

PROSA

Externe Festplatten

Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

Studie im Rahmen des Projekts
„Top 100 – Umweltzeichen für klima-
relevante Produkte“

Berlin, November 2011

Autorinnen:

Ran Liu
Eva Brommer

Projektleitung:

Jens Gröger

Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg, Deutschland

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg, Deutschland
Tel. +49 (0) 761 – 4 52 95-0
Fax +49 (0) 761 – 4 52 95-288

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt, Deutschland
Tel. +49 (0) 6151 – 81 91-0
Fax +49 (0) 6151 – 81 91-133

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin, Deutschland
Tel. +49 (0) 30 – 40 50 85-0
Fax +49 (0) 30 – 40 50 85-388



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



**DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE**

Zur Entlastung der Umwelt ist dieses Dokument für den
beidseitigen Druck ausgelegt.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
Methodisches Vorgehen	5
1 Teil I: Markt- und Umfeldanalyse	7
1.1 Allgemein	7
1.2 Marktanalyse	7
1.2.1 Marktanteile	7
1.2.2 Marktsättigung	9
1.2.3 Marktpreise	11
1.3 Technische Parameter	12
1.4 Technologietrends	13
1.5 Umweltaspekte	14
1.5.1 Energieverbrauch	14
1.5.2 Bedeutung von Ressourcen und Rezyklierbarkeit	15
1.5.3 Bedeutung von Schadstoffen	18
1.5.4 Lärm	20
1.5.5 Internationale Umweltzeichen / Programme	21
1.6 Qualitätsaspekte	24
1.7 Nutzenanalyse	25
1.7.1 Gebrauchsnutzen	25
1.7.2 Symbolischer Nutzen	27
1.7.3 Gesellschaftlicher Nutzen	28
2 Teil II: orientierende Ökobilanz und Lebenszykluskostenanalyse	29
2.1 Untersuchungsrahmenbedingungen	29
2.1.1 Funktionelle Einheit	29
2.1.2 Systemgrenzen	30
2.2 Orientierende Ökobilanz	31
2.2.1 Modellierung der externen Festplatte	31
2.2.2 Betrachtete Wirkungskategorien	38
2.2.3 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz	38
2.2.4 Ökobilanzieller Vergleich von HDD- und SSD-Festplatte	40
2.3 Analyse der Lebenszykluskosten	43
2.3.1 Investitionskosten	43

2.3.2	Stromkosten	43
2.3.3	Reparaturkosten	44
2.3.4	Entsorgungskosten	45
2.3.5	Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse	45
2.3.6	Kostenvergleich von HDD- und SSD-Festplatte	45
3	Teil III: Ableitung der Anforderungen an ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen	47
3.1	Definitionen	47
3.2	Geltungsbereich	48
3.3	Leistungsaufnahme und Energieverbrauch	49
3.3.1	Leistungsaufnahme im Betriebsmodus	49
3.3.2	Jährlicher Energieverbrauch	50
3.4	Anforderungen an die externen Netzteile der Festplatten	52
3.5	Anforderung an einen Ein- / Aus-Schalter	53
3.6	Geräuschemissionen	53
3.7	Demontage- und recyclinggerechte Konstruktion	54
3.8	Ableitung einer Vergabegrundlage	55
4	Literatur	56
5	Anhang	59
5.1	Anhang I: die berücksichtigten Wirkungskategorien der vereinfachten Ökobilanz	59
5.1.1	Kumulierter Primärenergiebedarf	59
5.1.2	Treibhauspotenzial	59
5.1.3	Versauerungspotenzial	59
5.1.4	Eutrophierungspotenzial	59
5.1.5	Photochemische Oxidantienbildung	60
5.2	Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel	60

Einleitung

Die vorliegende Untersuchung zu externen Festplatten ist Teil des mehrjährigen Forschungsvorhabens „Top 100“, bei dem die aus Klimasicht wichtigsten Haushaltsprodukte im Hinblick auf ökologische Optimierungen und Kosteneinsparungen bei Verbrauchern analysiert werden.

Auf Basis dieser Analysen können Empfehlungen für verschiedene Umsetzungsbereiche gegeben werden:

- für Verbraucherinformationen zum Kauf und Gebrauch klimarelevanter Produkte (einsetzbar bei der Verbraucher- und Umweltberatung von Verbraucherzentralen, Umweltorganisationen und Umweltportalen),
- für die freiwillige Umweltkennzeichnung von Produkten (z.B. das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“, für das europäische Umweltzeichen, für Marktübersichten wie www.topten.info und www.ecotopten.de oder andere Umwelt-Rankings),
- für Anforderungen an neue Produktgruppen bei der Ökodesign-Richtlinie und für Best-Produkte bei Förderprogrammen für Produkte,
- für Ausschreibungskriterien für die öffentliche und umweltfreundliche Beschaffung,
- für produktbezogene Innovationen bei Unternehmen.

Auf der Basis der vorliegenden Untersuchung und Diskussionen im Rahmen der Expertenanhörung am 06.07.2011 bei der RAL gGmbH in Sankt Augustin wurde die Vergabegrundlage für das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ RAL-UZ 162 für externe Festplatten entwickelt.

Methodisches Vorgehen

Für die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen wird gemäß ISO 14024 geprüft, welche Umweltauswirkungen bei der Herstellung, Anwendung und Entsorgung des Produktes relevant sind – neben Energie-/Treibhauseffekt kommen Umweltauswirkungen wie Ressourcenverbrauch, Eutrophierungs-Potenzial, Lärm, Toxizität, etc. in Betracht.

Durchgeführt wird die Analyse nach der Methode PROSA – Product Sustainability Assessment (Abbildung 1). PROSA umfasst mit der Markt- und Umfeld-Analyse, der Ökobilanz, der Lebenszykluskostenrechnung und der Benefit-Analyse die zur Ableitung der Vergabekriterien erforderlichen Teil-Methoden und ermöglicht eine integrative Bearbeitung und Bewertung.

Eine Sozialbilanz wird nicht durchgeführt, weil soziale Aspekte, z.B. bei der Herstellung der Produkte beim Umweltzeichen, bisher nicht oder nicht gleichrangig einbezogen werden.



Abbildung 1 Die Grundstruktur von PROSA

1 Teil I: Markt- und Umfeldanalyse

1.1 Allgemein

Die vorliegende Kurzstudie beschäftigt sich mit der Produktgruppe „**Externe Festplatten**“.

Externe Festplatten sind tragbare Speichergeräte für größere Datenmengen. Typische Anwendungsfälle für externe Festplatten sind die Datensicherung (Backup), Datentransport (von einem Rechner zum anderen) und die Erweiterung der Festplattenkapazität von bestehenden Computersystemen oder Multimediageräten. Durch den letztgenannten Punkt (Kapazitätserweiterung) tragen externe Festplatten dazu bei, dass bestehende Systeme trotz steigender Datenmengen länger genutzt werden können und dadurch Ressourcen für Neugeräte eingespart werden.

Derzeit dominiert bei den Festplatten die Technologie der ferromagnetischen Speicher. Daten werden auf der Oberfläche einer rotierenden Scheibe geschrieben und ausgelesen. Externe Festplatten werden insbesondere in privaten Haushalten verwendet und sind dabei meistens als ein Einzelaufwerk in einem Gehäuse untergebracht. Sie haben zudem eine oder zwei Schnittstellen wie USB, FireWire (IEEE 1394) oder eSATA. Für den Einsatz in Unternehmen gibt es auch Festplattenspeicher-Systeme, die in eine Server-Infrastruktur eingebunden werden und die zum Speichern sehr großer Datenmengen dienen. Beispiele dafür sind Netzwerk-Speicher (NAS kombiniert mit Open/iSCSI SAN), offene Storage Area Network (SAN), Network Attached Storage (NAS) und RAID¹ (EMC 2011).

Als Alternative zu rotierenden Magnetscheiben gibt es zunehmend auch SSD-Festplatten (Solid-State Drives), die sich durch eine halbleiterbasierte Speichertechnik – vergleichbar mit der eines USB-Speichersticks – auszeichnen. Zusätzlich verwenden private Haushalte noch CDs oder DVDs, USB-Sticks und Online-Speicher zum Transport oder zur Archivierung von Daten.

1.2 Marktanalyse

1.2.1 Marktanteile

Das Marktforschungsinstitut Gartner veröffentlichte im März 2011 eine Statistik, in der die weltweiten Marktanteile (bezogen auf den Umsatz) der Hersteller von externen Plattenspeichersystemen seit 2008 dargestellt sind (vgl. Abbildung 2, Statista 2011).

¹ RAID: Abkürzung für „Redundant Array of Independent Disks“, entspricht „Redundante Anordnung unabhängiger Festplatten“.

Tabelle 1 gibt die die gleichen Informationen tabellarisch wider. Danach ist EMC der weltweit führende Hersteller von externen Plattenspeichersystemen mit einem jährlichen Umsatzanteil von ca. 25 %, gefolgt von IBM. Zu beachten ist, dass die in der Statistik dargestellten Plattenspeichersysteme eine Vielzahl der Speicher-Typen und -Systeme umfassen, wie z.B. Netzwerk-Speicher (NAS kombiniert mit Open/iSCSI SAN), offene Storage Area Network (SAN), Network Attached Storage (NAS) und RAID¹ (EMC 2011).

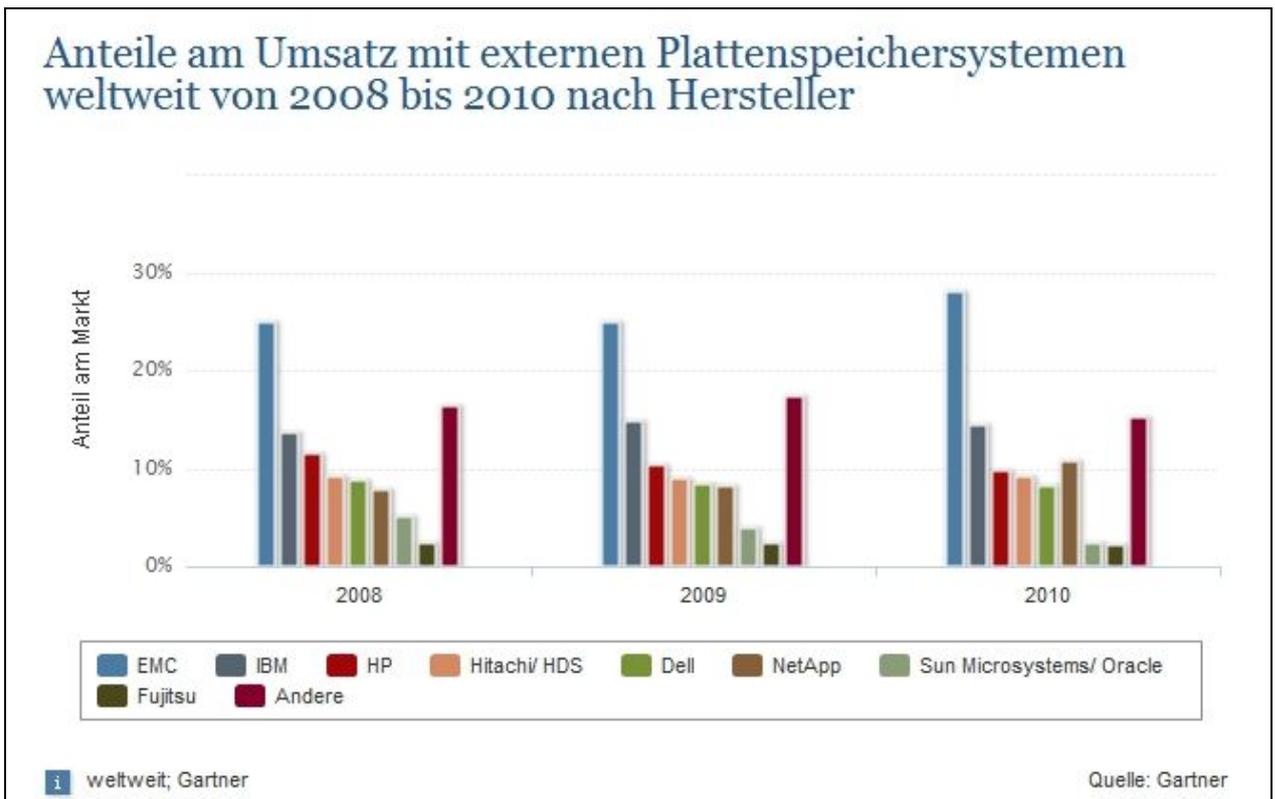


Abbildung 2: Anteile am Umsatz der Festplattenhersteller weltweit (Statista 2011)

Anteile am Umsatz mit externen Plattenspeichersystemen weltweit von 2008 bis 2010 nach Hersteller

	EMC	IBM	HP	Hitachi/ HDS	Dell	NetApp	Sun Microsystems/ Oracle	Fujitsu	Andere
2008	25%	13,6%	11,6%	9,2%	8,8%	7,8%	5,2%	2,4%	16,4%
2009	25%	14,8%	10,4%	9%	8,5%	8,3%	4%	2,5%	17,4%
2010	28%	14,4%	9,8%	9,2%	8,2%	10,7%	2,5%	2,2%	15,2%

Anteil am Markt

Tabelle 1: Prozentualer Anteil am Umsatz der Festplattenhersteller weltweit (Statista 2011)

Betrachtet man den Markt für Festplatten, so stellt man fest, dass es weltweit nur wenige Hersteller von Festplatten gibt. Es konnten keine ausschließlichen Marktdaten für Deutschland zu externen Festplatten recherchiert werden. Da die IT-Hardwarehersteller aber in der

Regel international operieren, kann man davon ausgehen, dass sich die Anteile auch auf dem deutschen Markt entsprechend wieder finden. Abbildung 3 zeigt die Top-5 der Festplatten-Hersteller weltweit. Die Daten beziehen sich auf die Verkaufszahlen des ersten Quartals 2010 (iSuppli, zitiert in Heise 2010). Der Markt wurde im genannten Quartal von Western Digital (31,3 %) und Seagate (30,9 %) dominiert, gefolgt von Hitachi GST (17,6 %) und Toshiba/Fujitsu (10,7 %) sowie Samsung (9,5 %).

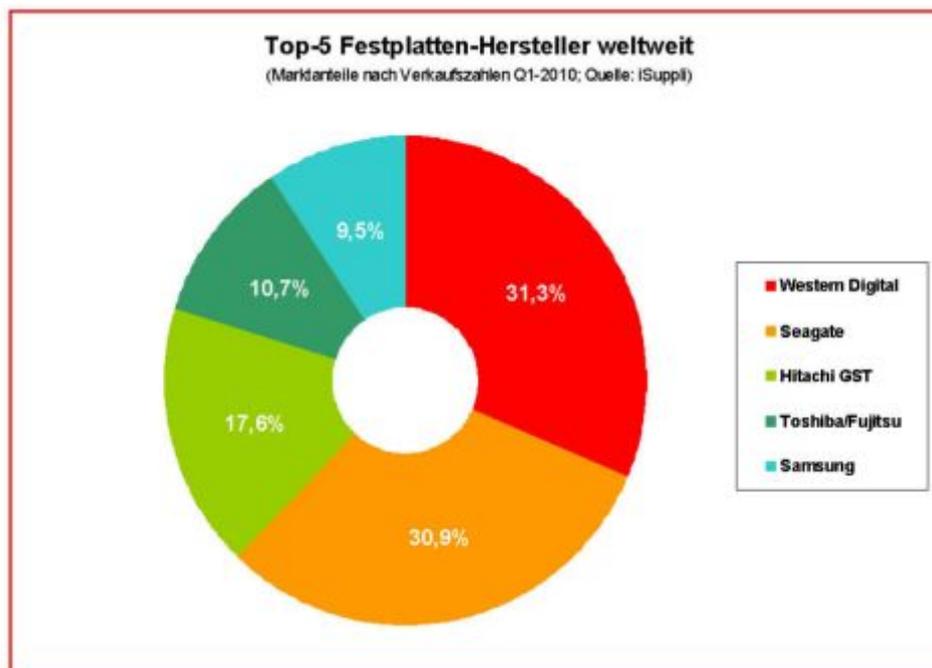


Abbildung 3: Top-5 Festplatten-Hersteller weltweit (Heise 2010)

Allerdings befindet sich der Markt für Festplatten in einem Konsolidierungsprozess. Hitachi wurde Anfang 2011 von Western Digital aufgekauft (Heise 2011). Damit erreichte Western Digital einen Marktanteil von knapp 50 %. Seagate hat ebenfalls Anfang 2011 das HDD-Geschäft von Samsung übernommen (Heise 2011a) und macht damit ca. 40 % des Marktanteils aus.

1.2.2 Marktsättigung

Neben externen Festplatten gibt es noch mehrere andere Varianten von externen Datenspeichern. Abbildung 4 zeigt die Anzahl der zusätzlichen Laufwerke, die derzeit am Markt als Varianten verfügbar sind. CD- und DVD-ähnliche Brenner zählen zu den zwei dominierenden Speicherinstrumenten für Speichermedien. Allerdings blieb die Anzahl der CD-Nutzungen vergleichsweise konstant von 2007 bis 2010. Die Variante DVD-Brenner/Blu-Ray-Laufwerk ist im Vergleich zu 2007 im Jahr 2010 um 19 % gestiegen. Im Gegensatz dazu stiegen andere Alternativen, wie z.B. USB-Stick/Speicherkarte, um 38 % im Jahr 2010 gegenüber

2007. Externe Festplatten werden zwar von diesen vier Möglichkeiten in absoluten Zahlen am wenigsten genutzt, allerdings ist die Anzahl externer Festplatten 2010 um 100 % gegenüber dem Jahr 2007 gestiegen.

Es ist derzeit noch keine Marktsättigung für externe Festplatten zu erwarten, nicht zuletzt, weil der zusätzliche Bedarf an größeren Speicherkapazitäten infolge der zunehmenden intensiven Multimedianoutzung (wie mp3, Fotos, Videos, Spiele etc.) voraussichtlich auch in Zukunft wachsen wird. Aufgrund der fallenden Anschaffungspreise für externe Festplatten und deren leichter Handhabung (kleinere Bauformen, schnellere Laufwerke, kein externes Netzteil) ist zusätzlich ein weiteres Wachstum der Verkaufszahlen zu erwarten.

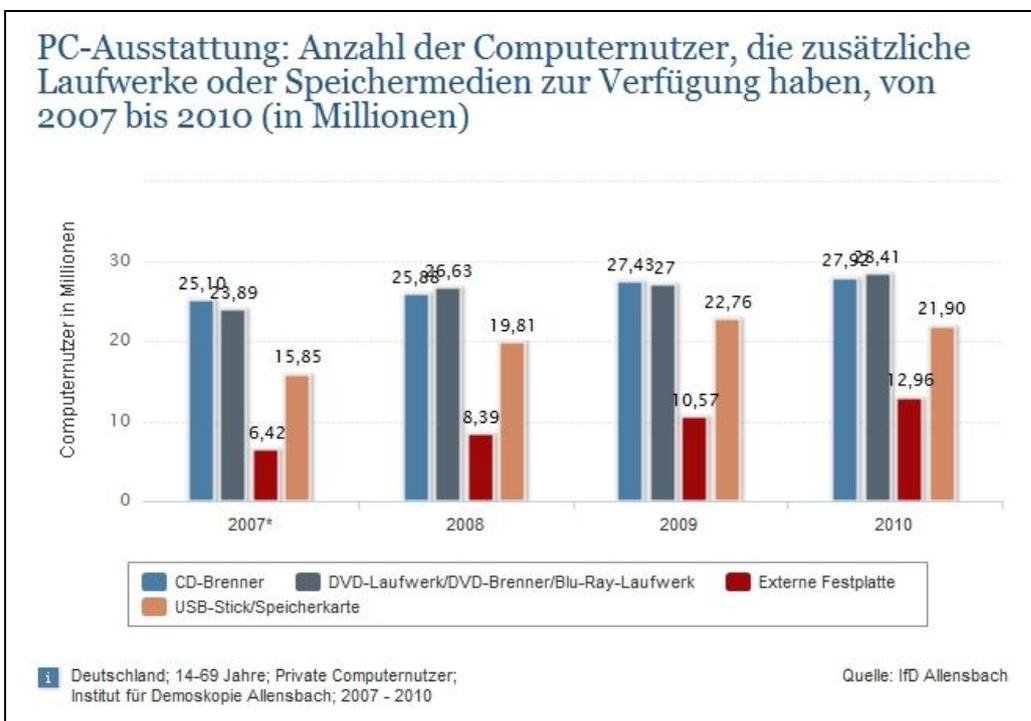


Abbildung 4: Anzahl (in Millionen) der zusätzlichen Laufwerke von 2007 bis 2010 in Deutschland nach Institut für Demoskopie Allensbach. Die Abbildung ist direkt aus Statista (2010) entnommen.

1.2.3 Marktpreise

Je nach Ausstattung und Leistung unterscheiden sich die Marktpreise von externen Festplatten. In der nachfolgenden Abbildung 5 wurden 1.879 externe Festplatten auf ihre Preisstruktur hin untersucht. Die Preise stammen aus Preissuchmaschinen im Internet.

Die Preise für die externen Festplatten können in fünf Segmente eingeteilt werden: Festplatten zwischen 20 und 50 Euro, 50 und 100 Euro, 100 und 200 Euro, 200 und 500 Euro und über 500 Euro. Das niedrigste Preissegment zwischen 20 und 50 Euro hat einen Anteil von 11 %. Das Preissegment, mit Geräten zwischen 50 und 100 Euro, dominiert mit einem Anteil von 62 % der 1.879 Geräte, gefolgt vom Preissegment zwischen 100 und 200 Euro mit 18 %. Die hochpreisigen Geräte über 200 Euro nehmen einen Anteil von ca. 10 % ein. Zu betonen ist, dass solche Geräte häufig noch zusätzliche Ausstattung bieten, wie z.B. eingebaute RAID-Fähigkeit, mehrere Schnittstellen oder mehrere Festplatten in einem Speichersystem.

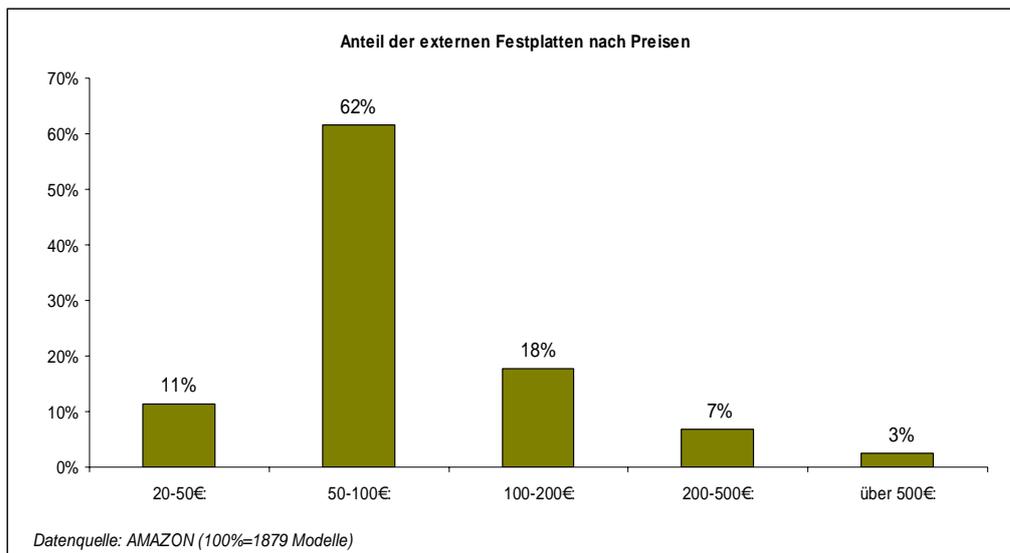


Abbildung 5: Prozentuale Anteile (Anzahl Modelle) der externen Festplatten nach Preisen (Stand: 27.04.2011)

Die nachfolgende Abbildung 6 gibt den relativen Preis von externen Festplatten bezogen auf 1 Gigabyte an. Die Daten der 3,5-Zoll-Festplatten stammen von 46 Geräten und die der 2,5-Zoll-Festplatten von 79 Geräten. Der häufigste Preis für 3,5-Zoll-Festplatten liegt bei 6 Cent pro Gigabyte. 2,5-Zoll-Festplatten liegen mit einem Preis von 12 Cent pro Gigabyte als häufigster Preis doppelt so hoch. Der durchschnittliche Preis der 3,5-Zoll-Festplatten beträgt 8 Cent pro Gigabyte, während der Preis der 2,5-Zoll-Festplatten mit 16 Cent pro Gigabyte ebenfalls doppelt so hoch liegt. Auffallend ist, dass die Bandbreite der Preisunterschiede der 2,5-Zoll-Festplatten nicht größer als die der 3,5-Zoll-Festplatten ist.

