur vier primäre Partitionen möglich, ohne den Bootsektor<sup>11</sup> der Festplatte anzupassen. Nur von primären Partitionen kann ein Bootvorgang ausgeführt werden. Braucht man mehr als vier Partitionen, lässt sich eine erweiterte Partition erstellen, in welcher man maximal 23 logische Laufwerke anlegen kann, die aber nicht bootfähig sind.

Mögliche Gründe für eine Partitionierung:

1. Installation mehrerer Betriebssysteme
2. Einrichten verschiedener Dateisysteme
3. Trennung von Programmen und Daten
4. Einfaches Sichern der Systempartition durch Images

## Das Dateisystem

Die Aufgabe des Dateisystems ist es, den belegten und den freien Speicherplatz zu verwalten. Das heisst, es muss wissen, in welchen Clustern die Dateien liegen und welche Attribute wie schreibgeschützt, versteckt die Datei hat. Es übernimmt somit die ganze Arbeit der Transformation der CHS-Adressierung in die überschaubare Ordnerstruktur. So können alle Programme, der User und das Betriebssystem über den Klartextnamen auf Dateien zugreifen, ohne interne Adressen des Speichermediums überhaupt zu kennen.

Es gibt dutzende von Dateisystemen und jedes hat seine Vor- und Nachteile<sup>12</sup>, wie auch Einschränkungen. Eine solche Einschränkung könnten zum Beispiel eine Begrenzung der Verschachtelungstiefe der Ordner oder die Längenbeschränkung des Pfades<sup>13</sup>, des Dateinamens oder der Dateierweiterung bedeuten. *Windows* unterstützt nur NTFS (New Technology File System) und FAT (File Allocation Table) auf Festplatten. Andere Dateisysteme wären etwa HFS (Hierarchical File System) für *Macintosh*, ext, ext2 und ext3 (Extended File System) für *Linux* oder UDF für CDs und DVDs.

---

<sup>11</sup> Bei dem EDV Begriff Bootsektor handelt es sich um den ersten Sektor bzw. um den Block 0 des Dateisystems eines Datenträgers. Der Bootsektor befindet sich vor dem Master Boot Record kurz MBR einer Diskette oder der Partition einer Festplatte und wird durch den Urlader bzw. durch das Bootprogramm abgearbeitet. Im Bootsektor sind auch Informationen über den Aufbau des Datenträgers gespeichert wie etwa die Grösse der Cluster und der Par  
<http://www.bullhost.de/b/bootsektor.html> (13.08.2008)  
<http://www.it-portal.org/pctechnik.html> (24.08.2008)

<sup>12</sup> Im Anhang, auf Seite 25, ist eine Tabelle mit Vor- und Nachteilen verschiedener Dateisysteme unter *Windows* zu finden

<sup>13</sup> Der Ort einer Datei auf einem Datenträger wird mit einem Pfad angegeben. Um eine Datei zu öffnen muss der Pfad und der Dateiname angegeben werden. Beispielsweise „Laufwerksbuchstabe:\Dies\ist\der\Pfad\Und\_dies\_der\_Dateiname.Dateiformat“. Steht kein Dateinamen mit einer Dateierweiterung am Schluss ist wird ein Ordner beschrieben. Beispielsweise für den Ordner des Startverzeichnisses von *Windows XP* für alle Benutzer: „C:\Dokumente und Einstellungen\All Users\Startmenü\“

## Data Recovery

Die Datenwiederherstellung befasst sich mit der Rekonstruktion von verlorenen und gelöschten Dateien von Datenspeichern. Für den Verlust von Daten gibt es verschiedene Ursachen. Man kann zwischen Hardwaredefekten, beispielsweise Head-Crash oder dem Versagen der Elektronik und Verlust durch Software, wie Systemabstürze, versehentliches Löschen mit gedrückter Umschalttaste<sup>14</sup>, leeren des Papierkorbs oder Virenattacken unterscheiden.

### Funktionsweise von Recovery Tools

Vielfach wird zwischen zwei verschiedenen Arten von abhanden gekommenen Dateien unterschieden. Zum einen wären dies die gelöschten Dateien zum anderen die verlorenen Dateien.

Wenn Dateien gelöscht werden, werden diese weder physikalisch vom Speichermedium noch aus dem Dateisystem entfernt. Es wird lediglich das erste Zeichen des Dateinamens in E5 (hexadezimal) geändert. Alle Einträge im Dateisystem mit diesem hexadezimalen Zeichen werden vom Betriebssystem einfach ignoriert und der Computer markiert für sich die von der gelöschten Datei besetzten Cluster als freien Speicherplatz. Dies machen sich Datenwiederherstellungsprogramme zu Nutze, indem sie im Dateisystem nach Dateien mit diesem hexadezimalen Zeichen am Anfang des Dateinamens suchen. Anschliessend wird kontrolliert, ob die von der als gelöscht markierten Datei beanspruchten Clustern schon von anderen Dateien überschrieben worden sind. Da ein Cluster nur Informationen einer Datei beinhalten kann, ist die Information der gelöschten Datei beschädigt, wenn Teile davon überschrieben werden, was sich auf die Wiederherstellungschance der Datei auswirkt.

Bei verlorenen Dateien handelt es sich um solche, deren Eintrag im File System nicht mehr vorhanden ist. Dies kann die Folge von einer Beschädigung des Dateisystems oder einer Neuformatierung des Datenträgers sein. Die Recovery Tools können nichts viel anderes machen, als Cluster für Cluster nach datei charakteristischen Headern und Footern<sup>15</sup> abzusuchen. Die benötigte Zeit für diesen Vorgang hängt von der Anzahl der Cluster ab.

---

<sup>14</sup> Unter *Windows* werden bei Löschaktionen mit gedrückter Umschalttaste (Shift) die Daten nicht in den Papierkorb verschoben, sondern diese nach einer Kontrollabfrage „unwiderruflich“ gelöscht. Standardgemäss wird eine Datei aber in den Papierkorb verschoben, aus dem sie problemlos an den ursprünglichen Speicherort wiederhergestellt werden kann.

<sup>15</sup> Header: Kopfzeile, Footer: Fusszeile (≠ Fussnote)

# Versuchsreihe

## Allgemeines

Für die Wiederherstellung wurden 392 verschiedene Dateien aus 52 Datentypen von \*.avi über \*.mp3 bis \*.zip mit der Gesamtgrösse von 6'196'271'244 Bytes<sup>16</sup> ausgewählt. Das kleinste File hat eine Grösse von 36 Bytes, das Grösste 791'612'538 Bytes. Um die wiederhergestellten Dateien mit den Testdateien zu vergleichen, wird das selbstgeschriebene Visual Basic Programm<sup>17</sup> verwendet, welches Dateien mit gleicher Dateigrösse binär öffnet und diese dann abgleicht. Ist aber schon im Vorhinein klar, dass die Dateigrösse nicht zwingend mit den Originalfiles übereinstimmt, müssen solche Dateien von Hand verglichen werden, was einige Zeit in Anspruch nimmt. Das erstellen des Programms dauerte gut einen Tag und besteht aus rund 250 Zeilen.

In einigen Versuchen werden immer wieder „Füller-Files“ angesprochen. Dies sind lediglich Textdateien mit einer unterschiedlichen Länge der sich wiederholende Zahlensequenz „1234567890“.

## Versuch 1

### Experiment

Dieser Versuch soll dazu dienen, die ersten Erfahrungen mit Recovery Tools zu bekommen und eine grobe Einschätzung über die Möglichkeiten der Programme zu erlangen. In der Praxis wird dieses Szenario wahrscheinlich auch nicht ganz selten sein.

Auf eine 10 GB grosse, vorgängig mit *Paragon Partition Manager* FAT 32 formatierte, über einen USB-Adapter angeschlossene IDE-Harddisk werden die obengenannten Daten kopiert, mit dem *Total Commander*<sup>18</sup> gelöscht und anschliessend der Papierkorb geleert. Nun werden die Recovery Tools ausgeführt. Um einen Vergleich zwischen den verschiedenen Programme machen zu können, wird die Zeit gestoppt, die vergeht um nach gelöschten Daten zu suchen und die, welche während des Wiederherstellungsvorgang verstreicht. Die Anzahl gefundenen Dateien, der verschiedenen Recovery Tools werden gegenübergestellt und die wiederhergestellten Daten werden mit den Originalen verglichen. Dazu wurde das selbst geschriebene VB-Programm<sup>19</sup> benutzt. Für den Vergleich von verschiedenen Programmen ist es nötig, dass alle dieselbe Ausgangslage auf der Festplatte besitzen. Da ist es von Vorteil, dass es bei allen getesteten Tools die Möglichkeit gibt, den Pfad für die Speicherung wiederhergestellter Dateien zu definieren. So können alle Tools verlorene und gelöschte Dateien auf der Festplatte suchen, ohne diese zu verändern.

Diese Programme<sup>20</sup> wurden für die Wiederherstellung verwendet:

- *AusLogics Emergency Recovery*
- *Avira UnErase*
- *DataDoctor Recovery Digital Pictures*
- *FreeUndelete*
- *O&O DiskRecovery*
- *PC Inspector File Recovery*
- *PC Inspector Smart Recovery*
- *Recuva*
- *Smart Data Recovery*
- *Smart FAT Recovery*
- *Undelete Plus*

---

<sup>16</sup> Über Bytes und Bits vergleiche Kapitel *Bytes und Bits* auf Seite 26

<sup>17</sup> Der Arbeitsablauf des Programms wird im Anhang auf Seite 26 kurz erklärt.

<sup>18</sup> Eine Liste mit den verwendeten Programmen befindet sich im Anhang, Seite 35.

<sup>19</sup> Der Quelltext ist auf der beigelegten CD zu finden.

<sup>20</sup> Eine kurze Beschreibung zu den verschiedenen Programmen ist dem Anhang auf Seite 35 zu entnehmen.

## Resultate

Programm	Anzahl gefundene Dateien	Benötigte Zeit der Dateisuche.	Wiederherstellungschance	Anzahl wiederhergestellte Files	Benötigte Zeit für die Wiederherstellung	Entdeckte Fehler	Bemerkung
<i>Auslocig Emergency Recovery</i>	392 und 470 in \$Recycle.Bin	00:00:18	Gut bis Durchschnittlich	392 + 470	00:27:09	-	392 Files identisch zu Originalfiles, alle Files aus \$Recycle.Bin identisch mit denen von <i>Undelete Plus</i>
<i>Avira UnErase</i>	392	00:00:07	Gut	385	06:00:00	Ein Rar-Archiv ist nicht identisch mit dem Originalfile, sonst ist alles identisch	Grössere Files als 100 MB habe ich vom Wiederherstellungsprozess ausgeschlossen, da sonst zu viel Zeit beansprucht worden wäre. (Von einem 791'612'538 B grossem File wurden 382 MB in 18:38:00 wiederhergestellt.) Einige Anfangsbuchstaben der Dateinamen gingen verloren.
<i>Datadoctor Recovery Digital Pictures</i>	>2000	00:15:00	keine Angabe	0	00:00:00	193 Bilder ohne Thumbnail	Shareware zeigt nur erste 2000 Thumbnails an
<i>Free Undelete</i>	100	00:12:00	Gut	100	00:08:05	-	Die 100 gefundenen Files sind alle identisch zu den Originaldateien
<i>O&amp;O DiskRecovery</i>	5083	00:12:37	Keine Angabe	5083	00:16:27	Es gibt defekte Dateien die sich nicht öffnen lassen. Gewisse Dateitypen werden nicht richtig zugeordnet. Beispielsweise wird aus einem Batch- oder einem Konfigurationsfile ein Textfile oder aus einem docx ein Zip-Archiv.	Das Programm arbeitet sehr schnell. Die Dateigrösse ist nicht immer identisch mit der des Originals, die Dateien sind aber vollständig erhalten. So ist eine Zuordnung per Programm zu den Originaldateien nicht möglich.
<i>PC Inspector File Recovery</i>	3625	00:55:48	ohne Angabe bis schlecht	3625	08:00:00	Zum Teil defekte Dateien oder nur teilweise wiederhergestellte Files. Z.B. Bilder / Musik	Die defekten Dateien sind verlorene Dateien. Die gelöscht 392 wurden ohne Fehler wiederhergestellt.

