

PROSA

Kompakte Desktop-Rechner (Nettops)

Entwicklung der Vergabekriterien für ein
klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

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

Freiburg, den 05. Januar 2010

Autor/innen:

Siddharth Prakash

Eva Brommer

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 95-88

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95

64295 Darmstadt. Deutschland

Tel. +49 (0) 6151 – 81 91-0

Fax +49 (0) 6151 – 81 91-33

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



**DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE**

Büro Berlin

Novalisstraße 10

10115 Berlin. Deutschland

Tel. +49 (0) 30 – 40 50 85-0

Fax +49 (0) 30 – 40 50 85-388

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

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	v
Einleitung	1
Methodisches Vorgehen	1
1 Definition	2
2 Markt- und Umfeldanalyse	5
2.1 Markttrends	5
2.1.1 Geschichte	5
2.1.2 Verkaufszahlen	6
2.1.3 Hersteller und ihre Modelle	6
2.1.4 Preise	9
2.1.5 Stromverbrauch	9
2.1.6 Bedeutung von Schadstoffen	10
2.1.7 Lärm	11
2.1.8 Lebensdauer und Bedeutung der Langlebigkeit	12
2.2 Technologietrends Nettops	13
2.2.1 Prozessor und Chipsatz	13
2.2.2 Betriebssystem	16
2.2.3 Akku	16
2.2.4 All-in-One Nettops (AiO)	17
2.2.5 Funktionen	17
2.2.6 Thin Clients und Server-Based Computing	18
3 Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung	19
3.1 Ökobilanz	19
3.1.1 Funktionelle Einheit	20
3.1.2 Systemgrenzen	20
3.1.3 Herstellung und Distribution	20
3.1.4 Nutzung	21
3.1.5 Entsorgung	23
3.1.6 Betrachtete Wirkungskategorien	23
3.2 Analyse der Lebenszykluskosten	26
3.2.1 Investitionskosten	26

3.2.2	Stromkosten	27
3.2.3	Reparaturkosten	27
3.2.4	Entsorgungskosten	28
3.2.5	Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse	28
4	Konsumtrends	28
4.1	Nutzenanalyse	29
4.1.1	Gebrauchsnutzen	31
4.1.2	Symbolischer Nutzen	32
4.1.3	Gesellschaftlicher Nutzen	32
4.2	Zusammenfassung der Nutzenanalyse	33
5	Gesamtbewertung und Ableitung der Vergabekriterien	34
5.1	Eignung der Energy Star Grenzwerte	35
5.2	Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG	37
5.3	Blauer Engel	37
5.4	EU-Umweltzeichen und Nordic Swan	38
5.5	TCO Development	38
5.6	Ableitung für ein Umweltzeichen für kompakte Desktop-Rechner (Nettops)	39
6	Literatur	39
7	Anhang	41
7.1	Anhang I: Wirkungskategorien der Life Cycle Analysis	41
7.2	Anhang II: Entwurf der Vergabekriterien für Kompakte Desktop Rechner (Nettops)	44

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Die Grundstruktur von PROSA	2
Abbildung 2	Typische Ausstattung von Nettops	3
Abbildung 3	Unterschiede zwischen Nettops, Entry/Value Desktops und Mainstream Desktops	4
Abbildung 4	Asus Eee Box B202	7
Abbildung 5	Acer Aspire Revo R3600	8
Abbildung 6	Der Intel™ Atom™ Prozessor	13
Abbildung 7	Apple Mac mini	15
Abbildung 8	Checkliste Gebrauchsnutzen	30
Abbildung 9	Checkliste Symbolischer Nutzen	30
Abbildung 10	Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen	31
Abbildung 11	Grenzwerte – Computer nach Energy Star® Program Requirements for Computers Version 5.0	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Spezifikation der durchschnittlichen in Deutschland am Markt verfügbaren Nettops	20
Tabelle 2	Durchschnittliche Nutzung eines kompakten Desktop-Rechners	22
Tabelle 3	Durchschnittliche Nutzung eines herkömmlichen Desktop-Rechners	22
Tabelle 4	Durchschnittliche Nutzung eines Notebooks	23
Tabelle 5	Durchschnittliche Nutzung eines Netbooks	23
Tabelle 6	Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines All-in-one Nettops (16 Zoll) bezogen auf ein Jahr	24
Tabelle 7	Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines Nettops (ohne Bildschirm) bezogen auf ein Jahr	25

Tabelle 8	Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines herkömmlichen Desktops PCs bezogen auf ein Jahr	25
Tabelle 9	Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines All-in-one Nettops (16 Zoll) bezogen auf die gesamte Lebensdauer	26
Tabelle 10	Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines Nettops bezogen auf die gesamte Lebensdauer	26
Tabelle 11	Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines herkömmlichen Desktop PCs bezogen auf die gesamte Lebensdauer	26
Tabelle 12	Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen	27
Tabelle 13	Kostenvergleich der Gerätetypen bezogen auf ein Jahr	28
Tabelle 14	Zusammenfassung der Nutzenanalyse	33
Tabelle 15	Nutzungsdauer pro Modus – Desktop und Notebook	36
Tabelle 16	Charakterisierungsfaktoren für Treibhauspotenzial (nach IPCC 1995)	41
Tabelle 17	Charakterisierungsfaktoren für Versauerungspotenzial	42
Tabelle 18	Charakterisierungsfaktoren für das aquatische Eutrophierungspotenzial	42
Tabelle 19	Charakterisierungsfaktoren für das terrestrische Eutrophierungspotenzial	43

Einleitung

Die vorliegende Untersuchung zu Nettops ist Teil eines mehrjährigen Forschungsvorhabens, bei der die aus Klimasicht wichtigsten hundert Haushaltsprodukte im Hinblick auf ökologische Optimierungen und Kosteneinsparungen bei Verbrauchern analysiert werden.

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

- für Verbraucherinformationen zum Kauf und Gebrauch klimarelevanter Produkte (einsetzbar bei der Verbraucher- und Umweltberatung von Verbraucherzentralen, Umweltorganisationen und Umweltportalen wie www.utopia.de etc.),
- für die freiwillige Umweltkennzeichnung von Produkten (z.B. das Umweltzeichen Blauer Engel, für das europäische Umweltzeichen, für Marktübersichten wie www.topten.info und www.ecotopten.de oder für Umwelt-Rankings wie etwa die Auto-Umweltliste des VCD),
- für Anforderungen an neue Produktgruppen bei der Ökodesign-Richtlinie und für Best-Produkte bei Förderprogrammen für Produkte,
- für produktbezogene Innovationen bei den Unternehmen.

Auf der Basis der vorliegenden Untersuchung und Diskussionen im Rahmen der Expertenanhörung am 15. September 2009 bei der RAL gGmbH in St. Augustin und der anschließenden Diskussion auf der Sitzung der Jury Umweltzeichen am 07. Dezember 2009 wurde beschlossen, die Vergabekriterien für Nettops, auch kompakte Desktop-Rechner genannt, in die bestehende Vergabegrundlage des Umweltzeichens „Der Blaue Engel“ für Computer (RAL-UZ 78) zu integrieren.

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.

Methodisch wird die Analyse mit der Methode PROSA – Product Sustainability Assessment¹ durchgeführt (Abbildung 1). PROSA umfasst mit der Markt- und Umfeld-Analyse, der Ökobilanz, der Lebenszykluskostenrechnung und der Benefit-Analyse die zur Ableitung der Ver-

¹ Grießhammer, R.; Buchert, M.; Gensch, C.-O.; Hochfeld, C.; Rüdener, I.; Freiburg, Darmstadt, Produkt-Nachhaltigkeits-Analyse (PROSA/PLA) - Methodenentwicklung und Diffusion, Berlin 2007

gabekriterien 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. Eventuelle Hinweise auf soziale Hot-Spots würden sich allerdings auch aus der Markt- und Umfeld-Analyse ergeben.

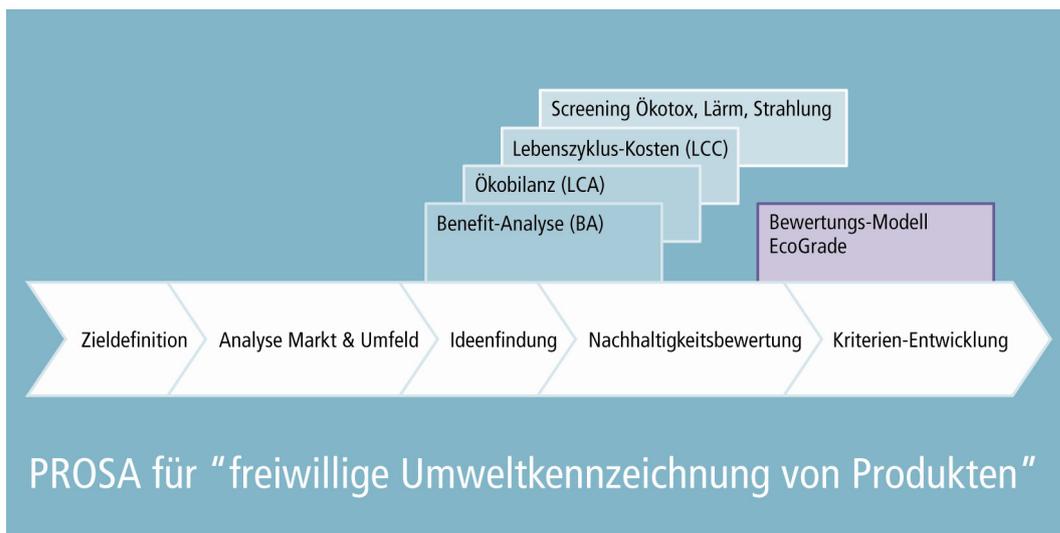


Abbildung 1 Die Grundstruktur von PROSA

1 Definition

Der Begriff Nettops bezeichnet billige, kompakte Desktop-PCs für einfache Aufgaben, insbesondere für den Internetzugang und Office-Anwendungen. Außerdem ermöglichen die Geräte weitere unkomplizierte Anwendungen, wie die Wiedergabe von Videos in Standardauflösung, Videotelefonate sowie Darstellung und Bearbeitung von Bildern.

Nettops bestehen überwiegend aus Netbook-ähnlichen Komponenten und weisen gegenüber allgemeinen Desktop-PCs eine eingeschränkte Funktionalität auf (z.B. Einschränkungen resultierend aus Prozessor, Festplatte, Arbeitsspeicher, Grafik). Beispielsweise hat der Großteil der Nettops den Intel Atom 230 als Hauptprozessor – ein enger Verwandte des Netbook-Mobilprozessors Intel Atom N270. In vielen Nettops kommt aber auch der Mobilprozessor Intel Atom N270 selbst oder der Intel Celeron zum Einsatz. Der Atom 230 ist von seiner Funktion ungefähr vergleichbar mit dem vor fünf Jahren vorgestellten Mobilprozessor Pentium M bei 1 GHz Taktfrequenz.

Im Vergleich zu Nettops sind die anderen Kompaktrechner, wie Apple Mac mini oder HP Slimline, deutlich besser ausgestattet und dementsprechend teurer. Diese bestehen aus Prozessoren mit hoher Rechenleistung, besitzen 2 bis 4 GB Arbeitsspeicher, verfügen i.d.R. über externe Grafikkarten mit eigenem Speicher und haben ein integriertes optisches Laufwerk. Während Apple Mac mini und ähnliche Kompaktrechner mindestens 500 € kosten, liegen die Preise für Nettops im Durchschnitt unter 300 €. Dafür muss man bei Nettops oft auf ein optisches Laufwerk verzichten und mit einer relativ geringen Rechenleistung des Prozessors auskommen. Nettops sind nur begrenzt aufrüstbar (sie haben beispielsweise keinen freien Steckplatz für zusätzlichen Arbeitsspeicher) und weisen einen sehr geringen Stromverbrauch auf. Des Weiteren arbeiten sie sehr leise oder sogar lautlos und variieren in ihrem Gehäusevolumen zwischen 1 und 5 Liter. Einige Varianten lassen sich sogar an die Rückwand des Monitors montieren oder sind, wie die sogenannten All-in-One PCs, direkt in das Gehäuse eines solchen integriert.

Die folgende Abbildung 2 zeigt eine typische Ausstattung eines Nettops.