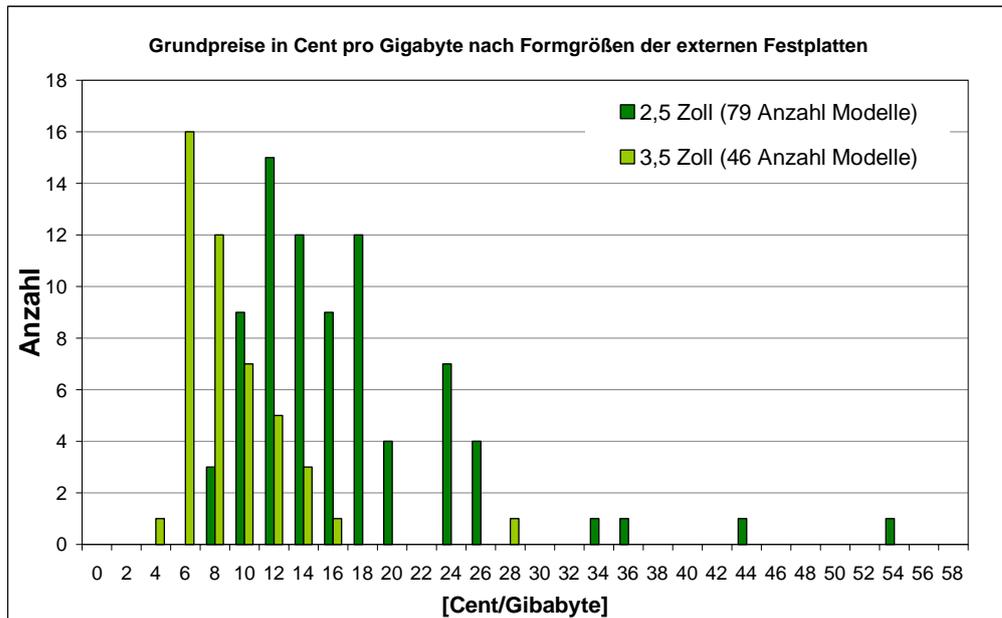


Abbildung 6: Relativer Preis in Cent pro Gigabyte nach Formfaktoren der externen Festplatten (Daten stammen aus Chip 2011)

1.3 Technische Parameter

Technische Parameter einer externen Festplatte, die auch Leistungsmerkmale definieren, sind folgende:

- Speicherkapazität, die von wenigen Gigabyte bis zu mehreren Terrabyte variiert,
- Transferrate beim Lesen/Schreiben, charakterisiert die Übertragungsgeschwindigkeit und wird in der Einheit „Gigabyte pro Sekunde“ angegeben,
- Zugriffszeit: sie beschreibt, wie schnell der Schreib-/Lesekopf einer Festplatte eine bestimmte Position ansteuern kann. Die Zugriffszeit von externen Festplatten liegt durchschnittlich bei 20 Millisekunden (Diese Angabe wurde auf Basis von Testergebnissen von Chip 2011 berechnet).
- Anschlüsse/Schnittstellen: Verbindungsstelle zwischen Computer und externer Festplatte. Die auf dem Markt befindlichen Anschlussmöglichkeiten sind: USB (Universal-Serial-Bus), FireWire™ (IEEE 1394) und external SATA. Von der gewählten Schnittstelle hängt die maximale Transferrate ab.
- Umdrehungen pro Minute (Einheit: rpm): damit wird die Rotationsgeschwindigkeit der Magnetscheiben beschrieben. Je höher die Umdrehungszahl ist, desto schneller liest oder schreibt eine externe Festplatte die Daten. Hohe Umdrehungsgeschwindigkeiten können zu einer erhöhten elektrischen Leistungsaufnahme und zu erhöhten Geräuschemissionen führen. Die derzeit am Markt befindlichen Geräte haben Umdrehungszahlen von typischerweise 5400 rpm oder 7200 rpm.

1.4 Technologietrends

Derzeit werden als Massenspeichertechnologie für externe Festplatten vor allem Festplatten mit rotierenden Magnetscheiben (HDD) eingesetzt. Nach Recherchen, die im Rahmen dieser Studie über Produktsuchmaschinen im Internet an zirka 3.000 Produkten angestellt wurden, liegt die typische Festplattenkapazität für externe Festplatten zwischen 160 Gigabyte und 1 Terrabyte. Als Bauformen werden überwiegend 2,5-Zoll-Festplatten verkauft, gefolgt von 3,5-Zoll-Festplatten. Den geringsten Anteil mit nur 1-2 % machen Festplatten mit dem Formfaktor 1,8 Zoll aus.

Zunehmend kommen aber auch SSD-Festplatten (Solid-State Drives) zum Einsatz, die sich durch eine halbleiterbasierte Speichertechnik (Flash-Speicher) auszeichnen. SSD-Festplatten bieten eine Reihe von Vorteilen gegenüber den mechanischen HDD-Festplatten.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Unterschiede zwischen HDD und SSD hinsichtlich der technischen Parameter. Die Tabelle ist direkt entnommen aus Herth (2011). SSDs haben während ihrer Nutzungsphase eine höhere Lese- und Schreib-Geschwindigkeit, eine kürzere Zugriffszeit, einen geringeren Stromverbrauch, erzeugen keine Geräusche, sind leichter als HDD und können auch unter größeren Temperaturschwankungen arbeiten.

Der Preis von SSDs liegt im Kapazitätsbereich 16 – 800 GByte (SSD SLC) zwischen 3,30 € und 4,20 € pro Gigabyte und damit 33 bis 42 mal höher als der Preis für HDD-Festplatten, die nach Herth bei 0,10 € pro Gigabyte liegen (vgl. dazu auch Abbildung 6).

Beim Vergleich beider Technologien müssen allerdings auch die Umweltauswirkungen für die Herstellung berücksichtigt werden. Dies wird in Kapitel 2.2.4 bei der Lebenszyklusbetrachtung nachvollzogen.

Tabelle 2: Vergleich von HDD und SSD (direkt entnommen aus Herth 2011)

SSD Vergleich zu HDD	SSD MLC	SSD SLC	HDD
Kapazität	16 GB bis 800 GB	16 GB bis 800 GB	160 GB -3.5 TB
Interface	SATA, PATA, mSATA	SATA, PATA, mSATA	SATA, PATA
Lesen (MB/s), SATA III	bis 480 MB/s	bis 480 MB/s	bis 150 MB/s
Schreiben (MB/s)	bis 380 MB/s	bis 380 MB/s	bis 100 MB/s
Zugriffszeit (ms), typ.	0,15 ms bis 0,2 ms	0,1 ms	8 ms
Power (W)	bis 3,5 Watt	bis 3 Watt	bis 8 Watt
Geräuschentwicklung typ.	0 Sone	0 Sone	0,9 Sone
Schockbetrieb (g), typ.	1500 g	1500 g	300 g
Gewicht (g)	50 g	50 g	>100 g
Temperaturfestigkeit	0-70°C	0-70°C und -40-80°C	5-55°C
S.M.A.R.T	teilweise	ja	ja
Preis / Gbyte, typ.	1,60 €	3,30 € bis 4,20 €	0,10 €

Es zeichnet sich ab, dass HDD-Festplatten und SSDs noch für einen gewissen Zeitraum parallel existieren werden. Solange der Preis für SSD-Festplatten auf dem hohen Niveau verbleibt, wird die magnetische Festplattentechnik bei externen Festplatten nach wie vor dominieren. Als eine technologische Zwischenlösung werden voraussichtlich auch Hybridfestplatten zum Einsatz kommen. Als Hybridfestplatten bezeichnet man eine Kombination aus magnetischer Festplattentechnik und Flashspeichertechnik.

1.5 Umweltaspekte

1.5.1 Energieverbrauch

Ein im Januar 2011 veröffentlichter Testbericht (PC-Welt 2011) beschreibt, dass die getesteten externen Festplatten mit 3,5 Zoll 8,4 bis 15,3 Watt während des Betriebs benötigen. Damit kommt der Bericht zu ähnlichen Ergebnissen wie der von Chip Online (2011). Allerdings gibt es auch energiesparende externe Festplatten, die über ein Energiemanagement verfügen, wie z.B. die „Freecom Hard Drive XS 3,0“ mit 2,8 Watt im Leerlauf und 9,2 Watt im Betrieb. Darüber hinaus gibt es bei einigen externen 3,5-Zoll-

Festplatten einen Ausschaltknopf, der die elektrische Leistungsaufnahme auf null Watt reduziert (PC-Welt 2011). Allerdings hatten lediglich vier der von Stiftung Warentest (2010) getesteten 15 3,5-Zoll-Festplatten einen Ausschalter, was einem Anteil von nur 27 % entspricht. Zu bemerken ist, dass die 3,5-Zoll-Festplatten mit externen Netzteilen verbunden sind und dadurch auch außerhalb des eigentlichen Betriebszustandes Energie verbrauchen, wenn ihr Netzteil noch an eine Steckdose angeschlossen ist. Verglichen mit 3,5-Zoll-Festplatten, weisen die 2,5-Zoll-Festplatten eine geringere Leistungsaufnahme auf, laut Testergebnissen von PC-Welt zwischen 2,8 und 3,3 Watt. Ferner sinkt im Leerlauf der Stromverbrauch meist um mehr als 1 Watt (PC-Welt 2011).

1.5.2 Bedeutung von Ressourcen und Rezyklierbarkeit

Externe Festplatten enthalten hochwertige Edel- und Sondermetalle mit hohem intrinsischem Materialwert und einer z.T. strategischen Bedeutung für wichtige Nachhaltigkeitstechnologien, z.B. Gold, Silber und Palladium in der Leiterplatte und Neodym in den Magneten (s. Abbildung 7). Neodym ist ein Element der 17 seltenen Erden und ein wichtiges Funktionsmaterial in der Magnetproduktion. Außerdem enthalten Festplatten auch hochreine Anteile von Kupfer in der Leiterplatte und der Kupferspule, Aluminium in den Scheibenplatten und im Lese-/Schreib-Kopf, sowie Edelstahl im inneren Deckel. Zu beachten ist, dass die Scheiben nicht ausschließlich aus Aluminium bestehen, da sie auf der Oberfläche noch mit einer dünnen Schicht Ruthenium (Ru) überzogen sind. Die abgeschätzten Metall- und Edelmetallgehalte der externen Festplatten sind in Tabelle 3 zusammen aufgelistet.

Tabelle 3 Abgeschätzte Metall- und Edelmetallgehalte der externen Festplatten (Gmünder 2007; Rieger 2009; eigene Berechnung)

Metall- und Edelmetall	Konzentration pro Gerät (Gmünder 2007; Rieger 2009; eigene Berechnung)	externe 2,5-Zoll- Festplatte	externe 3,5-Zoll- Festplatte
Aluminium (Al)	55,6 %	63,92 g	319,59 g
Fe/Ferrite/Stahl/Edelstahl	32,4 %	37,31 g	186,52 g
Kupfer (Cu)	3,448 %	3,9652 g	19,826 g
Silber (Ag)	0,028 %	0,0322 g	0,161 g
Gold (Au)	0,004 %	0,0046 g	0,023 g
Palladium (Pd)	0,003 %	0,0035 g	0,0173 g
Neodym (Nd)	1,6 %	1,8 g	9,1 g
Ruthenium (Ru)	wegen Datenlücken nicht quantifizierbar	k.A.	k.A.

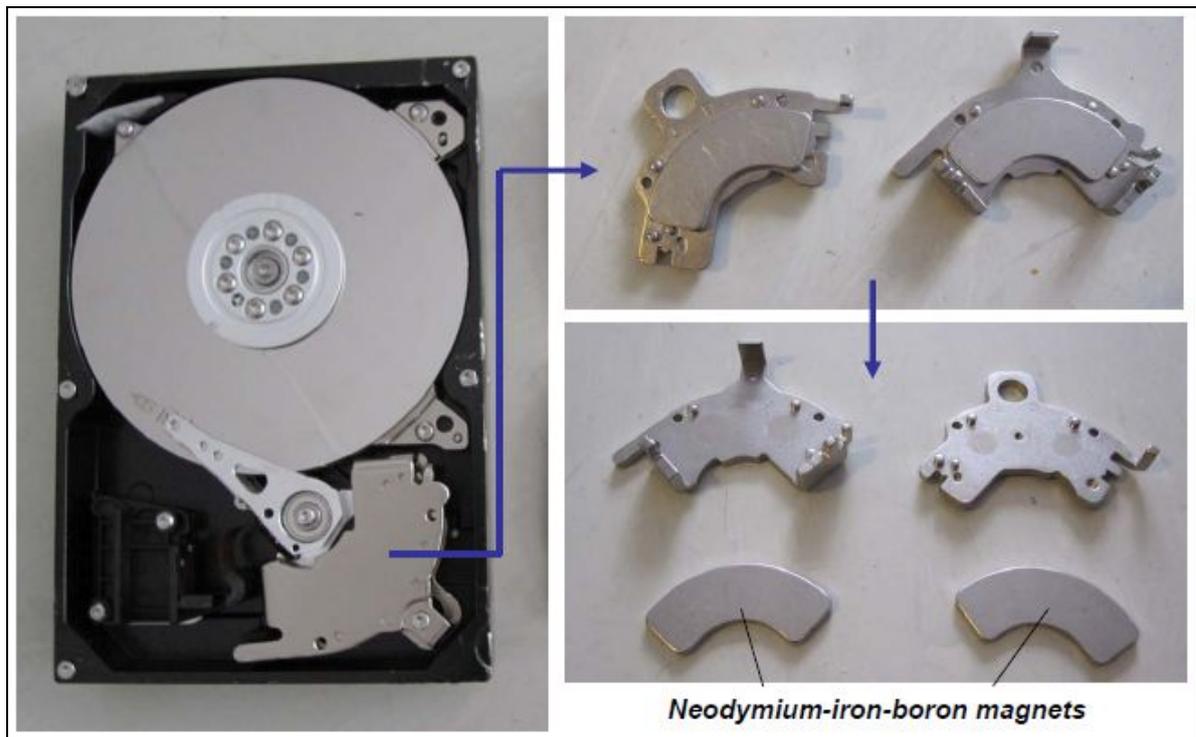


Abbildung 7: Neodym-Eisen-Bor-Magnet in einem zerlegten Aktuator (Manhart et al. 2011)

Aufgrund der hohen Nachfrage nach Seltenen Erden, der begrenzten Ausfuhrmengen aus der Volksrepublik China² und zur Reduzierung der hohen Abhängigkeit von knappen Rohstoffen, hat Recycling von seltenen Metallen und Seltenen Erden immer mehr an Bedeutung gewonnen. Schüler et al. (2011) kommen in einer Studie zu Seltenen Erden zu dem Ergebnis, dass ein umfassendes Recycling der Stoffe eine wichtige Strategie zur Schonung der Rohstoffvorkommen darstellt. Die Studie beschreibt, dass der Abbau und die Aufbereitung der Seltenen Erden zu einer Vielzahl an Umweltrisiken führen, sofern nicht umfangreiche Umweltschutztechniken zum Schutz von Grundwasser, Luft und Böden eingesetzt werden. Die in der Studie ausgewerteten Risiken des Abbaus von Seltenen Erden sind im Folgenden stichwortartig aufgeführt:

- Einträge ins Grundwasser (ortsspezifisch)
- Risiken bei Dammbbruch durch Baufehler, Überflutung oder Erdbeben
- Staub
- Luftemissionen sowie

² Derzeit werden mehr als 97% der Seltenen Erden in China abgebaut und zum großen Teil auch dort verarbeitet. Die steigende Nachfrage nach Seltenen Erden und die Beschränkung des Exports aus China führten weltweit zu den neuen Strategien (Schüler et al. 2011).

- radioaktive Stoffe, z.B. Uran oder Thorium
- Abwässer

Bezüglich des Recyclings nach der Nutzungsphase der Geräte können die Metalle und Edelmetalle mit bestehenden Technologien und unter Einhaltung europäischer Umweltgesetze und Emissionsgrenzwerte zum großen Teil zurückgewonnen werden. Allerdings funktioniert dies nur unter zwei Grundvoraussetzungen:

- Sammlung der Geräte sowie deren Transport zu fachgerechten Recyclingbetrieben (zur Vorbehandlung)
- sachgerechte Vorbehandlung

Allerdings werden derzeit beide Voraussetzungen nicht optimal erfüllt. So wird beobachtet, dass elektronische Kleingeräte nur zu einem sehr kleinen Anteil an den dafür vorgesehenen Sammelstellen abgegeben werden. Für die WEEE-Kategorie 3A „IT und Telekommunikationsgeräte (ohne Bildschirme)“, die Geräte für Speicher beinhaltet, liegt die Erfassungsquote im EU-Durchschnitt bei 27,8 % (Huisman et al. 2007). Die geringe Sammelquote liegt teilweise an der langen Aufbewahrung beim Endnutzer sowie an unsachgemäßer Entsorgung (z.B. über den Hausmüll). Für eine weiterführende Betrachtung in Kapitel 2.2.1 (Modellierung der Festplatte in der Entsorgungsphase) kann deshalb davon ausgegangen werden, dass nur 27,8 % der Altgeräte einem fachgerechten Recycling zugeführt werden.

Bei der Vorbehandlung wird Elektroschrott in Deutschland geschreddert. Dabei gehen ca. 50 % der Edelmetalle verloren, falls z.B. die Leiterplatten vorher nicht von Hand auseinandergenommen wurden³. Unter Berücksichtigung der Sammelverluste könnte die Verlustrate noch höher sein. Das wesentliche Optimierungspotenzial für eine Rückgewinnung der Metalle und Edelmetalle liegt in der Sammlung und der Vorbehandlung.

Falls die Geräte sachgemäß gesammelt und vorbehandelt werden, können die Metalle und Edelmetalle zum großen Teil zurückgewonnen werden. Die Geräte werden vollständig pyrometallurgischen Anlagen zur Rückgewinnung von Kupfer und Edelmetallen zugeführt. Die Kunststoffe dienen in diesem Raffinerieprozess als Brennstoff und Flussmittel. Ebenso werden Stahl, Aluminium und Glas nicht zurückgewonnen und gehen in die Schlacke. Insgesamt kann von folgenden Rückgewinnungsraten für Kupfer und Edelmetalle ausgegangen werden:

³ Mitteilung von Andreas Manhart, Experte für Ressourcen am Öko-Institut e.V.

Tabelle 4: Kupfer- und Edelmetallrückgewinnungsraten im pyrometallurgischen Prozess

	Konzentration pro Gerät	Rückgewinnungsrate	Rückgewinnung pro 2,5-Zoll-Festplatte	Rückgewinnung pro 3,5-Zoll-Festplatte
Kupfer	3,448 %	100 %	1,1023 g	5,5116 g
Silber	0,028 %	95 %	0,0085 g	0,0425 g
Gold	0,004 %	95 %	0,0012 g	0,0061 g
Palladium	0,003 %	95 %	0,0009 g	0,0046 g

1.5.3 Bedeutung von Schadstoffen

Relevant sind hier vor allem:

- Produktion: Einsatz von zahlreichen, häufig toxischen Chemikalien (Arbeits- und Umweltschutz).
- Schadstoffe im Produkt, die problematisch für Recycling bzw. Entsorgung sind.

Am 23. März 2005 wurde das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, ElektroG) verabschiedet. Dieses setzt zwei zugrundeliegende **EU-Richtlinien** um: die **EU-Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte** (sogenannte „WEEE-Richtlinie“) und die **EU-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten** (sogenannte „RoHS-Richtlinie“). Besonders schädliche Substanzen wie Blei, Quecksilber, Cadmium oder bestimmte Bromverbindungen dürfen ab Juli 2006 in den meisten Geräten nicht mehr verwendet werden. Ausnahmen müssen bei der EU-Kommission beantragt werden. Alte, nicht mehr genutzte Geräte, die entsorgt werden sollen, können Verbraucher seit März 2006 kostenlos bei (kommunalen) Sammelstellen abgeben. Dies gilt sowohl für „historische Altgeräte“ (die vor dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden) als auch für „neue Altgeräte“ (die nach dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden). Die Hersteller sind verpflichtet, die gesammelten Geräte zurückzunehmen und nach dem Stand der Technik sicher zu entsorgen. Die im ElektroG genannten Entsorgungs- und Recyclingquoten müssen seit dem 31.12.2006 eingehalten werden.

Groß et al. (2008) haben im Rahmen des RoHS-Reviews weitere gefährliche Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten identifiziert und klassifiziert. Die Definition „gefährlicher Substanzen“ wurde nach den folgenden Inventarkriterien festgelegt:

1. Substanzen, die die Kriterien der gefährlichen Substanzen erfüllen, wie sie in der EU-Direktive 67/548/EEC beschrieben sind;
2. Substanzen, die gemäß REACH die Kriterien der „besonders Besorgnis erregenden Substanzen“ (Substances of Very High Concern, SVHC) erfüllen;
3. Substanzen, die in Menschen und Biotopen giftig wirken können;

4. Substanzen, die bei der Sammlung und Verarbeitung von Elektro- und Elektronikgeräten gefährliche Substanzen bilden können.

Die folgende Abbildung zeigt die Definition bzw. den Geltungsbereich von „gefährlichen Substanzen“ in Elektro- und Elektronikgeräten gemäß Groß et al. (2008).

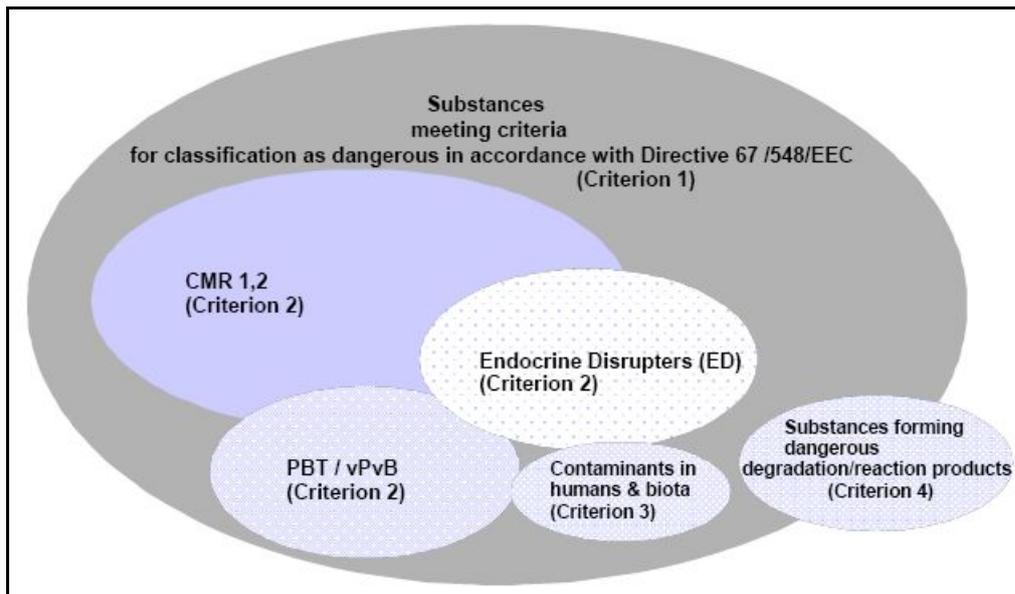


Abbildung 8 Kriterien für „gefährliche Substanzen“ in Elektro- und Elektronikgeräten (Groß et al. 2008)

Die Prüfung der gefährlichen Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten ergab, dass 64 Substanzen und Substanzgruppen (z.B. kurzkettige Chlorparaffine) in Elektro- und Elektronikgeräten die Kriterien für „gefährliche Substanzen“ gemäß EU-Direktive 67/548/EEC erfüllen. Durch die Anwendung der weiteren Inventarkriterien (Punkt 2 und 3) wurden weitere 14 Substanzen identifiziert, die als gefährliche Substanzen hoher Priorität klassifiziert werden können. Ein paar Beispiele für auf diese Art und Weise identifizierte gefährliche Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten (EEE – Electrical and Electronic Equipment) sind:

Tabelle 5 Beispiele für gefährliche Substanzen hoher Priorität in EEE, die die Kriterien der Direktive 67/548/EEC für gefährliche Substanzen erfüllen (Quelle: Groß et al. 2008)

Substanz	Anwendung in EEE	Menge in EEE (t/a in EU)
Tetrabromobisphenol A (TBBP-A)	Reactive FR in epoxy and polycarbonate resin, Additive FR in ABS	40.000
Hexabromocyclodecane (HBCDD)	Flame retardant in HIPS, e.g. in audio-visual equipment, wire, cables	210
Medium-chained chlorinated paraffin (MCCP) (Alkanes, C14-17, chloro)	Secondary plasticizers in PVC; flame retardants	Total use: up to 160.000, however no data available on share of EEE applications
Short-chained chlorinated paraffin (SCCP) (Alkanes, C10-13, chloro)	Flame retardant	No reliable data available
...