Programm	Anzahl gefundene Dateien	Benötigte Zeit der Dateisuche.	Wiederherstellungschance	Anzahl wiederhergestellte Files	Benötigte Zeit für die Wiederherstellung	Entdeckte Fehler	Bemerkung
<i>PC Inspector smart recovery</i>	206 jpg	07:32:00	Keine Angabe	206 (6/13 ausgewählten jpg)	07:16:00	169 Dateien unbrauchbar	Die Suche ist nur für ein Dateiformat auf einmal pro Suchvorgang möglich. Die Zeit der Wiederherstellung entspricht der Dauer zwischen den Zeitstempel des ersten und des letzten Files, somit fallen die Suchzeiten vor dem ersten File und die nach dem letzten File weg. Dies, weil nach dem Klick auf den Startbutton alle Dateien sofort wiederhergestellt werden, ohne dass eine Auswahl angezeigt wird.
	11 avi	07:25:00	Keine Angabe	10 (4/5 ausgewählten avi +1/1 ausgewählte divx)	07:10:00	2 Dateien Defekt davon eine mit VLC 0.9.4 reparierbar	
	16 wma	04:44:00	Keine Angabe	16 (9/9 ausgewählten wma) inklusive 1/1 ausgewähltem wmv	02:11:00	Dateien mit nicht ganz Fehlerfreien Enden. Die Musik ist aber ganz abspielbar. Konvertieren mit VLC bringt Abhilfe.	
	417 wav	02:05:00	Keine Angabe	417 (378 bei Wiedergabe geben Geräusche) (0/0 ausgewählte wav)	01:54:00	64 Dateien hörbar Beschädigt (Rauschen, Pfeifen, Länge entspricht nicht der des Originals)	
	442 bmp	07:20:00	Keine Angabe	442 (3/8 ausgewählten bmp)	07:08:00	343 Dateien beschädigt	
<i>Recuva</i>	863	00:00:03	Sehr gut (444) Unwiederherstellbar (419 Files)	863	00:26:14	-	Die 470 Dateien aus dem \$Recycle.bin wurden nicht auf Korrektheit geprüft, sind aber identisch mit jenen von Undelete Plus. Es wurden doch alle Files Wiederhergestellt. Diese sind alle übereinstimmend mit den Originaldateien.
<i>Smart Data Recovery</i>	100	00:00:06	21 gut, 5 Mittelmässig, 73 schlecht	1	00:00:00	File ist defekt	Nur 1 File rekonstruierbar da Shareware
	333 mit Free Space Scan	00:11:20	159 gut, 23 mittelmässig, 151 schlecht				
<i>Smart FAT Recovery</i>	100	00:00:06	21 gut, 5 Mittelmässig, 73 schlecht	1 mit schlechter Wiederherstellungswahrscheinlichkeit	00:00:04	File ist defekt	Nur 1 File rekonstruierbar da Shareware, Kein Unterschied zu <i>Smart Data Recovery</i> , sogar dieselbe Werbeeinblendung, nur alle nicht FAT-Laufwerke werden ausgeblendet.
	333 mit Free Space Scan	00:11:20	159 gut, 23 mittelmässig, 151 schlecht				
<i>Undelete Plus</i>	863	00:00:03	Sehr gut	863	00:35:30	-	Alle Files mit Originaldateien identisch 470 Dateien stammen aus dem \$Recycle.bin. welche nicht auf ihre Richtigkeit überprüft worden sind

## Diskussion

Das Erste was auffällt, wenn man die wiederhergestellten Daten durchsieht, ist, dass bei vielen Dateien die Anfangsbuchstaben des Dateinamens fehlen und durch ein anderes Zeichen ersetzt wurde, beispielsweise durch den *underscore*. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass beim Löschen dieses Zeichen verändert wurde (vgl. Kapitel Data Recovery)

Ferner fällt auf, dass die Anzahl der gefundenen Dateien stark variiert. Alle Programme, die etwa soviel Dateien fanden wie *Undelete Plus*<sup>21</sup> sind solche, die nicht die gesamte Festplatte nach dateitypspezifischen Header oder Footer absucht. Dieses Vorgehen lässt sich aber bei den Programmen von PC Inspector, O&O oder Data-doctor feststellen, da sie Tausende von Dateien eruieren können.

Das Diagramm zeigt die prozentuale Wiederherstellung der ausgewählten Dateien (vgl. Kapitel Allgemeines auf Seite 7) bei den jeweiligen Grössen der Files. Zum Beispiel wurden 91% aller Daten mit einer Grösse  $\leq 128$  KB aber  $> 64$  KB wiederhergestellt.

Als 100% wird die Anzahl Kopien einer Datei angenommen, wenn diese von allen Tools wiederhergestellt würde. Das heisst, wenn es 8 Files mit einer Grösse zwischen 1 KB und 16 KB gibt und diese Datei von insgesamt acht verschiedenen Tools wieder hergestellt werden könnte, entsprechen 64 wiederhergestellte Files den 100%. Die acht Programme sind diese mit den überzeugendsten Ergebnissen wurden für die Diagramme verwendet. Diese wären die Folgenden: *Undelete Plus*, *Recuva*, *PC Inspector Smart Recovery*, *AusLogics Emergency Recovery*, *Avira UnErase*, *PC Inspector File Recovery*, *Free Undelete* und *O&O DiskRecovery*.

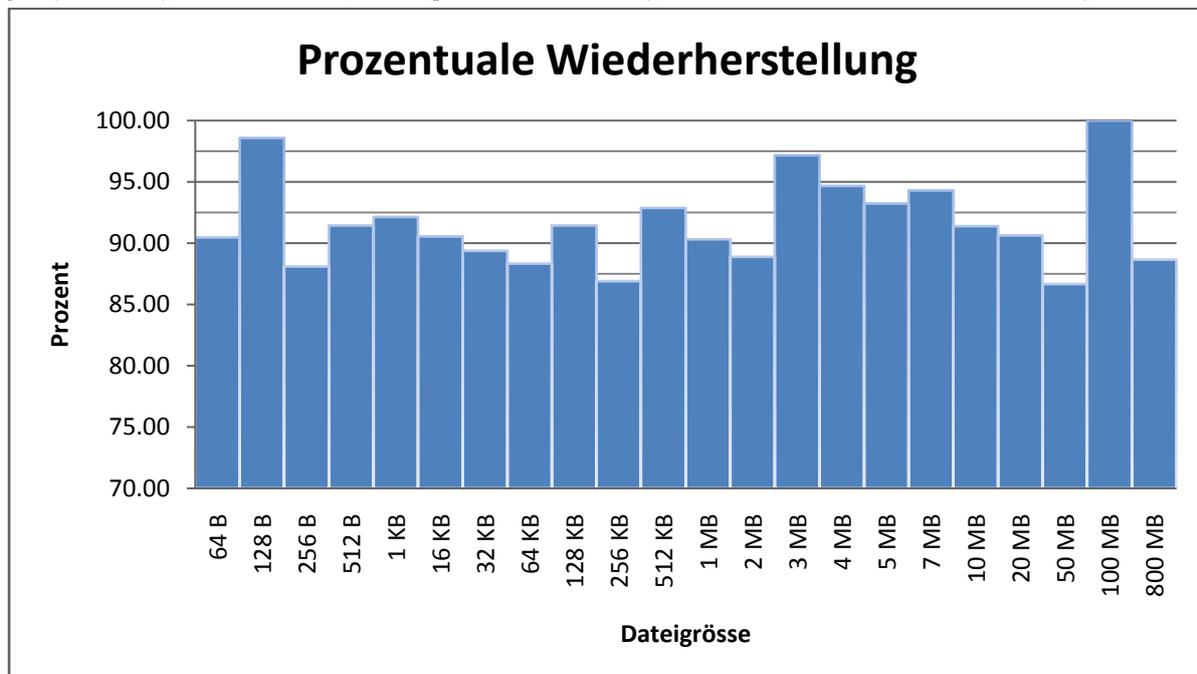


Abbildung 6: Diagramm der prozentualen Wiederherstellung im Vergleich zu der Dateigrösse.

Ein solches Diagramm lässt sich auch im Vergleich zu den verschiedenen Dateitypen erstellen.

<sup>21</sup> *Undelete Plus* ist zufällig ausgewählt worden, was keinen Schluss auf mögliche Resultate zulässt.

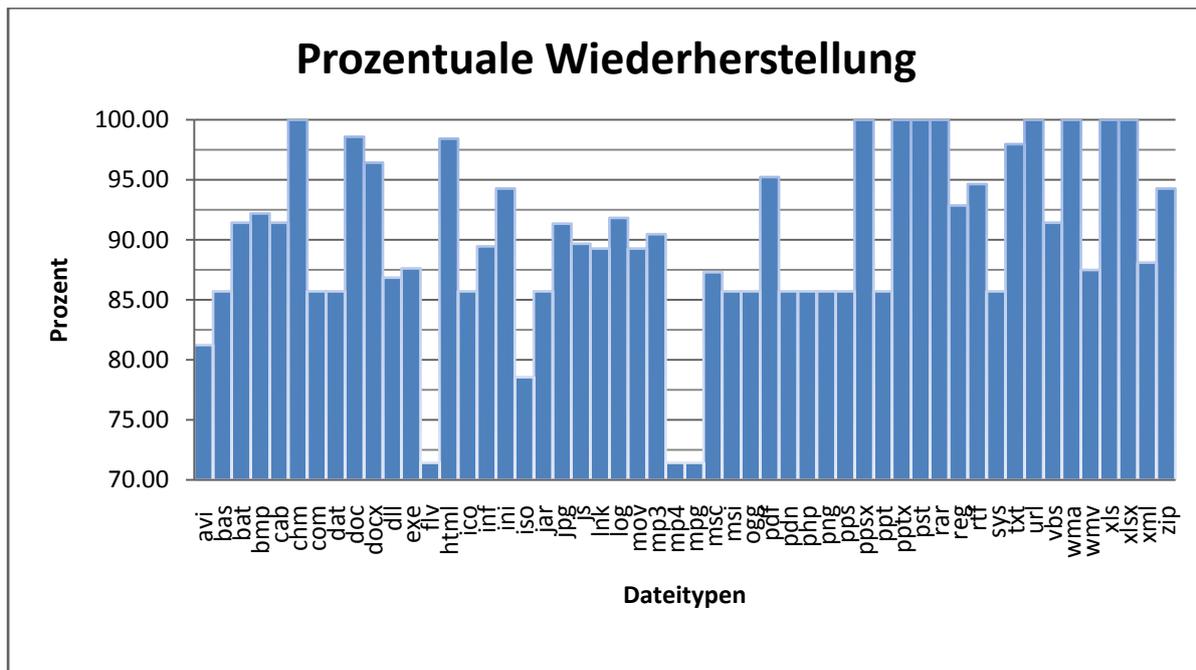


Abbildung 7: Diagramm der prozentualen Wiederherstellung im Vergleich zu den verschiedenen Dateitypen<sup>22</sup>

Die schlechtesten Ergebnisse erzielten das Programm von *O & O* und *PC Inspector smart recovery*, von den Programmen *Smart Data Recovery* und *Smart FAT Recovery* abgesehen

Dies soll eine kleine Tabelle verdeutlichen:

Bei den Grössenangaben ist es so wie bei den Diagrammen: Die Ziffern unter einer Grösse stehen für die Menge der Dateien, deren Grösse zwischen der nächstkleineren Angabe und der über der Zahl stehenden Grösse liegt, oder mit dieser identisch ist. Die Tabellen<sup>23</sup> zeigen in der ersten und vierten Zeile die Anzahl möglichen Files, die vom Programm theoretisch in den Entsprechenden Grössenintervallen wiederhergestellt werden könnten. Die kleineren Zahlen jeweils in der vierten Zeile lassen sich einfach erklären, da nur wenige der unterstützten Dateitypen in der Auswahl der Testdateien enthalten sind.

In der zweiten und vierten Zeile ist die tatsächliche Anzahl der wiederhergestellten Daten in den verschiedenen Intervallen zu entnehmen. Beispielsweise hat *Undelete Plus* 30 von 30 Dateien wiederhergestellt, deren Grösse mehr als 64 KB aber maximal 128KB ist.