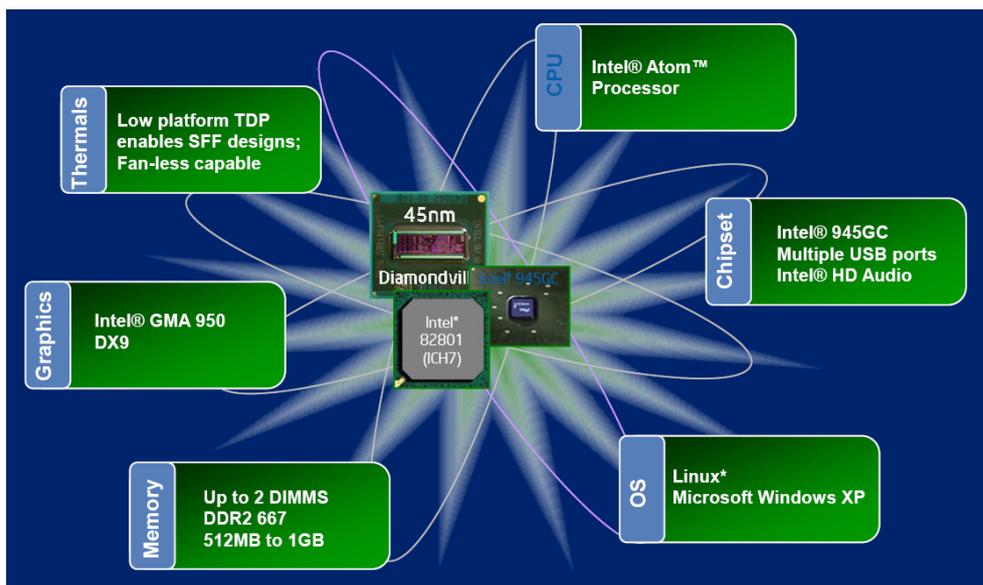


Abbildung 2 Typische Ausstattung von Nettops²

² Quelle: Intel 2008: Netbooks and Nettops – New Category of Emerging Internet Devices. Präsentation bei Mobile Platforms Group, Intel Developer Forum, April 2008

Die folgende Abbildung 3 stellt die Unterschiede zwischen Nettops, einfachen Desktoprechnern (so genannten Entry/Value Desktops) und Mainstream Desktops dar:

	Nettop	Entry/Value Desktop	Mainstream Desktop
Usages			
Productivity	Web Browsing, Word Processing & E-Mail	Computational Spreadsheets & Databases	Premium office suites
Photo & Video	Photo & Video Viewing (Streaming)	Editing in Windows* Photo Gallery	Creates and manages Photos and Videos. Faster video encoding and DV editing
Video Playback	SD Playback (i.e. YouTube)	Capable of HD Playback	Full HD playback, PVR
Games	Legacy Online Games	Basic Online Games	Mainstream/Performance DX10 3D Games
System Attributes			
Discrete Graphics	No	Capable	Yes
CPU + CS TDP	12W - 26W	45W - 65W	65W +
System Price	<\$299	>\$300	>\$999

Abbildung 3 Unterschiede zwischen Nettops, Entry/Value Desktops und Mainstream Desktops³

Zusammenfassend weisen Nettops in der Regel folgende Merkmale auf:

- ⇒ Einzel- oder Doppelkern Prozessor mit geringer Rechenleistung, z.B. Intel Atom,
- ⇒ 1 GB Arbeitsspeicher,
- ⇒ 160 GB rotierende Festplatte oder 16 GB Solid State Disk,
- ⇒ On board Graphik ohne eigenen Speicher / keine externe Grafikkarte,
- ⇒ Evtl. kein integriertes optisches Laufwerk,
- ⇒ Schnittstellen: mindestens USB, VGA,
- ⇒ WLAN.

³ Quelle: Intel 2008: Netbooks and Nettops – New Category of Emerging Internet Devices. Präsentation bei Mobile Platforms Group, Intel Developer Forum, April 2008

2 Markt- und Umfeldanalyse

2.1 Markttrends

2.1.1 Geschichte

Vorläufer für die Nettops war der 2005 von Apple entwickelte Kompaktrechner, Mac mini. Wie Mac mini sollten auch Nettops unkomplizierte Rechner für einfache Anwendungen sein, etwa Websurfen, Textverarbeitung, Musik hören und Video-Wiedergabe in PAL-Auflösung (c't 22/2008). Die Nettop-Idee hatte allerdings ihre Wurzeln in den sogenannten „Emerging Markets“, das heißt, deren Verkauf war erstmal für die Märkte in Schwellen- und Entwicklungsländern, wie China, Indien oder Brasilien vorgesehen, wo man in Zukunft die höchsten Zuwachsraten bei den Computerstückzahlen erwartet. Deswegen liegen sie preislich im unteren Segment, da sie für Menschen gedacht sind, die nicht genug Geld für hochwertige Hardwareausstattungen aufwenden können. Ähnliche Konzepte werden schon seit einigen Jahren ausprobiert, wie z.B. beim „One Laptop Per Child“ (OLPC-XO) Projekt, das jedes Schulkind in den Schwellenländern mit einem kleinen mobilen 100-Dollar-Laptop versorgen soll, um dessen Ausbildungssituation zu verbessern. Auch Intel will mit dem Classmate PC ähnliche Ziele erreichen, und die taiwanische Firma VIA will mit ihrer Initiative PC-1 arme Menschen in Entwicklungsländern durch preiswerte Hardware und Modelle zur gemeinschaftlichen Nutzung dieser Ressourcen ans Internet anbinden.

Allerdings hat der Erfolg der Netbooks⁴ auch im europäischen und amerikanischen Raum gezeigt, dass selbst hier viele Käufer gerne auf Hardware-Leistung verzichten, sofern sie im Gegenzug von anderen Vorteilen wie niedrige Preise oder kompaktes Design profitieren. Deshalb haben die PC-Hersteller das Netbook-Modell übernommen und beschlossen, kompakte, einfach ausgestattete und vor allem billige stationäre Rechner auch für die europäischen und amerikanischen Märkte zu produzieren.

Auf der anderen Seite bergen Billigrechner wie Nettops das Risiko, dass sie evtl. profitablere Waren verdrängen und damit große Verluste für ihre Hersteller verursachen. Deshalb sollten Nettops in den reifen Märkten der Industrieländer als Zweit- oder Dritt-Computer gefördert werden. Oft werden sie als billige Alternativen für die Kinder angepriesen. Zur Differenzierung innerhalb der Klasse der Kompaktrechner erfand Intel den Kunstnamen Nettops, um

⁴ Laut einer Marktstudie des IT-Marktforschungsunternehmens Gartner machten Netbooks bzw. Mini-Notebooks Mitte des Jahres 2008 knapp 3% aller Verkäufe aus. Zum Ende 2008 stieg der Anteil auf ca. 12% und einer weltweit verkauften Anzahl an Netbooks von über 10 Millionen. In Deutschland wurden 2008 nach der Studie von Gartner 350.000 Netbooks verkauft. Laut einer Studie von IDC nehmen Netbooks inzwischen einen Anteil von 7% Prozent am gesamten Notebook-Markt ein. Der Analyst ABI-Research erwartet für 2009 einen weltweiten Markt von 35 Millionen Geräten und bis 2013 einen Markt von 139 Millionen Geräten.

die etablierten hochwertigen Notebooks und Desktop-Rechner vor dem Preisverfall zu schützen.

In Deutschland waren 2008 die ersten Modelle von Asus (Eee Box B202) und MSI (Wind PC 2316, 2723 und 2713) im Handel erhältlich. Mitte des Jahres 2009 sind es schon gut ein Dutzend Modelle, die in Deutschland gekauft werden können. Allerdings sind immer noch viele große PC-Hersteller nicht in den Nettop-Markt eingestiegen, da die Gewinnmargen bei diesen Billiggeräten sehr gering sind. Während beispielsweise alle großen Notebook-Hersteller schon Netbooks verkaufen, gibt es Nettops hierzulande bisher überwiegend von kleineren Marken (c't 22/2008). Von den großen Herstellern sind neben Asus nur Acer und Dell mit wenigen Nettop-Modellen auf dem deutschen Markt vertreten. Insgesamt handelt es sich bei Nettops damit um eine sehr junge Produktkategorie.

2.1.2 Verkaufszahlen

Die Marktdaten für die Produktgruppe Nettops sind sehr schwer zu ermitteln. Vor allem ist der Begriff Nettop weder in der Wissenschaft noch in der Industrie oder Politik klar definiert. Neben Nettops gibt es diverse Begriffe für ähnliche kompakte Rechner, wie zum Beispiel Mini-PC, Mini Computer, Bookshelf Units, Ultra Low Cost PC, Cubical, Mini Towers usw., die unter dem Oberbegriff Small Form Factor (SFF) zusammengefasst werden. SFF ist eine Bezeichnung für Computer, die in Gehäusen betrieben werden, die kleiner als gewöhnliche Computergehäuse sind. Die Größe solcher Computer ist sehr unterschiedlich und kann von einem Volumen von 1 Liter bis 30 Liter reichen. Auch die Gehäuseformen variieren stark und umfassen beispielsweise Würfel, kleine Towergehäuse und Gehäuse, die durch ihre Größe und Gestaltung an Heimkino/Audioelektronik wie beispielsweise AV-Receiver oder Videorecorder erinnern. Die technischen Merkmale und die Ausstattung von diesen Geräten variieren ebenfalls stark voneinander. Außerdem bringen immer mehr Nettop-Hersteller Nettops mit viel besserer Ausstattung auf den Markt. Beispielsweise will Asus die Eee-Box-Familie um zwei weitere Varianten (B204 und B206) erweitern, die HD-Video-tauglich sind und mit einem separaten Grafikchip von AMD bestückt sind (c't 1/2009). Daher verwischen die Unterschiede zwischen einfachen Kompaktrechnern, wie Nettops und ähnlich kleinen, aber leistungsstärkeren Alternativen zunehmend. Ob der Erfolg der Netbooks auf die Nettops übertragen werden kann, ist momentan schwer abschätzbar. Intel schätzt eine Verkaufszahl von ca. 60 Millionen „Basic Nettops“ bis 2011.

2.1.3 Hersteller und ihre Modelle

Ähnlich wie bei Netbooks stieg Asus sehr schnell in den Nettop-Bereich ein und brachte schon 2008 das erste Nettop-Modell Asus Eee Box B202 für einen Preis von ca. 250 €⁵ auf den deutschen Markt. Mittlerweile bietet Asus noch 4 weitere Modelle, nämlich die Luxusaus-

⁵ Preis ohne Zubehör wie etwa Monitor, Tastatur und Maus.

führungen B204 und B206, und die Billigausführungen B201 und B203 (siehe Technologietrends Nettops). Das bis jetzt bekannteste Eee Box B202 Modell ist mit einem 1,6 GHz schnellen Intel-Atomchip und 1 GB Arbeitsspeicher sowie einer 80 GB Festplatte versehen.



Abbildung 4 Asus Eee Box B202

Für den deutschen Markt ist die Festplattengröße allerdings auf 160 GB aufgerüstet. Eee Box B202 besitzt ein eingebautes, schnelles WLAN, verfügt aber über kein optisches (CD/ DVD) Laufwerk.

In den USA sowie in Deutschland kam die Eee Box mit Windows XP ULPC auf den Markt. Die Box ist mit einem Gehäusevolumen von ca. 1,03 Liter oder der Abmessung 2,8 cm X 18 cm X 22,5 cm (nur PC) recht kompakt, und mit einem Gewicht von nur 1,3 kg sehr leicht.

Der Hersteller MSI brachte kurz nach Asus die ersten Wind PC Modelle auf den deutschen Markt. Im Wind PC arbeitet auch Intels Atom-Prozessor mit 1,6 GHz. Der Arbeitsspeicher lässt sich auf 2 GB erweitern, die Standardgröße beträgt allerdings auch 1 GB. Die Festplattengröße variiert zwischen Wind PC-Modellen und beträgt je nach Modell 160 GB oder 320 GB. Gegenüber Eee Box hat Wind PC den Vorteil, dass es über ein optisches Laufwerk verfügt. Außerdem besitzt es auch wie die Eee Box B202 ein schnelles WLAN. Die Wind PC Modelle sind allerdings mit einem Gehäusevolumen von etwa 5 Liter knapp 5-mal größer als das Eee Box B202.



Abbildung 5 Acer Aspire Revo R3600

Die Skepsis der großen Hersteller gegenüber günstigen und leistungsschwachen Nettops ist immer noch sehr groß und viele Computerhersteller sind mit der Entwicklung und Vermarktung dieser Geräte äußerst zögerlich. Aus der Reihe der großen Hersteller haben lediglich Acer und Dell einige Nettop-Modelle auf den deutschen Markt gebracht. Der Acer Aspire Revo R3600 ist der erste Mini-PC auf Basis der Nvidia-Ion-Plattform (siehe Technologietrends Nettops). Ähnlich wie Intels Atom-Plattform erlaubt diese Technologie Strom sparende und günstige Komponenten, wodurch der Preis des Gesamtsystems niedrig bleibt. Der Aspire Revo R3600 kostet lediglich 300 €. Als Prozessor kommt der Intel Atom 230 mit 1,6 GHz Taktfrequenz und einem Prozessor-Kern zum Einsatz. Dazu kommen 2 GB Arbeitsspeicher, eine 160 GByte große Festplatte und Nvidias Ion-Chipsatz mit Geforce-9400M-Grafikeinheit (siehe Technologietrends Nettops). Neben WLAN-Anschluss bietet das Modell 6-mal USB 2.0, HDMI und einen Speicherkartenleser. Ein optisches Laufwerk ist aber nicht vorhanden. Als Betriebssystem setzt Acer auf Windows Vista Home Premium.