Eine Studie des schwedischen Forschungsinstituts ChemSec – The International Chemical Secretariat zeigt aber, dass es momentan 155 Produkte der RoHS-Kategorie 3, sprich Informations- und Kommunikationstechnologie, auf dem Markt gibt, die frei oder annähernd frei von bromierten Flammschutzmitteln und PVC sind (ChemSec 2010), darunter 4 Festplatten. Einige Beispiele solcher stationären Computer sind in Abbildung 9 zu sehen:

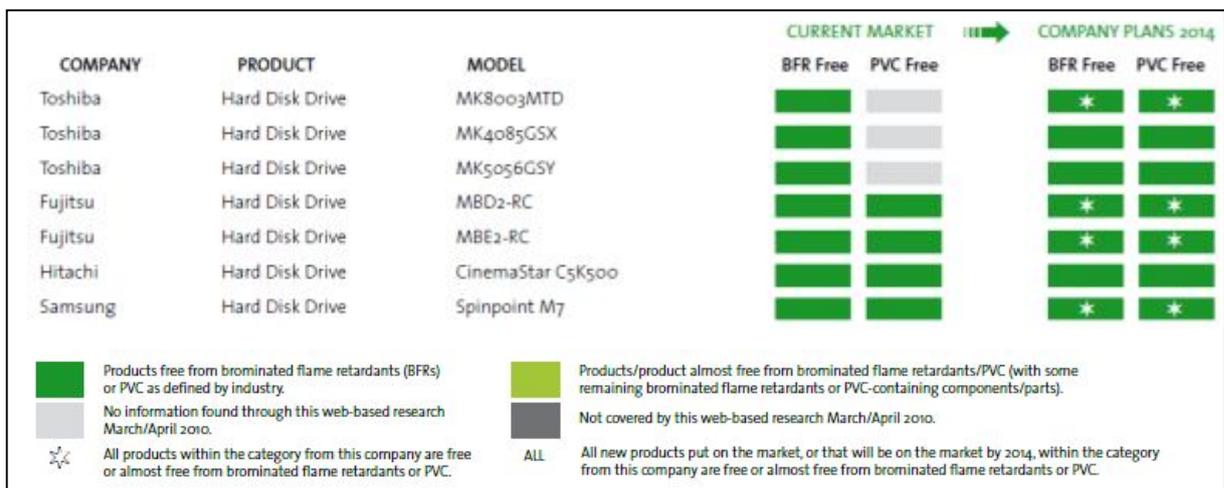


Abbildung 9 Ausschnitt aus der ChemSec-Studie (Quelle: ChemSec 2010)

1.5.4 Lärm

Festplatten sind eine Geräuschquelle, bei der störende Geräuschentwicklungen im Betrieb auftreten können. Allerdings ist der Geräuschpegel bei einer externen Festplatte sehr gering. Die Messergebnisse der Maximum-, Minimum- und Durchschnittswerte (Chip 2011) sind in Tabelle 6 dargestellt. Die Testergebnisse sind in der Einheit Sone angegeben. Diese Einheit

wird für die Darstellung auf Basis des von Computeruniverse (2011) genannten Faktors in dB (A) umgerechnet.

Tabelle 6: Messergebnisse der externen 2,5-Zoll- und 3,5-Zoll-Festplatten, umgerechnet nach dB (A) (Datenquelle: Chip 2011)

	2,5 Zoll (aus 79 getesteten Ergebnissen)		3,5 Zoll (aus 46 getesteten Ergebnissen)	
	Lautheit Ruhe	Lautheit Betrieb	Lautheit Ruhe	Lautheit Betrieb
Maximum	1,1 sone≈41 dB(A)	1,7 sone≈47 dB(A)	3,5 sone≈55 dB(A)	4,7 sone≈62 dB(A)
Minimum	0,2 sone≈25 dB(A)	0,3 sone≈30 dB(A)	0,3 sone≈30 dB(A)	0,7 sone≈37 dB(A)
Mittelwert	0,5 sone≈35 dB(A)	0,6 sone≈36 dB(A)	0,9 sone≈39 dB(A)	1,7 sone≈47 dB(A)

1.5.5 Internationale Umweltzeichen / Programme

Im Folgenden wird untersucht, ob andere international verfügbare Umweltzeichen Vergabekriterien für externe Festplatten aufstellen. Tabelle 7 listet alle 21 geprüften Umweltzeichen in verschiedenen Ländern auf.

Tabelle 7: Zusammenfassung der geprüften Umweltzeichen

Land (Programm)	Website	Vergabekriterium für „externe Festplatten“ (Stand 15.04.2011)
Australia (Good Environmental Choice)	http://www.geca.org.au/certified-products.html	nein
Brazil (Brazilian Ecolabelling)	http://www.abntonline.com.br/rotulo/en/Criterios.aspx	nein
China Environmental United Certification Center (China Environmental Labelling)	http://kjs.mep.gov.cn/zghjzbz/cpbz/	ja, auf Chinesisch
Czech Republic (Environmental Choice)	http://www.ekoznacka.cz/_C12571B20041E945.nsf/\$pid/MZPMSFHMV9DV	nein
EU (EU Eco-label)	http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/ecolabelled_products/product_categories_en.htm	nein
Hong Kong (Green Label Scheme)	http://www.greencouncil.org/eng/greenlabel/cert.aspx	nein
Hong Kong (Eco Label)	http://www.hkfep.com/en_eco.asp	nein
India (Ecomark)	http://cpcb.nic.in/oldwebsite/Ecomark%20Scheme/CRITERIA%20OF%20ECOMARK.html	nein
Japan (Eco Mark)	http://www.ecomark.jp/english/nintei.html	nein
Japan (Eco Leaf)	http://www.jemai.or.jp/english/ecoleaf/index.cfm	nein
North America (Environmental Choice(Ecologo))	http://www.ecologo.org/en/criteria/search/	nein
Nordic Countries(Nordic Swan) includes Denmark, Iceland,	http://www.nordic-ecolabel.org/criteria/product-groups/	nein

Land (Programm)	Website	Vergabekriterium für „externe Festplatten“ (Stand 15.04.2011)
Finland, Norway, Sweden		
New Zealand (Environmental Choice New Zealand)	http://www.enviro-choice.org.nz/licenses.html	nein
Philippines (Green Choise)	http://www.pcepsdi.org.ph/downloads.html	nein
Chinese Taipei (Green Mark)	http://greenliving.epa.gov.tw/GreenLife/eng/E_Criteria.aspx	nein
Singapore (Green Label)	http://www.greenlabel.sg/sgls	nein
Sweden (Good Environmental Choise)	http://www.naturskyddsforeningen.se/bra-miljoval/in-english/	nein
Sweden (TCO)	http://www.tcodevelopment.com/	nein
Thailand (Thai Green Label)	http://www.tei.or.th/greenlabel/categories.html	nein
USA (Green Seal)	http://www.greenseal.org/FindGreenSealProductsandServices/Products.aspx	nein
Energy Star	http://www.eu-energystar.org/de/database.shtml	keine Anforderung, kurze Beschreibung

Von den 21 untersuchten Umweltzeichen gibt es nur beim chinesischen Umweltzeichen Anforderungen für externe Festplatten. Der EU-Energy Star beschreibt immerhin Festplatten, setzt jedoch keine Anforderungen. Beide Umweltzeichen werden unten weitergehend beschrieben. Ergänzend dazu wird das japanische Top-Runner-Programm vorgestellt, das zwar kein Umweltzeichen darstellt, aber dennoch Anreize für Hersteller bietet, energiesparende Produkte herzustellen.

Chinesisches Umweltzeichen: Low Carbon

Das chinesische Umweltzeichen für externe Festplatten (HJ 2505-2011) wurde im April 2011 von MEP (Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China) veröffentlicht. Der Geltungsbereich umfasst externe Festplatten im Allgemeinen. Es wird gefordert, dass die Kunststoffanteile der Produkte keine Deca-BDE (Decabromdiphenylether) und kurzkettige Chlorparaffine enthalten dürfen. In der Produktionsphase dürfen keine teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCKW), Trichlorethan (C₂H₃Cl₃), Trichlorethen (C₂HCl₃), Dichlorethan (CH₃CHCl₂), Trichlormethan (CHCl₃), Brompropan (C₃H₇Br), Methylpentan (C₆H₁₄), Toluol (C₇H₈, und Ethylbenzol (C₆H₄(CH₃)₂) eingesetzt werden. Die 6 Gefahrstoffe bzw. Gefahrstoffgruppen (Blei, Quecksilber, Cadmium, Chrom VI, Polybromierte Biphenyle und Polybromierte Diphenylether) müssen die Anforderungen von „Requirements for Concentration Limits for Certain Hazardous Substances in Electronic Information Products (SJ/T 11363)“ – China RoHS – erfüllen. Bezüglich des Verpackungsmaterials ist die Nutzung der Fluorchlorkohlenwasserstoffe als Schäumungsmittel verboten und darf die Menge an Monomervinylchlorid von 1mg/kg nicht überschreiten. In den Vergabekriterien gibt es keine

Grenzwerte für den Energieverbrauch, die Leistungsaufnahme oder für Geräuschemissionen.

Energy Star

Beim Energy Star gibt es keine Grenzwerte für externe Festplatten, wobei in der Energy Star-Datenbank allgemeine Informationen über Festplatten (interne und externe) zur Verfügung stehen. Nach der Datenbank weist eine 3,5-Zoll-Festplatte eine Leistungsaufnahme von ca. 5-8 Watt im Modus Lesen und Schreiben auf. Die Leistungsaufnahme schwankt in Abhängigkeit von der Transferrate. Eine 2,5-Zoll-Festplatte mit USB-Anschluss benötigt weniger als 2-2,5 Watt.

Japanisches Top-Runner-Programm

Das japanische Top-Runner-Programm ist ein politisches Instrument zur Steigerung der Energieeffizienz im japanischen Markt. Die jeweils effizientesten Produkte setzen mit zeitlicher Verzögerung den Maßstab für die Mindestanforderungen aller am Markt verkauften Produkte. Dadurch wird ein Wettbewerb unter den Herstellern initiiert, der zu immer energieeffizienteren Geräten führt.

Die Anforderungen an die Energieeffizienz einer Festplatte mit 2 - 3 rotierenden Scheiben sind in Tabelle 8 dargestellt, beispielhaft mit Bezug auf die Entwicklung seit 2003. Das „E“ in der Formel in Tabelle 8 steht für „standard energy consumption efficiency“ und ist ein Maß für Energieeffizienz mit der Einheit Watt pro Gigabyte. Das „N“ in der Formel steht für die Umdrehungen pro Minute (rpm).

Tabelle 9 zeigt die errechneten Grenzwerte des Top-Runner-Programms sowie einen Vergleich der Werte mit denen des Testberichts von Chip (2011). In

Tabelle 9 wird die Energieeffizienz in Watt/GB für den Maximum-, Minimum- und den Durchschnittswert aus den Testergebnissen berechnet. Der Vergleich zeigt, dass die Grenzwerte des japanischen Top-Runner-Programms in der Größenordnung der Minimalwerte aus dem Testbericht (Chip 2011) liegen.

Tabelle 8: Anforderungen an die Energieeffizienz nach Jahren des Programms „Top-Runner“

Festplatte	2005 (Top-Runner 2003)	2007-2010 (Top-Runner 2010)	ab 2011 (Top-Runner 2010)
Größe: mehr als 75 mm, 2 oder 3 Disks	$E = \text{Exp}(2,98 \times \ln(N) - 26,7)$	$E = \text{Exp}(2,98 \times \ln(N) - 29,3)$	$E = \text{Exp}(2,98 \times \ln(N) - 31,2)$
Größe: mehr als 50 mm aber weniger als 75mm, 2 oder 3 Disks	-	$E = \text{Exp}(2,98 \times \ln(N) - 29,4)$	$\leq 5.000 \text{ rpm:}$ $E = \text{Exp}(2,98 \times \ln(N) - 31,5)$
			$< 6.000 \text{ rpm und } > 5.000 \text{ rpm:}$ $E = \text{Exp}(2,98 \times \ln(N) - 32,2)$
			$\geq 6.000 \text{ rpm:}$ $E = \text{Exp}(4,58 \times \ln(N) - 46,8)$
Größe: mehr als 40 mm aber weniger als 75 mm, 2 oder 3 Disks	$E = \text{Exp}(2,98 \times \ln(N) - 26,7)$	-	-
Größe: mehr als 40 mm aber weniger als 50mm, 2 oder 3 Disks	-	$E = \text{Exp}(2,98 \times \ln(N) - 28,8)$	-

Tabelle 9: Vergleich der Anforderungen des Top-Runner-Programms mit Testwerten

	Eigene Annahme	Top-Runner			Daten aus Chip (2011)
	„Umdrehungen pro Minute“	2005	2007-2010	ab 2011	Stromverbrauch im Betrieb (nicht Ruhe-Zustand)
Einheit	rpm	Watt/GB	Watt/GB	Watt/GB	Watt/GB
2,5 Zoll ≈ 65mm	5.400	0,336	0,023	0,001	Maximum: 0,014 Minimum: 0,0024 Mittelwert: 0,0064
	7.200	0,793	0,053	0,002	
3,5 Zoll ≈ 95mm	5.400	0,336	0,025	0,004	Maximum: 0,029 Minimum: 0,0035 Mittelwert: 0,0094
	7.200	0,793	0,059	0,009	

1.6 Qualitätsaspekte

Als wichtigste Qualitätsaspekte können Speicherkapazität, Übertragungsgeschwindigkeit und Langlebigkeit genannt werden. Weitere Qualitätsaspekte sind die Anschlussmöglichkeiten mehrerer Schnittstellen, die Temperaturentwicklung und die Geräuschemissionen.

Ein anderer Aspekt, der heutzutage immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist die Datensicherheit. Daher ist bei den Geräten das Beiliegen einer Software für Datenverschlüsselung und intelligentes Backup ein weiteres Qualitätsmerkmal.

1.7 Nutzenanalyse

Die Analyse des Nutzens wird nach der Benefit-Analyse von PROSA durchgeführt. Dabei werden die drei Nutzenarten Gebrauchsnutzen, symbolischer Nutzen und gesellschaftlicher Nutzen qualitativ analysiert. Für die Analyse gibt PROSA jeweils Checklisten vor. Aufgrund der Besonderheiten einzelner Produktgruppen können einzelne Checkpunkte aus Relevanzgründen entfallen oder neu hinzugefügt werden. Die drei Checklisten sind am Anfang des jeweiligen Kapitels wiedergegeben.

1.7.1 Gebrauchsnutzen



Abbildung 10 Checkliste Gebrauchsnutzen

Bezüglich des Gebrauchsnutzens ergeben sich für die externen Festplatten folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile:

- Steigende Leistung und sinkende Preise: Aufgrund der technischen Innovationen sind die Kapazitäten der externen Festplatten immer größer und die relativen Preise (€/Gigabyte) immer geringer geworden. Die Transferrate liegt zurzeit durchschnittlich zwischen 45 Megabyte/s und 60 Megabyte/s. Die mittlere Zugriffszeit liegt im Millisekunden-Bereich, ungefähr zwischen 6 ms und 30 ms. Der Preis ist mittlerweile auf einige Cent pro Gigabyte gefallen (siehe Kapitel 1.2.3).
- Mobilität / mobile Nutzung: Das Gewicht und die Größe der externen Festplatten sind aufgrund technischer Innovationen ebenfalls geringer geworden. Die Geräte, besonders Modelle zwischen 1,8 Zoll und 2,5 Zoll, sind klein und kompakt dimensioniert, damit sie leicht transportiert und auch unter beengten Verhältnissen genutzt werden können. Außerdem können die kleinen externen Festplatten aufgrund ihrer geringen Leistungsaufnahme unterwegs ohne zusätzlichen Stromanschluss genutzt werden.

- Geringer Energieverbrauch und geringe Geräuschemission: Für eine externe 2,5-Zoll-Festplatte im Betrieb beträgt ein durchschnittlicher Geräuschpegel 30 dB (A), während bei einer externen 3,5-Zoll-Festplatte 47 dB (A) gemessen werden (s. Tabelle 6). Bei Alltagsgeräuschen sind 30 dB (A) ähnlich laut wie Flüstern in einer Entfernung von 5 Metern und 47 dB (A) wie eine Unterhaltung (Computeruniverse 2011). 1,8-Zoll-Festplatten sind noch leiser. Die HITACHI CinemaStar™ C5K500 zum Beispiel erzeugt beim Betrieb Geräuschemissionen von ca. 25 dB (A). Dies ist bei Alltagsgeräuschen leiser als raschelnde Blätter.
- Einfache Bedienung: Via USB-Anschluss können externe Festplatten sehr einfach mit marktgängigen Computern verbunden werden. USB 3.0 ermöglicht zudem eine sehr hohe Transferrate. Neben der USB 2.0/3.0-Schnittstelle steht oft noch eSATA oder Firewire (IEEE 1394) als weitere Anschlussmöglichkeit zur Verfügung.
- Gute Verbraucherinformation: Es gibt zahlreiche Testergebnisse in verschiedenen öffentlichen Quellen, z.B.: Stiftung Warentest (2010), Chip (2011), IDEALO (2011), PC-Welt (2011) und Amazon (2011), welche dem Endverbraucher eine Orientierungshilfe bei Einkauf und Nutzung bieten.
- Externe Festplatten können als Backup-Medium in bestimmten Umfang Schutz vor Datenverlust und zusätzliche Datensicherheit bieten.

Nachteile:

- Die großen externen Festplatten etwa mit 3,5 Zoll werden meist als stationäre Speicherinstrumente verwendet. Im Vergleich zu kleinen Festplatten bieten sie nur bedingt Mobilität. Darüber hinaus benötigen sie noch ein zusätzliches Netzteil zur Stromversorgung.
- Bedingte Robustheit: Externe Festplatten sind besonders empfindlich. Sie sollten vor Erschütterung oder Druck bzw. Stürzen geschützt werden. Besonders während des Lesens/Schreibens kann eine mechanische Einwirkung zu einer Schädigung der externen Festplatte führen.
- Im Vergleich zum Verkaufspreis zeigt sich, dass eine Reparatur unverhältnismäßig teurer ist. Für private Endverbraucher lohnt sich eine Reparatur nur, wenn wichtige Daten gerettet werden müssen.

1.7.2 Symbolischer Nutzen



Abbildung 11 Checkliste Symbolischer Nutzen

Externe Festplatten sind vor allem aus folgenden Gründen von symbolischem Nutzen:

- Die zusätzliche Speichermöglichkeit bietet sich im privaten Bereich zur individuellen Sammlung von Daten an. Bilder und andere Dokumente, die eine große persönliche Bedeutung haben, können auf externen Festplatten archiviert werden. Daraus kann ein symbolischer Nutzen abgeleitet werden: Externe Festplatten stehen damit für Genuss, Vergnügen, Freude und Erlebnisse oder stellen Erinnerungen zur Verfügung.
- Ein Nutzen erwächst aus dem Schutz der Privatsphäre: Sollen persönliche oder private Daten nicht entgegen dem Wunsch des Nutzers an Dritte übermittelt werden, kann der Besitzer diese auf externen Festplatten verschlüsseln oder solche als nicht allgemein zugreifbares Speichergerät verwenden. Beispielsweise kann so eine Familie einen einzelnen Computer gemeinsam nutzen und jeder kann private Daten, die er nicht seiner Umgebung offenlegen will, individuell auf externen Festplatten aufbewahren.

1.7.3 Gesellschaftlicher Nutzen



Abbildung 12 Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

Externe Festplatten sind vor allem aus folgenden Gründen von gesellschaftlichem Nutzen:

- Externe Festplatten sind leicht zu bedienende mobile Geräte zum Datenaustausch. Mit ihnen können in Gruppen Unterhaltungsmedien wie Filme, Fotos und Musik verteilt werden. Ebenso können die Medien dem Wissenstransfer und Dokumentenaustausch dienen, z.B. in Form von Referaten, Studien, Berichten und Aufsätzen. Damit sind externe Festplatten eine gute Unterstützung bei Kommunikation und Informationsaustausch.
- Indirekt können externe Festplatten die Lebensdauer von Computern verlängern, indem sie ergänzend bei einem Engpass der Speicherkapazitäten genutzt werden. Das heißt, man muss nicht unbedingt einen neuen PC beschaffen, falls der Speicherbedarf zunimmt. Wiederum trägt eine Verlängerung der Lebensdauer eines Computers zum Umweltschutz und zur Ressourcenschonung bei.
- Einfache Bedienung ermöglicht jedem (auch dem Laien) externe Festplatten zu nutzen.
- Außerdem ermöglichen sie durch den geringen Preis auch Geringverdienern die Möglichkeit, Daten sicher zu archivieren.

2 Teil II: orientierende Ökobilanz und Lebenszykluskostenanalyse

Anhand einer orientierenden Ökobilanz sowie der Analyse der Lebenszykluskosten soll ein Eindruck über Umweltauswirkungen und Lebenszykluskosten von externen Festplatten ermittelt werden. Die Ergebnisse bieten eine Orientierungshilfe zur Frage, wo die Verbesserungspotenziale in dieser Produktgruppe liegen.

2.1 Untersuchungsrahmenbedingungen

2.1.1 Funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit beschreibt bei der Lebenszyklusbetrachtung den Betrachtungsgegenstand der Untersuchung, auf den die Ergebnisse bezogen werden. Im Fall der externen Festplatte sind dies zwei verschiedene funktionelle Einheiten, die externe Festplatte mit dem Formfaktor 2,5 Zoll und die Festplatte mit 3,5 Zoll. Die Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz und der Lebenszykluskostenanalyse werden differenziert nach den beiden Größen dargestellt. Bezüglich der externen Festplatten mit einem Formfaktor von 1,8 Zoll kann davon ausgegangen werden, dass Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz sowie der Lebenszykluskostenanalyse im selben Rahmen liegen wie die Ergebnisse der 2,5-Zoll-Festplatte.

Die Lebensdauer einer externen Festplatte ist von vielen Faktoren abhängig, wie z.B. der Qualität des Gerätes und einer adäquaten Behandlung durch den Nutzer. Erschütterungen können zu einem vorzeitigen Defekt der Festplatten führen. Wird die Festplatte sehr intensiv genutzt, kann dies ebenfalls den mechanischen Verschleiß beschleunigen (Wikipedia 2011). Darüber hinaus kann eine hohe Betriebstemperatur die Lebensdauer verkürzen. Aus den Testergebnissen von PC-Welt (2011) geht hervor, dass die Garantiezeit von Herstellern bei 2 bis 3 Jahren liegt. Eine genaue Haltbarkeit der gespeicherten Daten wird von den Herstellern nicht angegeben. Geht man bei den Festplatten von der Grenze der Entmagnetisierung analog Magnetbändern aus, dürfte sie sich im Bereich von etwa 10 bis 30 Jahren bewegen (Wikipedia 2011). In dieser Studie wird für die Berechnung der folgenden Lebenszyklusbetrachtung eine Lebensdauer einer externen Festplatte von 5 Jahren angenommen.