	64 B	128 B	256 B	512 B	1 KB	16 KB	32 KB	64 KB	128 KB	256 KB	512 KB
Mögliche für <i>O&amp;O / Undelete Plus</i>	3	10	6	5	20	89	43	28	30	36	12
<i>O&amp;O</i>	1	9	1	2	9	30	11	6	12	3	6
<i>Undelete Plus</i>	3	10	6	5	20	89	43	28	30	36	12
Mögliche für <i>PC I. s.r.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>PC Inspector s. r.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 1: Aufstellung der wiederhergestellten Dateien von 0 B bis 512 KB

<sup>22</sup> Erstellt mit Excel 2007

<sup>23</sup> Die Zahlen der Tabellen sind Teile der Daten die in das Diagramm der Abbildung 6 einfließen.

	1 MB	2 MB	3 MB	4 MB	5 MB	7 MB	10 MB	20 MB	50 MB	100 MB	800 MB
Mögliche für O&O / Undelete Plus	19	14	14	10	8	9	8	4	6	11	7
O&O	7	4	11	6	5	8	3	4	3	11	2
Undelete Plus	19	14	14	10	8	9	8	4	6	11	7
Mögliche für PC I. s. r.	1	1	7	5	3	7	2	4	3	1	2
PC Inspector smart recovery	0	0	7	4	2	4	2	1	0	1	2

**Tabelle 2: Aufstellung der wiederhergestellten Dateien von 512 KB bis 800 MB**

Rechnet man die Zahlen der Wiederhergestellten in Prozente der Möglichen um wird dies besser deutlich.

	64 B	128 B	256 B	512 B	1 KB	16 KB	32 KB	64 KB	128 KB	256 KB	512 KB
O&O	33.3	90.0	16.7	40.0	45.0	33.7	25.6	21.4	40.0	8.3	50.0
PC Inspector smart recovery	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-
Undelete Plus	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tabelle 3: Prozentuale Wiederherstellung von Daten zwischen 0 B und 512 KB in Prozent**

	1 MB	2 MB	3 MB	4 MB	5 MB	7 MB	10 MB	20 MB	50 MB	100 MB	800 MB
O&O	36.8	28.6	78.6	60.0	62.5	88.9	37.5	100	50.0	100	28.6
PC Inspector smart recovery	0.0	0.0	100	80.0	66.7	57.1	100	25.0	0.0	100	100
Undelete Plus	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tabelle 4: Prozentuale Wiederherstellung von Daten zwischen 512 KB und 800 MB in Prozent**

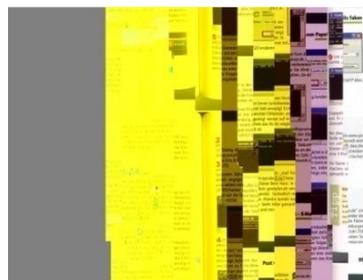
Einige Zahlen sehen gar nicht einmal so schlecht aus, es ist aber vor Augen zu führen, dass mehrere andere Programme bei allen Intervallen eine Wiederherstellungsquote von 100% haben.

Doch genau diese zwei Programme zeigen gute Ergebnisse bei verlorenen Dateien (Siehe Kapitel *Funktionsweise von Recovery Tools*

, Seite 6). Dies gilt es später auch in Versuch 4 unter Beweis zu stellen. So wurden auch Hunderte von Bildern, einige Programme, wie Minesweeper und Solitäre von *Windows XP*, Videoclips und Musik wiederhergestellt. Einige Dateien weisen Fehler auf, die sich zum Beispiel in Rauschen und Pfeifen bei Musikdateien auswirken. Hier zwei Beispiele von Bildfehlern:



**Abbildung 8: Defektes Bild – Andorra<sup>24</sup>**



**Abbildung 9: Defektes Bild – Scan um -90° gedreht<sup>25</sup>**

<sup>24</sup> Wiederhergestelltes selbstgeknipstes Panoramabild aus Andorra

<sup>25</sup> Wiederhergestelltes gescannte Buchseite aus *Schnell Anleitung Anonym surfen, saugen, Dateien tauschen*

**Fazit**

Bei diesem Test hatten diejenigen Programme, welche nicht alle Sektoren nach Dateien scannen, eindeutig die Nase vorne. Bisher jedoch lässt sich nicht sehr viel über einen allfälligen Zusammenhang zwischen verschiedenen Dateitypen und deren Wiederherstellungswahrscheinlichkeit aussagen. Zwar scheinen die Videoformate nicht derart gut abgeschnitten zu haben, wie beispielsweise ein Worddokument. Dies könnte auch mit der Dateigrösse zusammenhängen, da kleinere avi-Filme besser rekonstruiert wurden als beispielsweise die mpg- oder die flv-Filme.

**Versuch 2****Experiment**

Fortsetzend an Versuch 1 wird nun die Festplatte mit neuen Daten beschrieben. Um die Festplatte zu füllen wird ein grosses Textfile verwendet, welches nur aus Ziffern besteht. Durchläufe mit den Programmen werden bei der vollen und bei der zu einem Drittel gefüllten Platte durchgeführt. Smart Data Recovery und das ganz ähnliche Smart FAT Recovery werden von den folgenden Versuchen ausgeschlossen, da sie noch weniger als nur unbefriedigende Resultate im ersten Versuch lieferten.

Kurz und Bündig: Ziel des 2. Versuchs ist es, einen Versuch mit teilweiser und gesamter Überschreibung der Festplatte zu unternehmen. Dabei wird die von Versuch 1 präparierte Festplatte mit neuen Daten beschrieben.

## Resultate

### Ein Drittel des Speicherplatzes belegt

Programm	Anzahl gefundene Dateien	Benötigte Zeit der Dateisuche.	Wiederherstellungschance, welche das Programm angibt	Anzahl wiederhergestellte Files	Benötigte Zeit für die Wiederherstellung	Entdeckte Fehler	Bemerkung
Auslocig Emergeny Recovery	863	00:00:05	Von Gut bis Schlecht	863	01:10:00	Die defekten Dateien beinhalten nur eine schier endlose Folge der Ziffern 0 bis 9	
Avira UnErase	195		Gut	195	04:52:48	4 Dateien konnten keinem Originalfile zugeordnet werden.	
Datadoctor Recovery Digital Pictures	>2000	00:28:30		0	00:00:00	170 Dateien ohne Thumbnail , 142 mit defektem Thumbnail.	
Free Undelete	100	00:10:40	Gut	100	00:04:30	Nur 27 Dateien sind identisch mit den Originaldateien. Die anderen bestehen aus der Ziffernfolge	
O&O DiskRecovery	4334	00:10:16	Keine Angabe	4334	00:10:51	Lediglich 81 Dateien konnten den Originalfiles zugeordnet werden.	
PC Inspector File Recovery	863	00:00:01	Keine Angabe	863	01:15:00	Viele Dateien enthalten nur Ziffernfolgen.	
PC Inspector smart recovery	6 avi	10:45:00	Keine Angabe	6 (0/5 ausgewählten avi inkl.1/1 ausgewählten divx)	02:44:00	Datei defekt aber mit VLC 0.9.6 (ein Mediaplayer) reparierbar	Nach einem Update werden nun weitere Formate unterstützt, unter anderem auch mp3.
	290 bmp	09:56:00	Keine Angabe	290 (0/8 ausgewählten bmp)	07:03:00	Von 290 Dateien nur 39 ohne Fehler zu öffnen, darunter eines mit Bildfehlern und keines der 392 enthaltenen Bmp-Bildern.	Die Suche ist nur für ein Dateiformat auf einmal pro Suchvorgang möglich. Die Zeit der Wiederherstellung entspricht der Dauer zwischen den Zeitstempel des ersten und des letzten Files, somit fallen die Suchzeiten vor dem ersten File und die nach dem letzten File weg. Dies, weil nach dem
	97 jpg	11:00:00	Keine Angabe	97 (3/13 ausgewählten jpg)	03:29:00	Von 97	
	167 mp3	10:12:00	Keine Angabe	167 (1/6 ausgewählten mp3)	05:57:00	Titel sind aufgeteilt in viele Dateien.	
	417 wav	09:50:00	Keine Angabe	417 (0/0 ausgewählten wav)	03:42:00	340 Dateien geben Geräusche von sich, zum Teil aber auch mit Rauschen, Pfeiffen, oder plötzlichem Abspielab-	

Programm	Anzahl gefundene Dateien	Benötigte Zeit der Dateisuche.	Wiederherstellungschance, welche das Programm angibt	Anzahl wiederhergestellte Files	Benötigte Zeit für die Wiederherstellung	Entdeckte Fehler	Bemerkung
	16 wma	10:03:00	Keine Angabe	16 (9 / 9 ausgewählten wma inkl. 1/1 ausgewähltem wmv)	01:48:00	bruch.	Klick auf den Startbutton alle Dateien sofort wiederhergestellt werden, ohne dass eine Auswahl angezeigt wird.
Recuva	863	00:00:08	Von excellent bis unwiederherstellbar	629	00:22:19	Viele Dateien bestehen nur noch aus einer Zahlenfolge, welche aus den Files stammen, welche zum Füllen der Festplatte benutzt wurden.	Die nicht wiederhergestellten Dateien, alles Dateinamen mit chinesischen Schriftzeichen erzeugten den Fehler: „Das System kann den angegebenen Pfad nicht finden.“
Undelete Plus	863	00:00:02	Zustand der Files: sehr gut bzw. überschrieben	863	03:19:00	Viele Dateien bestehen nur noch aus einer Zahlenfolge, welche aus den Files stammen, welche zum Füllen der Festplatte benutzt wurden.	Viele Files nur mit Zahlenfolge.

### Gesamter Speicherplatz belegt

Avira UnErase vermeldet, es gäbe keine gelöschten Dateien, ebenso konnte die Software von O&O keine Daten finden. Anders verhält es sich mit dem PC Inspector File Recovery, Free Undelete, Undelete Plus. Wenn man aber die gefundenen Dateien im Texteditor öffnet, bestehen restlos alle Files lediglich aus einer langen Ziffernfolge, welche aus den zum Füllen der Festplatte benutzten Files stammen. Die Anderen Programme konnten auch kein einziges File wiederherstellen.

## Diskussion

### Ein Drittel des Speicherplatzes belegt

Da die Festplatte frisch formatiert war, bevor Dateien für die Wiederherstellung geschrieben wurden (Vorbereitung vor Versuch 1), ist anzunehmen, dass diese Daten hintereinander abgelegt wurden, also möglichst defragmentiert. Anschliessend wurden alle Dateien gelöscht und drei Gigabyte, bestehend aus Textdateien mit einer sehr langen Zahlenreihe, wieder auf die Platte geschrieben. Da der Speicherplatz, der von den gelöschten Files belegt war, nun als freier Speicher vermerkt ist, ist es naheliegend, dass die neuen Dateien in die selben Bereiche geschrieben werden, wie bei dem ersten Beschreiben.

Tatsächlich lässt sich ein solcher Sachverhalt auch feststellen. Am Besten wird dies in einer Grafik ersichtlich, welche den Prozentteil der Anzahl wiederhergestellten Dateien von der höchstmöglichen Anzahl der wiederhergestellten Dateien pro Dateityp anzeigt.