Auf der anderen Seite bietet Dell 20 cm X 7 cm X 2 cm kleine Modelle „Studio Hybrid“ in sechs verschiedenen Farben an. Die Modelle sind mit ihrem Gewicht von etwa 2 kg (einschließlich Standfuß) recht leicht. Dell verkauft diese Geräte mit drei verschiedenen Prozessoren: mit einem Pentium-Doppelkern-Prozessor von Intel mit 1,89, 2 oder 2,1 GHz Geschwindigkeit. Der Arbeitsspeicher ist 2 – 4 GB groß und die Festplattengröße zwischen 160 – 320 GB. Neben einem schnellen WLAN-Empfangsteil könnte ein Kombilaufwerk, das CD/ DVD/ Blu-ray Disks brennt, bestellt werden. Wie Acer R3600 setzt das Modell von Dell auch auf Windows Vista als Betriebssystem.

Weiterhin gibt es einige Modelle von eher kleineren Herstellern, wie Medion, Shuttle, Christmann, Wortmann usw. Bei dem Modell von Shuttle handelt es sich um XPC X2700B, das als

Barebone⁶ angeboten wird und als Grundlage verwendet werden kann, um einen eigenen Nettop auf Basis des Intel Atom 330 zusammenzustellen.

Einige Hersteller, wie TriGem (Typ Averatec A1), aber auch Asus (Typ Eee Top ET1602) und MSI (Typ NetOn) entwickeln so genannte All-in-One⁷ (AiO-) PCs, bei denen Display und Computertechnik eine Einheit bilden. AiO-PCs sind bei deutschen Käufern bisher nicht sonderlich beliebt, in anderen Ländern setzt Apple von den iMacs – den bekanntesten Geräten dieser Bauart – viel größere Stückzahlen ab als in Deutschland (c't 25/2008).

2.1.4 Preise

Der größte Vorteil von Nettops ist aus Konsumentensicht der niedrige Preis. Generell liegt der Preis der „klassischen“ Nettops zwischen 250 und 300 €. Das billigste von c't 22/2008 getesteten Geräten war der Wind PC von MSI mit 250 €. Der bisher bekannteste Nettop, Asus Eee Box B202, kostet derzeit 269 €. Mit etwas mehr Hardware- und Softwareausstattung steigt der Preis für die Nettops, beispielsweise ist das Modell Akoya E2005 D von Medion um 40 € teurer als das Modell Asus Eee Box B202. Noch teurer sind kleine Desktop-Rechner mit Mobilprozessoren nach dem Vorbild des Mac mini; solche haben etwa AOpen, Dell und FUJITSU. Deren Einstiegsmodelle fangen ab ca. 470 € an.

Kleinere PC-Hersteller setzen oft auf „Barebones“, nämlich vormontierte Einheiten aus PC-Gehäuse, Mainboard und Netzteil. In einigen kompakten Barebones stecken hochwertige und daher relativ teure Komponenten die ursprünglich für den mobilen Gebrauch konzipiert wurden. Es gibt aber auch immer mehr Barebones für Komplettrechner der 300 – 400 € Klasse (c't 25/2008). Beispielsweise kostet der Nettop-Barebone X27 von Shuttle 350 €.

Die Nettops mit integriertem Bildschirm, also die AiO-PCs, kosten deutlich mehr. Averatec A1 von TriGem kostet knapp 500 €, und Asus All-in-One Eee Top ET1602 mit integriertem 15,6 Zoll-Touchscreen kostet ca. 550 €. Die von MSI AiO-PCs der NetOn-Serie mit integriertem Display kosten 499 € (16-Zoll-Display) bzw. 599 € (18,5-Zoll-Display).

2.1.5 Stromverbrauch

Niedriger Stromverbrauch ist ein wesentliches Kriterium für die Konzeption der Nettops. Generell verbrauchen die Nettops zwischen 20 und 30 W im Normalbetrieb (Idle-Mode⁸), das würde bei einem Strompreis von 23,2 Cent je Kilowattstunde, 24 Stunden Dauerbetrieb an 365 Tagen im Jahr zwischen zirka 40 und 60 € Stromkosten verursachen. Im Vergleich dazu benötigen die gängigen Desktop-Rechner über 100 W bei Vollast und würden beim selben

⁶ Als Barebone bezeichnet man einen Computer, der meist nur aus Gehäuse, Netzteil, Prozessorkühler und Hauptplatine (*Mainboard*) besteht und vom Käufer mit den von ihm benötigten Komponenten (CPU, RAM, Grafikkarte, Laufwerke etc., aber auch Betriebssystem und Software) ausgestattet werden kann.

⁷ Einheit aus Bildschirm und Computer in einem Gehäuse

⁸ Definition Energy Star[®] Program Requirements for Computers Version 5.0

Nutzungsverhalten mehr als 200 € verbrauchen. Einschränkend muss gesagt werden, dass die Aufgabenbereiche und Leistungsfähigkeit der Nettops nicht mit denen eines normalen Desktop-Rechners vergleichbar sind.

Die Leistungsaufnahme der in c't 22/ 2008 vorgestellten vier Nettops lag im Normalbetrieb zwischen 17 und 29 W. Unter Vollast benötigen die Geräte zwischen 21 und 35 W (c't 22/ 2008). In der Ausgabe 05/ 2009 der PC-Welt wurden die Nettops mit Billig-PCs verglichen. Hier variierte die Leistungsaufnahme im Normalbetrieb zwischen 15 und 33 W. Erwähnenswert ist, dass die Leistungsaufnahme von 33 W im Falle eines AiO-PCs mit integriertem Display (Asus Eee Top ET1602) aufgetreten ist. Der andere im Test untersuchte AiO-PC (Averatec A1) benötigt allerdings nur 26,2 W. Im Energiesparmodus (Sleep-Mode bzw. ACPI S3 – Suspend to RAM)⁴ reichte die Spannbreite der Leistungsaufnahme von 3,3 W bis zu 21,8 W. Im Schein-Aus-Modus (Off-Mode)⁴ lag die Leistungsaufnahme zwischen 0 und 5,3 W. Die Leistungsaufnahme von 0 W im Schein-Aus-Modus wurde nur von einem einzigen Gerät, dem Medion Akoya E2005 D, erreicht. Eigentlich benötigt das Modell im heruntergefahrenen Zustand über das externe Netzteil 3,3 W. Dieser Wert wird auf Null gesenkt, indem das externe Netzteil über einen Netz trennenden Ausschalter verfügt. Diese Funktion ist bei externen Netzteilen leider eher selten anzutreffen.

Noch weniger Strom verbrauchen die Modelle Fit-PC2 und Linutop. Der Fit-PC2 der israelischen Firma CompuLab benötigt lediglich 6 W im Normalbetrieb. Das Modell Linutop zeichnet sich mit einer Leistungsaufnahme von 5 W im Normalbetrieb als noch effizienter aus. Das Linutop2 benötigt im Normalbetrieb etwa 8 W.

Der niedrige Stromverbrauch der Nettops ist auf die sparsame Ausstattung zurückzuführen, vor allem bei dem Prozessor und Grafik-Chipsatz. Die meisten Nettop-Modelle beinhalten entweder den Einzelkern Intel Atom 230 oder den Netbook - Mobilprozessor Atom N270 (siehe Technologietrends Nettops). Bei sehr sparsamen Modellen, wie Fit-PC1 und Linutops werden auch AMD-Geode-Prozessoren eingesetzt. Um die Geschwindigkeit der Rechenleistung zu erhöhen, werden einzelne Modelle, wie zum Beispiel Shuttle XPC X2700 B, mittlerweile mit dem Dual Core-Atom 330 bestückt. Der für die Anwendung des Dual Core-Atom 330 notwendige Chipsatz 945 GC verbraucht allerdings etwa 10 W mehr als die mobile Variante 945GSE in der Eee Box und dem A1 von Averatec.

2.1.6 Bedeutung von Schadstoffen

Relevant sind hier vor allem:

- Produktion: Einsatz von zahlreichen, häufig toxischen Chemikalien. Wichtig für Arbeits- und Umweltschutz.
- Schadstoffe im Produkt, die problematisch für Recycling bzw. Entsorgung sind oder während des Gebrauchs ausgasen können.

Bridgen und Santillo (2006) haben in einer Untersuchung an fünf Notebooks verschiedener Hersteller festgestellt, dass eine ganze Reihe an schädlichen Chemikalien in den Geräten enthalten war. Erwähnenswert sind insbesondere Bromverbindungen, die in allen Geräten nachgewiesen werden konnten. Sie gehen vermutlich auf die Verwendung von bromhaltigen Flammschutzmitteln zurück und ließen sich auch an der Oberfläche der Geräte sowie im Lüfter nachweisen. Darüber hinaus wurden in einem Teil der Geräte Schwermetalle gefunden (z.B. Blei, Chrom).

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 zugrunde liegende EU-Richtlinien um: die EU-Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (so genannte „WEEE-Richtlinie“) und die EU-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (so genannte „RoHS-Richtlinie“). Zum einen dürfen besonders schädliche Substanzen wie Blei, Quecksilber, Cadmium oder bestimmte Bromverbindungen 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 ab dem 31.12.2006 eingehalten werden (BMU 2005).

2.1.7 Lärm

Neben Lüftern sind Laufwerke eine Lärmquelle in PCs. Der flüsterleise PC setzt sich als Trend / Wunschvorstellung durch. Dies auch vor dem Hintergrund, dass sich insbesondere bei Multimedia-PCs ein hoher Geräuschpegel störend auf die Nutzung – beispielsweise den Konsum von Filmen und Musik – auswirken kann.

Mit der Steigerung der Rechenleistung bei Prozessoren und Grafikkarten steigen oftmals auch der Energieverbrauch und die Wärmeentwicklung der Systeme an. Damit gewinnt eine effiziente Kühlung immer mehr an Bedeutung. Einerseits wird dem bei der Gestaltung der Gehäuse Rechnung getragen, indem größere Luftöffnungen in direkter Nähe von Prozessor und Grafikkarte eingeplant werden. Andererseits wird auch versucht, dem Problem über besonders leise oder besonders gut geregelte Lüfter sowie Kühlkörper aus Aluminium zu begegnen. Der systemische Ansatz – Prozessoren mit optimiertem Energiemanagement auszustatten und so die entstehende Wärme zu reduzieren – wird ebenfalls verfolgt.

Die meisten Nettops sind bezüglich ihres Geräuschpegels sehr leise und eignen sich deswegen als Wohnzimmer-PC oder ergonomischer Arbeitsplatzrechner. Das lauteste Gerät

in dem Test von c't 22/2008 erzeugte 0,9 Sone unter Vollast. Ansonsten liegt die Lärmstärke der meisten Nettops bei ca. 0,1 – 0,2 Sone. Vergleichsweise können Geräuscentwicklungen bei durchschnittlichen Notebooks (mit Prozessorlast und in 50 cm Abstand) zwischen 0,8 und 2,9 Sone betragen (c't 9/2009).

2.1.8 Lebensdauer und Bedeutung der Langlebigkeit

Es gibt keine gesicherten Daten zur Nutzungsdauer von Computern in privaten Haushalten. In der Literatur werden Nutzungsdauern zwischen zwei und sechs Jahren angegeben (NSC 1999, Morf et al. 2002, Kamburow 2004, Schischke et al. 2003, Reichart und Hirschier 2001). Für den Gebrauch in Unternehmen erscheint in Deutschland die Annahme einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von PCs und Peripheriegeräten von drei Jahren angemessen, da die steuerlich maßgebliche Nutzungsdauer und damit die mögliche Abschreibung für Abnutzung (AfA, vgl. urbs 2005) einen Zeitraum von drei Jahren vorsieht. Für private Haushalte erscheint eine durchschnittliche Nutzungsdauer von drei Jahren allerdings zu kurz.

Insgesamt ist zu erwarten, dass die Endgeräte in Privathaushalten nach einer ersten Nutzungsphase einer Zweitnutzung zugeführt werden (z.B. im Kinderzimmer) und so die Lebensdauer verlängert wird.

Untersuchungen in japanischen Haushalten haben ergeben, dass PCs in der Regel drei Jahre genutzt werden und dann weitere drei Jahre herumstehen bevor über ihre Weiterverwendung entschieden wird.