Für das durchschnittliche Gewicht werden die Angaben der in Chip (2011) getesteten Festplatten zugrunde gelegt. Dort werden 79 Festplatten mit einem Formfaktor von 2,5 Zoll und 46 mit 3,5 Zoll getestet. Der Stromverbrauch während der Nutzungsphase basiert auf den Werten von Chip (2011), PC-Welt (2011) und Stiftung Warentest (2010).

Für die den Berechnungen zugrunde gelegten externen Festplatten wurden folgende funktionelle Einheiten definiert:

- Nutzung einer externen 2,5-Zoll-Festplatte über die Dauer von 5 Jahren. Das durchschnittliche Gewicht beträgt 0,244 kg ohne Verpackung. (Genaue Aufteilung nach Komponenten s. Tabelle 10)
- Nutzung einer externen 3,5-Zoll-Festplatte über die Dauer von 5 Jahren. Das durchschnittliche Gewicht ohne Verpackung beträgt 1,275 kg. (Genaue Aufteilung nach Komponenten s. Tabelle 10)

Die jeweiligen Speicherkapazitäten der Festplatten wurden nicht festgelegt. Zum einen unterscheiden sich die Festplatten bei verschiedenen Speicherkapazitäten in ihrer Materialzusammensetzung nicht erkennbar untereinander. Zum anderen hat die Datenlage in der Ökobilanzierungs-Datenbank EcoInvent v2.2 keine weitergehende Unterscheidung der Festplatten nach Speicherkapazität zugelassen. Da es sich hierbei nur um eine orientierende Ökobilanz handelt, ist diese Vereinfachung vertretbar.

Es wird betont, dass das Ziel der orientierenden Ökobilanz nicht der Vergleich der 2,5-Zoll- und 3,5-Zoll-Festplatten ist, da sie unterschiedliche technische Eigenschaften, wie Kapazität, Übertragungsgeschwindigkeit, Drehzahl etc. haben. Das Ziel ist in erster Linie, individuell die Umweltauswirkungen der externen Festplatten entlang des Lebenszyklus zu erfassen. Die größeren Festplatten besitzen normalerweise eine größere Kapazität und haben auch höhere Transferraten als kleinere Festplatten.

2.1.2 Systemgrenzen

Folgende Teilprozesse werden bei der orientierenden Ökobilanz berücksichtigt:

- Herstellung und Distribution einer externen Festplatte,
- Nutzung des Geräts in einem privaten Zwei-Personen-Haushalt über eine Nutzungsdauer von 5 Jahren,
- Entsorgung der externen Festplatte.

Die Einkaufsfahrt des Endverbrauchers wird nicht berücksichtigt, da davon auszugehen ist, dass die Einkaufsfahrt hinsichtlich der Umweltauswirkungen nur einen minimalen Anteil am Gesamtergebnis ausmacht.⁴ Die Ergebnisse werden differenziert nach den beiden betrachteten Formfaktoren 2,5 Zoll und 3,5 Zoll dargestellt.

⁴ s. Fallstudie des PCF Pilot Projekts Deutschland:
<http://www.pcf-projekt.de/main/press-and-documentation/case-studies/>

2.2 Orientierende Ökobilanz

2.2.1 Modellierung der externen Festplatte

Herstellung

Abbildung 13 zeigt die Komponenten einer auseinandergebauten 2,5-Zoll-Festplatte. Sie besteht neben der Leiterplatte mit der Steuerungselektronik und Anschlüssen vor allem aus metallischen Bauteilen.

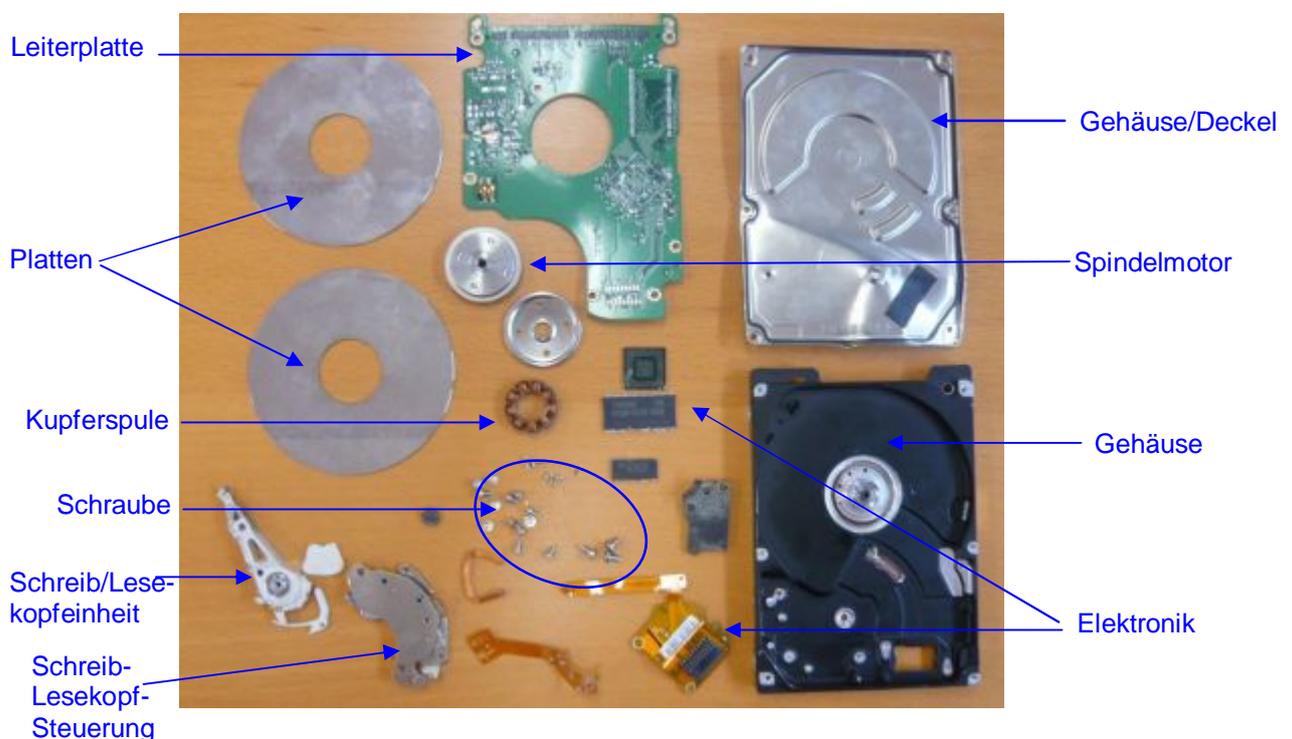


Abbildung 13: Einzelne Komponenten einer zerlegten inneren 2,5-Zoll-Festplatten aus einer Set-Top-Box

Die Ermittlung des Gewichts einer externen 2,5-Zoll- und einer 3,5-Zoll-Festplatte ist in Tabelle 10 dokumentiert. Grundlage der ermittelten Durchschnittsgewichte bilden die in der Markt- und Umfeldanalyse gesammelten Daten, differenziert nach 2,5-Zoll- und 3,5-Zoll-Bauformen. Die Gewichtsangaben zu internen Festplatten (die Bestandteile der externen Festplatten sind) basieren auf der Datenbank EcoInvent v2.2. Die peripheren Komponenten wie USB-Kabel und Netzteile wurden selbst gewogen. Aufgrund der mangelnden Datenlage wurden dabei folgende Annahmen getroffen:

- Das Material der Gehäuse der externen Festplatten besteht aus dem Kunststoff ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol).

- Die Modellierung des externen Netzteils für die 3,5-Zoll-Festplatte in der Herstellungsphase erfolgt auf Basis eines Netzteils eines Laptops und ist nach dem spezifischen Gewicht skaliert.

Das USB-Kabel für die externe 2,5-Zoll-Festplatte wurde auf Basis von 3 Steckern (ein Y-USB-Kabel mit zwei USB-Steckern und einem Anschluss-Stecker) modelliert, während das USB-Kabel für die externe 3,5-Zoll-Festplatte auf Basis von 2 Steckern modelliert wurde. Die Materialzusammensetzung der Stecker wurde entnommen aus Hottenroch (2004) (s. Tabelle 11).

Tabelle 10: Ermittlung der Gewichte der externen 2,5-Zoll- und 3,5-Zoll-Festplatten

Quelle	Externe Festplatten	Gewicht der internen Festplatte	Gehäuse	USB-Kabel	externes Netzteil	SUMME
Einheit	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Index	A	B	C	D	E	
2,5 Zoll	0,199	0,115	0,084	0,045	-	0,244
Quelle	Durchschnittlicher Wert von 79 getesteten 2,5-Zoll-Festplatten (Chip Online 2011)	EcoInvent2.2 (ohne Gehäuse, USB-Kabel und Netzteil)	=A-B	Eigene Messung	-	=A+D
3,5 Zoll	1,07	0,575	0,495	0,06	0,15	1,275
Quelle	Durchschnittlicher Wert von 46 getesteten 3,5-Zoll-Festplatten (Chip Online 2011)	EcoInvent2.2 (ohne Gehäuse, USB-Kabel und Netzteil)	=A-B	Eigene Messung	Eigene Messung	=A+D+E

Tabelle 11: Material der USB-Stecker (Hottenroch 2004)

Material	Pro USB-Stecker [g]
PVC	2,2
Weißblech	3,0
Polystyrol	1,0
Summe	6,2

Die für die Modellierung der Herstellungsphase verwendeten Datensätze sind in Tabelle 12 dargestellt. Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen in der Herstellungsphase werden in Kapitel 2.2.3 dargestellt.

Tabelle 12: Die für die Modellierung der Herstellungsphase verwendeten Datensätze

Prozesse	Datensätze in Ecolvent 2.2	Ortsbezug	Zeitbezug
Herstellung der 2,5-Zoll-internen Festplatte	HDD Laufwerk, Laptop Computer, ab Werk	Global	2002-2006
Herstellung der 3,5-Zoll-internen Festplatte	HDD Laufwerk, Desktop Computer, ab Werk	Global	2002-2006
Herstellung der externen Netzteile	Netzteil, für Laptop, ab Werk	Global	2003-2006
Herstellung der Kabel	Kabel, Datenkabel in Infrastruktur, ab Werk	Global	2005
Herstellung der Gehäuse	Acrylnitril-Butadien-Styrol Copolymer, ABS, ab Werk	Europa	1996-2001
	Spritzgießen	Europa	1993-1997
Herstellung der Strecker	Polyvinylchlorid, ab Regionallager	Europa	1998
	Extrudieren, Kunststoffrohre	Europa	1993-1997
	Weißblech (aus Umberto-Datenbank)	Deutschland	2000
	Polystyrol, schlagfest, HIPS, ab Werk	Europa	2001-2002
	Spritzgießen	Europa	1993-1997

Zu beachten ist, dass Neodym (Nd) (s. Kapitel 1.5.2) in der Bilanz zwar mitberücksichtigt wird, der Aufwand der Neodym-Herstellung jedoch nur vereinfacht durch den Aufwand der Neodym-Oxid-Herstellung abgebildet werden kann. Außerdem decken in der vorliegenden Studie die betrachteten Wirkungskategorien nicht alle Umweltbelastungen ab. Wie in Kapitel 1.5.2 erwähnt, werden die Umweltauswirkungen bei der Neodym-Förderung, wie z.B. radioaktive Strahlung und Staub, nicht in der Bilanz berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen der Distribution werden in Kapitel 2.2.3 dargestellt.

Distribution

Die Daten für die Bilanzierung der Distribution und Verteilung zu den Verkaufsstandorten beruhen auf den folgenden Annahmen:

- Der Produktionsstandort befindet sich in China.
- Das Produkt wird von Shanghai in China nach Hamburg in Deutschland per Schiff transportiert.

Die gesamte Distributionskette teilt sich in vier Phasen auf:

1. von den Produktionsstandorten zum Hafen von Shanghai (LKW 16 - 32 t) → 1.000 km und 80 % Auslastung der LKW
2. vom Hafen Shanghai zum Hamburger Hafen → 10.000 km
3. vom Hamburger Hafen zum Hersteller/Assembler in Deutschland (LKW 16-32 t) → 500 km und 80 % Auslastung der LKW
4. Feinverteilung von den jeweiligen Herstellern/Assemblern zu den Händlern (LKW 7,5 - 16 t) → 500 km und 80 % Auslastung der LKW

Die Auslastung und der LKW-Typ wurden in der vorliegenden Studie geschätzt und beziehen sich auf die Hin- und Rückfahrt. Aus der Perspektive der Ökobilanz soll sowohl die Hin- als auch die Rückfahrt eines LKW-Transports berücksichtigt werden. Das heißt, wenn der LKW bei der Hinfahrt voll beladen ist (100 % Auslastung) und bei der Rückfahrt andere Waren mit einer Auslastung von 60 % transportiert, so beträgt die gesamte Auslastung für die Hin- und Rückfahrt 80 %. Die Umweltbelastung durch die Rückfahrt wird nur zu 40 % den betrachteten Waren zugeschrieben, die übrigen 60 % werden den anderen transportierten Waren zugeschrieben.

Der Transport der Güter wird nach dem jeweiligen Liefergewicht gewichtet. Das heißt, dass die untersuchten 2,5-Zoll- und 3,5-Zoll-Festplatten aufgrund ihres unterschiedlichen Gewichtes mit verschiedenen Anteilen zu den Umweltbelastungen beitragen, die während der Distributionsphase entstehen. Die zur Modellierung verwendeten Datensätze sind aus Eco-Invent v2.2.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen der Distribution werden in Kapitel 2.2.3 dargestellt.

Nutzung

Um die Umweltauswirkungen der Nutzungsphase zu berechnen, wurde der durchschnittliche Stromverbrauch von externen Festplatten ermittelt. Die Nutzung der externen Festplatte findet in einem privaten Zwei-Personen-Haushalt in Deutschland statt.

Für die Nutzungsphase wurde angenommen, dass sich die Festplatten während der Nutzung in drei verschiedenen Betriebsmodi befinden können. Sie setzen sich zusammen aus Lese-/Schreib-Modus, Leerlauf-Modus und Schein-Aus-Modus (Genauere Definitionen s. Kapitel 3.1). Da es keine Daten für ein durchschnittliches Nutzungsverhalten einer externen Festplatte gibt, werden 3 Szenarios gebildet (siehe Tabelle 13). Szenario 1 beruht auf eigenen Abschätzungen. Szenario 2 wurde der EuP-Lot 3-Studie entnommen und beruht auf der Nutzung eines Laptops. Diese Angaben sind mit denen des Energy Star (2009) identisch. Szenario 3 richtet sich nach den Betriebsmodi, die in der EuP-Lot 3-Studie nach der EuP-Methode verwendet wurden. Zu betonen ist, dass die Werte von Szenario 2 und 3 auf den Betriebsmodi eines Laptops beruhen. Für den hier betrachteten Untersuchungsgegenstand könnte dies eine große Abweichung zur Folge haben, falls zum Beispiel ein Großteil der Nutzer am Wochenende nur einmal ihre Fotos, Filme oder Musik auf die Festplatte kopieren. Die Szenarios 2 und 3 spiegeln demnach wahrscheinlich nicht eine durchschnittliche Situation wider. Es kann jedoch vermutet werden, dass sie eine intensive Nutzung einer externen Festplatte repräsentieren.

Tabelle 13: Die verschiedenen Szenarios der Betriebsmodi pro Tag einer externen Festplatte

3,5-Zoll- und 2,5-Zoll-Festplatten	Szenario 1: eigene Abschätzung	Szenario 2: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops in der EuP-Lot3-Studie nach Energy Star 2009	Szenario 3: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops in der EuP-Lot3 Studie nach EuP-Methode
Lesen/Schreiben-Modus [h]	1	7	7
Leerlauf-Modus [h]	7	2	8
Aus-Modus [h]	16	15	9
Stunden in Summe	24	24	24

Des Weiteren wird die elektrische Leistungsaufnahme in den drei Betriebsmodi benötigt, um den jährlichen Energiebedarf einer externen Festplatte zu berechnen. Der Energieverbrauch wird hinsichtlich der unterschiedlichen Formfaktoren (2,5-Zoll und 3,5-Zoll) unterschieden. Die Testergebnisse aus drei verschiedenen Quellen wurden für die Berechnung des Stromverbrauchs zugrunde gelegt (Chip 2011, PC-Welt 2011, Stiftung Warentest 2010).

Externe 2,5-Zoll-Festplatte:

Um zu überprüfen, welche Spannbreite bei der Leistungsaufnahme in den verschiedenen Betriebsmodi vorliegt, wurde der Durchschnittswert getesteter Geräte ermittelt (s. Tabelle 14). Die von der Stiftung Warentest (kurz: StWa) untersuchten 24 2,5-Zoll-Festplatten haben generell ähnliche Leistungsaufnahmen wie die von Chip Online getesteten Geräte. Die rot markierten Zahlen in Tabelle 16 sind die Mittelwerte der Leistungsaufnahmen. Die genaue Berechnung ist ebenfalls in der Tabelle dargestellt.

Tabelle 14: Leistungsaufnahme der drei Betriebsmodi der externen 2,5-Zoll-Festplatte auf Basis von Testquellen

Stromverbrauch pro Modus	getestete Geräte (Anzahl)	Durchschnittswerte (Watt)	Mittelwert (Watt)	Berechnung
Betriebsmodus				
Schreiben\Lesen (Chip 2011)	79	2,84	2,79	$= \frac{2,84 \times 79 + \frac{(2,6 + 2,69)}{2} \times 24}{79 + 24}$
Schreiben (StiWa 2010)	24	2,60		
Lesen (StiWa 2010)		2,69		
Leerlaufmodus				
Leerlauf (Chip 2011)	79	1,72	1,69	$= \frac{1,72 \times 79 + 1,6 \times 24}{79 + 24}$
Leerlauf (StiWa 2010)	24	1,60		
Schein-Aus-Modus				
Aus (eigene Annahme)	-	0,3	0,3	eigene Annahme

Die in Tabelle 14 berechneten Leistungsaufnahmen werden dann mit den in Tabelle 13 dargestellten Betriebsstunden differenziert nach Betriebsmodi multipliziert. Daraus ergibt sich der Energieverbrauch pro Jahr (365 Tage) für die angenommenen Szenarios (s. Tabelle 15).

Tabelle 15: Energieverbrauch pro Jahr der drei Szenarios einer externen 2,5-Zoll-Festplatte

	Szenario 1: eigene Abschätzung [kWh/a]	Szenario 2: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops Energy Star® 2009 [kWh/a]	Szenario 3: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops in der EuP-Lot3-Studie [kWh/a]
Betriebsmodus	1,02	7,13	7,34
Leerlaufmodus	4,33	1,24	5,04
Schein-Aus-Modus	1,75	1,64	0,95
Summe: Energieverbrauch pro Jahr	7,10	10,01	13,33
Vergleich zum Szenario 1	100 %	141 %	188 %

Externe 3,5-Zoll-Festplatte:

Eine vergleichbare Auswertung wurde auch für die 3,5-Zoll-Festplatten vorgenommen (s. Tabelle 16). Die 10 von PC-Welt getesteten Geräte haben vergleichsweise hohe Werte. Die von Stiftung Warentest untersuchten 18 3,5-Zoll-Festplatten haben generell einen niedrigeren Durchschnittswert bei den 3 Betriebsmodi. Die in Chip-Online veröffentlichten Testergebnisse haben eine höhere Repräsentativität, da dort 48 Geräte getestet wurden. Aus den 76 Testergebnissen der drei genannten Quellen wurde dann ein Mittelwert für jeden Modus gebildet. Die rot markierten Zahlen in Tabelle 16 sind die Mittelwerte der Leistungsaufnahme. Die genaue Berechnung ist ebenfalls in der Tabelle dargestellt.

Tabelle 16: Leistungsaufnahme der drei Betriebsmodi der externen 3,5-Zoll-Festplatte auf Basis von Testquellen

Stromverbrauch pro Modus	getestete Geräte (Anzahl)	Durchschnittswerte (Watt)	Mittelwert (Watt)	Berechnung
<i>Betriebsmodus</i>				
Schreiben\Lesen (Chip 2011)	48	10,31	9,59	$= \frac{10,31 \times 48 + 10,68 \times 10 + \frac{(6,89 + 7,37)}{2} \times 18}{48 + 10 + 18}$
Schreiben\Lesen (PC-Welt 2011)	10	10,68		
Schreiben (StiWa 2010)	18	6,89		
Lesen (StiWa 2010)		7,37		
<i>Leerlaufmodus</i>				
Leerlauf (Chip 2011)	48	6,20	5,50	$= \frac{6,2 \times 48 + 8,68 \times 10 + 1,95 \times 18}{48 + 10 + 18}$
Leerlauf (PC-Welt 2011)	10	8,68		
Leerlauf (StiWa 2010)	18	1,95		
<i>Schein-Aus-Modus</i>				
Aus (Eigene Annahme)	48	0,3	0,49	$= \frac{0,3 \times 48 + 1,96 \times 10 + 0,15 \times 18}{48 + 10 + 18}$
Aus (PC-Welt 2011)	10	1,96		
Aus (StiWa 2010)	18	0,15		

Die in Tabelle 16 berechneten Leistungsaufnahmen werden dann mit den in Tabelle 13 dargestellten Betriebsstunden differenziert nach Betriebsmodi multipliziert. Daraus ergibt sich der Energieverbrauch pro Jahr für die angenommenen Szenarios (s. Tabelle 17).

Tabelle 17: Energieverbrauch pro Jahr der drei Szenarios einer externen 3,5-Zoll-Festplatte

	Szenario 1: eigene Abschätzung [kWh/a]	Szenario 2: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops Energy Star® 2009 [kWh/a]	Szenario 3: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops in der EuP-Lot3-Studie [kWh/a]
Betriebsmodus	3,50	24,50	25,20
Leerlaufmodus	14,06	4,02	16,39
Schein-Aus-Modus	2,85	2,67	1,54
Summe: Energieverbrauch pro Jahr	20,40	31,18	43,12
Vergleich zum Szenario 1	100 %	153 %	211 %

Für die Berechnung der Umweltauswirkungen des Stromverbrauchs in der Nutzungsphase wurden die Emissionsfaktoren des durchschnittlichen deutschen Strommixes verwendet. Die Daten stammen aus der Datenbank Ecolnvent Version 2.2 (s. Tabelle 18).

Tabelle 18: Emissionsfaktor der Strombereitstellung in Deutschland (Quelle: Ecolnvent v2.2)

Emissionsfaktor	KEA	GWP	AP	EP	POCP
pro kWh elektrischer Energie	MJ	kg CO ₂ e	kg SO ₂ e	kg PO ₄ e	kg Eth e
Strom, Niederspannung, Deutschland	12,58	0,72	0,0011	0,0002	0,0001

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen in der Nutzungsphase werden in Kapitel 2.2.3 mit einer Lebensdauer von 5 Jahren (s. Kapitel 2.1.1) berechnet und dargestellt.

Entsorgung

Ausgehend von der Betrachtung in Kapitel 1.5.2 wurde für die Entsorgung angenommen, dass 27,8 % der Geräte einem sachgerechten Recycling zugeführt werden, wobei 100 % des enthaltenen Kupfers und 95 % der enthaltenen Edelmetalle Gold, Silber und Palladium zurückgewonnen werden. Für die Rückgewinnungsrate von anderen Materialien wie Stahl, Aluminium und Kunststoffe wurde entsprechend den Bedingungen in den angewandten Raffinerieprozessen 0 % angesetzt. Für die 72,2 % der nicht erfassten Geräte wird angenommen, dass diese über den Hausmüll entsorgt werden oder sich anderweitig der stofflichen Verwertung entziehen. Die zurückgewonnenen Kupfer- und Edelmetallmengen beziehen sich auf externe 2,5-Zoll- und 3,5-Zoll-Festplatten und sind in Tabelle 4 dargestellt. Zu beachten ist, dass der dazu benötigte zusätzliche Behandlungsaufwand mit einem allgemeinen Datensatz zur Sekundäredelmetallgewinnung aus Ecolnvent 2.1 annähernd berücksichtigt wurde. Eine Gutschrift erfolgt über die entsprechende Primärmetallherstellung.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen in der Entsorgungsphase werden in Kapitel 2.2.3 dargestellt.