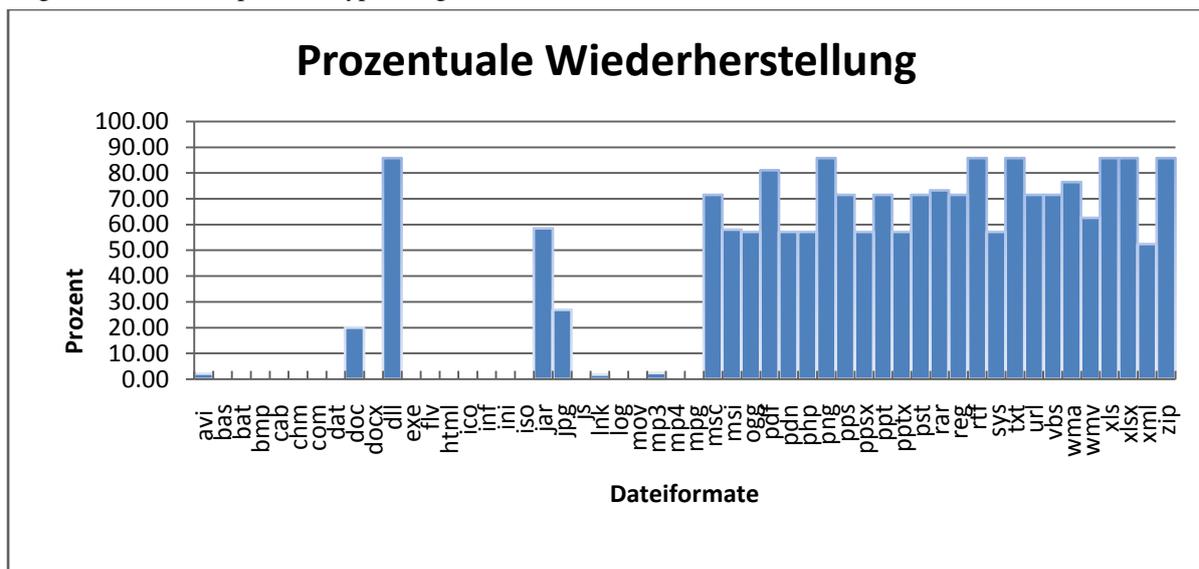


Abbildung 10: Prozentuale Wiederherstellung im Vergleich zu den verschiedenen Dateitypen<sup>26</sup>

Das Diagramm zeigt bei der ersten Hälfte der Dateitypen eine Wiederherstellungsrate von beinahe 0%. Ein Vergleich zwischen der Summe aller auf die Harddisk geschriebenen „Füller“-Textfiles und der Gesamtgrösse der Originaldateien von avi bis mp3 ohne dll, jar und die Hälfte der jpg-Bildern zeigt, dass die Differenz der Summen lediglich 3 Bytes beträgt. So liegt die Vermutung nahe, dass nach einmaligem Überschreiben einer Datei fast nichts mehr wiederherstellbar ist. Dies müsste sich eigentlich im zweiten Teilversuch bestätigen lassen.

### Gesamter Speicherplatz belegt

Eine Wiederherstellung scheint nicht möglich zu sein, wenn die ganze Harddisk mit anderen Dateien beschrieben wurde. An dieser Stelle wurden drei verschiedene Datenrettungsspezialisten<sup>27</sup> kontaktiert um nachzufragen, welche Möglichkeiten die Profis bei solchen Fällen haben. Aus der Mail einer Mitarbeiterin von *Kroll Ontrack* geht hervor, dass es keine Möglichkeit gebe überschriebene Daten wiederherzustellen, egal auf welchem Medium. Dabei kommt es nicht auf die Anzahl der Überschreibungen an. Ein einfaches Überschreiben genüge um die Dateien zu zerstören.

<sup>26</sup> Erstellt mit *Excel 2007*

<sup>27</sup> [www.krollontrack.ch](http://www.krollontrack.ch), [www.datarecovery.ch](http://www.datarecovery.ch), [www.datenretter.de](http://www.datenretter.de)

## Versuch 3

### Experiment

Die Harddisk wird mit Windows Vista mit NTFS formatiert. Es wird eine normale Formatierung verwendet, welche die Harddisk ausnullen soll. Nach einer kurzen Überzeugung im hexadezimalen *Disk Editor* von *Paragon* werden die Dateien in Abwechslung mit einem kleinen „Füller-File“ auf die Festplatte geschrieben.

```

0x007C653070  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0x007C653080  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0x007C653090  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0x007C6530A0  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0x007C6530B0  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0x007C6530C0  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0x007C6530D0  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0x007C6530E0  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....

```

Abbildung 11: *Disk Editor* von *Paragon*<sup>28</sup>

Sollte, nachdem alle 392 Dateien auf den Datenträger geschrieben worden sind, der Datenträger noch freie Speicherkapazität aufweisen, würde diese mit den „Füller-Files“ aufgefüllt. Anschliessend werden einige beliebig ausgewählte kleinen „Füller-Files“ gelöscht und durch grössere Files ersetzt, welche nun fragmentiert auf die HD geschrieben werden müssen.

So wird im Ansatz eine Fragmentierung erzeugt. Anschliessend werden die Testfiles gelöscht und die Festplatte defragmentiert. Nun können die Recovery Tools ihr Können unter Beweis stellen.

```

0x0062E1AFE0  31 32 33 34 35 36 37 38 39 30 31 32 33 34 35 36  1234567890123456
0x0062E1AFF0  37 38 39 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 30 31 32  7890123456789012
0x0062E1B000  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
0x0062E1B010  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....

```

Abbildung 12: *Disk Editor* – Die blaue Linie trennt einen beschriebenen Sektor von einem leeren.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Quelle: Screenshot des *Disk Editors* von *Paragon*

<sup>29</sup> Quelle: Screenshot des *Disk Editors* von *Paragon*

## Resultate

Programm	Anzahl gefundene Dateien	Benötigte Zeit der Dateisuche.	Wiederherstellungschance, welche das Programm angibt	Anzahl wiederhergestellte Files	Benötigte Zeit für die Wiederherstellung	Entdeckte Fehler	Bemerkung
Undelete Plus	395	00:00:03	Sehr gut	395	00:06:30		88 Dateien sind identisch mit den Originalfiles.
Recuva	573	00:00:03	Exzellente bis unwiederherstellbar	573	00:12:20		89 Files sind identisch mit den Originaldateien. 178 Files stammen aus dem \$Recycle.bin
PC Inspector smart recovery	5 avi	10:15:00	Keine Angabe	5 (4/5 ausgewählten avi inkl. 1/1 ausgewählten divx)	05:28:00	-	Die Suche ist nur für ein Dateiformat auf einmal pro Suchvorgang möglich. Die Zeit der Wiederherstellung entspricht der Dauer zwischen den Zeitstempel des ersten und des letzten Files, somit fallen die Suchzeiten vor dem ersten File und die nach dem letzten File weg. Dies, weil nach dem Klick auf den Startbutton alle Dateien sofort wiederhergestellt werden, ohne dass eine Auswahl angezeigt wird.
	40 bmp	10:20:00	Keine Angabe	40 (0/8 ausgewählten bmp)	00:24:00	Alle Dateien defekt	
	72 jpg	08:03:00	Keine Angabe	72 (0/13 ausgewählten jpg)	00:02:03	Alle Dateien defekt	
	454 mp3	11:18:00	Keine Angabe	454(5/6 ausgewählten mp3)	08:57:00	Musiktitel sind in langen Dateien enthalten, oder in Dateien mit einer nur kurzen Laufzeit gesplittet	
	7	09:40:00	Keine Angabe	7 (5 / 9 ausgewählten wma inkl. 1/1 ausgewähltem wmv)	07:49:00		
Auslogig Emergeny Recovery	395	00:00:03	½ Gut ½ Schlecht	395	00:07:00		89 Dateien sind identisch mit den Originaldateien
Avira UnErase	573	00:00:03		573	05:44:00		88 Dateien sind identisch mit den Originaldateien. 178 Dateien stammen aus dem \$Recycle.bin.
PC Inspector File Recovery	358	00:00:01	Keine Angabe	358	00:18:00		70 Files sind identisch mit den Originalfiles.
Datadoctor Recovery Digital Pictures (Shareware)	63	00:30:00	Keine Angabe	0	00:00:00	Keines der Bilder mit Thumbnail	

<b>Programm</b>	<b>Anzahl gefundene Dateien</b>	<b>Benötigte Zeit der Dateisu- che.</b>	<b>Wiederherstellungs- chance, welche das Programm angibt</b>	<b>Anzahl wiederhergestellte Files</b>	<b>Benötigte Zeit für die Wieder- herstellung</b>	<b>Entdeckte Fehler</b>	<b>Bemerkung</b>
O&O DiskRecovery (Vollversion )	1482	00:21:57	Keine Angabe	1482	00:17:42		46 Dateien sind identisch mit den Originaldateien.
Free Undelete	395	00:00:02	Good bis Poor	395	00:07:30		86 Files sind identisch mit den Ori- ginaldateien.

### Diskussion

Durch die Defragmentierung würden die zerstückelten „Füller-Files“ wieder in Cluster hintereinander gesetzt, damit die Festplatte effizienter arbeiten kann. Um die verschiedenen Clusterinhalte einer Datei aneinanderreihen zu können müssen gegebenenfalls die Cluster anderer Dateien verschoben werden um Platz für die aktuelle Datei zu schaffen. In den beiden Grafiken unten lässt sich kein einheitliches Muster der überschriebenen Bereiche erkennen.

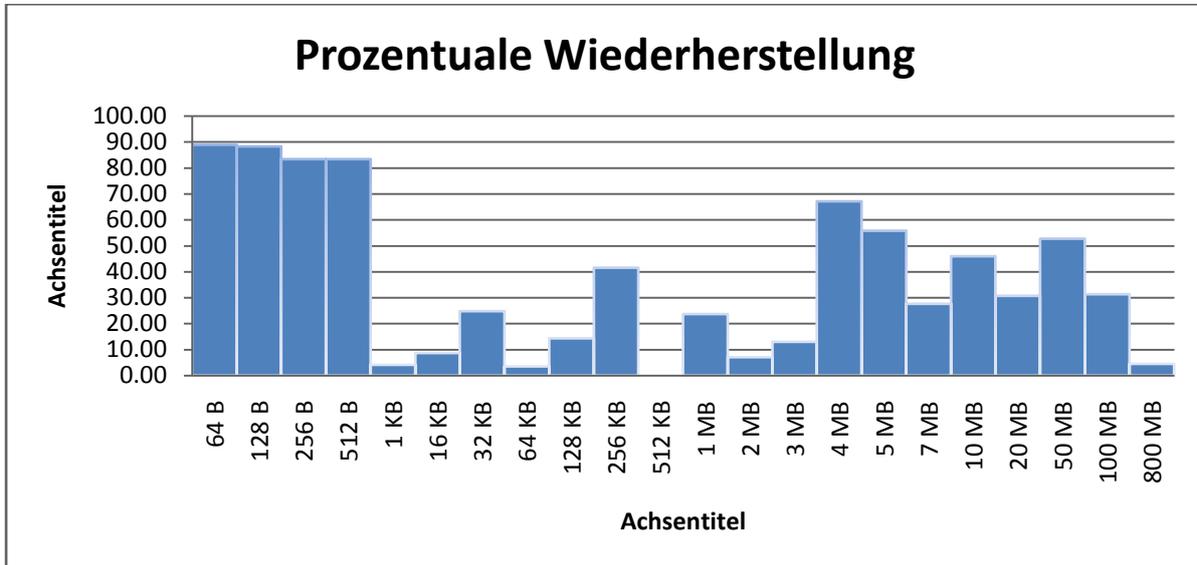


Abbildung 13: Prozentuale Wiederherstellung im Vergleich zu den Dateigrößen<sup>30</sup>

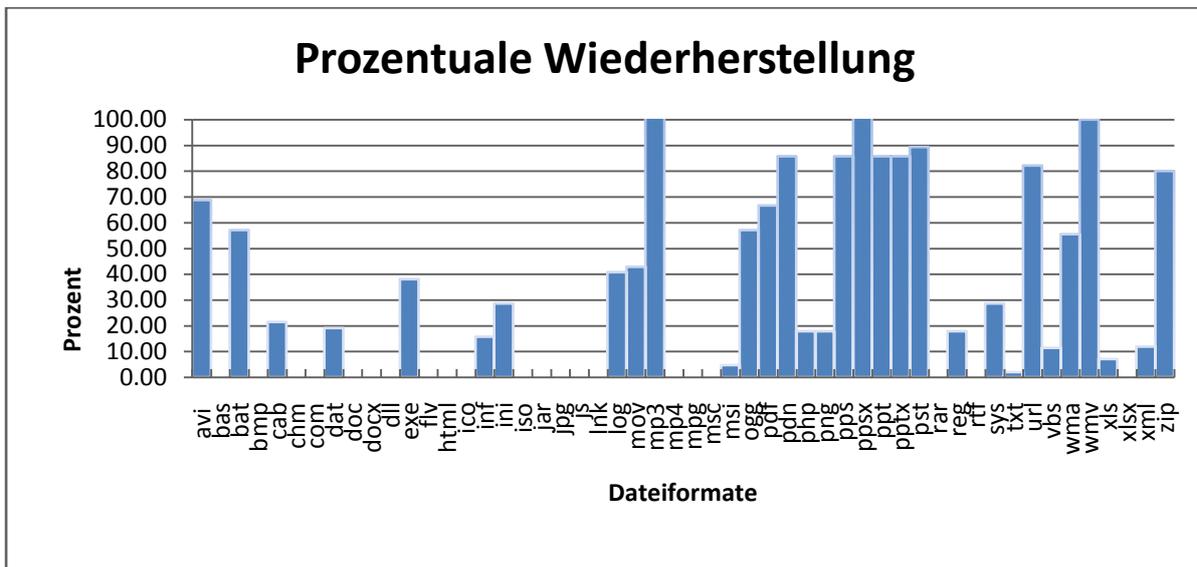


Abbildung 14: Prozentuale Wiederherstellung im Vergleich zu den verschiedenen Dateitypen<sup>31</sup>

Eines kann man doch mit Sicherheit sagen: Je fragmentierter die Festplatte am Anfang, desto geringer wird die Chance gute Resultate bei der Wiederherstellung zu erreichen. Dieses Szenario besteht nur eine minimale Fragmentierung, die prozentuale Wiederherstellung aller Daten beträgt lediglich 20.5%.