Diverse Studien zu den Umweltbelastungen auf dem Lebensweg von Elektronikgeräten zeigen mit aller Deutlichkeit, dass sich über die Verlängerung der Lebensdauer der jeweiligen Geräte massive Reduktionspotentiale von zum Teil bis 50% der Umweltbelastung eröffnen. Dies kann damit begründet werden, dass die Herstellungsphase bei Computern im Gegensatz zu vielen anderen Produkten fast ebenso stark ins Gewicht fällt wie die Nutzungsphase.

Folgende Möglichkeiten sind dabei relevant:

- Die Erstnutzung sollte über einen möglichst langen Zeitraum erfolgen.
- Die Zweitnutzung (+ etwaige Folgenutzungen) sollte ermöglicht werden.

Bezogen auf die Erstnutzung spielen für die Langlebigkeit vor allem drei Aspekte eine Rolle:

- **Garantiezeit.** Hier gibt es verschiedene Varianten, die für den Endverbraucher mehr oder weniger komfortabel sind (Geräte-Austausch-Service, Bring-in-Service etc.).
- **Reparaturmöglichkeit.** Vorhaltung von Ersatzteilen über die Garantiezeit des Geräts hinaus.
- **Aufrüstbarkeit** (ohne viel Aufwand). Relevant sind die Aufrüstbarkeit von Arbeitsspeicher, Prozessor, Festplatte, Grafikkarte, Laufwerke. Außerdem bieten USB 2.0-Schnittstellen eine sehr gute Möglichkeit der Nachrüstung. So lassen sich eine ganze Reihe von Geräten und Modulen über USB anschließen: Cardreader, Soundkarte,

externe Festplatte, Digitalkamera, TV-Tuner etc. Auch mit Hilfe von den schnelleren eSATA-Schnittstellen können viele Geräte angeschlossen werden. Da einige Schnittstellen mit Maus, Bildschirm, Drucker etc. permanent besetzt sind, ist es vorteilhaft, wenn eine Mindestanzahl (z.B. 6 Stück) an USB 2.0 Schnittstellen vorhanden sind.

2.2 Technologietrends Nettops

2.2.1 Prozessor und Chipsatz

In den meisten Nettops kommt entweder der Einzelkern Intel Atom 230 oder der für Netbooks geeignete Mobilprozessor Intel Atom N270 zum Einsatz. Intel stellte Atom N270, Atom 230 und die Dual-Core-Version Atom 330 kurz nach der CeBIT 2008 vor und versah diese mit dem Codenamen Diamondville. Atom N270, Atom 230 und Atom 330 laufen mit jeweils 1,6 GHz Taktfrequenz. Atom N270 braucht maximal 2,4 W Thermal Design Power (TDP)⁹. Auf der anderen Seite verbrauchen Atom 230 (ein Kern) 4 W und Atom 330 (zwei Kerne) 8 W (c't 22/2008). Der Atom 230 leistet ungefähr so viel wie der im Jahr 2003 vorgestellte Mobilprozessor Pentium M bei 1 GHz Taktfrequenz.

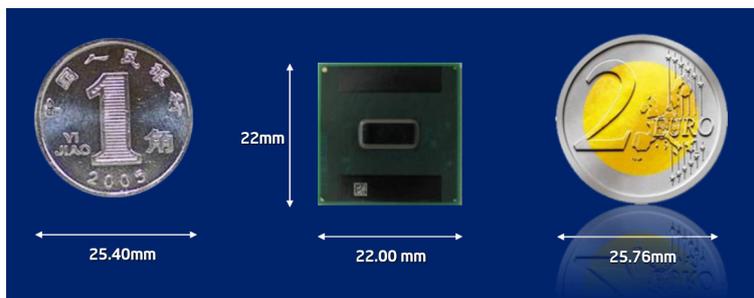


Abbildung 6 Der Intel™ Atom™ Prozessor

Der Dual-Core-Atomprozessor 330 von Intel besteht aus zwei nebeneinander gestellten Siliziumchips. Nominell braucht Atom 330 höchstens 4 W mehr als ein Atom 230, doch die Leistungsaufnahme wächst unter CPU- und gleichzeitiger 3D-Grafik-Vollast stärker an, nämlich um 7 W (c't 22/ 2008).

Als Chipsatz für Atom 230 wird von Intel der 945 GC empfohlen. An der Verwendung dieses Chipsatzes gibt es allerdings viel Kritik, da er erheblich mehr Strom verbraucht als der Prozessor selbst. Ein typisches Atom-230-System mit diesem Chipsatz verbraucht so im Normalbetrieb etwa 25 W, bei Vollast ca. 35 W. Zudem ist insbesondere die Leistung der hierin verwendeten Grafikeinheit sehr begrenzt, so ist die Nutzung moderner 3D-Spiele oder

⁹ Mit Thermal Design Power (TDP) wird ein typischer Wert für die Verlustleistung eines Prozessors oder anderer elektronischer Bauteile bezeichnet, auf deren Grundlage die Kühlung ausgelegt wird.

die Wiedergabe von Blu-ray-Filmen schlichtweg unmöglich. Der mobile Atom N270 wird in Verbindung mit dem Mobile-Chipsatz Intel 945GSE verwendet, was den Stromverbrauch gegenüber den anderen Varianten um etwa 10 W senkt. Der Atom N280 wird in Verbindung mit dem Mobile-Chipsatz Intel 945GSE oder dem Intel GN40 verwendet. Der Stromverbrauch beträgt etwa 8 W mit dem 945GSE-Chipsatz bzw. 16 W mit dem GN40-Chipsatz.

Laut c't 22/2008 bieten Atom 230 und 330 im praktischen Einsatz nur geringe Vorzüge, da die sparsamen Prozessoren alleine nicht viel bringen, so lange bei Chipsatz, Laufwerk und Netzteil Standardtechnik zum Einsatz kommt. Der Atomprozessor bietet zwar im Vergleich zur Konkurrenz eine besonders gelungene Mischung aus Preis, Leistungsaufnahme und Performance, aber wenn ein Hersteller diesen beispielsweise mit einem Mini-ITX Board und Standarddeskskoptechnik kombiniert, ist der resultierende Rechner eher langsamer, schlechter ausgestattet und trotzdem nicht unbedingt günstiger. In der Ausgabe c't 22/2008 wurde am Beispiel von Asus Eee Box B202 gezeigt, wie ein besonders attraktiver Nettop aussehen bzw. ausgestattet werden kann. Hier ist das Modell mit Atom-Mobil-Chipkombination bestückt, die besonders kompakte Gehäuse und flüsterleise Kühler ermöglicht (c't 22/2008).

Im ersten Halbjahr 2009 hat Nvidia den Mobilchipsatz GeForce 9400M G herausgebracht. Dieser Chipsatz wird mit Atom-Prozessoren in Netbooks, Nettops, Notebooks und AiO-PCs auf einem winzigen Mainboard im Pico-ITX-Format eingebaut. Zusammen mit dem Intel-Atomprozessor trägt der Chipsatz GeForce 9400M G den Namen Ion-Plattform. Im Vergleich zu den bisher von Intel verkauften CPU-Chipsatz-Kombinationen Atom N270/ 945GSE für Netbooks sowie Atom 230, 330 und 945GC für Nettops bringt der DirectX-10-Grafikkern des Chipsatzes mit dem Codenamen MCP79 deutlich mehr Qualität bei 3D-Berechnungen. Außerdem bindet er digitale Monitore direkt via HDMI- oder DVI-Schnittstelle an. Außerdem soll das Abspielen von Full-HD Videos und Blu-ray Disks – ein entsprechendes Laufwerk vorausgesetzt – möglich sein. Als zusätzlicher Vorteil besteht der von Nvidia als "Motherboard GPU" bezeichnete Chipsatz nur aus einem einzigen Chip, während Intels 945GSE und 945GC noch klassisch in North- und Southbridge aufgeteilt sind. Allerdings spezifiziert Nvidia die Leistungsaufnahme des GeForce 9400M G nicht öffentlich, deshalb ist es schwierig, einen Vergleich mit den 945GC oder 945GSE zu ziehen (c't 2/2009). Der erste Mini-PC auf Basis der Nvidia-Ion-Plattform war der Acer Aspire Revo R3600.

Intel hat für die zweite Hälfte 2009 den Atomnachfolger mit dem Namen PineView angekündigt. Demnach bringt Intel die Plattform Pine Trail heraus, die aus dem Prozessor PineView und dem Chipsatz Tiger Point besteht. Speicher-Controller und Grafikkern werden im Prozessor untergebracht, sodass eine Northbridge entfällt und der Chipsatz nur noch aus der Southbridge besteht. Die Integration bietet mehr Vorteile – so sinkt die Leistungsaufnahme der Komponenten, weil sie im gleichen 45-nm-Prozess wie der Kern gefertigt sind. Die maximale Leistungsaufnahme der Plattform soll von bisher 8 auf 7 W sinken und die Wärme soll sich einfacher ohne Lüfter abführen lassen (c't 4/2009).

Weitere Prozessoren, die für „Basic-Nettops“ üblich sind, sind VIA C7 und AMD Geode LX. VIA C7 ist allerdings noch langsamer als der Atom. Auf der anderen Seite kann AMD mit Geode LX weder mit der Performance noch mit dem Preis eines Atoms konkurrieren.

Mittlerweile bestücken viele Hersteller ihre Nettops auch mit anderen Prozessoren als Atom-Varianten von Intel. Beispielsweise verkauft der Acer-Billigableger Emachines den Typ EL1200, in dem ein Athlon 2650e von AMD zum Einsatz kommt. Der Athlon 2650e hat allerdings mit 15 W eine deutlich höhere Thermal Design Power (TDP) als die Atomprozessoren. Besonders in Asien und USA werden noch andere AMD-Prozessoren in den klassischen Nettops und AiOs eingesetzt, wie zum Beispiel – Sempron 210U (Einzelkern, 1,5 GHz, 15 W TDP) und Athlon X2 3250e (Dual-Core, 1,5 GHz, 22 W TDP) (c't 8/2009).



Abbildung 7 Apple Mac mini

Die Vorteile von Nettops, nämlich geringer Energieverbrauch und kleine Größe, werden aber mittlerweile auch von leistungsfähigeren Rechnern angeboten. Damit wird es umso schwieriger, die Vorteile von auf einfache Anwendungen ausgelegten Nettops hervorzuheben. Zum Beispiel wird in Apple Mac mini der 2,0 GHz oder 2,6 GHz Intel Core 2 Duo-Prozessor eingesetzt, der viel höhere Rechenleistung aufweist und dementsprechend viel schneller arbeitet als die Atomprozessoren. In Kombination mit NVIDIA GeForce 9400M wird für eine bis zu 5-mal höhere Grafikleistung gesorgt. Der Unterschied in der Rechen- und Grafikleistung im Vergleich zu auf Atomprozessoren-basierten Nettops fällt sofort auf, wenn mit hoch aufgelösten Fotos oder HD-Videos gearbeitet wird. Außerdem funktionieren sogar neue 3D-Spiele und anspruchsvolle Grafikprogramme. Dafür verbraucht Mac mini nur 12,6 W im Normalbetrieb (Idle-Mode) und schneidet viel besser ab als die meisten Nettops. Nur beim Preis liegt der Mac mini mit ca. 580 € viel höher als die Nettops. Auch der HP Slimline s3330f kommt mit einem Dual-Core AMD Athlon 64 2 5400+ Prozessor und NVIDIA's GeForce 8800 GT Grafikkarte aus und ermöglicht auch komplexere multimediale Anwendungen. Unter den kleinen Herstellern bietet beispielsweise Christmann eine Reihe von Mini-Desktop-Rechnern an, die etwas mehr als die üblichen Nettopfunktionen ermöglichen. Zum Beispiel wird in TEO Mini der Prozessor Intel Celeron M520 mit 1,6 GHz in

Kombination mit Intel 945GM Chipsatz eingebaut. Mit diesem Modell lassen sich beispielsweise auch aufwändigere Bildbearbeitungen durchführen.