2.2.2 Betrachtete Wirkungskategorien

Folgende Wirkungskategorien werden in der orientierenden Ökobilanz betrachtet (Erläuterungen zu den Wirkungskategorien siehe Kapitel 5.1 Anhang I):

- Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA);
- Treibhauspotenzial (GWP);
- Versauerungspotenzial (AP);
- Eutrophierungspotenzial (EP)
- Photochemische Oxidantienbildung (POCP)

2.2.3 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz

In den folgenden Tabellen (Tabelle 19 und Tabelle 20) sind die Ergebnisse der betrachteten Wirkungskategorien dieser PROSA-Studie dargestellt. Wie bereits erwähnt, basieren die Daten der Herstellungs-, Distributions- und Entsorgungsphase auf Literaturquellen, Ecolnvent-Datensätzen, eigenen Annahmen und Berechnungen. Für die Berechnung der

Umweltauswirkungen während der Nutzungsphase wird der in Tabelle 15 (für externe 2,5-Zoll-Festplatten) und Tabelle 17 (für externe 3,5-Zoll-Festplatten) zugrunde gelegte Energieverbrauch angewendet. Die Daten beziehen sich jeweils auf eine Nutzungsdauer von 5 Jahren. Die negativen Zahlenwerte bei der Entsorgung stehen für Gutschriften beim Recycling.

Tabelle 19 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen einer externen 2,5-Zoll-Festplatte

	KEA	GWP	AP	EP	POCP
2,5 Zoll	MJ	kg CO ₂ e	kg SO ₂ e	kg PO ₄ e	kg Eth e
Herstellung	77,60	4,00	0,023	0,002	0,002
Distribution	2,02	0,14	0,001	0,0002	0,0001
Nutzung: Szenario 1	446,40	25,51	0,039	0,006	0,003
Nutzung: Szenario 2	629,77	35,99	0,056	0,009	0,004
Nutzung: Szenario 3	838,23	47,90	0,074	0,012	0,006
Entsorgung	0,17	0,01	0,00004	0,000004	0,000003
Gutschrift	-0,58	-0,03	-0,009	-0,0001	-0,0004
Summe (Szenario 1)	525,61	29,63	0,055	0,008	0,005
Summe (Szenario 2)	708,98	40,11	0,071	0,011	0,006
Summe (Szenario 3)	917,44	52,02	0,090	0,014	0,007

Tabelle 20: Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen einer externen 3,5-Zoll-Festplatte

	KEA	GWP	AP	EP	POCP
3,5 Zoll	MJ	kg CO ₂ e	kg SO ₂ e	kg PO ₄ e	kg Eth e
Herstellung	342,00	18,03	0,10	0,01	0,01
Distribution	10,56	0,73	0,01	0,00	0,00
Nutzung: Szenario 1	1283,41	73,34	0,11	0,02	0,01
Nutzung: Szenario 2	1961,34	112,08	0,17	0,03	0,01
Nutzung: Szenario 3	2712,38	155,00	0,24	0,04	0,02
Entsorgung	0,90	0,05	0,0002	0,00002	0,00001
Gutschrift	-2,89	-0,17	-0,043	-0,0003	-0,002
Summe (Szenario 1)	1.633,98	91,98	0,18	0,03	0,02
Summe (Szenario 2)	2.311,92	130,72	0,24	0,04	0,02
Summe (Szenario 3)	3.062,96	173,64	0,31	0,05	0,03

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, trägt hauptsächlich die Nutzungsphase zu den Umweltauswirkungen bei, wenn die Nutzungsphase mit 5 Jahren berechnet wurde. Die prozentualen Anteile der einzelnen Lebensphasen an den Umweltauswirkungen sind beispielhaft mit Nutzungsszenario 1 in Tabelle 21 und Tabelle 22 dargestellt. Das Szenario 2 und das Szenario 3 erhöhen die Summe im Vergleich zu Szenario 1 jeweils um ca. 40 % und 100 %, in Abhängigkeit von der betrachteten Wirkungskategorie.

Tabelle 21: Prozentuale Ergebnisse der Umweltauswirkungen einer externen 2,5-Zoll-Festplatte

	KEA	GWP	AP	EP	POCP
2,5 Zoll (mit Szenario 1)	MJ	kg CO _{2e}	kg SO _{2e}	kg PO _{4e}	kg Eth e
Herstellung	10,9 %	10,0 %	32,1 %	16,0 %	30,3 %
Distribution	0,3 %	0,3 %	1,8 %	1,6 %	1,4 %
Nutzung	88,8 %	89,7 %	78,0 %	82,9 %	75,2 %
Entsorgung	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %
Gutschrift	-0,1 %	-0,1 %	-12,0 %	-0,5 %	-7,0 %
Summe	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Tabelle 22: Prozentuale Ergebnisse der Umweltauswirkungen einer externen 3,5-Zoll-Festplatte

	KEA	GWP	AP	EP	POCP
3,5 Zoll (mit Szenario 1)	MJ	kg CO _{2e}	kg SO _{2e}	kg PO _{4e}	kg Eth e
Herstellung	14,8 %	13,8 %	42,9 %	21,6 %	41,6 %
Distribution	0,5 %	0,6 %	2,8 %	2,5 %	2,1 %
Nutzung	84,8 %	85,7 %	72,0 %	76,7 %	66,2 %
Entsorgung	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Gutschrift	-0,1 %	-0,1 %	-17,8 %	-0,8 %	-9,9 %
Summe	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

2.2.4 Ökobilanzieller Vergleich von HDD- und SSD-Festplatte

Boyd et al. (2010) haben die KEA- und GWP-Werte von SSD und HDD entlang ihres Lebenszyklus untersucht. Tabelle 23 ist direkt der Studie entnommen. Die betrachteten Untersuchungsgegenstände sind Festplatten, die in einem Laptop eingebaut sind. D.h. die für externe Festplatten benötigten peripheren Komponenten sind in der Modellierung der Herstellungsphase nicht berücksichtigt und der Stromverbrauch während der Nutzung weicht ebenfalls ab. Die Nutzungsphase in der Studie von Boyd. et al. (2010) für den „Base case“ wurde außerdem mit folgenden Annahmen berechnet:

- Lebensdauer von 8.000 Stunden (8 Stunden pro Tag, 250 Tage pro Jahr, 4 Jahre Nutzung)
- 30 % aktive Nutzung und 70 % Idle-Modus. Eine magnetische Festplatte benötigt 0,9W im Idle-Modus und 3,1 W im Schreib/Lese-Modus. Dies entspricht einem Stromverbrauch der HDD von 12,7 kWh/a. Die SSD benötigt 0,6 W im Idle-Modus und 1,3W im Schreib/Lese-Modus. Daraus ergeben sich insgesamt 6,4 kWh/a bei der SSD.
- Der geographische Bezug ist Kalifornien. Dort beträgt der GWP-Emissionsfaktor 0,29 kg CO_{2e}/kWh (vgl. die in der vorliegenden Studie verwendeten Emissionsfaktoren in Deutschland aus der Tabelle 18).

		Primary energy consumption MJ	GWP kg CO ₂ eq
96 GB flash laptop SSD	base case	690	28
	lower bound	620	24
	upper bound	790	33
100 GB, 2.5" laptop HDD	base case	262	8.6
	lower bound	217	7.5
	upper bound	357	23

Tabelle 23: Vergleich der KEA und GWP-Werte von SSD und HDD (Tabelle direkt entnommen aus Boyd et al. 2010)

Die Ergebnisse der Studie (Boyd et al. 2010) haben gezeigt, dass Festplatten mit rotierenden Magnetscheiben (HDDs) beim Primärenergieverbrauch und beim Treibhauspotenzial aus Sicht der Lebenszyklusbetrachtung geringere Umweltwirkungen als SSDs aufweisen. Und dies obwohl der Stromverbrauch während der Nutzungsphase bei einer SSD unter dem der HDD liegt. Der Grund liegt darin, dass die Produktion von Flashspeichern sehr energie- und ressourcenintensiv ist. Darüber hinaus werden bei der Flashspeicher-Herstellung mehr PFC-Chemikalien (hochtreibhauswirksame Fluor-Kohlenstoffverbindungen) benötigt als bei der Herstellung von magnetischen Festplatten (Boyd. et al. 2010).

Bei längerer Nutzungsdauer der Festplatten tritt der Herstellungsaufwand gegenüber dem Energieverbrauch in der Nutzungsphase immer weiter in den Hintergrund. Daher ist es interessant herauszufinden, wie lange eine SSD-Festplatte verwendet werden muss, damit sie die gleichen Umweltwirkungen (bezogen auf das Treibhauspotenzial) aufweist, wie magnetische Festplatten. Der Break-Even-Point beschreibt den Zeitpunkt, ab dem eine SSD-Festplatte zu Einsparungen gegenüber einer magnetischen Festplatte führt. Tabelle 24 zeigt die Berechnungen, die für diesen Vergleich angestellt wurden, Abbildung 14 stellt die Ergebnisse als Diagramm dar.

Tabelle 24: Vergleich SSD und HDD

	Lebensabschnitte (ohne Nutzung)		Nutzung	
	kg CO ₂ e/Gerät t	Quelle: Boyd et al. 2010 (Base Case); eigene Berechnung	kg CO ₂ e / (Gerät*Jahr)	Quelle: Eigene Berechnung nach
SSD	26,14	$= 28kgCO_2e - 6,4kWh \times 0,29 \frac{kgCO_2e}{kWh}$	2,71	Tabelle 13 (Szenario 1); Tabelle 14 (Schein-Aus-Modus)
HDD 2,5 Zoll	4,92	$= 8,6kgCO_2e - 12,7kWh \times 0,29 \frac{kgCO_2e}{kWh}$	5,11	Tabelle 13; Tabelle 15

Das kumulierte Treibhauspotenzial beginnt bei magnetischen Festplatten (HDD) im ersten Jahr mit einem Wert von 10 kg CO₂e und steigt bis zum neunten Jahr linear bis auf rund 50 kg CO₂e an. Die SSD-Festplatte startet aufgrund ihres erhöhten Herstellungsaufwandes bei rund 30 kg CO₂e im ersten Jahr und steigt mit einer geringeren Steigung, die ihre Ursache im geringeren Energieverbrauch in der Nutzungsphase hat, bis zu einem Wert von ebenfalls 50 kg CO₂e im neunten Jahr. Das neunte Jahr stellt damit den Break-Even-Point dar. Ab dem zehnten Jahr spart die SSD-Festplatte gegenüber einer HDD-Festplatte Treibhausgasemissionen ein. In der Praxis werden weder SSDs noch HDDs so lange technische Lebensdauern erreichen, weshalb die Umweltvorteile von SSDs (ab dem neunten Jahr) nicht zum Tragen kommen werden.

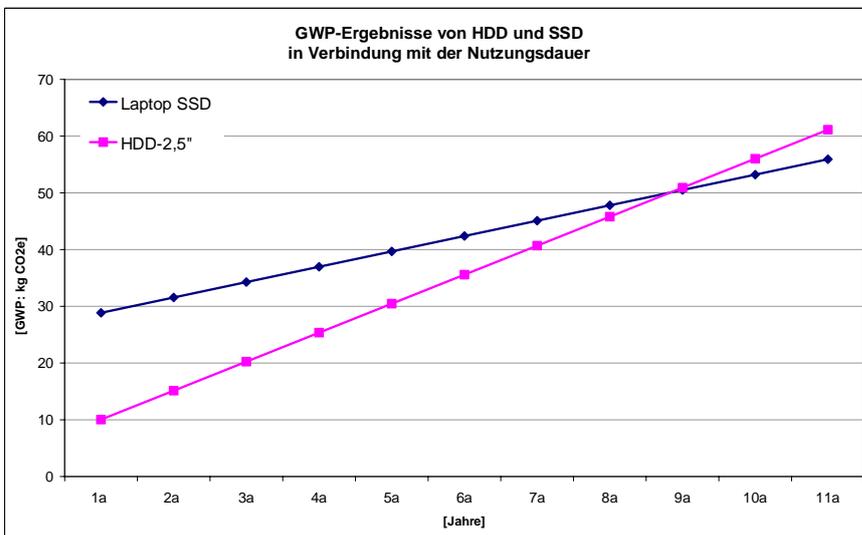


Abbildung 14: Kumuliertes Treibhauspotenzial über die Nutzungsdauer von HDD und SSD

2.3 Analyse der Lebenszykluskosten

In der vorliegenden Studie werden die Kosten aus Sicht der privaten Haushalte berechnet.

Berücksichtigt wurden folgende Kostenarten:

- Investitionskosten (Kosten für die Anschaffung einer externen Festplatte),
- Betriebs- und Unterhaltskosten,
 - Stromkosten
 - Reparaturkosten
- Entsorgungskosten.

2.3.1 Investitionskosten

Der Preis für die Anschaffung einer externen Festplatte hängt stark von der Leistung und der Ausstattung sowie Marke des jeweiligen Gerätes ab. Wie in Kapitel 2.1 beschrieben wurde, wurden externe 2,5-Zoll- und 3,5-Zoll-Festplatten separat untersucht. Die Kaufpreise der konventionellen Festplatten für private Endverbraucher variieren zwischen 20 und 200 Euro (s. Abbildung 5 und Kapitel 1.2.3). Die Preise der meisten externen 2,5-Zoll-Festplatten liegen zwischen 40 und 140 Euro, während die der 3,5-Zoll-Festplatten zwischen 50 und 200 Euro liegen. Als durchschnittliche Preise werden daher für die nachfolgenden Berechnungen 70 Euro für externe 2,5-Zoll-Festplatten und 100 Euro für externe 3,5-Zoll-Festplatten zugrunde gelegt.

Zur Berechnung der jährlichen Anschaffungskosten wird der Anschaffungspreis gleichmäßig auf die Jahre der Nutzungsdauer verteilt. Bei einer Nutzungsdauer von 5 Jahren ergeben sich somit jährliche Anschaffungskosten in Höhe von 14 Euro für eine 2,5 Zoll große externe Festplatte und 20 Euro für eine externe 3,5-Zoll-Festplatte.

2.3.2 Stromkosten

Der Strompreis setzt sich in der Regel aus einem monatlichen Grundpreis und einem Preis pro verbrauchte Kilowattstunde zusammen. Mit Hilfe des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs verschiedener Haushaltsgrößen kann ein durchschnittlicher Kilowattstundenpreis bei einem entsprechenden Jahresstromverbrauch errechnet werden. Der Grundpreis wurde mit eingerechnet.

Tabelle 25 gibt einen Überblick über die Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen. In den vorliegenden Berechnungen wird mit dem Strompreis für einen durchschnittlichen Haushalt (0,264 Euro) gerechnet.

Tabelle 25 Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen⁵

Haushaltsgröße	kWh-Preis (inkl. Grundgebühr)
<i>Durchschnitt</i>	0,264 €
1-Pers-HH	0,280 €
2-Pers-HH (in der Berechnung)	0,264 €
3-Pers-HH	0,260 €
4-Pers-HH	0,256 €

Wendet man diesen Strompreis auf den Energieverbrauch der betrachteten Geräte an, ergeben sich jährliche Stromkosten wie sie in der folgenden Tabelle 26 dargestellt sind. Für das Szenario 1 fallen jährliche Stromkosten in Höhe von 1,87 Euro für 2,5-Zoll-Festplatten und 5,39 Euro für 3,5-Zoll-Festplatten an.

Tabelle 26: Stromverbrauch und die daraus resultierenden Kosten der betrachteten externen Festplatten

externe 2,5-Zoll-Festplatte	Szenario 1: eigene Abschätzung	Szenario 2: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops in der EuP-Lot3-Studie nach Energy Star 2009	Szenario 3: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops in der EuP-Lot3-Studie nach EuP-Methode
Jährlicher Stromverbrauch [kWh/a]	7,10	10,01	13,33
Stromkosten [€/a]	1,87	2,64	3,52
im Vergleich zum Szenario 1	100 %	141 %	188 %
externe 3,5-Zoll-Festplatte	Szenario 1: eigene Abschätzung	Szenario 2: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops in der EuP-Lot3-Studie nach Energy Star 2009	Szenario 3: auf Basis der Betriebsmodi eines Laptops in der EuP-Lot3-Studie nach EuP-Methode
Jährlicher Stromverbrauch [kWh/a]	20,40	31,18	43,12
Stromkosten [€/a]	5,39	8,23	11,38
im Vergleich zum Szenario 1	100 %	153 %	211 %

2.3.3 Reparaturkosten

Es ist davon auszugehen, dass externe Festplatten, die nicht mehr funktionsfähig sind, gegen neue Geräte ausgetauscht werden, da die Reparaturkosten im Verhältnis zu den Anschaffungskosten unverhältnismäßig hoch sind. Reparaturkosten bleiben bei der Lebenszykluskostenrechnung daher unberücksichtigt.

⁵ Eigene Recherche, Stand: Februar 2009. Die Größe eines durchschnittlichen Haushalts liegt bei 2,08 Personen (Statistisches Bundesamt 2007, www.destatis.de)

2.3.4 Entsorgungskosten

Seit dem 24. März 2006 sind die Hersteller nach der WEEE-Direktive für die Rücknahme und Entsorgung der Altgeräte (finanz-)verantwortlich. Insofern ist davon auszugehen, dass die Entsorgungskosten im Verkaufspreis einkalkuliert sind. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

Falls aber die Endverbraucher die Altgeräte über den normalen Hausmüll entsorgen, verursacht dies zusätzliche Entsorgungskosten. Da dieser Anteil sehr gering ist und es dazu auch keine verfügbaren Daten gibt, wurde dieser Aspekt im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt.

2.3.5 Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse

Die Gesamtkosten setzen sich aus den Anschaffungskosten sowie den Kosten für die Nutzung bei einer Lebensdauer von 5 Jahren und den entsprechenden Stromkosten zusammen. Sie sind in der folgenden Tabelle 27 für externe 2,5-Zoll-Festplatten und für externe 3,5-Zoll-Festplatten dargestellt.

Die Berechnung der Gesamtkosten zeigt, dass für eine externe 2,5-Zoll-Festplatte Gesamtkosten in Höhe von rund 80 bis 88 Euro entstehen, je nach Nutzungsintensität. Die Gesamtkosten einer externen 3,5-Zoll-Festplatte liegen mit gut 127 bis 157 Euro etwas höher. Grund dafür sind sowohl die höheren Anschaffungskosten sowie die Stromkosten während der Nutzungsphase. Bei einer intensiven Nutzung (Szenario 2 und Szenario 3) steigen die jährlichen Gesamtkosten um ca. 5 % bis 10 % bei der externen 2,5-Zoll-Festplatte und um ca. 11 % bis 24 % bei der externen 3,5-Zoll-Festplatte.

Tabelle 27: Gesamtkosten der betrachteten externen Festplatten bei einer Lebensdauer von 5 Jahren

Formfaktor	Anschaffungskosten [€]	Nutzungskosten [€/5a]			Gesamtkosten [€/5a]		
		Szenario 1:	Szenario 2:	Szenario 3:	Szenario 1:	Szenario 2:	Szenario 3:
2,5 Zoll	70	9,37	13,22	17,59	79,37	83,22	87,59
					100 %	105 %	110 %
3,5 Zoll	100	26,93	41,16	56,92	126,93	141,16	156,92
					100 %	111 %	124 %

2.3.6 Kostenvergleich von HDD- und SSD-Festplatte

Externe 2,5-Zoll-SSD-Festplatten sind im Vergleich zu den magnetischen externen Festplatten in der Anschaffung teurer. Allerdings sind die Nutzungskosten einer SSD-Festplatte geringer als die einer HDD-Festplatte, da der Stromverbrauch der SSD-Festplatte niedriger ist. Im Folgenden wird ein Vergleich der Lebenszykluskosten zwischen SSD und HDD durchgeführt, um zu identifizieren, welche Auswirkungen die günstige Nutzungsphase einer SSD-Festplatte hat. Als Referenzgerät wird die externe SSD-Festplatte *OCZ Enyo* herangezogen.

Diese Festplatte hat eine Speicherkapazität von 128 GB und kostet ca. 230 Euro (OCZ Enyo 2011). Tabelle 28 zeigt den Vergleich der Lebenszykluskostenanalyse. Die Nutzungskosten beziehen sich auf ein Jahr. Da die zugrunde gelegte Nutzungsphase auf 3 Szenarios (s. Kapitel 2.3.2) beruht, wurde die Kostenberechnung ebenfalls für 3 Nutzungsszenarios durchgeführt.

Die Berechnungen in Tabelle 29 zeigen, dass eine SSD-Festplatte selbst bei intensiver Nutzung (Szenario 3) mindestens 80 Jahre genutzt werden muss, damit sie genauso wirtschaftlich ist wie eine HDD-Festplatte. Die jeweils grau hinterlegten Zellen zeigen die Amortisationszeitpunkte der verschiedenen Szenarien. In der Praxis ist nicht davon auszugehen, dass die Festplatten so lange technische Lebensdauern aufweisen werden, weshalb magnetische Festplatten bei der zugrunde gelegten Preisstruktur grundsätzlich kostengünstiger sind als SSD-Festplatten.

Tabelle 28: Vergleich von HDD und SSD: Anschaffungskosten und jährliche Nutzungskosten

	Anschaffungskosten [€]	Szenario 1:	Szenario 2:	Szenario 3:
		Nutzungskosten [€/a]	Nutzungskosten [€/a]	Nutzungskosten [€/a]
2,5-Zoll-HDD	70	1,87	2,64	3,52
2,5-Zoll-SSD	230	0,99	1,43	1,60

Tabelle 29: Lebenszykluskosten von HDD und SSD bei variiertes Lebensdauer in Jahren (a)

Szenario 1:	1a	10a	20a	30a	50a	100a	140a	150a	180a
2,5-Zoll-HDD	72 €	89 €	107 €	126 €	164 €	257 €	332 €	351 €	407 €
2,5-Zoll-SSD	231 €	240 €	250 €	260 €	280 €	329 €	369 €	379 €	409 €
Szenario 2:	1a	10a	20a	30a	50a	100a	120a	140a	-
2,5-Zoll-HDD	73 €	96 €	123 €	149 €	202 €	334 €	387 €	440 €	-
2,5-Zoll-SSD	231 €	244 €	259 €	273 €	301 €	373 €	401 €	430 €	-
Szenario 3:	1a	10a	20a	30a	50a	80a	100a	120a	-
2,5-Zoll-HDD	74 €	105 €	140 €	176 €	246 €	351 €	422 €	492 €	-
2,5-Zoll-SSD	232 €	246 €	262 €	278 €	310 €	358 €	390 €	422 €	-

3 Teil III: Ableitung der Anforderungen an ein Klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

Nachfolgend werden die Ableitungen aus den vorangegangenen Untersuchungen zur Entwicklung eines klimaschutzbezogenen Umweltzeichens dargestellt sowie teilweise ergänzende Analysen angestellt. Das Ergebnis der Ableitung stellt eine Vergabegrundlage für das Umweltzeichen „Blauer Engel“ dar, die nach einem Konsultationsprozess mit interessierten Kreisen (insbesondere Hersteller, Branchenverbände, Wissenschaft, Umwelt- und Verbraucherverbände) der Jury Umweltzeichen vorgelegt wurde. Die Vergabegrundlage ist im Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel dokumentiert.

3.1 Definitionen

Es werden für Festplatten zuerst drei Betriebszustände in der Nutzungsphase definiert (s. Abbildung 15):

- 1) **Betriebsmodus:** Beim Betriebsmodus handelt sich um einen aktiven Lastzustand, in dem die externe Festplatte ihre Hauptfunktion ausführt, nämlich entweder auf eine Festplatte zu schreiben oder von einer Festplatte zu lesen.
- 2) **Leerlaufmodus:** Der Zustand, in dem sich die Festplatte vor oder nach dem Betriebsmodus befindet. Im Leerlaufmodus signalisiert die Festplatte dem angeschlossenen Computer ihre Bereitschaft und wartet auf Daten zum Lesen oder Schreiben. Im Leerlaufmodus können die Festplattenscheiben, abhängig vom Energiemanagement, rotieren oder sich im Ruhezustand befinden.
- 3) **Schein-Aus-Modus:** Der Schein-Aus-Modus tritt ein, wenn keine Daten mehr über die Datenschnittstelle (USB, IEEE 1394, eSATA) übertragen werden können, jedoch noch eine Versorgungsspannung anliegt. Dies ist der Fall, wenn einer der folgenden Zustände erfüllt wird:
 - Externe Festplatten ohne eigenes Netzteil:
 - Die externe Festplatte ist mit keinem Computer verbunden, wird jedoch über einen aktiven Hub mit der Betriebsspannung versorgt.
 - Die externe Festplatte ist mit einem ausgeschalteten Computer verbunden, der die Festplatte (z.B. über das USB-Kabel) noch mit der Betriebsspannung versorgt.
 - Externe Festplatten mit externem Netzteil:
 - Die externe Festplatte ohne eigenen Aus-Schalter ist mit keinem Computer verbunden, wird aber noch über ein eigenes externes Netzteil mit der Betriebsspannung versorgt.