<sup>30</sup> Erstellt mit Excel 2007

<sup>31</sup> Erstellt mit Excel 2007

## Versuch 4

### Experiment

Nach einer weiteren Mid-Level-Formatierung werden die Testdateien auf den Datenträger geschrieben und dieser anschliessend mit einer Quickformatierung formatiert. Alle Dateien sind somit verlorene Dateien.

In diesem Versuch werden nur noch Programme getestet, die verlorene Dateien wiederherstellen können:

O & O DiskRecovery, PC Inspector Filerecovery und PC Inspector smart recovery

## Resultate

Programm	Anzahl gefundene Dateien	Benötigte Zeit der Dateisuche.	Wiederherstellungschance, welche das Programm angibt	Anzahl wiederhergestellte Files	Benötigte Zeit für die Wiederherstellung	Entdeckte Fehler	Bemerkung
O&O DiskRecovery	7629	00:26:55	Keine Angabe	7629	00:12:42		Das meiste sind winzige Textdateien.
PC Inspector File Recovery	1115	00:16:00	Keine Angabe	390	01:30:00		Ergebnisse sind nicht überzeugend.
PC Inspector smart recovery	8 avi	05:45:00	Keine Angabe	8 (5/5 ausgewählten avi inkl. 1/1 ausgewählten divx)	03:23:00		Die Suche ist nur für ein Dateiformat auf einmal pro Suchvorgang möglich. Die Zeit der Wiederherstellung entspricht der Dauer zwischen den Zeitstempel des ersten und des letzten Files, somit fallen die Suchzeiten vor dem ersten File und die nach dem letzten File weg. Dies, weil nach dem Klick auf den Startbutton alle Dateien sofort wiederhergestellt werden, ohne dass eine Auswahl angezeigt wird.
	256 bmp	09:30:00	Keine Angabe	265(3/8 ausgewählten bmp)	08:40:00	Massenweise defekte Files	
	53 jpg	09:15:00	Keine Angabe	53 (6/13 ausgewählten jpg)	06:13:00	Haufenweise defekte Files	
	454 mp3	08:30:00	Keine Angabe	454(4/6 ausgewählten mp3)	05:00:00	Titel zersplittert auf viele Dateien.	
	11 wma	05:25:00	Keine Angabe	11 (9 / 9 ausgewählten wma inkl. 1/1 ausgewähltem wmv)	03:20:00	Eine Datei lässt sich nicht öffnen	

### Diskussion

Wenn man folgende Grafiken studier, sieht man sofort, das *O&O DiskRecovery* die beiden anderen schlägt.

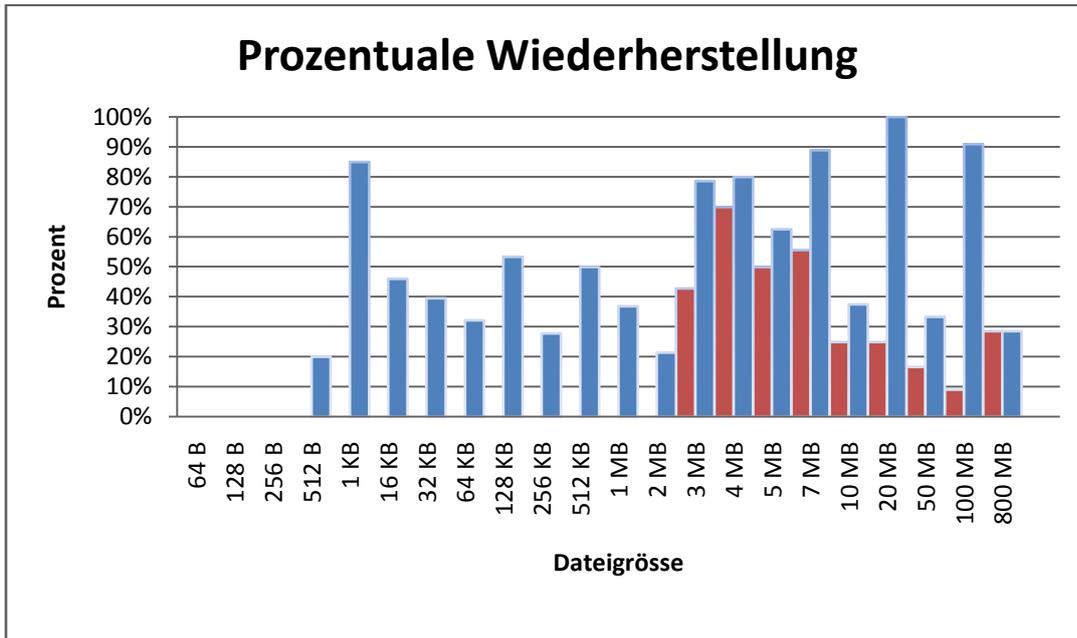


Abbildung 15: Prozentuale Wiederherstellung im Vergleich zu den Dateigrössen. Blau: *O & O DiskRecovery*, Rot: *PC Inspector File Recovery*<sup>32</sup>

Es fällt auf, dass *PC Inspector File Recovery* überall bedeutend unter dem Ergebnis von *O & O DiskRecovery* liegt

In den nächsten Grafiken werden zusätzlich noch die Ergebnisse von *PC Inspector smart recovery* eingeblendet.

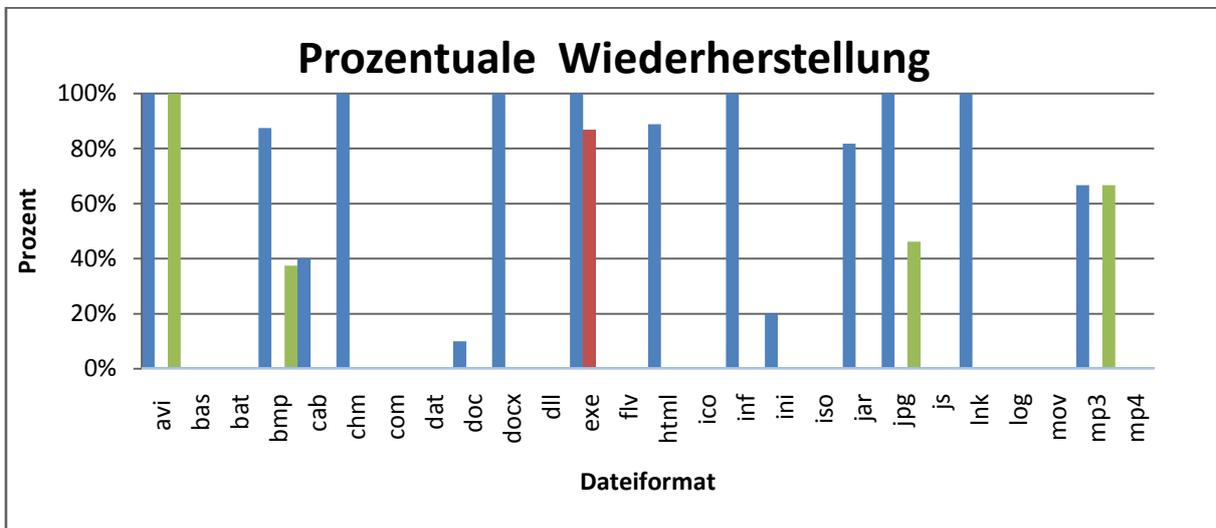


Abbildung 16: Prozentuale Wiederherstellung im Vergleich zu den verschiedenen Dateitypen. Blau: *O & O DiskRecovery*, Rot: *PC Inspector File Recovery*, Grün: *PC Inspector smart recovery*.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> Excel 2007

<sup>33</sup> Excel 2007

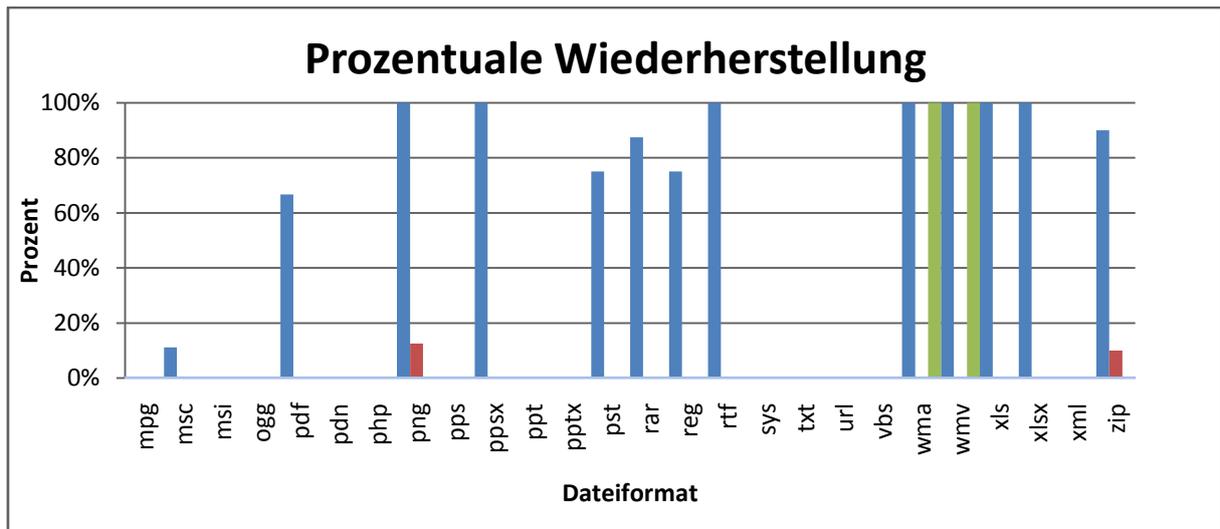


Abbildung 17: Prozentuale Wiederherstellung im Vergleich zu den Verschiedenen Dateitypen. Blau: O & O DiskRecovery, Rot: PC Inspector File Recovery, Grün: PC Inspector smart recovery.<sup>34</sup>

Bei allen Dateitypen die *PC Inspector smart recovery* unterstützt, kommt es, ausser bei den jpg-Bildern, bis an das Ergebnis von *O & O DiskRecovery* heran.

Das Problem von *PC Inspector File Recovery* ist, dass alle Files, egal von welchem Dateiformat, dieselbe Dateigrösse haben. Bei diesem Versuch ist jedes wiederhergestellte File exakt 1507328 Bytes gross.