2.2.2 Betriebssystem

Auch Nettops sind mit verschiedenen Betriebssystemen erhältlich. Folgende Betriebssysteme werden auf Nettops installiert:

- Microsoft Windows: Windows XP, Windows Vista, Windows 7
- Linux: Ubuntu, Xubuntu

Um die Preise der Nettops möglichst gering zu halten, müssen Nettops mit billigen Betriebssystemen versehen werden. Da in absehbarer Zeit mit einer Einstellung des Vertriebs von Microsoft Windows XP zu rechnen ist und Windows Vista mit den schwachen Nettopprozessoren nur sehr schwerfällig läuft (c't 22/2008), hat Microsoft eine Sonderversion von Windows XP für Ultra Low-Cost Personal Computers (ULCPC) eingeführt. Diese Version soll bis zum 30. Juni 2010 ausgeliefert werden. Die Idee einer Sonderversion für ULCPC ist aber auch darauf zurückzuführen, dass Microsoft Nettops, aber auch Netbooks, nicht kampflos der Linux-Konkurrenz überlassen wollte (c't 22/2008). Windows XP ULCPC war eigentlich – ähnlich wie Windows XP Starter Edition – ausschließlich für Entwicklungsländer vorgesehen. Microsoft macht obligatorische Vorgaben zur Ausstattung der Nettops, das heißt, PC-Hersteller dürfen es nur auf Rechnern installieren, die eine gewisse Maximalausstattung nicht überschreiten. Die Analyse der Nettops mit dem Betriebssystem Windows XP zeigt, dass diese Rechner typischerweise höchstens 160 GB Festplatte und 1 GB Arbeitsspeicher haben dürfen. Am 22. Oktober 2009 hat Microsoft das neue Betriebssystem Microsoft Windows 7 veröffentlicht. Als Systemvoraussetzungen nennt Microsoft einen PC mit einer 1-GHz-CPU, 1 GB RAM und eine mindestens 16 GB große Festplatte. Laut c't 11/2009 ist es wichtig, dass neben mindestens 1 GB RAM auch eine echte Festplatte (rotierender Datenträger mit Schreib-Lesekopf) im Rechner steckt, denn mit einem Festplattenersatz, zum Beispiel durch Flash-Speicher, laufen einige Anwendungen wohl sehr langsam. Beispielsweise braucht der Internet Explorer so lange zum Starten, dass Windows ihn zwischendurch für abgestürzt hält. Wenn diese Mindestvoraussetzungen erfüllt sind, läuft Windows 7 – im Gegensatz zu Windows Vista – mit den verschiedenen Atomprozessoren problemlos.

Linux wird auch von vielen Nettop-Herstellern installiert, denn die Installation kostet sehr wenig, und das Betriebssystem unterstützt eine breite CPU-Vielfalt.

2.2.3 Akku

Der Hersteller Asus hat im Herbst 2008 und Frühjahr 2009 zwei Modelle, nämlich Eee Top ET1603 und Eee Box B204, herausgebracht, die mit einem Akku bestückt sind, um

kurzzeitige Netzspannungsunterbrechungen zu puffern. Bei Eee Top ET1603 handelt es sich um einen All-in-One Nettop.

2.2.4 All-in-One Nettops (AiO)

Mittlerweile gibt es mehrere Modelle von den so genannten All-in-One Nettops, die auf dem Markt erhältlich sind. Hierbei geht es um die PCs, bei denen Display und Computertechnik eine Einheit bilden. Während fast alle in Deutschland verkauften All-in-One's mit Intel-Prozessoren bestückt sind, gibt es in Asien und den USA auch Geräte mit Prozessoren der Firma AMD (c't 8/2009).

Bei AiOs sitzt die PC-Technik entweder hinter dem Display oder wie bei TriGem Averatec A1, in einem Notebook-förmigen Gerätefuß. Aus dem Gerätefuß ragt ein Haltearm mit zwei Gelenken heraus, der das Display trägt (c't 25/2008). Damit kann man das Display flach über den Gerätefuß klappen. Die AiOs gibt es mit oder ohne Touchscreen-Bedienung.

Vom Preis her sind die AiO-Nettops deutlich teurer als die normalen Nettops, wobei natürlich berücksichtigt werden muss, dass bei diesen Modellen der Bildschirm schon im Preis enthalten ist. Allerdings sind die im Vergleich zu anderen seit längerem erhältlichen AiO-Alternativen, wie z.B. Apple iMac oder HP's Touchsmart-Serie, deutlich günstiger: Während Modelle wie der Apple iMac und die HP's Touchsmart-Serie zwischen 1000 und 1500 € kosten, bewegen sich die einfacher ausgestatteten AiO-Nettops, wie z.B. TriGem Averatec A1 oder Asus Eee Top ET1602, zwischen 500 und 600 €.

Was die Größe des integrierten Displays angeht, variieren die Geräte zwischen 15,6 und 18,5 Zoll. Bei den meisten AiO-Nettops stecken LED-hinterleuchtete 16:9 Panels mit vergleichbarer Bildqualität. Bei Asus Eee Top ET1603 liegt die Pixelzahl bei 1366 X 768, bei Averatec A1 bei 1680 X 945. Die Hintergrundbeleuchtung lässt sich generell nur in fünf Stufen zwischen 20 und 175 cd/m² variieren (c't 25/2008).

2.2.5 Funktionen

Im Allgemeinen sind die Nettops unkomplizierte Rechner für einfache Anwendungen, wie Websurfen, Textverarbeitung, Musikhören und Video-Wiedergabe in PAL-Auflösung. Die einfache Ausstattung von den Nettops, wie Prozessor, On-Board Grafik, Mobil-Chipkombination, Arbeitsspeicher und Massenspeicher, erlaubt generell nur begrenzte Leistungen. Allerdings bestücken immer mehr Hersteller ihre Nettops mit leistungsfähigeren Komponenten, um den Endkonsumenten bei gleich gebliebener Größe und geringfügig angestiegener Leistungsaufnahme mehr Funktionen zur Verfügung zu stellen.

Normalerweise verfügen die Nettops über mindestens vier USB-Ports, 802.11n-WLAN, Gigabit-Ethernet, Cardreader, Soundein- und -ausgänge, eingebaute Stereolautsprecher und ein DVI-Port. Mittlerweile verfügen viele Nettops über ein integriertes optisches Laufwerk,

inklusive DVD-Brenner. Weiterhin bieten einige Modelle, darunter meistens die AiO-Nettops, auch Webcam an.

Wie unter dem Kapitel 2.2.1 erwähnt, werden immer mehr innovative Prozessor-Grafikchip-Kombinationen entwickelt, um mehr Funktionen, wie Nutzung moderner 3D-Spiele oder die Wiedergabe von Full-HD Videos und Blu-ray-Filmen zu ermöglichen. Ein gutes Beispiel ist die Ion-Plattform von Nvidia, mit der sich auch digitale Monitore direkt via HDMI oder DVI anbinden lassen.

In einigen neuen Modellen stecken noch Bluetooth-Adapter sowie Akku. Weiterhin bringen moderne Nettops auch DVB-T-Empfänger mit, so dass sie evtl. die Set-Top Boxen ersetzen können.

2.2.6 Thin Clients und Server-Based Computing

Thin Clients sind Computerendgeräte, deren Hardwareausstattung im Vergleich zum PC bewusst reduziert ist und die im Wesentlichen zur Ein- und Ausgabe von Daten dienen. Die eigentliche Datenverarbeitung erfolgt auf einem zentralen Server, auf welchen der Thin Client zugreift (UBA 2009). Die Abgrenzung von Minirechnern bzw. Nettops von den so genannten Thin Clients ist sehr schwierig. Laut c't 22/2008 handelt es sich bei manchen Minirechnern um sparsame, aber auch meistens sehr langsame Thin Clients, erweitert um Festplatte und Betriebssystem.

Thin Clients bieten in den Firmen und Verwaltungen (z.B. Schulen, Universitäten etc) durch Desktop-Virtualisierung und mit dem Einsatz vom Server-Based Computing¹⁰ gute Möglichkeiten, die Materialeffizienz von IKT-Anwendungen nachhaltig zu verbessern. Außerdem sind Thin Client Lösungen (inklusive Serveranteil) bei Berücksichtigung aller Produktlebensphasen (Herstellung, Distribution, Nutzung, Entsorgung/ Recycling) im Vergleich zu stationären PC-Lösungen mit rund 50% geringeren Treibhausemissionen verbunden (Fraunhofer UMSICHT 2008). Nicht zuletzt liegen die Betriebskosten von Thin Clients und Server-Based Computing deutlich niedriger als bei vergleichbaren Desktop-PC-Systemen. Prangenberg 2007 errechnet Einsparungen von bis zu 60% in den Betriebskosten im Gegensatz zu vergleichbaren PC-Systemen. Durch die aktuellen technischen Fortschritte beim Server Based Computing, insbesondere durch das Konzept der Desktopvirtualisierung (VDI – Virtual Desktop Infrastructure) können die Anwender über Thin Clients auf ihre persönlichen virtuellen Einzelrechner im Rechenzentrum zugreifen, ihnen bleibt der individuelle „Personal Computer“ mit seinen Einstellungen und Programmen erhalten (BITKOM 2008, UBA 2009).

¹⁰ Server-Based Computing: Zentrale Bereitstellung von Anwendungen auf leistungsfähigen Servern. SBC ermöglicht es, mit Thin Clients oder anderen Endgeräten Anwendungen zu nutzen, die in einem zentralen Application Server ablaufen. Die Thin Clients/PCs werden dabei als Endgeräte (Terminals) verwendet, welche im Wesentlichen der Eingabe und Ausgabe von Daten (über Tastatur, Maus und Monitor) dienen (UBA 2009).

Server Based Computing bietet noch weitere Vorteile hinsichtlich der Materialeffizienz. Mit Hilfe des Konzeptes ist es grundsätzlich möglich, neben Thin Clients auch andere Endgeräte einzusetzen, die über deutlich geringere Rechenleistungen als aktuelle PCs verfügen. Somit können Endgeräte wie Netbooks, Kompakt-PCs oder auch ältere PCs und Laptops eingesetzt werden. Bislang wurde der Austausch von PCs in der Regel nicht vorgenommen, weil die Geräte nicht mehr funktionsfähig waren, sondern weil die Anforderungen der Betriebssysteme und Anwendungen an die Hardware so stark gestiegen sind, dass die Leistungsfähigkeit nicht mehr ausreichte. Wird die Rechenleistung dagegen in das Rechenzentrum verlagert und damit das Endgerät entlastet, so sind leistungsschwächere Endgeräte mit einer deutlich verlängerten Nutzungsdauer einsetzbar. Die notwendige Leistungssteigerung im Rechenzentrum kann wesentlich effizienter als am Endgerät erreicht werden – bei einer konservativ angenommenen Anzahl von nur 20 Clients pro Server ist der Austausch eines einzelnen Servers sicher materialeffizienter (UBA 2009).

3 Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung

Mit der orientierenden Ökobilanz sowie der Analyse der Lebenszykluskosten werden die Umweltauswirkungen und die Lebenszykluskosten von kompakten Desktop-Rechnern ermittelt. Die Ergebnisse bieten auch eine Orientierungshilfe, wo die Verbesserungspotenziale in dieser Produktgruppe liegen.

3.1 Ökobilanz

Anhand der orientierenden Ökobilanz sowie der Analyse der Lebenszykluskosten soll ein Eindruck über Umweltauswirkungen und Lebenszykluskosten von Nettops ermittelt werden. Die Ergebnisse bieten eine Orientierungshilfe, wo die Verbesserungspotenziale in dieser Produktgruppe liegen. Allerdings werden die Nettops bei der Durchführung der Lebenszyklusanalyse und Berechnung der Lebenszykluskostenrechnung **nicht** von anderen kompakten Rechnern unterschieden. Die seit vielen Jahren marktgängigen kompakten Rechner, wie zum Beispiel Apple Mac mini, unterscheiden sich nicht wesentlich in Größe, Gewicht und Materialien von den einfach ausgestatteten Nettops. Selbst hinsichtlich der Ausstattung (Prozessor, Grafikkarte, Festplatte usw.) bestehen keine signifikanten Unterschiede, so dass eine Abgrenzung von Nettops von anderen kompakten Desktop-Rechnern in der Lebenszyklusanalyse nicht möglich ist.

Im Folgenden wird der Lebenszyklus eines Nettops analysiert. Nettops bestehen überwiegend aus Netbook-ähnlichen Komponenten, z.B. hinsichtlich des Prozessors, der Festplatte, des Mainboards und der Grafikkarte. Die eingesetzten Materialien und das Gewicht der Nettops liegen auch in der Größenordnung von Netbooks (1–1,5 kg). Für die orientierende Ökobilanz wird daher angenommen, dass die Unterschiede in der Herstellung eines

Netbooks und eines Nettops in Bezug auf die grundsätzliche Einschätzung der Umweltauswirkungen nicht signifikant sind. Vor diesem Hintergrund und da es momentan keine spezifischen Daten zur Herstellung von Nettops gibt, werden die Umweltauswirkungen auf Basis eines Netbooks dargestellt. Als Datengrundlage der dargestellten Analysen wurde die vom Öko-Institut durchgeführte Studie über Netbooks¹¹ herangezogen.

3.1.1 Funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit ist die jährliche Nutzung eines Nettops in einem privaten Zwei-Personen-Haushalt.

Dabei werden folgende zwei Gerätetypen unterschieden:

- All-in-one Nettop (verfügen über einen Bildschirm)
- Nettop (Möglichkeit der Anbringung an die Hinterseite eines Bildschirms)

In Tabelle 1 sind die Gerätetypen genauer spezifiziert.