- Die externe Festplatte ist mit einem eigenen Aus-Schalter ausgeschaltet und wird über ein externes Netzteil mit der Betriebsspannung versorgt.
- 4) **Aus-Modus:** beschreibt den Zustand, in dem durch die Festplatte keine Energie verbraucht wird.
- Die externe Festplatte ist vom Computer und von ihrem eigenen externen Netzteil (falls vorhanden) getrennt.
 - Die externe Festplatte ist mit einem Computer verbunden, der ausgeschaltet und komplett vom Stromnetz getrennt ist.

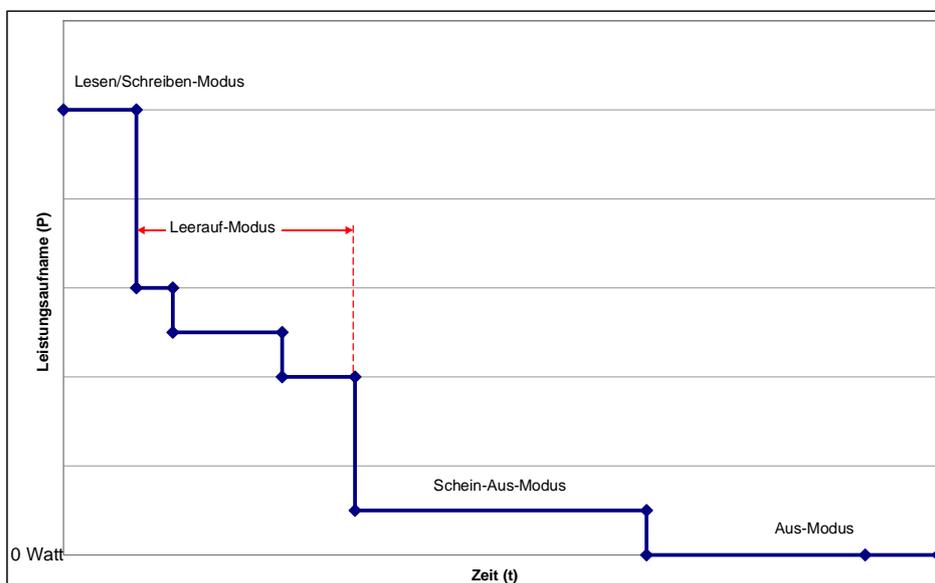


Abbildung 15: Die Leistungsaufnahme beim Wechsel zwischen vier Modi

3.2 Geltungsbereich

Die Anforderungen sollen für externe Festplatten gelten, die Daten auf eine oder mehrere magnetisierbare rotierende Scheiben schreiben oder lesen können. Die in dieser Studie betrachteten Festplatten sind Einzellaufwerke in entsprechenden Gehäusen mit ein oder zwei Schnittstellen wie USB, FireWire (IEEE 1394) und eSATA.

Nicht in den Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage fallen die in Unternehmen eingesetzten Speichersysteme, z.B. Netzwerk-Speicher (NAS kombiniert mit Open/iSCSI SAN),

Storage Area Network (SAN), Network Attached Storage (NAS) und RAID⁶ (EMC 2011), da für sie noch keine ausreichenden Daten zur Verfügung stehen. Darüber hinaus fällt die SSD-Speichertechnik für externe Festplatten ebenfalls nicht in den Geltungsbereich.

3.3 Leistungsaufnahme und Energieverbrauch

Zur Festlegung der Grenzwerte für die einzelnen Betriebsmodi einer externen Festplatte kommen zwei Ansätze in Frage:

1. Grenzwerte für die Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebsmodi (Lesen/Schreiben-Modus, Leerlauf-Modus und Aus-Modus) (s. Kapitel 3.3.1)
2. Grenzwert für den jährlichen Energieverbrauch (TEC-Wert in kWh/ Jahr) (s. Kapitel 3.3.2)

TEC steht für „Typical Energy Consumption“ und stellt eine flexiblere Herangehensweise dar, um die Energieeffizienzkriterien festzulegen. Die Energieeffizienzkriterien werden aus dem typischen Nutzerverhalten bzw. typischen Energieverbrauch über ein Jahr hergeleitet und in kWh/Jahr angegeben. Der TEC-Ansatz wird für die Produkte angewendet, bei denen von typischen Nutzungszyklen (Stunden pro Tag im Betriebsmodus, Leerlaufmodus und Schein-Aus-Modus) ausgegangen werden kann und allgemein anerkannte Messverfahren zur Messung der Leistung im Betriebsmodus vorliegen.

3.3.1 Leistungsaufnahme im Betriebsmodus

Ausgehend von den Untersuchungen in Kapitel 1.5.1 zum Energieverbrauch von Festplatten können für externe Festplatten mit dem Formfaktor 2,5 Zoll folgende Werte als ambitionierte Leistungsaufnahme für energieeffiziente Produkte festgestellt werden:

- $P_{\text{Betriebsmodus}} \leq 2,5 \text{ Watt}$
- $P_{\text{Leerlaufmodus}} \leq 1,5 \text{ Watt}$
- $P_{\text{Schein-Aus-Modus}} \leq 0,3 \text{ Watt}$

Externe Festplatten, die ausschließlich über ein USB-Kabel und nicht über ein externes Netzteil versorgt werden, können sehr bequem vom Computer getrennt werden. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass solche externen Festplatten nicht dauerhaft mit dem Computer verbunden sind, sondern nach Gebrauch komplett getrennt werden. Ihre Leistungsaufnahme sinkt dann auf 0 Watt.

Die Anforderung an die Energieeffizienz wird daher vereinfacht wie folgt formuliert:

⁶ Abkürzung auf Englisch von „Redundant Array of Independent Disks“, entspricht „Redundante Anordnung unabhängiger Festplatten“.

Externe Festplatten dürfen im Betriebsmodus eine elektrische Leistungsaufnahme von maximal 2,5 Watt nicht überschreiten:

$$P_{\text{Betrieb}} \leq 2,5 \text{ W}$$

Mit dieser Anforderung würden Festplatten mit einem Formfaktor von 3,5 Zoll von der Vergabe ausgeschlossen, da sie in der Regel eine höhere Leistungsaufnahme aufweisen. Durch ein intelligentes Energiemanagement (Abschalten der Festplatte im Leerlaufmodus, sehr niedrige Leistungsaufnahme im Schein-Aus-Modus) können aber auch 3,5-Zoll-Festplatten energieeffizient arbeiten. Als alternative Anforderung wird daher in Kapitel 3.3.2 ein Maximalwert für den jährlichen Energieverbrauch formuliert.

3.3.2 Jährlicher Energieverbrauch

Für die Festlegung eines Maximalwertes für den jährlichen Energieverbrauch einer externen Festplatte wird ein TEC-Wert (Typical Energy Consumption) als Grundlage verwendet. Der TEC-Wert berechnet sich aus einem typischen Nutzungsprofil, das die jeweiligen Nutzungsdauern der Festplatte in verschiedenen Betriebsmodi beschreibt. Entscheidend für die Erfüllung dieser Anforderung ist nicht die Höhe der Leistungsaufnahme in einem speziellen Modus, sondern die Unterschreitung des jährlichen Energieverbrauchs. Als Standardnutzungsprofil wird das Nutzungsverhalten aus Szenario 1 (vgl. Kapitel 2.2.1 Tabelle 13) verwendet.

Standardnutzungsprofil:

- Betriebsmodus: $t_{\text{Betrieb}} = 1 \text{ h/d}$
- Leerlaufmodus: $t_{\text{Leerlauf}} = 7 \text{ h/d}$
- Schein-Aus-Modus: $t_{\text{Schein-Aus}} = 16 \text{ h/d}$

Gemessen werden die elektrischen Leistungen:

- Betriebsmodus [W]: P_{Betrieb}
- Leerlaufmodus [W]: P_{Leerlauf}
- Schein-Aus-Modus [W]: $P_{\text{Schein-Aus}}$

Berechnung des TEC-Wertes

Der TEC-Wert wird aus der elektrischen Leistungsaufnahme nach der folgenden Formel berechnet:

$$TEC [kWh / a] = \frac{(P_{\text{Lesen/Schreiben}} [W] \times 1h + P_{\text{Leerlauf}} [W] \times 7h + P_{\text{Schein-Aus}} [W] \times 16h) * 365d}{1000} kWh / a$$

Zur Berechnung des maximalen TEC-Wertes für energieeffiziente externe Festplatten werden die Leistungsaufnahmen von energieeffizienten 2,5-Zoll-Festplatten verwendet. Der TEC-Wert berechnet mit den Werten aus Kapitel 3.3.1 zu:

$$TEC = \frac{(2,5\text{Watt} \times 1\text{h} + 1,5\text{Watt} \times 7\text{h} + 0,3\text{Watt} \times 16\text{h}) * 365\text{d}}{1000} \text{kWh/a} = 6,497 \text{kWh/a} \approx 6,5 \text{kWh/a}$$

Die entsprechende Anforderung an die Energieeffizienz von externen Festplatten, die alternativ zur maximalen Leistungsaufnahme nachgewiesen werden kann, lautet demnach:

Externe Festplatten dürfen einen jährlichen Energieverbrauch unter Standardnutzungsbedingungen von 6500 Wh/a nicht überschreiten:

$$\text{Jahresenergieverbrauch} \leq 6500 \text{ Wh/a}$$

Überprüfung des TEC-Werts anhand von Messergebnissen

Zur Überprüfung, ob am Markt verfügbare externe 3,5-Zoll-Festplatten die Anforderungen des TEC-Wertes einhalten können, wurden Produkttests recherchiert, die die Leistungsaufnahmen der drei Betriebsmodi gemessen haben. Es wurden Tests von Chip (2011), PC-Welt (2011) und Stiftung Warentest (2010) ausgewertet. Im Test von Chip wurden die Leistungsaufnahmen für die Zustände Lesen/Schreiben und Ruhe von 46 3,5-Zoll-Festplatten angegeben. PC-Welt hat 10 Test-Sieger veröffentlicht, bei denen die Leistungsaufnahmen in den Zuständen Last, Leerlauf und Aus angegeben wurden. Die von der Stiftung Warentest für diese Studie zur Verfügung gestellten 18 anonymisierten Messwerte von 3,5-Zoll-Festplatten werden ebenfalls für die Berechnung der TEC-Werte zugrunde gelegt.

Die entsprechend der obigen Formel berechneten TEC-Werte der 74 getesteten 3,5-Zoll-Festplatten sind in Abbildung 16 dargestellt. Der Durchschnittswert der 74 TEC-Werte beträgt 19 kWh/a. Die Bandbreite ist sehr groß und liegt zwischen 3,2 kWh/a und 70 kWh/a.

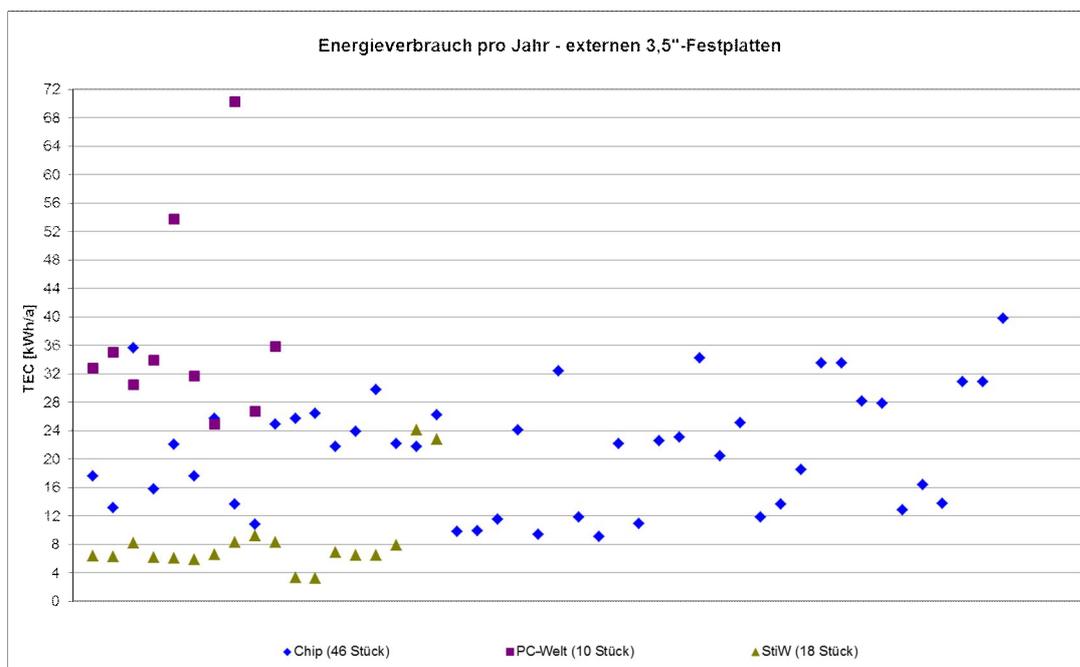


Abbildung 16: Jährlicher Energieverbrauch externer 3,5-Zoll-Festplatten, verschiedene Quellen

Der oben gesetzte Grenzwert von $TEC \leq 6,5 \text{ kWh/a}$ wird nur von wenigen 3,5-Zoll-Festplatten unterschritten. Tabelle 30 gibt einen Überblick über den prozentualen Anteil an Geräten, die bei der Setzung des TEC-Wertes die Energieeffizienzanforderungen erreichen können. Wird der TEC-Wert auf $6,5 \text{ kWh/a}$ gesetzt, so sind dies 9 Prozent der getesteten Geräte. Vor dem Hintergrund, dass 2,5-Zoll-Festplatten die geforderten Werte vergleichsweise leicht einhalten können, wird der maximale TEC-Wert jedoch nicht erhöht.

Tabelle 30: Vergleich der möglichen Grenzwerte mit den 74 TEC-Werten

Mögliche Grenzwerte	Wert in kWh/a	Prozentualer Anteil der 74 Geräte, die den Grenzwert einhalten
Grenzwert 1:	9,05	15%
Grenzwert 2:	7	11%
Grenzwert 3:	6,5	9%
Grenzwert 4:	6,2	5%
Grenzwert 5:	6	3%
Grenzwert 6:	5,63	2%

3.4 Anforderungen an die externen Netzteile der Festplatten

Ist das Gerät mit einem externen Netzteil ausgestattet, muss dies den Anforderungen der sogenannten Netzteilverordnung⁷ genügen. Die Netzteilverordnung ist seit dem 6. April 2009 in Kraft und regelt die Mindestanforderungen an die Effizienz externer Netzteile. Die zweite Stufe der verbindlichen Anforderungen tritt am 6. April 2011 in Kraft und beinhaltet die in Abbildung 17 genannten Kriterien. Die rot gerahmten Zellen treffen für die hier betrachteten externen Netzteile für externe Festplatten zu.

⁷ Verordnung (EG) Nr. 278/2009 der Kommission vom 6. April 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an die Leistungsaufnahme externer Netzteile bei Nulllast sowie ihre durchschnittliche Effizienz im Betrieb

Die Leistungsaufnahme bei Nulllast darf die nachfolgend genannten Obergrenzen nicht übersteigen:

	Externe AC/AC-Netzteile außer externen Niederspannungsnetzteilen	Externe AC/DC-Netzteile außer externen Niederspannungsnetzteilen	Externe Niederspannungsnetzteile
$P_O \leq 51,0 \text{ W}$	0,50 W	0,30 W	0,30 W
$P_O > 51,0 \text{ W}$	0,50 W	0,50 W	k. A.

Die durchschnittliche Effizienz im Betrieb darf die folgenden Grenzwerte nicht unterschreiten:

	Externe AC/AC- und AC/DC-Netzteile außer externen Niederspannungsnetzteilen	Externe Niederspannungsnetzteile
$P_O \leq 1,0 \text{ W}$	$0,480 \cdot P_O + 0,140$	$0,497 \cdot P_O + 0,067$
$1,0 \text{ W} < P_O \leq 51,0 \text{ W}$	$0,063 \cdot \ln(P_O) + 0,622$	$0,075 \cdot \ln(P_O) + 0,561$
$P_O > 51,0 \text{ W}$	0,870	0,860

Abbildung 17: Anforderungen an externe Netzteile gemäß Verordnung (EG) Nr. 278/2009

3.5 Anforderung an einen Ein- / Aus-Schalter

Externe 2,5-Zoll-Festplatten werden in der Regel direkt über das Datenkabel mit Strom versorgt und werden durch Abtrennung des Datenkabels in einen vollständigen Aus-Zustand versetzt. Die größeren 3,5-Zoll-Festplatten werden dagegen in der Regel über ein internes oder externes Netzteil mit Energie versorgt. Damit auch diese Geräte bei Nichtgebrauch abgeschaltet werden können, wird für sie ein Ein- und Ausschalter gefordert, der das Gerät in den Schein-Aus-Modus versetzt. Der Schalter muss so angebracht sein, dass er bei üblicher Aufstellung für den Nutzer leicht zugänglich und gut sichtbar ist.

3.6 Geräuschemissionen

Ergänzend zu den Energieeffizienzanforderungen werden auch Anforderungen an die maximalen Geräuschemissionen von externen Festplatten gesetzt.

Die Bewertung der Geräuschemissionen beruht auf der Angabe der garantierten A-bewerteten Schallleistungspegel in Dezibel (dB) mit einer Nachkommastelle. Die A-bewerteten

Schallleistungspegel $L_{WA(1,2)}$ werden auf der Grundlage der ISO/FDIS 7779:2010 gemessen und berechnet.

Die Messungen sind in folgenden Betriebszuständen vorzunehmen:

- Das Festplattenlaufwerk ist im Betriebsmodus. Die Messung des $L_{WA(1)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 im Betriebszustand gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.9.3.2.
- Das Festplattenlaufwerk arbeitet im Leerlaufbetrieb. Die Messung des $L_{WA(2)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 im Betriebszustand gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.15.3.1.

Damit der Schallleistungspegel als garantiert gelten kann, sind entsprechend ISO 9296:1988 mindestens drei Geräte in jedem Betriebszustand zu prüfen. Die garantierten Schallleistungspegel $L_{WAd(1,2)}$ werden in Anlehnung an die ISO 9296:1988 ermittelt und in Dezibel (dB) mit einer Nachkommastelle angegeben. Sofern die Geräuschemessungen nur an einem Gerät vorgenommen werden können, darf ersatzweise zur Ermittlung des garantierten A-bewerteten Schallleistungspegels L_{WAd} folgende Formel in Anlehnung an ISO 9296:1988 benutzt werden:

$$L_{WAd} = L_{WAE} + 3 \text{ dB}$$

(L_{WAE} = ermittelter Schallleistungspegel der Einzelmessung in dB)

Die Ableitung der Grenzwerte für Geräuschemissionen beruht auf den Testergebnissen aus Tabelle 6, wobei berücksichtigt wurde, dass es sich bei den Testwerten um Schalldruckpegel und nicht um Schallleistungspegel handelt. Die ausgewiesenen Werte für den garantierten A-bewerteten Schallleistungspegel $L_{WAd(1,2)}$ dürfen die Werte in Tabelle 31 nicht überschreiten:

Tabelle 31: Anforderungen an die Geräuschemissionen

Zustand	Schalleistungspegel	Externe Festplatten ≤ 2,5 Zoll	Externe Festplatten > 2,5 Zoll
Betriebsmodus	$L_{WAd(1)}$	28,0 dB(A)	37,0 dB(A)
Leerlaufmodus	$L_{WAd(2)}$	25,0 dB(A)	29,0 dB(A)

3.7 Demontage- und recyclinggerechte Konstruktion

Externe Festplatten mit dem Blauen Engel müssen gut recycelbar sein. Nachfolgend werden Merkmale abgefragt, die Voraussetzungen für eine gute Recyclingfähigkeit sind. Zu solchen Merkmalen zählen unter anderem:

Baustruktur und Verbindungstechnik:

- Vermeidung nichtlösbarer Verbindungen (zum Beispiel geklebt, geschweißt) zwischen unterschiedlichen Werkstoffen, soweit sie nicht technisch erforderlich sind;
- Vorhandensein leicht lösbarer mechanischer Verbindungen;
- einfache Demontierbarkeit der Geräte durch nur eine Person;
- Die metallische Beschichtung von Gehäuseteilen ist erlaubt, sofern sie technisch erforderlich ist. Die galvanischen Beschichtungen sind jedoch nicht zulässig.

Die mit dem Umweltzeichen ausgezeichneten Geräte müssen so gestaltet sein, dass im Fachbetrieb eine effiziente (manuelle) Zerlegung des Gehäuses und der Elektrobaugruppen (inkl. Leiterplatten) sowie der Magnete unterstützt wird. Sie soll außerdem mit Universalwerkzeugen vorgenommen werden können.

3.8 Ableitung einer Vergabegrundlage

Die Bedingungen zur Nutzung eines Umweltzeichens für externe Festplatten sind in einer Vergabegrundlage dokumentiert, die auf Grundlage der durchgeführten Untersuchung und der abgeleiteten Vergabekriterien erarbeitet wurde. Diese Vergabegrundlage enthält die Produktdefinition (Geltungsbereich), die verschiedenen Anforderungen an das Produkt mit den zu erbringenden Nachweisen, die formalen Bedingungen zur Zeichennutzung und einen Mustervertrag, den interessierte Zeichennehmer mit der Zeichenvergabestelle abschließen müssen, bevor sie das Umweltzeichen benutzen dürfen. Die Vergabegrundlage „Externe Festplatten“ ist im Anhang dieser Studie (Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel) abgedruckt.