<sup>34</sup> Excel 2007

## Fazit zu den verschiedenen Programme

Programm	Vorteil	Nachteil	Persönlich Bemerkung
<b>Undelete Plus</b>	Einfach überblickbares Programm, einfache Handhabung, bietet 25 Sprachen der Benutzeroberfläche an. Unterstützt auch Flashspeicher. Dateien können gefiltert werden	Rekonstruiert nur gelöschte und keine verlorenen Dateien. Oberfläche kann für manche etwas überladen wirken.	Ein absolut einfach zu bedienendes Programm. Es reicht völlig aus ein aus Versehen gelöscht File wiederherzustellen.
<b>Recuva</b>	Einfach zu überblicken, zeigt Systeminformationen an und bietet eine Vorschau der gefundenen Dateien. Auch können Informationen und die Header angesehen werden. Unterstützt auch Flashspeicher.	Nur Wiederherstellung gelöschter Dateien.	Schlichtes Programm, sehr benutzerfreundlich.
<b>PC Inspector smart recovery</b>	Kleines Programm, ohne grosse Einstellungsmöglichkeiten. Unterstütze aber verlorene Files. Das Programm ist dazu gedacht Dateien von portablen Geräten wie PDAs, Digitalkameras oder Smartphones wiederherzustellen.	Extrem lange Scandauer. Im schlimmsten Fall 1 GB pro Stunde, im besten Fall 2 GB pro Stunde.	Leider erzielte dieses Programm nicht die besten Ergebnisse bei gelöschten Dateien. Auch die lange Scandauer ist nicht das optimale, wenn man aber nur Speicherkarten von Fotoapparaten scannen würde, würde es nicht so lange dauern.
<b>Auslogig Emergency Recovery</b>	Einfach und übersichtlich gestaltet. Enthält eine Suchfunktion um unter den gefundenen Dateien zu suchen	Unterstützt keine verlorenen Files.	Für die meisten Fälle ist dieses Programm völlig ausreichend
<b>Avira UnErase</b>	Laufwerk auswählen, gefundene Dateien auswählen und schon werden diese wiederhergestellt.	Bei der Wiederherstellung sehr langsam, gerade wenn es darum geht grössere Dateien zu rekonstruieren.	Ein Recovery Tool vom Anbieter der kostenlosen AntiVirus Suite <i>AntiVir</i> . Dieses Programm wird von <i>Avira</i> nicht weiter unterstützt.
<b>PC Inspector File Recovery</b>	Unterstützt sowohl gelöschte, als auch verlorene Dateien.	Die Resultate fallen nicht überdurchschnittlich gut aus.	Der grosse Bruder von <i>PC Inspector smart recovery</i> . Läuft unter <i>Windows Vista</i> nicht hundertprozentig stabil. Die Wiederherstellung von verlorenen Files ist eher dürftig.
<b>Datadoctor Recovery Digital Pictures</b>	Während der Wiederherstellung werden Thumbnails der gefundenen Bilder direkt angezeigt.	Unterstützt nur gif und jpg-Bilder.	Leider keine Einstellungsmöglichkeiten vom Programm. Es ist aber praktisch sofort eine Vorschau der wiederhergestellten Bilder zu sehen.
<b>O &amp; O DiskRecovery</b>	Assistent führt einen durch den Prozess. Der Fortschritt lässt sich speichern, sodass man später nicht mehr alle Dateien zu suchen hat, sondern direkt mit der Wiederherstellung fortgefahren werdend kann.	Während der Wiederherstellung wird der Prozessor recht ausgelastet.	Die Dateien werden nach Dateitypen gespeichert, was bei meinen Versuchen nicht immer hilfreich war. Ich habe festgestellt, dass nicht alle Dateitypen richtig zugeordnet werden. Beispielsweise werden die Files des <i>MS Office 2007</i> als zip eingeordnet.
<b>Free Undelete</b>	Man hat die verfügbare Laufwerke und gefundene Dateien immer im Blick.	Läuft unter <i>Windows Vista</i> nicht ganz Absturz frei. Selektion der zu wiederherstellenden Daten ist etwas schwierig	Es gibt bessere Programme als <i>Free Undelete</i> .
<b>Smart Data Recovery</b>	Eine etwas andere Benutzeroberfläche	Werbbeeinblendung während des Scans. Anzahl gefundene Files liegt nicht in der Nähe dessen, was zu finden wäre. Wiederher-	Ein Programm dessen Download sich überhaupt nicht lohnt. Bei meinen Test konnte ich nur ein Versagen auf der ganzen

Programm	Vorteil	Nachteil	Persönlich Bemerkung
		stellung bringt nur Fehler hervor.	Linie feststellen
<i>Smart FAT Recovery</i>	Eine etwas andere Benutzeroberfläche	Werbeeinblendung während des Scans. Anzahl gefundene Files liegt nicht in der Nähe dessen, was zu finden wäre. Wiederherstellung bringt nur Fehler hervor.	Ein Programm dessen Download sich überhaupt nicht lohnt. Bei meinen Test konnte ich nur ein Versagen auf der ganzen Linie feststellen

## Fazit zur Datenwiederherstellung im Allgemeinen

Die Auswertungen der verschiedenen Tests zeigen ganz deutlich, dass die Wiederherstellungschancen abnehmen sobald der Datenträger beschrieben wird. Daher sehe ich folgende Regeln, um die Chance auf eine Wiederherstellung möglichst gross zu halten:

1. Beim Bemerkten von einem Datenverlust, sofort alle Beschreibungsprozesse auf dem betroffenen Laufwerk einstellen.
2. Möglichst mit einem System, welches auf einem anderen Hardwarekomponenten liegt, den Wiederherstellungsprozess ausführen.
3. Gefundene Dateien auf einen anderen Datenträger abspeichern um nicht andere gelöschte Dateien zu überschreiben.
4. Beim Feststellen eines Hardwaredefekts des Speichermediums, dieses sofort ausschalten, um es vor weiteren Beschädigungen zu bewahren.
5. Speichermedien auf keinen Fall in normalen Räumen öffnen und zu reparieren versuchen. Für diese Angelegenheit braucht es beinahe staubfreie Labore. Gerät ein Staubkorn ins Innere einer Festplatte werden die darauf gespeicherten Informationen zerstört. Im Falle eines Hardwaredefekts möglichst einen Spezialisten aufsuchen. Es gibt Berichte, dass Daten von Harddisks aus dem eingestürzten WTC wiederhergestellt werden konnten. Solche Berichte bestehen auch bei Speichermedien die halb verbrannt wurden, oder unter Wasser gelegen haben.

Ich komme zum Schluss, dass nicht zu grosse und nicht zu kleine Dateien mit bekannten und weitverbreiteten Dateiformaten die grösste Chance auf eine Wiederherstellung geniessen dürfen. Ist eine Datei zu klein, ist schnell alles überschrieben. Ist hingegen eine Datei sehr gross, ich meine nicht nur die 20 GB Full HD Filme, sondern auch schon DVD-Images und ähnliches in dieser Grössenkatgorie.

Wenn eine exotische Datei verloren ist, wird man kaum irgendwo ein Programm finden, welches die Datei an Header und Footer erkennt.

Doch manchmal müssen auch Dateien gelöscht werden, von denen man nicht will, dass sie in falsche Hände geraten. Daher ist es sinnvoll die Datei sicher zu löschen. Die Datei normal zu löschen und anschliessend die Harddisk mit anderen Dateien zu beschreiben ist aber zu Umständlich. Für diese Zwecke gibt es sogenannte Shredder-Programme, welche den vom zu löschenden File belegten Speicherplatz mit einer Zeichensequenz überschreiben. Dieser Vorgang dauert zwar länger als das normale Löschen, die Datei kann aber im nachhinein nicht wiederhergestellt werden.

## Statistik

Summe der Lauzeit aller Programme	Mehr als 240 Stunden
Summe der wiederhergestellten Dateien	Mehr als 34400 Dateien
Mit durchschnittlich etwa 6.5 GB Daten/Programmlauf	≈ 320 GB wiederhergestellte Daten
Alle Dateien zur Maturaarbeit (ausgeschlossen sind alle Recoveryfiles und die Originaldateien)	466 Dateien Grösse 1.22 GB

## Anhang

Im Anhang sind einiger weiterführende und wichtige Punkte, die für das Thema relevant sind, aufgegriffen worden, welche sich nicht gut in den Hauptteil der Arbeit integrieren lassen. Der Rahmen des Machbaren würde gesprengt werden, wenn der Anhang bis ins kleinste Detail reichen würd. Aus diesem Grunde können nicht alle Abkürzungen und Fachbegriffe erläutert werden.

### Dateisysteme unter Windows<sup>35</sup>

Dateisystem	Vorteile	Nachteile
Fat16	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kompatibel zu allen Windows Versionen und zu einigen Unix-Systemen</li> <li>▪ Kann mit einer Bootdiskette zur Fehlerbehebung gestartet werden</li> <li>▪ Ist bei kleineren Partitionen kleiner als 256 MB schneller als eine NTFS</li> <li>▪ Zur Reparatur existieren verschiedene Tools</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maximal 512 Einträge im Stammordner</li> <li>▪ Maximale Partitionsgrösse nur 2 GB bei Windows 98 bei Windows NT/2000 4 GB</li> <li>▪ Keine Sicherung des Bootsektors keine Zugriffsberechtigung</li> <li>▪ Keine Komprimierung</li> </ul>
Fat32	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anzahleinträge im Stammordner unbegrenzt</li> <li>▪ Der Bootsektor wird an einer bestimmten Position auf dem Datenträger gespeichert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maximale Partitiongrösse 32 GB</li> <li>▪ Ihn kompatibel zu Windows NT und allen Windows Versionen von Windows 95</li> <li>▪ Windows 95 Diskette funktioniert nicht</li> <li>▪ Keine Zugriffsberechtigungen</li> <li>▪ Keine Komprimierung</li> </ul>
NTFS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Automatische Reparatur in Fehlerfall</li> <li>▪ Transparente Komprimierung</li> <li>▪ Maximale Partitionsgrösse zwei PR-Arbeit</li> <li>▪ Keine Beschränkung der Anzahl Einträge im Stammverzeichnis</li> <li>▪ Sicherung des Bootsektors</li> <li>▪ Verfügt über Zugriffsberechtigungen</li> <li>▪ Verschlüsseln des Dateisystem</li> <li>▪ Datenträgerkontingente</li> <li>▪ Änderungsjournal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inkompatibel zu DOS und Windows 9x-Systemen</li> <li>▪ Erweiterte NTFS5 Funktionen nicht unter NT nutzbar</li> <li>▪ Langsamer als FAT</li> </ul>

## Bytes und Bits

Ein Zeichen braucht um zu gespeichert werden ein Byte. Dieses Byte [B] wird durch 8 Bits [b, auch bit] codiert. Ein Byte kann also  $2^8=256$  Zustände annehmen. Da die Dateien immer grösser werden, braucht man dieselben Präfixe wie bei den SI-Einheiten. Nur ist zu beachten, dass diese nicht für eine 10er Potenz stehen, sondern für eine 2er Potenz. Somit gilt:

$$1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ B} = 1024 \text{ B}$$

$$1 \text{ MB} = 2^{10} \text{ KB} = 2^{20} \text{ B} = 1'048'576 \text{ B}$$

$$1 \text{ GB} = 2^{10} \text{ MB} = 2^{20} \text{ KB} = 2^{30} \text{ B} = 1'073'741'824 \text{ B}$$

$$1 \text{ TB} = 2^{10} \text{ GB} = 2^{20} \text{ MB} = 2^{30} \text{ KB} = 2^{40} \text{ B} = 1'099'511'627'776 \text{ B}$$

<sup>35</sup> Quelle: Bedienungsanleitung einer Externen 3.5" S-ATA 500 GB Festplatte von Samsung mit USB 2.0 Anschluss

## Dateien vergleichen – Das Programm

### Das Programmfenster (Screenshot)



Abbildung 18 Das Programmfenster mit den Namen der Steuerelemente<sup>36</sup>

Das Augenmerk beim Gestalten dieses Formulars wurde nicht auf das Design gelegt, sondern dient nur zur zweckmässigen Anzeige der Resultate.

#### # Beschrieb vom Steuerelement

- |    |   |
|----|---|
| 1  | Beim Klick wird nach Dateien im Verzeichnis unter 2 und 4.  |
| 2  | Gibt den Pfad zu den Originaldateien an.  |
| 3  | Zeigt die Anzahl der gefundenen Originalfiles nach dem Klick auf 1 an.                                |
| 4  | Gibt den Pfad zu den wiederhergestellten Files an.  |
| 5  | Zeigt die Anzahl der gefundenen wiederhergestellten Files nach dem Klick auf 1 an.                    |
| 6  | Zeigt nach dem Klick auf 1 die Originalfilenamen an.  |
| 7  | Zeigt nach dem Klick auf 1 die Namen der wiederhergestellten Files an.                                |
| 8  | Wird zum Klicken freigegeben, wenn die Prozedur von 1 abgearbeitet ist. Button startet den Vergleich. |
| 9  | Zeigt als erstes die Originalfilenamen und nachher die Namen des wiederhergestellten Files an.        |
| 10 | Zeigt als erstes die Namen des wiederhergestellten Files und nachher die Originalfilenamen an.        |
| 11 | Der Fortschrittbalken zeigt den aktuellen Stand der Vergleiche an.                                    |

<sup>36</sup> Quelle: Screenshot vom Dateivergleichsprogramm erstellt mit dem in Vista integrierten Snipping Tool

## Der Programmcode

Das Programm wurde in Visual Basic 6 geschrieben. Im obigen Screenshot sind die relevanten Steuerelemente mit dem Namen beschriftet, mit welchen sie im Programm angesprochen werden. Die verschiedenen Prozeduren werden in der bestmöglichen Reihenfolge aufgelistet, die etwa der Abfolge während der Ausführung entspricht. Manche Codestücke sind Routinen, die ich aus dem Internet als Text kopiert und in der IDE eingefügt habe.