Tabelle 1 Spezifikation der durchschnittlichen in Deutschland am Markt verfügbaren Nettops

Gerätetyp	Bildschirm-diagonale	Gewicht	Lebensdauer	Arbeits-speicher	Festplatte	Preis
All-in-one Nettop	16 Zoll	2 kg	5 Jahre	1 GB	160 GB	500 €
Nettop	-	2 kg	5 Jahre	1 GB	160 GB	300 €

3.1.2 Systemgrenzen

Folgende Teilprozesse werden bei der orientierenden Ökobilanz berücksichtigt:

- Herstellung und Distribution eines Nettops,
- Nutzung des Geräts im privaten 2-Personen Haushalt über ein Jahr,
- Entsorgung.

3.1.3 Herstellung und Distribution

Grundlage für die Bilanzierung der Herstellung der Nettops bildet die vom Öko-Institut durchgeführte PROSA Studie über Netbooks. Für die ökobilanzielle Bewertung der Netbooks in

¹¹ Griebhammer, R., Quack, D., Brommer, E., Lüders, B. PROSA-Kurzstudie – Tragbare Kleincomputer (Netbooks) – Entwicklung der Vergabekriterien für ein Klimaschutzbezogenes Umweltzeichen, Öko-Institut Freiburg 2009

der PROSA Netbook-Studie wurde die im Rahmen der Aktivitäten zur EU-Ökodesign-Richtlinie für energiebetriebene Produkte erstellte Studie herangezogen¹².

Auf dieser Basis werden im Folgenden die Nettops bilanziert. Durch diese Abschätzung können die Ergebnisse in Bezug auf die Nettops mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sein, für die orientierende Ökobilanz in der vorliegenden Studie hat das jedoch keine negativen Auswirkungen.

Es wird angenommen, dass ein Nettop durchschnittlich 40 km transportiert wird, bis es beim Endverbraucher ankommt (Einkaufsweg Verbraucher – Handel).

3.1.4 Nutzung

Die Daten über den Strom- bzw. Energieverbrauch in der Nutzungsphase beziehen sich allgemein auf kompakte Desktop-Rechner. Eine Unterscheidung in Nettops und andere kompakte Desktop-Rechner wird nicht getroffen. Der durchschnittliche Energieverbrauch von kompakten Desktop-Rechnern wurde anhand von 34 marktgängigen Geräten ermittelt. Die Daten stammen aus Tests der Zeitschrift c't, aus Herstellerangaben sowie aus der Energy Star Datenbank. Von 25 der 34 betrachteten Geräte konnten Daten zu allen drei Betriebsmodi (Idle, Sleep, Off) ermittelt werden. Bei den verbliebenen 9 Geräten konnten nur Daten zum Idle-Modus ermittelt werden. Zur Berechnung der fehlenden Daten zu Sleep- und Off-Modi wurden die Durchschnittswerte der 25 Geräte in Sleep- und Off-Modi berechnet und dann bei den restlichen neun Geräten angesetzt.

Diese Berechnungen führten zu folgenden durchschnittlichen Leistungsaufnahmen für einen kompakten Desktop-Rechner: 23,33 W im Idle-Modus, 2,81 W im Sleep-Modus und 1,62 W im Off-Modus. Diese Werte werden im nächsten Schritt dem durchschnittlichen Nutzerverhalten zugrunde gelegt.

Es wird angenommen, dass einem kompakten Desktop-Rechner das gleiche Nutzerverhalten zugrunde liegt wie einem normalen Desktop PC. Demzufolge setzt sich das Nutzerverhalten aus 4 Stunden Idle-Modus, 8 Stunden Sleep-Modus und 12 Stunden Off-Modus pro Tag zusammen¹³. Es wird angenommen, dass das Nutzerverhalten für 365 Tage im Jahr eingehalten wird. In der folgenden Tabelle ist die durchschnittliche Nutzung eines kompakten Desktop-Rechners veranschaulicht.

¹² EuP 2007: Preparatory Study Lot 3, Computer

¹³ EuP 2007: Preparatory Study, Lot 3 Computer.

Tabelle 2 Durchschnittliche Nutzung eines kompakten Desktop-Rechners

	Leistungsaufnahme [W]	Nutzungsdauer [h/a]	Energieverbrauch [kWh/a]
Idle-Modus	23,33	1.582	36,91
Sleep-Modus	2,81	2.873	8,07
Off-Modus	1,62	4.305	6,97
Gesamt			51,95

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht verbraucht ein durchschnittlicher kompakter Desktop-Rechner 51,95 kWh pro Jahr. Wird dasselbe Nutzerprofil auf normale Desktop-PCs angewandt, werden 141,64 kWh jährlich verbraucht (siehe Tabelle 3)

Tabelle 3 Durchschnittliche Nutzung eines herkömmlichen Desktop-Rechners¹⁴

	Leistungsaufnahme [W]	Nutzungsdauer [h/a]	Energieverbrauch [kWh/a]
Idle-Modus	78,2	1.582	123,71
Sleep-Modus	2,2	2.873	6,32
Off-Modus	2,7	4.305	11,62
Gesamt			141,64

Der Vergleich zwischen kompakten Desktop-Rechnern und herkömmlichen Desktop-Rechnern zeigt, dass der Energieverbrauch eines herkömmlichen Desktop-Rechners etwa dreifach höher ist als der eines kompakten Desktop-Rechners.

In den folgenden Tabellen ist der typische Energieverbrauch von Notebooks¹⁵ und Netbooks dargestellt. Aus den Tabellen wird ersichtlich, dass der Energieverbrauch von einem durchschnittlichen kompakten Desktop-Rechner mit ca. 52 kWh/a (Tabelle 2) sogar geringer ist als der Verbrauch eines Notebooks¹⁶ mit ca. 64 kWh/a (Tabelle 4). Den geringsten Energieverbrauch weisen aber die Netbooks mit ca. 34 kWh/a (Tabelle 5) auf, der noch einmal deutlich geringer als der der Nettops ist.

¹⁴ Quelle:EuP 2007

¹⁵ Die Leistungsaufnahme der einzelnen Betriebsmodi bezieht sich auf Durchschnittswerte von 15 Zoll Notebooks. Das Nutzerprofil stimmt mit dem der Netbooks überein.

¹⁶ Die Daten über den durchschnittlichen Energieverbrauch eines Notebooks stammen aus der EuP-Vorstudie Lot 3 (2007). Allerdings gibt es mittlerweile zahlreiche Notebookmodelle mit etwa 10 W Idle-Modus. In solchen Fällen ist der Energieverbrauch eines Notebooks geringer als der eines kompakten Desktop-Rechners.

Tabelle 4 Durchschnittliche Nutzung eines Notebooks¹⁷

	Leistungsaufnahme [W]	Nutzungsdauer [h/a]	Energieverbrauch [kWh/a]
On-Modus	40	1.388	55,52
Standby-Modus	1,5	2.904	4,36
Off-Modus	1	4.468	4,47
Gesamt			64,35

Tabelle 5 Durchschnittliche Nutzung eines Netbooks¹⁸

	Leistungsaufnahme [W]	Nutzungsdauer [h/a]	Stromverbrauch [kWh/a]
On-Modus	20	1.388	27,76
Standby-Modus	1	2.904	2,91
Off-Modus	0,7	4.468	3,13
Gesamt			33,8

3.1.5 Entsorgung

Seit dem 1. Juli 2006 verbietet das Elektro- und Elektronikgerätegesetz¹⁹ (Umsetzung der EU-Richtlinien 2002/96/EG²⁰ und 2002/95/EG²¹ in Deutsches Recht) Geräteherstellern Blei, Cadmium, Quecksilber, bestimmte Chromverbindungen oder bromhaltige Flammschutzmittel zu verwenden. Außerdem dürfen Altgeräte oder auch Einzelteile nicht im Restmüll entsorgt werden, sondern müssen bei den jeweiligen Sammelstellen kostenfrei abgegeben werden.

3.1.6 Betrachtete Wirkungskategorien

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

- Kumulierter Energieaufwand (KEA)
- Treibhauspotenzial (GWP)
- Versauerungspotenzial (AP)

¹⁷ Quelle: EuP 2007

¹⁸ Quelle: Öko-Institut 2009

¹⁹ Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, BGBl, 2005, Teil I, Nr. 17 (23.05.2005)

²⁰ 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

²¹ 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

Insgesamt ist die Datenlage zu Umweltauswirkungen der Computer-Herstellung und Entsorgung momentan noch mangelhaft. Außerdem kann von einer breiten Streuung der Daten ausgegangen werden, je nachdem in welchem Land und mit welcher Technologie die einzelnen Komponenten hergestellt werden. Williams (2005) ermittelte um den Faktor 8 unterschiedliche Energiebedarfe für die Produktion. So hat China vergleichsweise hohe Energiebedarfe im Gegensatz zu Japan. Unbefriedigend ist die Datenlage auch bezüglich human- und ökotoxischer Wirkungen sowie der Gewinnung von seltenen Metallen.

Die Wirkungskategorien flüchtige organische Verbindungen (VOC) und langlebige organische Schadstoffe (POP) werden in der Ökobilanzbewertung nicht berücksichtigt, da die Datenlage bei Nettops noch mit großer Unsichersicht behaftet ist.

Tabelle 6 gibt die anzurechnenden Ergebnisse der betrachteten Wirkungskategorien der All-in-One Nettops an, unterteilt in die jeweiligen Lebensphasen und bezogen auf ein Jahr. Die Umweltauswirkungen der Herstellungsphase sind gleich gesetzt mit denjenigen bei der Herstellung von Notebooks. Für die Umweltauswirkungen der Nutzungsphase wird das in Tabelle 2 zugrunde gelegte Nutzerverhalten angewendet. Die negativen Zahlenwerte bei der Entsorgung stehen für Gutschriften beim Recycling.

Tabelle 6 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines All-in-one Nettops (16 Zoll) bezogen auf ein Jahr

	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Summe
KEA [MJ/a]	277,6	583,76 (68%)	-4	857,36
GWP [kg CO ₂ eq./a]	18,2	34,16 (65%)	-0,2	52,16
AP [g SO ₂ eq./a]	105	50 (33%)	-5,2	149,8

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich wird, trägt hauptsächlich die Nutzungsphase zu den Umweltbelastungen bei. 68% des kumulierten Energieaufwands und 65% des Treibhauspotenzials werden in der Nutzungsphase verursacht.

Es wird angenommen, dass sich ein AiO Nettop bis auf den Bildschirm nicht wesentlich von den normalen Nettops unterscheidet. Daher werden die Umweltauswirkungen der AiOs als Grundlage für die Nettops genommen, lediglich werden die Umweltauswirkungen der Herstellung sowie der Entsorgung des Bildschirms (16 Zoll) abgezogen. Die Nutzungsphase ist gleich geblieben wie bei AiO-Nettops. In Tabelle 7 sind die Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 7 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines Nettops (ohne Bildschirm) bezogen auf ein Jahr

	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Summe
KEA [MJ/a]	180,03	583,76 (77%)	-8,13	755,66
GWP [kg CO ₂ eq./a]	12,52	34,16 (74%)	-0,57	46,11
AP [g SO ₂ eq./a]	78,11	50 (41%)	-5,92	122,19

Durch den fehlenden Bildschirm sind die jährlichen Umweltauswirkungen bei den Nettops etwas geringer als bei den All-in-ones. Da die Auswirkungen in der Nutzungsphase gleich bleiben, steigt der Anteil der Nutzungsphase an den Umweltauswirkungen an. Der kumulierte Energieaufwand trägt nun 77% und das Treibhauspotenzial 74% zu den Gesamtumweltauswirkungen bei.

Weiterhin zeigen diese Berechnungen, dass die Herstellungsphase von Computern eine im Vergleich zu anderen Produkten wie Geschirrspülern, Waschmaschinen etc., bedeutendere Rolle für die Umweltbelastung des gesamten Lebenszyklus spielt.

Die folgende Tabelle 8 zeigt die Umweltauswirkungen eines herkömmlichen Desktop-PCs bezogen auf ein Jahr. In dem prozentualen Anteil der Umweltauswirkungen in verschiedenen Lebensphasen eines herkömmlichen Desktop-PCs gibt es keine wesentlichen Unterschiede zu den Nettops. Allerdings belegen die Zahlen, dass der jährliche kumulierte Energieaufwand (KEA) und das Treibhauspotenzial (GWP) eines herkömmlichen Desktop-PCs um 2,5-fach höher ist als bei Nettops.

Tabelle 8 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines herkömmlichen Desktops PCs²² bezogen auf ein Jahr

	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Summe
KEA [MJ/a]	398,03	1.591,60 (80%)	-5	1.984,63
GWP [kg CO ₂ eq./a]	25,15	93,14 (79%)	-0,15	118,14
AP [g SO ₂ eq./a]	192,88	120 (39%)	-6,51	306,37

In den folgenden Tabellen werden nun die Umweltauswirkungen der AiO-Nettops, Nettops und herkömmlichen Desktop-PCs hinsichtlich des gesamten Lebenszyklus dargestellt.