- haltigkeits-Analyse (PROSA) - Methodenentwicklung und Diffusion; Öko-Institut 2007
- Groß et al. 2008
Groß, R., Bunke, D., Gensch, C.-O., Zangl, S., Manhart, A.: Study on hazardous Substances in Electrical and and Electronic Equipment, Not Regulated by the RoHS Directive; 2008
- Heise 2010
News-Meldung vom 03.06.2010, Western Digital schiebt sich an die Spitze des Festplattenmarkts, Zugriff am 28.04.2011, unter:
<http://www.heise.de/resale/meldung/Western-Digital-schiebt-sich-an-die-Spitze-des-Festplattenmarkts-1014741.html>
- Heise 2011
News-Meldung vom 07.03.2011, Western Digital übernimmt Festplattensparte von Hitachi, Zugriff am 28.04.2011, unter:
<http://www.heise.de/resale/meldung/Western-Digital-uebernimmt-Festplattensparte-von-Hitachi-1203251.html>
- Heise 2011a
News-Meldung vom 19.04.2011, Seagate übernimmt Festplattensparte von Samsung, Zugriff am 28.04.2011, unter:
<http://www.heise.de/resale/meldung/Seagate-uebernimmt-Festplattensparte-von-Samsung-1229988.html>
- Herth 2011
Herth, R., SSD-Praxisnah!, MSC Vertriebs GmbH, 2011 Zugriff am 20.06.2011 unter:
<http://www.msc-ge.com/de/news/pressroom/essays/1064-www/6318-www.html>
- Hottenroch 2004
Hottenroch, H.: Vergleich der signifikanten potenziellen Umweltbelastungen von Netzwerkinfrastrukturen, - Eine Gegenüberstellung von Fast Ethernet und WLAN für die Anwendung im Local Area Networking, Diplomarbeit, TU Berlin, 2004
- Huisman et al. 2007
Huisman, J.; Magalini, F.; Kuehr, R.; Maurer, C.; Ogilvie, S.; Poll, J.; Delgado, C.; Artim, E.; Szlezak, J.; Stevels, A.: 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), 2007
- IDEALO 2011
Testergebnisse, Zugriff am 27.04.2011 unter:
<http://www.idealo.de/preisvergleich/ProductCategory/7712.html>
- IPCC 2007
Intergovernmental panel on climate change (IPCC), Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Chapter 2: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. 2007
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>
- Manhart et al. 2011
Manhart, A.; Hermann, A.; Buchert, M.; Prakash, S.; Seum, S.: E-waste Africa Project: Building local capacity to address the flow of e-wastes and electrical and electronic products destined for reuse in selected African countries and augment the sustainable management of resources through the recovery of materials in e-wastes, Öko-

	Institut e.V. in Kooperation mit EMPA (Switzerland) and Basel Convention Coordinating Center for the African Region (Nigeria); Auftraggeber: UNEP, Sekretariat des Basler Übereinkommens, Genf, 2011
OCZ Enyo 2011	Zugriff am 23.05.2010 unter; http://www2.anobo.de/articledetail.jsp?aid=35566&agid=1463&pvid=9lgb11toq_go1dw4se&ref=27&lb
PC-Welt 2011	Ausgabe 1/2011, Testergebnisse, Zugriff am 26.04.2011, unter: http://www.testberichte.de/d/read-swf/243310.html
Rieger 2009	Rieger, R., Die Verwendung von „seltenen Erdmetallen“ in der Elektrogeräte- und Fahrzeugproduktion und ihre Erfassungsmöglichkeiten im Materialrecycling, Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, 2009
Schüler et al. 2011	Schüler, D.; Buchert, M.; Liu, R.; Dittrich, S.; Merz, C.: Study on Rare Earths and their recycling, Final report for the Green/EFA Group in the European Parliament, January 2011
Statista 2010	Anzahl der Computernutzer, die zusätzliche Laufwerke oder Speichermedien zur Verfügung haben, von 2007 bis 2010, Veröffentlichungsdatum: Oktober 2010, Zugriff am 20.04.2011 unter: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/170214/umfrage/computer--austattung-mit-zusaetzlichen-laufwerken-speichermedien/
Statista 2011	Anteile am Umsatz mit externen Plattenspeichersystemen weltweit von 2008 bis 2010 nach Hersteller, Veröffentlichungsdatum: März 2011, Zugriff am 20.04.2011 unter: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/154017/umfrage/weltweite-marktanteile-der-hersteller-externer-plattenspeichersysteme/
Stiftung Warentest 2010	Test für externe Festplatten, Ausgabe 08/2010
Top-Runner 2003	General Resources Energy Investigation Committee, Energy Savings Standards Section, Computer and Hard Disk Drive Judging Standards Subcommittee, Final Report, 02.2003. Zugriff am 18.04.2011 unter: http://www.eccj.or.jp/top_runner/pdf/computers_magneticdiscunits-eng.pdf
Top-Runner 2010	Top Runner Program, Developing the World's best Energy-Efficient Appliances, Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Agency for Natural Resources and Energy, 2010, Zugriff am 18.04.2011 unter: http://www.enecho.meti.go.jp/policy/saveenergy/toprunner2011.03en-1103.pdf
Wikipedia 2011	Festplattenlaufwerk, Zustand 23.04.2011, Zugriff am 28.04.2011 unter http://de.wikipedia.org/wiki/Festplattenlaufwerk#Ausfallursachen_und_Lebensdauer

5 Anhang

5.1 Anhang I: die berücksichtigten Wirkungskategorien der vereinfachten Ökobilanz

- Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA)
- Treibhauspotenzial (GWP)
- Versauerungspotenzial (AP)
- Eutrophierungspotenzial (EP)
- Photochemische Oxidantienbildung (POCP)

5.1.1 Kumulierter Primärenergiebedarf

Die energetischen Rohstoffe werden anhand des Primärenergieverbrauchs bewertet. Als Wirkungsindikatorwert wird der nicht-regenerative (d.h. fossile und nukleare) Primärenergieverbrauch als kumulierter Energieaufwand (KEA) angegeben.

5.1.2 Treibhauspotenzial

Schadstoffe, die zur zusätzlichen Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen, werden unter Berücksichtigung ihres Treibhauspotenzials bilanziert, welches das Treibhauspotenzial des Einzelstoffs relativ zu Kohlenstoffdioxid kennzeichnet. Als Indikator wird das Gesamttreibhauspotenzial in CO₂-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach IPCC 2007 berücksichtigt.

5.1.3 Versauerungspotenzial

Schadstoffe, die als Säuren oder aufgrund ihrer Fähigkeit zur Säurefreisetzung zur Versauerung von Ökosystemen beitragen können, werden unter Berücksichtigung ihres Versauerungspotenzials bilanziert und aggregiert. Das Versauerungspotenzial kennzeichnet die Schadwirkung eines Stoffes als Säurebildner relativ zu Schwefeldioxid. Als Indikatoren für die Gesamtbelastung wird das Gesamtversauerungspotenzial in SO₂-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach CML 2009 berücksichtigt.

5.1.4 Eutrophierungspotenzial

Nährstoffe, die zur Überdüngung (Eutrophierung) aquatischer und terrestrischer Ökosysteme beitragen können, werden unter Berücksichtigung ihres Eutrophierungspotenzials bilanziert und aggregiert. Das Eutrophierungspotenzial kennzeichnet die Nährstoffwirkung eines Stoffes relativ zu Phosphat. Als Indikator für die Gesamtbelastung werden das aquatische und das

terrestrische Eutrophierungspotenzial in Phosphat-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach CML 2009 berücksichtigt.

5.1.5 Photochemische Oxidantienbildung

Zu den Photooxidantien gehören Luftschadstoffe, die zum einen zu gesundheitlichen Schädigungen beim Menschen, zum anderen zu Schädigungen von Pflanzen und Ökosystemen führen können. Den leichtflüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds, VOC) kommt eine zentrale Rolle zu, da sie Vorläufersubstanzen sind, aus denen Photooxidantien entstehen können. Als Indikator für die Gesamtbelastung wird das Photooxidantienbildungspotenzial in Ethylen-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach CML 2009 berücksichtigt.

5.2 Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel

Vergabegrundlage für Umweltzeichen

Externe Festplatten

RAL-UZ 162



Ausgabe März 2012

RAL gGmbH

Siegburger Straße 39, 53757 Sankt Augustin, Germany, Telefon: +49 (0) 22 41-2 55 16-0
Telefax: +49 (0) 22 41-2 55 16-11

Internet: www.blauer-engel.de, e-mail: umweltzeichen@RAL-gGmbH.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Vorbemerkung	3
1.2	Hintergrund	3
1.3	Ziel des Umweltzeichens	4
1.4	Gesetzliche Grundlagen	4
1.5	Begriffsbestimmungen	5
2	Geltungsbereich	6
3	Anforderungen	7
3.1	Energieverbrauch	7
3.1.1	Leistungsaufnahme im Betriebsmodus	7
3.1.2	Jährlicher Energieverbrauch	8
3.1.3	Ein- und Ausschalter	9
3.1.4	Externe Netzteile	9
3.2	Materialanforderungen	10
3.2.1	Allgemeine Anforderungen an Kunststoffe	10
3.2.2	Zusätzliche Anforderungen an die Kunststoffe der Gehäuse und Gehäuseteile	13
3.2.3	Zusätzliche Anforderungen an die Kunststoffe der Leiterplatten	14
3.3	Recyclinggerechte Konstruktion	14
3.4	Systeme mit biozidem Silber	14
3.5	Geräuschemissionen	15
3.6	Verbraucherinformation	16
4	Zeichennehmer und Beteiligte	17
5	Zeichenbenutzung	17
Anhang 1: Messanleitung zur Energieverbrauchmessung		18
1	Vorbemerkung	18
2	Messaufbau für die Messung der Leistungsaufnahme	18
3	Messzyklus für die Messung der Leistungsaufnahme	19

Mustervertrag

1 Einleitung

1.1 Vorbemerkung

Die Jury Umweltzeichen hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Umweltbundesamt und unter Einbeziehung der Ergebnisse der von der RAL gGmbH einberufenen Anhörungsbesprechungen diese Grundlage für die Vergabe des Umweltzeichens beschlossen. Mit der Vergabe des Umweltzeichens wurde die RAL gGmbH beauftragt. Für alle Erzeugnisse, soweit diese die nachstehenden Bedingungen erfüllen, kann nach Antragstellung bei der RAL gGmbH auf der Grundlage eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages die Erlaubnis zur Verwendung des Umweltzeichens erteilt werden.

1.2 Hintergrund

Durch die starke Verbreitung von Digitalkameras, digitalen Musikspielern und Online-Videovertriebsmodellen stoßen ältere Computer und Multimediageräte (z.B. Satellitenreceiver, Fernsehgeräte, HiFi-Anlagen) oft auf Kapazitätsgrenzen. Mit externen Festplatten können diese großen Datenmengen archiviert oder zwischengespeichert werden, ohne dass sich der Nutzer hierfür leistungsstärkere Rechner oder Multimediageräte anschaffen muss. Sofern die Nutzung von externen Festplatten zu einer Verlängerung der Lebensdauer von alten Rechnern führt, können diese zum Ressourcenschutz beitragen.

Die Modelle der externen Festplatten unterscheiden sich jedoch in ihrem Energieverbrauch, ihren Geräuschemissionen und ihrer Materialzusammensetzung. Mit dem Umweltzeichen werden deshalb jene Modelle ausgezeichnet, die sehr energieeffizient arbeiten, besonders geräuscharm sind und strenge Anforderungen an eine recyclinggerechte Konstruktion und Werkstoffwahl erfüllen.

Die ausschließlich Halbleiter basierten Speichersysteme (sogenannte Solid State Drives) verursachen derzeit bei der Herstellung Treibhausgasemissionen, die sie durch geringeren Energieverbrauch in der Nutzungsphase durch Energieeinsparungen nicht ausgleichen können. Daher sind zum jetzigen Zeitpunkt solche Produkte ausgeschlossen.

1.3 Ziel des Umweltzeichens

Der Klimaschutz, die Verminderung des Energieverbrauchs, die Steigerung der Ressourceneffizienz und die Vermeidung von Schadstoffen und Abfall sind wichtige Ziele des Umweltschutzes.

Mit dem Umweltzeichen für externe Festplatten können Geräte gekennzeichnet werden, die sich durch folgende Umwelteigenschaften auszeichnen:

- geringer Energieverbrauch;
- recyclinggerechte Konstruktion;
- geringe Geräuschentwicklung;
- Vermeidung umweltbelastender Materialien.

1.4 Gesetzliche Grundlagen

Die Einhaltung bestehender Gesetze und Verordnungen wird für die mit dem Umweltzeichen gekennzeichneten Produkte selbstverständlich vorausgesetzt. Diese sind insbesondere die nachfolgend genannten:

- Die durch das Elektro- und Elektronikgesetz (ElektroG)¹ in deutsches Recht umgesetzten EU-Richtlinien 2002/96/EG² und 2002/95/EG³, die die Entsorgung regeln, sind beachtet. Unter Vorsorgeaspekten darüber hinaus gehende Anforderungen an Materialien werden eingehalten.
- Die durch die Chemikalienverordnung REACH (1907/2006/EG)⁴ und die EG-Verordnung 1272/2008⁵ (oder die Richtlinie 67/548/EWG) definierten stofflichen Anforderungen werden berücksichtigt.

¹ Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, BGBl, 2005, Teil I, Nr. 17 (23.05.2005)

² Directive on Waste from Electrical and Electronic Equipment, RL 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Elektro- und Elektronik-Altgeräte vom 27.01.2003

³ Directive on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten, ABI Nr. L 37, 13.02.2003

⁴ Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission

⁵ Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

- Die EG-Verordnung Nr. 278/2009⁶ (Netzteil-Verordnung) für den Fall, dass das Gerät mit externem Netzteil ausgeliefert wird.

1.5 Begriffsbestimmungen

Es werden für externe Festplatten vier Betriebszustände definiert (s. Abbildung 1):

- 1) **Betriebsmodus:** Es handelt sich um einen aktiven Lastzustand, in dem die externe Festplatte ihre Hauptfunktion durchführt, nämlich entweder auf eine Festplatte schreiben oder von einer Festplatte lesen.
- 2) **Leerlaufmodus:** Die Zustände, in denen sich die Festplatte vor oder nach dem Betriebsmodus befindet. Im Leerlaufmodus signalisiert die Festplatte dem angeschlossenen Computer ihre Bereitschaft und wartet auf Daten zum Lesen oder Schreiben. Im Leerlaufmodus können die Festplattenscheiben, abhängig vom Energiemanagement, rotierenden oder sich im Ruhezustand befinden.
- 3) **Schein-Aus-Modus:** Der Schein-Aus-Modus tritt ein, wenn keine Daten mehr über die Datenschnittstelle (USB, IEEE 1394, eSATA) übertragen werden können, jedoch noch eine Versorgungsspannung anliegt. Dies ist der Fall, wenn einer der folgenden Zustände erfüllt wird:
 - Externe Festplatten ohne eigenes Netzteil:
 - Die externe Festplatte ist mit keinem Computer verbunden, wird jedoch über einen aktiven Hub mit der Betriebsspannung versorgt.
 - Die externe Festplatte ist mit einem ausgeschalteten Computer verbunden, der die Festplatte (z.B. über das USB-Kabel) noch mit der Betriebsspannung versorgt.
 - Externe Festplatten mit externem Netzteil:
 - Die externe Festplatte ohne eigenen Aus-Schalter ist mit keinem Computer verbunden, wird aber noch über ein eigenes externes Netzteil mit der Betriebsspannung versorgt.
 - Die externe Festplatte ist mit einem eigenen Aus-Schalter ausgeschaltet und wird über ein externes Netzteil mit der Betriebsspannung versorgt.
- 4) **Aus-Modus:** beschreibt den Zustand, in dem durch die Festplatte keine Energie verbraucht wird.
 - Die externe Festplatte ist vom Computer und von ihrem eigenen externen Netzteil (falls vorhanden) getrennt.

⁶ Verordnung (EG) Nr. 278/2009 der Kommission vom 6. April 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG (alt: 2005/32/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an die Leistungsaufnahme externer Netzteile bei Nulllast sowie ihre durchschnittliche Effizienz im Betrieb

- Die externe Festplatte ist mit einem Computer verbunden, der ausgeschaltet und komplett vom Stromnetz getrennt ist.

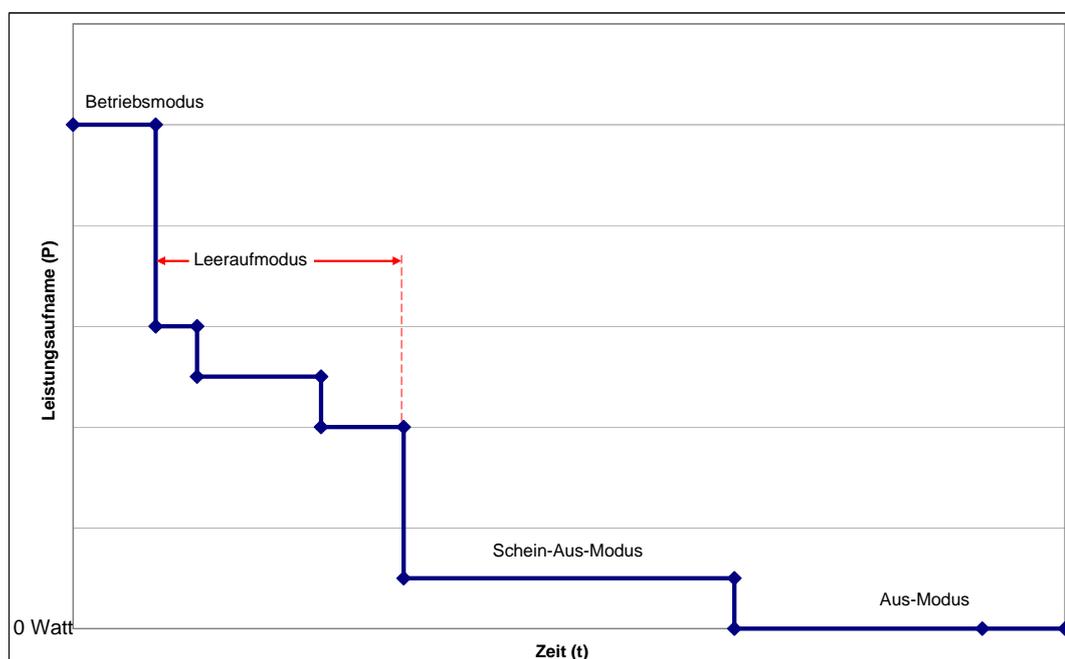


Abbildung 1: Die Leistungsaufnahme während der verschiedenen Betriebszustände

2 Geltungsbereich

Diese Vergabegrundlage gilt für externe Festplatten zur Speicherung von Daten. Eine externe Festplatte wird im Rahmen dieser Vergabegrundlage als ein Gerät definiert, das von außen über Steckverbindungen an einen Computer angeschlossen wird und das große Mengen an Daten auf einer oder mehreren magnetisierbaren rotierenden Scheiben lesen und schreiben kann. Als Festplatten im Sinne dieser Vergabegrundlage gelten externe Festplatten mit Einzellaufwerken in entsprechenden Gehäusen, die über mindestens eine externe Schnittstelle wie z.B. USB, IEEE 1394 (FireWire) oder External Serial ATA (eSATA) verfügen. Sofern die externen Festplatten mit separaten Stromversorgungen verkauft werden, sind diese externen Netzteile ebenfalls Bestandteil dieser Vergabegrundlage.

Nicht in den Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage fallen die in Servern eingesetzten Speichersysteme, wie z.B. Netzwerk-Speicher (NAS kombiniert mit Open/iSCSI SAN), Storage Area Network (SAN), Network Attached Storage (NAS) und Redundant Array of Independent Disks (RAID).

Darüber hinaus sind ausschließlich auf Halbleiterspeichern basierende Produkte, wie z.B. Flash-EEPROMs (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), die

Solid-State-Drive (SSD) Speichertechnik für externe Festplatten oder USB-Memorysticks, von dieser Vergabegrundlage ausgeschlossen.

3 Anforderungen

3.1 Energieverbrauch

Externe Festplatten müssen alternativ die Anforderungen an die maximale Leistungsaufnahme im Betriebsmodus gemäß Abschnitt 3.1.1 oder die an den maximalen jährlichen Energieverbrauch gemäß Abschnitt 3.1.2 erfüllen.

Die Anforderungen an einen Ein- und Ausschalter in Abschnitt 3.1.3 müssen nur von externe Festplatten mit einem Formfaktor ab 3,5 Zoll erfüllt werden.

Externe Festplatten, die über ein externes Netzteil mit Energie versorgt werden, müssen zusätzlich die Anforderungen zu externen Netzteilen in Abschnitt 3.1.4 erfüllen.

3.1.1 Leistungsaufnahme im Betriebsmodus

Externe Festplatten dürfen im Betriebsmodus eine elektrische Leistungsaufnahme von maximal 2,5 Watt nicht überschreiten:

$$P_{\text{Betrieb}} \leq 2,5 \text{ W}$$

Die Leistungsaufnahme muss durch Messung entsprechend Anhang 1 an der Gleichspannungsversorgung des Geräts (Anschluss des externen Netzteils oder Spannungsversorgungsadern des Datenkabels) nachgewiesen werden.

Alternativ zur Einhaltung der Anforderung an die maximale Leistungsaufnahme im Betriebsmodus kann die Einhaltung der Anforderung an den maximalen jährlichen Energieverbrauch gemäß Abschnitt 3.1.2 nachgewiesen werden.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen und nennt den Messwert der Leistungsaufnahme (P_{Betrieb}). Ergänzend dazu legt er die erforderlichen Messprotokolle eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors vor. Das Prüflabor nutzt dazu die im Anhang 1 beigefügte Messanleitung und verwendet für das Messprotokoll die beigefügte Vorlage (Anlage 2.1).

3.1.2 Jährlicher Energieverbrauch

Externe Festplatten dürfen einen jährlichen Energieverbrauch unter Standardnutzungsbedingungen von 6500 Wh/a nicht überschreiten:

$$\text{Jahresenergieverbrauch} \leq 6500 \text{ Wh/a}$$

Hierzu sind Messungen der elektrischen Leistungsaufnahmen an der Gleichspannungsversorgung des Geräts (Anschluss des externen Netzteils oder Spannungsversorgungsadern des Datenkabels) über drei Betriebszustände durchzuführen und über das Standardnutzungsprofil in einen Jahresenergieverbrauch umzurechnen. Die Standardnutzungsbedingungen gehen von einer täglichen Nutzung der externen Festplatte mit 1 h im Betriebsmodus, 7 h im Leerlaufmodus und 16 h im Schein-Aus-Modus aus.

Gemessen werden die elektrischen Leistungen:

- Betriebsmodus [W]: P_{Betrieb}
- Leerlaufmodus [W]: P_{Leerlauf}
- Schein-Aus-Modus [W]: $P_{\text{Schein-Aus}}$

Standardnutzungsprofil:

- Betriebsmodus: $t_{\text{Betrieb}} = 365 \text{ h/a}$
- Leerlaufmodus: $t_{\text{Leerlauf}} = 2555 \text{ h/a}$
- Schein-Aus-Modus: $t_{\text{Schein-Aus}} = 5840 \text{ h/a}$

Berechnung des Jahresenergieverbrauchs unter Standardnutzungsbedingungen:

$$\text{Jahresenergieverbrauch [Wh/a]} = P_{\text{Betrieb}} * t_{\text{Betrieb}} + P_{\text{Leerlauf}} * t_{\text{Leerlauf}} + P_{\text{Schein-Aus}} * t_{\text{Schein-Aus}}$$

Alternativ zur Einhaltung der Anforderung an den maximalen jährlichen Energieverbrauch kann die Einhaltung der Anforderung an die maximale Leistungsaufnahme im Betriebsmodus gemäß Abschnitt 3.1.1 nachgewiesen werden.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Vertrag, nennt den Jahresenergieverbrauch und legt für die geforderten Betriebsmodi ein Messprotokoll eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors vor. Das Prüflabor nutzt dazu die im Anhang 1 beigefügte Messanleitung und verwendet für das Messprotokoll die beigefügte Vorlage (Anlage 2.2).

3.1.3 Ein- und Ausschalter

Externe Festplatten mit einem Formfaktor ab 3,5 Zoll müssen über einen Ein- und Ausschalter verfügen, der das Gerät in den Schein-Aus-Modus versetzt.

Der Schalter muss so angebracht sein, dass er bei üblicher Aufstellung für den Nutzer leicht zugänglich und gut sichtbar ist.

Darüber hinaus muss in den Produktunterlagen darüber informiert werden, dass die Nutzung des Ausschalters zu einem reduzierten Energieverbrauch führt (Abschnitt 3.6).

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung, nennt den Formfaktor der externen Festplatte und legt ab einem Formfaktor von 3,5 Zoll die entsprechenden Produktunterlagen in Anlage 1 zum Vertrag vor.

3.1.4 Externe Netzteile

Sofern die externe Festplatte über ein externes Netzteil versorgt wird, muss das eingesetzte Netzteil die Anforderungen für externe Netzteile nach EG-Verordnung 278/2009⁷ erfüllen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung zur Konformität gemäß EG-Verordnung 278/2009 und nennt Nennleistung (P_N), Leistungsaufnahme bei Nulllast (P_0) und den elektrischen Wirkungsgrad (η). Zur Dokumentation der Einhaltung der Anforderungen legt der Antragsteller die CE-Konformitätserklärung mit den zur EG-Verordnung 278/2009 gehörigen Messprotokollen eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors vor, in denen die Einhaltung der Anforderungen bestätigt werden.

⁷ Verordnung (EG) Nr. 278/2009 Der Kommission vom 6. April 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG (alt: 2005/32/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an die Leistungsaufnahme externer Netzteile bei Nulllast sowie ihre durchschnittliche Effizienz im Betrieb.