Legende: Blau – Schlüsselworte

Grün – Kommentar

```
'Deklarationen
Public strOrgPathandName() As String
Public strRecPathandName() As String
Public lngAnzRecFiles As Long
Public lngAnzOrgFiles As Long
Public lngI As Long
Public lngJ As Long
Public strFitOrg() As String
Public strFitRec() As String

'Quelle: http://www.vbarchiv.net/tipps/details.php?id=126&reload=1 _
Datum 20081002
Public Dateien() As Datei
'in Dateien() werden alle Gefundenen Files mit allen Eigenschaften _
gespeichert

Private Declare Function FindFirstFile Lib "kernel32" ( _
    Alias "FindFirstFileA" ( _
        ByVal lpFileName As String, _
        lpFindFileData As WIN32_FIND_DATA) As Long
Private Declare Function FindNextFile Lib "kernel32" ( _
    Alias "FindNextFileA" ( _
        ByVal hFindFile As Long, _
        lpFindFileData As WIN32_FIND_DATA) As Long
Private Declare Function FindClose Lib "kernel32" ( _
    ByVal hFindFile As Long) As Long
Private Declare Function GetShortPathName Lib "kernel32" ( _
    Alias "GetShortPathNameA" ( _
        ByVal lpszLongPath As String, _
        ByVal lpszShortPath As String, _
        ByVal cchBuffer As Long) As Long

Private Const MAX_PATH = 260
Private Const INVALID_HANDLE_VALUE = -1

Public Type FILETIME
    dwLowDateTime As Long
    dwHighDateTime As Long
End Type

Private Type WIN32_FIND_DATA
    dwFileAttributes As Long ' Dateiattribute
```

```
ftCreationTime As FILETIME ' Erstellungsdatum
ftLastAccessTime As FILETIME ' Letzter Zugriff
ftLastWriteTime As FILETIME ' Letzte Speicherung
nFileSizeHigh As Long ' Größe (Hi)
nFileSizeLow As Long ' Größe (Lo)
dwReserved0 As Long ' bedeutungslos
dwReserved1 As Long ' bedeutungslos
cFileName As String * MAX_PATH ' Dateiname
cAlternate As String * 14 ' 8.3-Dateiname
End Type
```

```
Public Type Datei
    Pfadname As String
    DosDateiname As String
    Dateiname As String
    ErstelltAM As FILETIME
    LetzterZugriff As FILETIME
    LetzteÄnderung As FILETIME
    DateiGröße As Long
    Atribute As Long
End Type
Public WasFound() As Datei
Public StopSearch As Boolean
```

---

```
'Fenster laden
Private Sub Form_Load()
    prgVergleich.Value = 0
    cmdCompare.Enabled = False
End Sub
```

---

```
'Suchen nach den Dateien in den Angegebenen Pfaden, Originaldateien werden
'im oberen rechten grossen Fenster aufgelistet die Wiederhergestellten im
'linken oberen Fenster.
Private Sub cmdSearchFiles_Click()
Dim I As Integer
'suchen der Originaldateien
StopSearch = False
'Files suchen
FindFile txtOrgFiles.Text, False, "*.*", Dateien
ReDim strOrgPathandName(0) As String
'Pfad&Name wird in strOrgPathandName() gespeichert
For I = 0 To UBound(Dateien)
    'Array wird erweitert
    ReDim Preserve strOrgPathandName(0 To UBound(strOrgPathandName) + 1)
    'Pfad wird mit Dateiname Verknüpft
    strOrgPathandName(I) = CStr(Dateien(I).Pfadname & Dateien(I).Dateiname)
Next
'Vorgang wird wiederholt für wiederhergestellte Files
ReDim Dateien(0) As Datei

StopSearch = False
'Files suchen
FindFile txtRecFiles.Text, False, "*.*", Dateien
ReDim strRecPathandName(0) As String
'Pfad&Name wird in strRecPathandName() gespeichert
For I = 0 To UBound(Dateien)
    'Array wird erweitert
    ReDim Preserve strRecPathandName(0 To UBound(strRecPathandName) + 1)
    'Pfad wird mit Dateiname Verknüpft
    strRecPathandName(I) = CStr(Dateien(I).Pfadname & Dateien(I).Dateiname)
    Debug.Print strRecPathandName(I)
Next
txtFoundOrg.Text = UBound(strOrgPathandName)
txtFoundRec.Text = UBound(strRecPathandName) - 1
'Gefundene Files werden im grossen Textfeld links oben aufgelistet
For lngI = 0 To UBound(strOrgPathandName)
    txtFilesOrg.Text = txtFilesOrg.Text & vbCrLf & _
        strOrgPathandName(lngI)
Next
'Gefundene Files werden im grossen Textfeld rechts oben aufgelistet
For lngI = 0 To UBound(strRecPathandName)
    txtFilesRec.Text = txtFilesRec.Text & vbCrLf & _
        strRecPathandName(lngI)
Next
'Der 2. Button wird Freigegeben und die Textboxen für Veränderungen _
gesperrt
cmdCompare.Enabled = True
txtOrgFiles.Locked = True
txtRecFiles.Locked = True
End Sub
```

```
'Quelle: http://www.vbarchiv.net/tipps/details.php?id=126&reload=1 _
Datum 20081002
'Dateien werden gesucht
' Suchroutine: Wildcards sind erlaubt (*.*, ?, ect.)
Public Function FindFile(ByVal StartPath As String, _
    ByVal SearchSubfolder As Boolean, _
    ByVal File As String, _
    ByRef FileFound() As Datei)

    Dim hFile As Long
    Dim FileData As WIN32_FIND_DATA
    Dim Directories() As String
    Dim OnlyDirectories As Boolean
    Dim TmpFile As String
    Dim I As Integer

    DoEvents

    ' Evtl. Backslash entfernen
    If Right$(StartPath, 1) = "\" Then _
        StartPath = Left$(StartPath, Len(StartPath) - 1)

SearchOnlySubfolders:

    ' Sucht nach einer Datei, und packt das
    ' Ergebnis in FileData
    hFile = FindFirstFile(StartPath & "\" & File & _
        vbNullChar, FileData)

    ' Wenn sie gefunden wurde, dann...
    If hFile <> INVALID_HANDLE_VALUE Then
        Do
            ' Ist es ein Verzeichniss oder eine Datei ?
            With FileData
                If (.dwFileAttributes And vbDirectory) = 0 Then
                    ' Datei

                    ' Nur wenn nicht nur Verzeichnisse gesucht werden
                    If Not OnlyDirectories Then
                        ' Array vergrößern und Daten ins Array schreiben
                        On Error GoTo Err_DimFile
                        ReDim Preserve FileFound(UBound(FileFound) + 1)
                        On Error GoTo 0

                        DoEvents
                        UmPacken FileFound(UBound(FileFound)), _
                            FileData, StartPath & "\" & File
                    End If
                    If StopSearch = True Then Exit Function
                End If
            End With
        Loop
    End If
```

```
ElseIf SearchSubfolder = True Then
    ' Verzeichnis

    ' Verzeichnis nur im Array Speichern wenn es
    ' über dem jetzigen liegt d.h. ".." "." sind
    ' nicht gültig
    If Left$(.cFileName, InStr(.cFileName, vbNullChar) - 1) <> "." _
        And Left$(.cFileName, InStr(.cFileName, vbNullChar) - 1) <> _
        ".." Then

        On Error GoTo Err_DimDir
        ReDim Preserve Directories(UBound(Directories) + 1)
        On Error GoTo 0

        ' Verzeichnis dem Array hinzufügen
        Directories(UBound(Directories)) = _
            Left$(.cFileName, InStr(.cFileName, vbNullChar) - 1)
    End If
End If
End With
DoEvents
Loop Until FindNextFile(hFile, FileData) = 0 Or StopSearch = True
End If
FindClose hFile

' Unteroder durchsuchen
On Error GoTo Err_DimDir
If SearchSubfolder = False Or _
    StopSearch = True Then Exit Function
On Error GoTo 0

' Wenn nach anderen Dateien als *.* gesucht wird,
' werden keine Ordner gefunden
' Deshalb noch einmal gezielt nach Ordnern suchen
If Not OnlyDirectories And SearchSubfolder = True And _
    File <> "*.*" Then

    OnlyDirectories = True
    TmpFile = File
    File = "*.*"
    GoTo SearchOnlySubfolders
ElseIf TmpFile <> "" Then
    File = TmpFile
End If

On Error GoTo Err_Exit
For I = 0 To UBound(Directories)
    If StopSearch = True Then Exit Function
    DoEvents
```

```
' Hier ruft die Funktion sich selbst auf - für
' jeden Unterordner
FindFile StartPath & "\" & Directories(I), _
    SearchSubfolder, File, FileFound
Next I
Exit Function

Err_DimFile:
    ReDim FileFound(0)
    Resume Next

Err_DimDir:
    ReDim Directories(0)
    Resume Next

Err_Exit:
End Function
```

---

'Quelle: <http://www.vbarchiv.net/tipps/details.php?id=126&reload=1> \_  
Datum 20081002

```
' Packt die Infos um und schneidet Nullchar-Zeichen ab
Private Function UmPacken(ByRef D As Datei, _
    FD As WIN32_FIND_DATA, ByVal Path As String)

    With FD
        D.Attribute = .dwFileAttributes
        D.DateiGröße = .nFileSizeLow
        D.Dateiname = Left$(.cFileName, InStr(.cFileName, _
            vbNullChar) - 1)
        D.DosDateiname = Left$(.cAlternate, _
            InStr(.cAlternate, vbNullChar) - 1)
        If D.DosDateiname = "" Then _
            D.DosDateiname = D.Dateiname
        D.ErstelltAM = .ftCreationTime
        D.LetzteÄnderung = .ftLastWriteTime
        D.LetzterZugriff = .ftLastAccessTime
        D.Pfadname = Left$(Path, InStrRev(Path, "\"))
    End With
End Function
```

---

```
Private Sub cmdCompare_Click()  
'Für jedes Wiederhergestellte File wird ein passendes File der 'Originalda-  
teien gesucht. Wird ein Originalfile einem Wiederhergestellten 'zugeordnet,  
steht es für die kommenden Vergleiche nicht mehr zur verfügung  
'Name von Rec, der zu Org passt  
ReDim strFitOrg(0 To UBound(strOrgPathandName))  
'Name von Org, der zu Rec passt  
ReDim strFitRec(0 To UBound(strRecPathandName))  
prgVergleich.Max = UBound(strRecPathandName)  
'Da Dateien sortiert nach Namen und evtl defekte Namen --> alle Möglichkei-  
ten probieren  
For lngI = 1 To UBound(strRecPathandName)  
    For lngJ = 0 To UBound(strOrgPathandName)  
        If FileEqual(strRecPathandName(lngI), strOrgPathandName(lngJ)) = _  
            True And strFitOrg(lngJ) = "" Then  
            strFitOrg(lngJ) = fnNameausPfad(strRecPathandName(lngI))  
            strFitRec(lngI) = fnNameausPfad(strOrgPathandName(lngJ))  
            lngJ = UBound(strOrgPathandName)  
        End If  
    Next  
    prgVergleich.Value = lngI  
Next  
For lngI = 0 To UBound(strOrgPathandName)  
    txtOrgFitRec.Text = txtOrgFitRec.Text & vbNewLine & _  
        fnNameausPfad(strOrgPathandName(lngI)) & " ..... " & strFitOrg(lngI)  
Next  
For lngI = 0 To UBound(strRecPathandName)  
    txtRecFitOrg.Text = txtRecFitOrg.Text & vbNewLine & _  
        fnNameausPfad(strRecPathandName(lngI)) & " ..... " & strFitRec(lngI)  
Next  
txtOrgFitRec.Locked = True  
txtRecFitOrg.Locked = True  
End Sub
```

---

'Erstes wird die Grösse der zwei Dateien \_  
 Verglichen. Ist sie Verschieden, wird False zurückgegeben, sonst werden die  
 'Dateien geöffnet und sich gegenübergestellt. Falls File1=File2, dann \_  
 Wird True zurückgegeben, sonst False.