²² Quelle: EuP 2007. Spezifikation des Desktop Rechners: Lebensdauer 6,6 Jahre, Transportstrecke über das gesamte Leben 40 km, Gewicht 6,8 kg. Die angenommene Lebensdauer in EuP beträgt 6,6 Jahre, in der Tabelle wurden die Umweltauswirkungen auf ein Jahr heruntergerechnet.

Tabelle 9 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines All-in-one Nettops (16 Zoll) bezogen auf die gesamte Lebensdauer

	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Summe
KEA [MJ]	1.388	2.918,8 (68%)	-20	4.286,8
GWP [kg CO ₂ eq.]	91	170,8 (65%)	-1	260,8
AP [g SO ₂ eq.]	525	250 (33%)	-26	749

Tabelle 10 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines Nettops bezogen auf die gesamte Lebensdauer

	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Summe
KEA [MJ]	900,15	2.918,8 (77%)	-40,65	3.778,3
GWP [kg CO ₂ eq.]	62,6	170,8 (74%)	-2,85	230,55
AP [g SO ₂ eq.]	390,55	250 (41%)	-29,6	610,95

Tabelle 11 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen in den jeweiligen Lebensphasen eines herkömmlichen Desktop PCs bezogen auf die gesamte Lebensdauer

	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Summe
KEA [MJ]	2.627	10.504,56 (80%)	-33	13.098,56
GWP [kg CO ₂ eq.]	166	614,72 (79%)	-0,99	779,73
AP [g SO ₂ eq.]	1.273	792 (39%)	-42,97	2.022,03

3.2 Analyse der Lebenszykluskosten

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

Berücksichtigt wurden folgende Kostenarten:

- Investitionskosten (Preis für die Anschaffung eines Nettops),
- Betriebs- und Unterhaltskosten,
 - Stromkosten,
 - Reparaturkosten,
- Entsorgungskosten.

3.2.1 Investitionskosten

Der Preis für die Anschaffung eines Nettops hängt stark von der Ausstattung und Leistung sowie der Marke und dem Design des jeweiligen Geräts ab. Günstige Nettops gibt es bereits ab 159 €, für den Apple Mac Mini beispielsweise kann man leicht über 500 € ausgeben.

Es ist jedoch zu beachten, dass sogenannte All-in-one Nettops deutlich höhere Anschaffungskosten haben als die „normalen“ Nettops. Hier variieren die Preise zwischen 500 und 1.500 €. Dies ist nicht zuletzt durch das Vorhandensein eines Bildschirms begründet, der bei einem Nettop separat angeschafft werden muss. Aufgrund der starken Diskrepanz werden die beiden Gerätetypen hinsichtlich der Investitionskosten unterschieden.

Als durchschnittliche Preise werden für die nachfolgenden Berechnungen 300 € für ein Nettop und 500 € für ein All-in-one Nettop angesetzt. Datengrundlage bilden Herstellerangaben sowie Tests der Computerzeitschrift c't.

3.2.2 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 12 gibt einen Überblick über die Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen. In den vorliegenden Berechnungen wird mit dem Strompreis für einen durchschnittlichen Haushalt (0,232 €) gerechnet.

Tabelle 12 Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen²³

Haushaltsgröße	kWh-Preis (inkl. Grundgebühr)
<i>Durchschnitt</i>	0,232 €
1-Pers-HH	0,247 €
2-Pers-HH	0,231 €
3-Pers-HH	0,225 €
4-Pers-HH	0,223 €

Bei einem durchschnittlichen Energieverbrauch von 51,95 kWh pro Jahr (vgl. Tabelle 2) ergeben sich jährliche Stromkosten in Höhe von 12,05 €.

3.2.3 Reparaturkosten

EuP 2007 geht bei Computern von Reparaturkosten in Höhe von 125 € aus, bezogen auf ihren gesamten Lebenszyklus. Es wird angenommen, dass die Reparaturkosten auch bei einem Nettop in ähnlicher Höhe liegen. Da sich diese Kosten auf die gesamte Lebensdauer des Nettops beziehen, fallen durchschnittlich pro Jahr 25 € für Reparaturen an. Bei Desktop-

²³ Eigene Recherche, Stand: Februar 2009. Die Größe eines durchschnittlichen Haushalts liegt bei 2,08 Personen (Statistisches Bundesamt 2007, www.destatis.de)

PCs liegen die jährlichen Reparaturkosten auf Grund der längeren Lebensdauer von 6,6 Jahren bei durchschnittlich 19 € pro Jahr.

3.2.4 Entsorgungskosten

Seit dem 24. März 2006 sind die Hersteller für die Rücknahme der Altgeräte verantwortlich. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

3.2.5 Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse

Tabelle 13 Kostenvergleich der Gerätetypen bezogen auf ein Jahr

Gerätetyp	Anteilige Anschaffungskosten [€/a]	Nutzung [€/a]		Jährliche Gesamtkosten [€/a]
		Stromkosten	Reparaturkosten	
Nettop	60,00	12,05	25,00	97,05
All-in-one Nettop	100,00	12,05	25,00	137,05
Herkömmlicher Desktop-PC ²⁴	79,00	32,86	19,00	130,86

Durch die höheren Anschaffungskosten sind auch die Gesamtkosten des All-in-one Nettops höher als die des Nettops und belaufen sich auf rund 137 € pro Jahr. Die jährlichen Gesamtkosten eines AiO-Nettops sind sogar höher als bei einem herkömmlichen Desktop-PC mit einer Lebensdauer von 6,6 Jahren. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sowohl beim Nettop als auch beim Desktop-PC die Anschaffungskosten für einen externen Bildschirm hinzu kommen, welche mit 25 – 30 € pro Jahr zu veranschlagen sind. Der All-in-one Nettop stellt damit immer noch eine kostengünstigere Alternative zum klassischen Desktop dar.

Für den Nettop fallen jährliche Gesamtkosten in Höhe von etwa 97 € an. Das bedeutet, dass bei der Substitution eines herkömmlichen Desktop-PCs durch einen Nettop ca. 33 € pro Jahr und Haushalt gespart werden.

4 Konsumtrends

Der in 2008 erkennbare Verkaufserfolg bei Netbooks erstaunte insofern, als man bislang davon ausgegangen war, dass die Leistungsfähigkeit neuer Computer-Modelle höher sein muss als die der Vorgängermodelle, damit sich Käufer für sie entscheiden. Ob der gleiche Erfolg auch bei den Nettops erreicht wird, kann momentan nicht vorausgesagt werden. Es

²⁴ Durchschnittlicher Preis für die Anschaffung eines herkömmlichen Desktop-PCs für einen privaten Haushalt – 520 € (EuP 2007, Lot 3 Computer)

gibt unterschiedliche Einschätzungen über die möglichen zukünftigen Konsumtrends. Intel geht davon aus, dass sich bis 2011 etwa 60 Millionen Nettops weltweit absetzen lassen. Auf der anderen Seite schätzen die Experten bei der Zeitschrift c't ein, dass die Nettops viel weniger Nachfrage erzeugen werden als die Netbooks. Diese Einschätzung ist darauf zurückzuführen, dass viele Konsumenten zwar einerseits bei Netbooks zu Gunsten der Mobilität Einschränkungen bei der Performance hinnehmen, ihnen bei stationären Nettops aber kaum ein vergleichbarer Zusatznutzen geboten wird. Daher kann bei Nettops nur der Preis (und evtl. der niedrige Energieverbrauch) als zentrales Verkaufsargument dienen. Hier ist allerdings anzumerken, dass es seit geraumer Zeit ähnlich günstige Alternativen am Markt gibt, sodass Nettops nicht automatisch neue Märkte erschließen werden.

Bei Nettops handelt es sich um kompakte Computer mit explizit geringerer Leistungsfähigkeit als derzeit verfügbare Modelle am Markt und – zumindest in der Anfangszeit – älteren (langsamere) Hardwarekomponenten. Allerdings sind sie vergleichsweise preiswerter.

Nach unserer Einschätzung sind Nettops für drei Anwendergruppen interessant:

- Die erste sieht Nettops als Alternative zu teuren Desktop-Rechnern, als zusätzlichen PC („Zweit- oder Drittrechner“) für einfache Internetanwendungen.
- Die zweite nutzt den Computer so selten und mit so anspruchsloser Software, dass das einfachste Gerät am Markt ausreicht.
- Die dritte Gruppe beinhaltet Zielgruppen wie Schulen, Bildungsstätten und öffentliche Räume (Wartezimmer etc.) oder Familien mit Kindern.

4.1 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 nachstehend wiedergegeben.



Abbildung 8 Checkliste Gebrauchsnutzen



Abbildung 9 Checkliste Symbolischer Nutzen

Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

- Armutsbekämpfung
- Grundbedürfnis Ernährung
- Grundbedürfnis Wohnen
- Grundbedürfnis Gesundheit
- Information und Bildung
- Friedenssicherung
- Klimaschutz
- Biodiversität
- Qualifizierte Arbeitsplätze
- Gesellschaftliche Stabilität

Abbildung 10 Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

Im Folgenden wird der Nutzen analysiert, welchen Nettops für den Hausgebrauch stiften.

4.1.1 Gebrauchsnutzen

Bezüglich des Gebrauchsnutzens ergeben sich für Nettops folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile

- Günstiger Preis: Nettops liegen im unteren Preissegment, typischerweise zwischen 250 und 350 €.
- Ausreichende Leistungsfähigkeit: Die Ausstattung der Nettops ist auf die Nutzung aller einfachen Anwendungen wie Office-Anwendungen, Internet (Emails, Surfen) und Videos ansehen (falls ein optisches Laufwerk vorhanden) zugeschnitten.
- Bedarfsgerecht: Für Nutzer, die nur minimale Ausstattung brauchen, sind Nettops ideal. Besonders für Schüler, Studenten und Senioren bieten sich Nettops aufgrund ihres Preis-Leistungs-Verhältnisses als handliche und transportable Alternative zu großen Desktop-Rechnern an.
- Online sein: Nettops sind – einen WLAN-Zugang vorausgesetzt – geeignet für den Internetzugang an verschiedensten Standorten, wie Wartezimmer, Hotel-Lobby, Schule, Bibliothek, Büro, Fabrik etc.
- Geringer Energieverbrauch und geringe Geräuschemissionen. Nettops sind in der Regel energieeffizienter und leiser als herkömmliche Desktop-Rechner.

- Thin Clients und Server-Based Computing: Bei Verlagerung der hohen Rechenleistung in das Rechenzentrum bieten leistungsschwache Endgeräte wie Nettops geeignete Lösungen, um Energie, Material, Kosten und Platz auf dem Arbeitstisch zu sparen.

Nachteile

- Je nach gewünschter Nutzung, ist die Ausstattung eines Nettops zu wenig leistungsfähig, beispielsweise eignet sich ein Nettop nicht zum Spielen. Auch benötigt man ggf. ein externes optisches Laufwerk, da Nettops oft kein integriertes besitzen.
- Nettops können einen vollwertigen PC mit neuen Komponenten nicht ersetzen. Insbesondere ist die Ausstattung von Nettops für neue Betriebssysteme, wie Windows Vista unzureichend.
- Auf Grund der kompakten Bauweise ist es schwer, Nettops mit ergänzender Hardware aufzurüsten.
- Für den Erwerb einer Lizenz für das Betriebssystem bei Microsoft dürfen die von Microsoft vorgegebenen Hardware-Ausstattungen nicht überschritten werden (1 GB RAM und 160 GB Festplattenspeicher).

4.1.2 Symbolischer Nutzen

Auch wenn sich Nettops im unteren Preissegment befinden und man deshalb eher ein „Billig-Image“ vermuten könnte, so scheinen manche Hersteller doch auch auf das Design als ein entscheidendes Verkaufsargument zu setzen: Mit bunt oder edel gestalteten Gehäusen wird der Nettop – ähnlich wie ein Handy – zum Schmuck- und Prestigeobjekt.

Da es sich außerdem um eine Produktgruppe handelt, die noch sehr neu am Markt ist, kann man außerdem vermuten, dass ein Nettop seinen Besitzer als besonders „trendy“ erscheinen lässt oder zumindest manche Käufer auf diesen Eindruck setzen.

4.1.3 Gesellschaftlicher Nutzen

Nettops sind vor allem aus drei Gründen von gesellschaftlichem Nutzen:

- Zum einen sind Nettops besonders energieeffiziente Geräte, die im Vergleich zu anderen Produktalternativen (Desktop PCs) Energie sparen und zum Klimaschutz beitragen.
- Zum anderen vermeiden Nettops für Nutzer, die mit ihrer Leistungsfähigkeit auskommen (z.B. da sie nur Office Anwendungen nutzen, Emails schreiben und im Internet surfen), eine überdimensionierte Ausstattung, die einen höheren Herstellungsaufwand hat (beispielsweise durch Ausstattung mit weniger Komponenten, wie z.B. keine Grafikkarte).
- Außerdem ermöglichen sie durch den geringen Preis auch unteren Einkommenschichten den Zugang zur Computer- und Internetnutzung.