3.2 Materialanforderungen

3.2.1 Allgemeine Anforderungen an Kunststoffe

Die Kunststoffe dürfen keine Stoffe mit folgenden Eigenschaften enthalten:

- a) Stoffe, die unter der Chemikalienverordnung REACH (1907/2006/EG) als besonders besorgniserregend identifiziert wurden und in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sogenannte „Kandidatenliste“) in der zum Zeitpunkt der Antragstellung gültigen Fassung aufgenommen wurden⁸,
- b) Stoffe, die gemäß den Kriterien der EG-Verordnung 1272/2008⁹ (oder der Richtlinie 67/548/EWG) mit den folgenden H-Sätzen (R-Sätzen) eingestuft sind oder die die Kriterien für eine solche Einstufung erfüllen:¹⁰

Toxische Stoffe:

⁸ Die Kandidatenliste in der jeweils aktuellen Fassung findet sich unter:

http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

⁹ Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, kurz: GHS-Verordnung.

Die GHS-Verordnung (Globally Harmonized System), die am 20.01.2009 in Kraft getreten ist, ersetzt die alten Richtlinien 67/548/EWG (Stoff-RL) und 1999/45/EG (Zubereitungs-RL). Danach erfolgt die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe bis zum 1. Dezember 2010 gemäß der RL 67/548/EWG und für Gemische (vormals Zubereitungen) bis zum 1. Juni 2015 gemäß der RL 1999/45/EG, nach diesen Daten muss jeweils die GHS-Verordnung angewendet werden. Bis zum 1. Juni 2015 sind für Stoffe sowohl die neuen Gefahrenhinweise (H-Sätze) als die vormals gültigen Risiko-Sätze (R-Sätze) anzugeben.

¹⁰ Die harmonisierten Einstufungen und Kennzeichnungen gefährlicher Stoffe finden sich in Anhang VI, Teil 3 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (GHS-Verordnung). Tabelle 3.1 nennt die Einstufungen und Kennzeichnungen nach dem neuen System unter Verwendung von H-Sätzen, Tabelle 3.2 nennt die Einstufungen und Kennzeichnungen nach dem alten System unter Verwendung von R-Sätzen. Die GHS-Verordnung findet sich beispielsweise unter: http://www.reach-info.de/ghs_verordnung.htm.

Ab dem 1. Dezember 2010 soll zudem ein umfassendes Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis auf den Internetseiten der ECHA öffentlich zugänglich sein, das darüber hinaus alle Selbsteinstufungen von gefährlichen Stoffen durch die Hersteller enthält.

H300	(R28)	Lebensgefahr bei Verschlucken
H301	(R25)	Giftig bei Verschlucken
H304	(R65)	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein
H310	(R27)	Lebensgefahr bei Hautkontakt
H311	(R24)	Giftig bei Hautkontakt
H330	(R26)	Lebensgefahr bei Einatmen
H331	(R23)	Giftig bei Einatmen
H370	(R39/23/24/25/26/27/28)	Schädigt die Organe
H371	(R68/20/21/22)	Kann die Organe schädigen
H372	(R48/25/24/23)	Schädigt die Organe
H373	(R48/20/21/22)	Kann die Organe schädigen

Krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe:

H340	(R46)	Kann genetische Defekte verursachen
H341	(R68)	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen
H350	(R45)	Kann Krebs erzeugen
H350i	(R49)	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen
H351	(R40)	Kann vermutlich Krebs erzeugen
H360F	(R60)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H360D	(R61)	Kann das Kind im Mutterleib schädigen
H360FD	(R60/61)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen
H360Fd	(R60/63)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H360Df	(R61/62)	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H361f	(R62)	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H361d	(R63)	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H361fd	(62/63)	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.

		Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H362	(R64)	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen

Gewässergefährdende Stoffe:

H400	(R50)	Sehr giftig für Wasserorganismen
H410	(R50/53)	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung
H411	(R51/53)	Giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung

Sonstige Gesundheits- oder Umweltwirkungen:

EUH059	(R59)	Die Ozonschicht schädigend
EUH029	(R29)	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
EUH031	(R31)	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase
EUH032	(R32)	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase
EUH070	(R39-41)	Giftig bei Berührung mit den Augen

Von den Regelungen a) und b) ausgenommen sind:

- Stoffe, als Verunreinigung oder Beimengung als einzelner Bestandteil unterhalb der Berücksichtigungsgrenzwerte entsprechend Artikel 11 der Verordnung 1272/2008 oder unterhalb der Konzentration für die Berücksichtigung im Sicherheitsdatenblatt. Falls nach Verordnung 1272/2008 stoffspezifische Grenzwerte festgelegt sind, sind diese zu berücksichtigen. Gültig ist der jeweils niedrigere Grenzwert.
- Homogene Kunststoffteile mit einer Masse unter 10 Gramm (für Kabel bezieht sich die Masseangabe 10 Gramm nur auf den Kabelkunststoff).

Von der Regelung b) ausgenommen sind:

- Monomere oder Additive, die bei der Kunststoffherstellung zu Polymeren reagieren oder chemisch fest (kovalent) in den Kunststoff eingebunden werden, wenn ihre Restkonzentrationen unterhalb der Einstufungsgrenzen für Gemische liegen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Vertrag und legt Erklärungen der Lieferanten vor (bspw. der Lieferanten der Gehäuse, Leiterplatten, Kabel oder Stecker), dass die ausgeschlossenen Substanzen nicht enthalten sind (Anlage 5 zum Vertrag).

3.2.2 Zusätzliche Anforderungen an die Kunststoffe der Gehäuse und Gehäuseteile

Halogenhaltige Polymere sind nicht zulässig. Weiterhin sind halogenorganische Verbindungen als Additive nicht zulässig und dürfen den Kunststoffteilen nicht zugesetzt werden.

Von dieser Regelung ausgenommen sind:

- Fluororganische Additive (wie zum Beispiel Anti-Dripping-Reagenzien), die zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Kunststoffe eingesetzt werden, sofern sie einem Gehalt von 0,5 Gewichts-Prozent nicht überschreiten.
- Fluorierte Kunststoffe wie z.B. PTFE.
- Kunststoffteile mit einer Masse unter 10 Gramm.

Die in Kunststoffteilen mit einer Masse größer oder gleich 10 Gramm eingesetzten Flammenschutzmittel sind zu nennen und durch die CAS-Nummer zu charakterisieren.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag. Bezüglich der Flammenschutzmittel veranlasst er eine schriftliche Erklärung der Kunststoffhersteller oder -lieferanten an die RAL gGmbH, dass die auszuschließenden Substanzen in Gehäusekunststoffen nicht zugesetzt sind (Anlage 6 zum Vertrag). Zugleich verpflichtet er sich, die Hersteller oder Lieferanten der Gehäusekunststoffe zu veranlassen, die chemische Bezeichnung der eingesetzten Flammenschutzmittel (CAS-Nr.) vertraulich an die RAL gGmbH zu übermitteln (Anlage 6 zum Vertrag).

3.2.3 Zusätzliche Anforderungen an die Kunststoffe der Leiterplatten

Dem Trägermaterial der Leiterplatten dürfen keine PBB (polybromierte Biphenyle), PBDE (polybromierte Diphenylether) oder Chlorparaffine zugesetzt sein.

Nachweis:

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in der Anlage 1 zum Vertrag und legt eine schriftliche Erklärungen der Leiterplattenhersteller oder -lieferanten an die RAL gGmbH vor, dass die ausgeschlossenen Substanzen nicht enthalten sind.

3.3 Recyclinggerechte Konstruktion

Externe Festplatten müssen so konstruiert und entworfen sein, dass eine Demontage im Hinblick auf einen möglichst hohen Recyclinganteil möglich ist.

- Das heißt, dass entsprechende Verbindungen mit handelsüblichen Werkzeugen leicht lösbar und die Verbindungsstellen leicht zugänglich sein müssen, damit Gehäuseteile und Elektrobaugruppen (inkl. Leiterplatten) bzw. Magnet Fraktionen von Materialien anderer funktioneller Einheiten getrennt und nach Möglichkeit werkstofflich verwertet werden können.
- Elektrobaugruppen müssen leicht vom Gehäuse demontiert werden können.
- Um eine sortenreine Trennung zu ermöglichen müssen Gehäuseteile aus Kunststoff mit einer Masse größer oder gleich 10 Gramm, die nur aus einem Polymer bestehen, dauerhaft nach ISO 11469:2000 unter Beachtung von ISO 1043 Teil 1 bis 4 gekennzeichnet sein.
- Eine metallische Beschichtung des äußeren Gehäuses ist nicht zulässig.
- Um externe Festplatten leicht recycelbar zu gestalten, wird empfohlen,
 - die Befestigung des äußeren Gehäuses, sofern es aus Kunststoff besteht, nur durch Steck- und Klemmverbindungen auszuführen und dabei auf Schrauben oder Klebeverbindungen zu verzichten,
 - an der Festplatte selbst nur Schrauben mit einem einheitlichen Kopfformat von T10 nach EN ISO 14583 Flachkopfschrauben mit Innensechsrund („Torx“) zu verwenden.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag.

3.4 Systeme mit biozidem Silber

Der Einsatz von biozid wirkendem Silber auf berührbaren Oberflächen ist ausgeschlossen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Vertrag.

3.5 Geräuschemissionen

Die Bewertung der Geräuschemissionen beruht auf der Angabe der garantierten A-bewerteten Schalleistungspegel in Dezibel (dB) mit einer Nachkommastelle. Die A-bewerteten Schalleistungspegel $L_{WA(1,2)}$ werden auf der Grundlage der ISO/FDIS 7779:2010 gemessen und berechnet. Dabei ist sicher zu stellen, dass bei Konfigurationsvarianten baugleicher Geräte die lautesten Komponenten berücksichtigt werden.

Die ausgewiesenen Werte für den garantierten A-bewerteten Schalleistungspegel $L_{WAd(1,2)}$ dürfen die folgenden Werte nicht überschreiten:

Zustand	Schalleistungspegel	Externe Festplatten ≤ 2,5 Zoll	Externe Festplatten > 2,5 Zoll
Betriebsmodus	$L_{WAd(1)}$	28,0 dB(A)	37,0 dB(A)
Leerlaufmodus	$L_{WAd(2)}$	25,0 dB(A)	29,0 dB(A)

Die Messungen sind in folgenden Betriebszuständen vorzunehmen:

- Das Festplattenlaufwerk ist im Betriebsmodus und schreibt oder liest Daten. Die Messung des $L_{WA(1)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.9.3.2.
- Das Festplattenlaufwerk ist im Leerlaufmodus. Die Messung des $L_{WA(2)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.15.3.1.

Damit der Schalleistungspegel als garantiert gelten kann, sind entsprechend ISO 9296:1988 mindestens drei Geräte in jedem Betriebszustand zu prüfen. Die garantierten Schalleistungspegel $L_{WAd(1,2)}$ werden in Anlehnung an ISO 9296:1988 ermittelt und in Dezibel (dB) mit einer Nachkommastelle angegeben. Sofern die Geräuschemessungen nur an einem Gerät vorgenommen werden können, darf ersatzweise zur Ermittlung des garantierten A-bewerteten Schalleistungspegels L_{WAd} folgende Formel in Anlehnung an ISO 9296:1988 benutzt werden:

$$L_{WAd} = L_{WAE} + 3 \text{ dB}$$

(L_{WAE} = ermittelter Schalleistungspegel der Einzelmessung in dB)

Die Messbedingungen und Prüfergebnisse sind in das Formblatt (Anlage 8 zum Vertrag) einzutragen.

Nachweis

Der Antragsteller weist die Einhaltung der Anforderungen nach, indem er das ausgefüllte Formblatt Anlage 8 zum Vertrag vorlegt. Dieses Formblatt ist vom

Prüfinstitut auf der Basis des Prüfprotokolls auszufüllen und zu bestätigen. Das Prüfinstitut muss nach DIN EN ISO/IEC 17025 und für die geforderten akustischen Prüfungen nach ISO/FDIS 7779 akkreditiert sein.

3.6 Verbraucherinformation

Die zu den Geräten mitgelieferte Dokumentation muss neben den technischen Beschreibungen auch die umwelt- und gesundheitsrelevanten Nutzerinformationen enthalten. Diese muss in gedruckter Form dem Gerät beigelegt werden. Folgende wesentliche Nutzerinformationen müssen in der Dokumentation enthalten sowie auf den Internetseiten des Herstellers abrufbar sein:

1. Angabe der Leistungsaufnahme in Watt im:
 - Betriebsmodus
 - Leerlaufmodus
 - Schein-Aus-Modus
2. Angabe der Geräuschemissionen (Schallleistungspegel) im:
 - Betriebsmodus
 - Leerlaufmodus
3. Für externe Festplatten mit einem Formfaktor ab 3,5 Zoll: Hinweis zur Nutzung des Ausschalters zur Energieeinsparung.
4. Hinweis darauf, dass das externe Netzteil einer externen Festplatte zur Reduzierung des Stromverbrauchs nach der Beendigung der Nutzung vom Stromnetz getrennt werden soll.
5. Hinweis darauf, dass die externe Festplatte zur Energieeinsparung nach Beendigung der Nutzung vom Computer getrennt werden soll.
6. Informationen und Nutzerhinweise zum Vorgang der Softwareaktualisierung.
7. Hinweise zur „richtigen“ Nutzung des Geräts zur Verlängerung der Lebensdauer (z.B. Vermeidung von Erschütterungen während des Betriebsmodus).
8. Hinweis darauf, dass die externen Festplatten bzw. externen Netzteile nicht als Haushaltsmüll zu behandeln und an Sammelstellen abzugeben sind.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 und legt die entsprechenden Produktunterlagen mit entsprechend markierten Stellen in Anlage 9 vor.

4 Zeichennehmer und Beteiligte

4.1 Zeichennehmer sind Hersteller oder Vertreiber von Produkten gemäß Abschnitt 2.

4.2 Beteiligte am Vergabeverfahren:

- RAL gGmbH für die Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel,
- das Bundesland, in dem sich die Produktionsstätte des Antragstellers befindet,
- das Umweltbundesamt, das nach Vertragsschluss alle Daten und Unterlagen erhält, die zur Beantragung des Blauen Engel vorgelegt wurden, um die Weiterentwicklung der Vergabegrundlagen fortführen zu können.

5 Zeichenbenutzung

5.1 Die Benutzung des Umweltzeichens durch den Zeichennehmer erfolgt aufgrund eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages.

5.2 Im Rahmen dieses Vertrages übernimmt der Zeichennehmer die Verpflichtung, die Anforderungen gemäß Abschnitt 3 für die Dauer der Benutzung des Umweltzeichens einzuhalten.

5.3 Für die Kennzeichnung von Produkten gemäß Abschnitt 2 werden Zeichenbenutzungsverträge abgeschlossen. Die Geltungsdauer dieser Verträge läuft bis zum 31.12.2014. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum 31.03.2014 bzw. 31.03. des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird. Eine Weiterverwendung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.

5.4 Der Zeichennehmer (Hersteller) kann die Erweiterung des Benutzungsrechtes für das Kennzeichnungsberechtigte Produkt bei der RAL gGmbH beantragen, wenn es unter einem anderen Marken-/Handelsnamen und/oder anderen Vertriebsorganisationen in den Verkehr gebracht werden soll.

5.5 In dem Zeichenbenutzungsvertrag ist festzulegen:

5.5.1 Zeichennehmer (Hersteller/Vertreiber)

5.5.2 Marken-/Handelsname, Produktbezeichnung

5.5.3 Inverkehrbringer (Zeichenanwender), d.h. die Vertriebsorganisation gemäß Abschnitt 5.4

Anhang 1: Messanleitung zur Energieverbrauchsmessung

1 Vorbemerkung

Gemäß Abschnitt 3.1.1 muss die Leistungsaufnahme im Betriebsmodus ermittelt werden. Oder gemäß Abschnitt 3.1.2 muss der jährliche Energieverbrauch von externen Festplatten anhand der Leistungsaufnahme in unterschiedlichen Betriebszuständen über ein Jahresnutzungsprofil berechnet werden. Diese Messungen stellen die Nutzung einer externen Festplatte an einem typischen Computer dar. Die Nutzung von externen Festplatten an Multimediageräten (z.B. Satellitenreceiver, Fernsehgeräte, HiFi-Anlagen) wird durch diesen jährlichen Energieverbrauch nicht erfasst.

Hierzu sind Messungen der elektrischen Leistungsaufnahmen an der Gleichspannungsversorgung des Geräts (Anschluss des externen Netzteils oder Spannungsversorgungsadern des Datenkabels) über folgende Betriebszustände durchzuführen:

- Betriebsmodus [W]: P_{Betrieb}
- Leerlaufmodus [W]: P_{Leerlauf}
- Schein-Aus-Modus [W]: $P_{\text{Schein-Aus}}$

Die Definition der Betriebszustände befindet sich in Abschnitt 1.5.

Die Messungen sind durch ein Prüflabor, das die allgemeinen Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 erfüllt, durchzuführen und als Prüfprotokoll zu dokumentieren.

2 Messaufbau für die Messung der Leistungsaufnahme

Um bei den Messungen sicher zu stellen, dass sich die externe Festplatte im jeweiligen Betriebszustand befindet, ist folgender Messaufbau einzuhalten:

Betriebsmodus: Die Festplatte rotiert und es werden Daten vom Computer mit dem Betriebssystem Microsoft Windows 7 auf die Festplatte mit einem NTFS-Dateisystem (New Technology File System) übertragen (geschrieben) oder umgekehrt Daten von der Festplatte auf den Computer übertragen (gelesen). Dieser Zustand wird in der Regel an der externen Festplatte durch ein Leuchtsignal (LED) angezeigt. Gemessen wird die elektrische Arbeit (z.B. durch kontinuierliche Messung und anschließende Integration von Spannung und Strom) über den Zeitraum nach Beginn des

Lese/Schreibvorgangs bis vor dem Ende des Lese/Schreibvorgangs. Die elektrische Leistung [W] berechnet sich dann als Quotient aus elektrischer Arbeit [Ws] und dem gemessenen Zeitraum [s].

Leerlaufmodus: Die externe Festplatte bleibt nach der Messung des Betriebsmodus mit dem Computer verbunden, es werden jedoch keine weiteren Daten mehr gelesen oder geschrieben. Die elektrische Leistungsaufnahme des Leerlaufmodus wird nach einer Wartezeit von 15 Minuten nach dem Ende des Betriebsmodus gemessen. Die externe Festplatte darf während dieser Zeit nicht durch einen gezielten Befehl des Nutzers oder des angeschlossenen Computers in den Leerlaufmodus versetzt werden, sondern muss diesen automatisch erreichen.

Schein-Aus-Modus: Der Schein-Aus-Modus tritt ein, wenn keine Daten mehr über die Datenschnittstelle übertragen werden können, jedoch noch eine Versorgungsspannung anliegt. Dieser Zustand ist dadurch sicher zu stellen, dass die Betriebsspannung angelegt bleibt (Netzteil oder Spannungsadern des Datenkabels), die jeweiligen Datenleitungen jedoch mechanisch unterbrochen werden.

3 **Messzyklus für die Messung der Leistungsaufnahme**

Es müssen Messungen an drei baugleichen Geräten entsprechend dem in den Anlagen 2.1 und 2.2 beschriebenen Messzyklus durchgeführt und die Einzelmesswerte dokumentiert werden.

Zur Berechnung des Jahresenergieverbrauchs, der Abschnitt 3.1.2 anzugeben ist, werden jeweils arithmetische Mittelwerte der Einzelmessungen im jeweiligen Betriebszustand gebildet.

Die Leistungsaufnahme im Betriebsmodus berechnet sich anschließend als Mittelwert aus der mittleren Leistungsaufnahme im Betriebsmodus Schreiben und der mittleren Leistungsaufnahme im Betriebsmodus Lesen.

Die einzelnen Leistungswerte gemäß 3.1.1 und entsprechende Messungen sind im Messprotokoll (Anlage 2.1) zu dokumentieren. Wird dagegen der Jahresenergieverbrauch gemäß 3.1.2 angegeben, ist das Messprotokoll nach Anlage 2.2 beizulegen.

VERTRAG

Nr.

über die Vergabe des Umweltzeichens

RAL gGmbH als Zeichengeber und die Firma

(Inverkehrbringer)

als Zeichennehmer – nachfolgend kurz ZN genannt –
schließen folgenden Zeichenbenutzungsvertrag:

M U S T E R

1. Der ZN erhält das Recht, unter folgenden Bedingungen das dem Vertrag zugrunde liegende Umweltzeichen zur Kennzeichnung des Produkts/der Produktgruppe/Aktion **"(Titel einfügen)"** für

"(Marken-/Handelsname)"

zu benutzen. Dieses Recht erstreckt sich nicht darauf, das Umweltzeichen als Bestandteil einer Marke zu benutzen. Das Umweltzeichen darf nur in der abgebildeten Form und Farbe mit der unteren Umschrift "schützt das Klima" benutzt werden, soweit nichts anderes vereinbart wird. Die Abbildung der gesamten inneren Umschrift des Umweltzeichens muss immer in gleicher Größe, Buchstabenart und -dicke sowie -farbe erfolgen und leicht lesbar sein.

2. Das Umweltzeichen gemäß Abschnitt 1 darf nur für o. g. Produkt/Produktgruppe/Aktion benutzt werden.
3. Für die Benutzung des Umweltzeichens in der Werbung oder sonstigen Maßnahmen des ZN hat dieser sicherzustellen, dass das Umweltzeichen nur in Verbindung zu o.g. Produkt/Produktgruppe/Aktion gebracht wird, für die die Benutzung des Umweltzeichens mit diesem Vertrag geregelt wird. Für die Art der Benutzung des Zeichens, insbesondere im Rahmen der Werbung, ist der Zeichennehmer allein verantwortlich.
4. Das/die zu kennzeichnende Produkt/Produktgruppe/Aktion muss während der Dauer der Zeichenbenutzung allen in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ 162" in der jeweils gültigen Fassung enthaltenen Anforderungen und Zeichenbenutzungsbedingungen entsprechen. Dies gilt auch für die Wiedergabe des Umweltzeichens (einschließlich Umschrift). Schadensersatzansprüche gegen die RAL gGmbH, insbesondere aufgrund von Beanstandungen der Zeichenbenutzung oder der sie begleitenden Werbung des ZN durch Dritte, sind ausgeschlossen.
5. Sind in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen" Kontrollen durch Dritte vorgesehen, so übernimmt der ZN die dafür entstehenden Kosten.
6. Wird vom ZN selbst oder durch Dritte festgestellt, dass der ZN die unter Abschnitt 2 bis 5 enthaltenen

Bedingungen nicht erfüllt, verpflichtet er sich, dies der RAL gGmbH anzuzeigen und das Umweltzeichen solange nicht zu benutzen, bis die Voraussetzungen wieder erfüllt sind. Gelingt es dem ZN nicht, den die Zeichenbenutzung voraussetzenden Zustand unverzüglich wiederherzustellen oder hat er in schwerwiegender Weise gegen diesen Vertrag verstoßen, so entzieht die RAL gGmbH gegebenenfalls dem ZN das Umweltzeichen und untersagt ihm die weitere Benutzung. Schadensersatzansprüche gegen die RAL gGmbH wegen der Entziehung des Umweltzeichens sind ausgeschlossen.

7. Der Zeichenbenutzungsvertrag kann aus wichtigen Gründen gekündigt werden.
Als solche gelten z. Beispiel:
 - nicht gezahlte Entgelte
 - nachgewiesene Gefahr für Leib und Leben.Eine weitere Benutzung des Umweltzeichens ist in diesem Fall verboten. Schadensersatzansprüche gegen die RAL gGmbH sind ausgeschlossen (vgl. Ziffer 6 Satz 3).
8. Der ZN verpflichtet sich, für die Nutzungsdauer des Umweltzeichens der RAL gGmbH ein Entgelt gemäß "Entgeltordnung für das Umweltzeichen" in ihrer jeweils gültigen Ausgabe zu entrichten.
9. Die Geltungsdauer dieses Vertrages läuft gemäß "Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ 162" bis zum 31.12.2014. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum 31.03.2014 bzw. bis zum 31.03. des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird. Eine Benutzung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.
10. Mit dem Umweltzeichen gekennzeichnete Produkte/ Aktionen und die Werbung dafür dürfen nur bei Nennung der Firma des

(ZN/Inverkehrbringers)

an den Verbraucher gelangen.

Sankt Augustin, den

Ort, Datum

RAL gGmbH
Geschäftsleitung

(rechtsverbindliche Unterschrift
und Firmenstempel)