'Quelle: <http://vb-tec.de/fileeq.htm> Datum:20081002 Die erste Zeile \_  
 wurde von mir angefügt

```
Function FileEqual(ByRef Path1 As String, ByRef Path2 As String) As Boolean
If Path1 = "" Or Path2 = "" Then Exit Function
'Bei unterschiedlicher Länge abbrechen:
If FileLen(Path1) <> FileLen(Path2) Then
FileEqual = False
Exit Function
End If

'Inhalte vergleichen:
FileEqual = (ReadFile(Path1) = ReadFile(Path2))
End Function
```

---

'Quelle: <http://vb-tec.de/readfile.htm> Datum:20081002

'Datei wird Eingelesen

```
Function ReadFile(ByRef Path As String) As String
Dim FileNr As Long
'Falls nicht vorhanden, nichts zurückgeben:
On Error Resume Next
If FileLen(Path) = 0 Then Exit Function
On Error GoTo 0

'Datei einlesen:
FileNr = FreeFile
Open Path For Binary As #FileNr
ReadFile = Space$(LOF(FileNr))
Get #FileNr, , ReadFile
Close #FileNr
End Function
```

---

'Extrahiert den Dateinamen aus dem kompletten Pfad

```
Function fnNameausPfad(strPfad As String)
Dim strÜb As String
'Vom Pfad mit Name wird solange vom Anfang bis zum Backslash _
alles abgetrennt bis nur noch der Name übrig bleibt. _
Da von links nach rechts Verzeichnisebenen abgespalten werden, _
könnten diese ohne Aufwand der Reihe nach ausgelesen werden.
strÜb = strPfad
Do While InStr(1, strÜb, "\") <> 0
strÜb = Mid(strÜb, InStr(1, strÜb, "\") + 1)
Loop
fnNameausPfad = strÜb
End Function
```

## Verwendete Programme

In der untenstehenden Aufstellung aller verwendeten Programme ist eine kurze Beschreibung des Programms und den Link zur Programmwebsite angegeben. Insbesondere für alle, die das Abtippen langer Internetlinks satt haben, wurde auf der rechten Seite den jeweiligen Quick Response (QR) Code<sup>37</sup> zur Website angefügt. Der Code schafft auf eine einfache Art und Weise eine Verbindung zwischen der realen Welt und dem Internet. Der Code kann mit einem QR-Code Reader<sup>38</sup> auf einem Mobiltelefon entschlüsselt werden. Abfotografieren, entschlüsseln und dem Link folgen. Auch gibt es QR Code Readers für die Webcam. In Japan ist diese Methode weit verbreitet, beispielsweise auf Werbeplakaten.

### Am meisten genutzte Hilfsprogramme, im Zusammenhang zur Datenwiederherstellung

- Paragon Partition Manager 2007  
Ein Programm zum Verwalten aller Laufwerke für Aufgaben wie formatieren, partitionieren, Backups erstellen, Partitionen verschieben, Partitionen zusammenfügen, etc.  
<http://www.partition-manager.com/>
- Total Commander 7 RC 4  
Alternative zum Windows Explorer mit zwei Dateifestern, zum einfachen hin und her kopieren und verschieben von Dateien. Weitere Features: Verzeichnisse vergleichen, FTP-Client, Unterstützt Netzlaufwerke, Packer, Lister, Erweiterte Suchfunktion, Mehrfach-Umbenenn-Tool und vieles mehr.  
<http://ghisler.com/>



### Data Recovery Tools

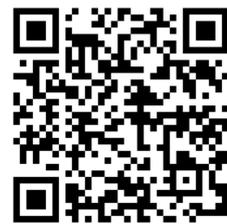
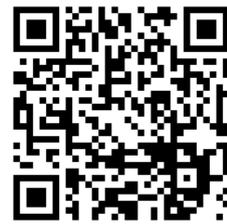
- Undelete Plus  
Undelete Plus arbeitet unter Win 95/98/Me/NT/2000/XP/2003/ Vista Betriebssysteme. Das Programm ist eine Lösung für die Wiederherstellung versehentlich gelöschter Dateien. Zurzeit ist das Tool gratis von der Website herunterzuladen.  
<http://undelete-plus.com/>
- Recuva  
Recuva ist eine leicht zu handhabende Freeware, die auch für Memory cards und mp3-Player geeignet ist.  
<http://www.recuva.com/>
- PC Inspector Smart Recovery  
Eine freie Software, die sich auf Bilder spezialisiert hat. Unterstützt auch Rohdaten von gängigen Digitalkameraherstellern. Ausserdem auch Formate wie JPEG, TIF oder BMP. Es werden Speicherkarten wie SD, MC oder SONY Memory Stick.  
<http://www.pcinspector.de/>



<sup>37</sup> Alle QR Codes sind auf der Website von [kaywa.com/](http://kaywa.com/) generiert worden.

<sup>38</sup> Reader für QR Codes sind auf folgenden Seiten zum Download bereit: <http://reader.kaywa.com/> (02.12.2008)

- **Smart FAT Recovery**  
Ein Tool speziell für das FAT-Dateisystem. Unterstützt MS Office Dateien, Fotos, mp3, zip und andere.  
[http://www.smartpctools.com/fat\\_recovery/index1.html](http://www.smartpctools.com/fat_recovery/index1.html)
- **Smart Data Recovery**  
Der Bruder von Smart FAT Recovery, unterstützt aber auch Das NTFS-Dateisystem.  
[http://www.smartpctools.com/de/data\\_recovery/index.html](http://www.smartpctools.com/de/data_recovery/index.html)
- **AusLogics Emergency Recovery**  
Von den gefunden Dateien kann eine Vorschau angezeigt werden. Das Programm unterstützt die meisten Digitalkameras, Camcorder und Memory Cards.  
Beinhaltet einen Dateishredder um persönliche Files sicher zu löschen.  
<http://www.emergency-recovery.de/>
- **Free Undelete**  
Ein kleines übersichtliches, einfaches Tool ohne viele Funktionen um Dateien wiederherzustellen.  
<http://www.officerecovery.com/freeundelete/>
- **Avira UnErase**  
Avira UnErase ist ein von Avira nicht weiter unterstütztes Programm zur Datenwiederherstellung gelöschter Daten. Avira ist der Hersteller der bekannten Freeware Avira AntiVir.  
[http://www.free-av.de/de/tools/10/avira\\_unerase\\_personal.html](http://www.free-av.de/de/tools/10/avira_unerase_personal.html)
- **Datadoctor Recovery Digital Pictures**  
Auf Bilder spezialisierte Recovery Software, die auch Wechselbare USB-Geräte unterstützt  
<http://www.datadoctor.in/data-recovery-software/digital-pictures-recovery-software.html>
- **O&O DiskRecovery**  
Erkennt über 350 verschiedene Dateiformate unter anderem Microsoft Office Dateien, alle bekannten Grafik-, Musik- und Filmformate.  
<http://www.o-software.com/home/de/products/oodiskrecovery/>



- PC Inspector File Recovery

Dieses Programm rekonstruiert Dateien mit original Uhrzeit und Datum, auch wenn kein Eintrag im Dateisystem mehr vorhanden ist.

<http://www.pcinspector.de/>



### **Weitere mehr oder weniger häufig verwendete Software rund um das Verfassen der Arbeit:**

Windows Vista Home Premium, SP1

<http://www.microsoft.ch>

Paint.Net

<http://www.getpaint.net/>

CorelDRAW

<http://www.corel.com/>

MS Word 2007

<http://office.microsoft.com/>

MS Excel 2007

<http://office.microsoft.com/>

MS OneNote 2007

<http://office.microsoft.com/>

Mindmanager 6

<http://www.mindjet.com/>

Snipping Tool

Bestandteil von *Windows Vista*

Visual Basic 6

<http://microsoft.com>

Blender

<http://www.blender.org>

# Quellennachweis

## Literaturverzeichnis

Beim Kapitel **Fehler! Unbekanntes Schalterargument.** und allen Unterkapiteln stütze ich mich auf folgende Quellen:

[http://www.movie-college.de/filmschule/postproduktion/festplatten\\_2.htm](http://www.movie-college.de/filmschule/postproduktion/festplatten_2.htm) 16.08.2008  
<http://www.tomshardware.com/reviews/storage-guide,33.html> 01.07.2008  
<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/0610291.htm> 07.07.2008  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Formatierung> 24.8.2008.  
<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/0705011.htm> 10.08.2008  
<http://www.bullhost.de/b/bootsektor.html> 13.08.2008  
<http://www.it-portal.org/pctechnik.html> 24.08.2008

Beim Kapitel *Data Recovery* und allen Unterkapiteln stütze ich mich auf folgende Quellen:

PC Inspector File Recovery HTML-Hilfe, Kapitel „Gelöschte Daten“  
<http://www.recovermyfiles.com/de/datenrettung-ntfs-fat.php> 16.10.2008

Seite 28

Bedienungsanleitung einer Externen 3.5" S-ATA 500 GB Festplatte von *Samsung* mit USB 2.0 Anschluss

Seite 29

Codequellen:

Funktion FindFile und dazugehörige Unterfunktionen und Deklarationen:

<http://www.vbarchiv.net/tipps/details.php?id=126&reload=1> 02.10.2008

Funktion FileEqual:

<http://vb-tec.de/fileeq.htm> 02.10.2008

Funktion ReadFile:

<http://vb-tec.de/readfile.htm> 02.10.2008

Seite 38

<http://www.partition-manager.com/> 21.10.2008

<http://www.pcinspector.de/> 21.10.2008

<http://ghisler.com/> 21.10.2008

<http://www.recuva.com/> 21.10.2008

<http://undelete-plus.com/> 21.10.2008

[http://www.smartpctools.com/fat\\_recovery/index1.html](http://www.smartpctools.com/fat_recovery/index1.html) 21.10.2008

[http://www.smartpctools.com/de/data\\_recovery/index.html](http://www.smartpctools.com/de/data_recovery/index.html) 21.10.2008

<http://www.emergency-recovery.de/> 21.10.2008

<http://www.officerecovery.com/freeundelete> 21.10.2008

[http://www.free-av.de/de/tools/10/avira\\_unerase\\_personal.html](http://www.free-av.de/de/tools/10/avira_unerase_personal.html) 21.10.2008

<http://www.oo-software.com/home/de/products/oodiskrecovery> 21.10.2008

## Bildnachweis

- Abbildung 1 <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/bilder/06102913.gif> (07.07.2008)
- Abbildung 2 [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a9/Hard\\_drive-de.svg/525px-Hard\\_drive-de.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a9/Hard_drive-de.svg/525px-Hard_drive-de.svg.png) (03.12.2008)
- Abbildung 3 David Hintermann, *Blender*
- Abbildung 4 David Hintermann, *CorelDRAW*, in Anlehnung an <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/bilder/06102914.gif> (07.07.2008)
- Abbildung 5 David Hintermann, *CorelDRAW*, in Anlehnung an <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/bilder/06102915.gif> (07.07.2008)
- Abbildung 6 David Hintermann, *Excel 2007*
- Abbildung 7 David Hintermann, *Excel 2007*
- Abbildung 8 David Hintermann, Panorama aus mehreren Fotos, Zusammengesetzt mit *Autostitch*
- Abbildung 9 David Hintermann, Scan, von Dr. Klabunde, Thomas, Schnell Anleitung Anonym surfen, saugen, Dateien tauschen, Seite 98 & 99, Data Becker, 1. Auflage 2003, ISBN 3-8158-2404-4
- Abbildung 10 David Hintermann, *Excel 2007*
- Abbildung 11 David Hintermann, Screenshot, Disk Editor von *Paragon*
- Abbildung 12 David Hintermann, Screenshot, Disk Editor von *Paragon*
- Abbildung 13 David Hintermann, *Excel 2007*
- Abbildung 14 David Hintermann, *Excel 2007*
- Abbildung 18 David Hintermann, Screenshot mit dem *Snipping Tool*