4.2 Zusammenfassung der Nutzenanalyse

Die Ergebnisse der Nutzenanalyse sind in Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14 Zusammenfassung der Nutzenanalyse

Nutzen	Produktspezifische Aspekte
Gebrauchsnutzen	
Handhabung und Transport	Die Geräte sind so klein dimensioniert, dass sie leicht transportiert und auch unter beengten Verhältnissen genutzt werden können
Gutes Preis-Leistungsverhältnis	Nettops weisen eine eingeschränkte, aber für bestimmte Anwendungen ausreichende Leistungsfähigkeit im unteren Preissegment auf.
Geringe Stromkosten durch geringen Energieverbrauch	Nettops sind in der Regel energieeffizienter als herkömmliche Desktop-Rechner.
Geringe Geräuschemissionen	Nettops sind in der Regel leiser als herkömmliche Desktop-Rechner.
Material- und Ressourceneffizienz	Als Thin Clients helfen die Nettops nicht nur Energie und Betriebskosten, sondern auch Material und Ressourcen zu sparen.
Symbolischer Nutzen	
Design	Mit bunt oder edel gestalteten Gehäusen wird der Nettop – ähnlich wie ein Handy – zum Schmuck- und Prestigeobjekt.
Modern / „trendy“	Ein Nettop lässt seinen Besitzer als besonders „trendy“ erscheinen oder zumindest manche Käufer auf diesen Eindruck setzen.
Gesellschaftlicher Nutzen	
Klimaschutz	Senkung des Energieverbrauchs durch den geringen Energieverbrauch von Nettops
Material- und Ressourceneffizienz	Bei Integration mit Server-Based Computing helfen die Nettops, nicht nur Energie und Betriebskosten, sondern auch Material und Ressourcen zu sparen

5 Gesamtbewertung und Ableitung der Vergabekriterien

Für die Entwicklung der Vergabekriterien für ein Klimaschutzbezogenes Umweltzeichen für die Nettops ist es notwendig, den Geltungsbereich fundiert festzulegen. Aus dem Kapitel „Technologietrends Nettops“ wird ersichtlich, dass eine Abgrenzung zwischen Nettops und anderen vergleichbaren kompakten Desktop-Rechnern, wie z.B. Mac mini von Apple, immer schwieriger wird. Die Vorteile von Nettops, nämlich geringer Energieverbrauch und kompakte Bauweise, werden von vielen leistungsfähigeren kompakten Desktop-Rechnern angeboten. Auch gibt es zu sehr ähnlichen Preisen besser ausgestattete sowie leistungsfähigere Desktop-Rechner, darunter auch kompakte Geräte. Nettops bieten mit ihrer Standardausstattung (1 GB Arbeitsspeicher, On-Board Grafik, Prozessor mit geringer Rechenleistung) keine wesentlichen Funktionsvorteile gegenüber vergleichbaren Alternativen. Die Nutzenanalyse zeigt, dass sich die Konsumenten durchaus weitere Funktionen, wie z.B. Abspielen von HD-Videos oder Blu-ray-Filmen, Bild- und Tonbearbeitung oder 3D-Animationen wünschen und daher leicht mit den Nettops unzufrieden werden können. Aus diesen Gründen würde ein nur auf Nettops ausgelegtes Umweltzeichen das Risiko eingehen, leistungsschwache Rechner ohne eine sichere Zukunft auszuzeichnen. Weder aus Umweltgesichtspunkten noch aus Verbrauchersicht wäre ein solcher Aufwand sinnvoll. Eine Erweiterung des Geltungsbereichs eines Umweltzeichens auf weitere vergleichbare Alternativen, die neben kompaktem Bau, höherer Rechenleistung, mehr Funktionen und auch einen geringen Energieverbrauch aufweisen, ist empfehlenswert.

Allerdings gibt es schon einige Umweltzeichen, Standards und Programme, die die Kriterien für umweltfreundliche Desktop-Rechner festlegen. Daher soll bei der Definition der Kategorie „Kompakte Desktop-Rechner“ genauer überprüft werden, inwieweit sie schon von bestehenden Umweltzeichen, wie Energy Star, Blauer Engel, EU-Blume, Nordic Swan oder TCO abgedeckt werden. Zur Abgrenzung der kompakten Desktop-Rechner von anderen Computertypen eignen sich die Vorgaben sowohl zu dem Gewicht als auch zu dem Gehäusevolumen als sinnvolle Kriterien. Für kompakte Desktop-Rechner könnten 5,0 kg Gewicht und 5,0 Liter Gehäusevolumen sinnvolle Größen sein, um diese von anderen Computertypen abzugrenzen. Für kompakte Desktop-Rechner mit integriertem Bildschirm sollten je nach Bildschirmgröße noch höhere Gewichts- und Gehäusevolumengrößen als Abgrenzungskriterien dienen. Mobile Computersysteme mit netzunabhängiger Stromversorgung sollten vom Geltungsbereich ausgeschlossen sein.

5.1 Eignung der Energy Star Grenzwerte²⁵

In der neuen Version des Energy Star (Energy Star® Program Requirements for Computers Version 5.0) werden die Desktop-Rechner und All-in-One-PCs je nach Ausstattung und Leistung in vier Kategorien (A, B, C, D) und Notebooks in drei Kategorien (A, B, C) unterteilt. Die Grenzwerte²⁶ für jede Kategorie sind in folgender Abbildung dargestellt (Abbildung 11).

	Desktops and Integrated Computers (kWh)	Notebook Computers (kWh)
TEC (kWh)	Category A: ≤ 148.0 Category B: ≤ 175.0 Category C: ≤ 209.0 Category D: ≤ 234.0	Category A: ≤ 40.0 Category B: ≤ 53.0 Category C: ≤ 88.5
Capability Adjustments		
Memory	1 kWh (per GB over base) <i>Base Memory:</i> Categories A, B and C: 2 GB Category D: 4 GB	0.4 kWh (per GB over 4)
Premium Graphics (for Discrete GPUs with specified Frame Buffer Widths)	Cat. A, B: 35 kWh (FB Width ≤ 128-bit) 50 kWh (FB Width > 128-bit) Cat. C, D: 50 kWh (FB Width > 128-bit)	Cat. B: 3 kWh (FB Width > 64-bit)
Additional Internal Storage	25 kWh	3 kWh

Abbildung 11 Grenzwerte – Computer nach Energy Star® Program Requirements for Computers Version 5.0

Energy Star® Program Requirements for Computers Version 5.0 schlägt den Grenzwerten bei so genannten Leistungsupgrades „Bonus kWh“ zu. Beispielsweise werden zum Grundgrenzwert eines Notebooks 0,4 kWh pro aufgerüstete GB hinzugefügt. Weiterhin werden weitere 3 kWh hinzugefügt, wenn eine externe Grafikkarte vorhanden ist, deren Bildspeicher größer ist als 64-bit.

Die Grenzwerte für die jeweiligen Kategorien sind nach der prozentualen Nutzungsdauer pro Modus berechnet (Tabelle 15).

²⁵ In der Version 5.0 des Energy Star® Program Requirements for Computers werden die Grenzwerte nicht mehr in W, sondern in TEC (kWh pro Jahr) angegeben. TEC steht für „Typical Energy Consumption“ und stellt ein flexibleres Instrument 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 voraussehbare Nutzungszyklen (Stunden pro Tag in Idle, Standby und Off) berechnet werden können und allgemein anerkannte Messverfahren zur Messung des Stromverbrauchs im On- bzw. Idle-Modus gegeben sind.

²⁶ Die Grenzwerte werden mit der folgenden Formel berechnet: $E_{TEC} = (8760/1000) * (P_{off} * T_{off} + P_{sleep} * T_{sleep} + P_{idle} * T_{idle})$, wobei alle Px-Werte in W und alle Tx-Werte in % der Nutzung pro Jahr angegeben. TEC E_{TEC} wird in kWh angegeben und zeigt den jährlichen Energieverbrauch bezogen auf die prozentuale Nutzungsdauer pro Modus.

Tabelle 15 Nutzungsdauer pro Modus – Desktop und Notebook²⁷

	Desktop		Notebook	
	Herkömmlich	Fernwartungs-funktion ²⁸	Herkömmlich	Fernwartungs-funktion
T _{off}	55%	40%	60%	45%
T _{sleep}	5%	30%	10%	30%
T _{idle}	40%	30%	30%	25%

Im Rahmen dieser PROSA Studie wurden 34 kompakte Desktop-Rechner analysiert. Wenn die in dieser Studie ermittelten Durchschnittswerte der Betriebsmodi²⁹ der kompakten Desktop-Rechner mit dem Energy Star Nutzerverhalten (Desktop) (Tabelle 15) kalkuliert werden, ergeben sich folgende Durchschnittswerte:

- 90 kWh pro Jahr (Herkömmlicher Desktop-Rechner)
- 75 kWh pro Jahr (Desktop-Rechner mit Fernwartungsfunktion)

Die meisten Nettops und andere kompakte Desktop-Rechner würden der Definition der Kategorie A³⁰ (Single-Core CPU und weniger als 2 GB Arbeitsspeicher) für Desktop-Rechner entsprechen. Allerdings liegt der Grenzwert für Desktop-Rechner der Kategorie A bei 148,0 kWh pro Jahr (Abbildung 11).

Betrachtet man die Spannweite der Verbrauchswerte der 34 kompakten Desktop-Rechner, die nach der Berechnungsformel vom Energy Star für Desktop-Rechner kalkuliert werden, liegen die Werte für den jährlichen Energieverbrauch zwischen 26 kWh und 212 kWh. Das würde bedeuten, dass eine Anlehnung an den Grenzwert (Kategorie A – 148 kWh/Jahr) für den Energieverbrauch eines herkömmlichen Desktop-Rechners nach Energy Star® Program Requirements for Computers Version 5.0 ausgeschlossen ist. Dann würden praktisch alle kompakten Rechner die Energieverbrauchskriterien eines Umweltzeichens erfüllen.

Setzt man voraus, dass ein Umweltzeichen das Ziel hat, auf die ca. 20-30% besten der am Markt erhältlichen Produkte anwendbar zu sein, scheint es sinnvoll, dass der Grenzwert für den jährlichen Energieverbrauch eines Kompakten Desktop-Rechners in Größenordnung von etwa 50% der TEC-Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0 betragen soll.

²⁷ Quelle: Energy Star ® Program Requirements for Computers Version 5.0

²⁸ Fernwartungsfunktion gilt für die Rechner, die eine volle Netzwerkverbindung einhalten, wie sie in „Section 1“ des Energy Star ® Program Requirements for Computers Version 5.0 definiert wird.

²⁹ 23,33 W Idle-Modus, 2,81 W Sleep Modus und 1,62 W Off-Modus, Datengrundlage – 34 Geräte

³⁰ Kategorie A für Desktop-Rechner bei Energy Star ® Program Requirements for Computers Version 5.0: Alle Desktop-Rechner, die die Anforderungen der Kategorie B, C und D nicht erfüllen, gehören zur Kategorie A. Die Anforderungen der Kategorie B für Desktop-Rechner sind: Dual-Core-CPU und mindestens 2 GB RAM.

5.2 Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG

Die Festlegung des in Kapitel 5.1 vorgeschlagenen Grenzwerts beruht auf der Annahme, dass die Leistungsaufnahme im Off- und Standby-Modus durch die EU-Ökodesign-Richtlinie (2005/32/EG; Verordnungsnummer 1275/2008) geregelt wird. Im Rahmen dieser Richtlinie will die EU-Kommission die Leistungsaufnahme von elektrischen und elektronischen „Haushalts- und Bürogeräten für den Einsatz im Wohnbereich“ im Bereitschaftszustand (Standby-Modus) ab Januar 2010 auf höchstens 2 W³¹ begrenzen. Vermeintlich völlig ausgeschaltete Geräte (Off-Modus) dürfen dann ab 2010 einen Grenzwert von 1 W³² einhalten. Bis 2014 soll dieser Wert auf 0,5 W und für den Bereitschaftszustand auf 1 W sinken.

Geht man von einer planmäßigen Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie aus und setzt die Grenzwerte der Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand auf 2 W³³ und im Off-Modus auf 1 W, dürfen die mit einem Umweltzeichen gekennzeichneten kompakten Desktop-Rechner im Idle-Modus höchstens 19,3 W benötigen (Annahmen: Grenzwert 50% des jährlichen Energieverbrauchs eines herkömmlichen Desktop-Rechners der Kategorie A der Energy Star Version 5.0 = 50% von 148 kWh = 74 kWh).

5.3 Blauer Engel

Der Deutsche Blaue Engel für Computer (RAL-UZ 78; Ausgabe September 2009) hat auch die Grenzwerte der Energy Star Version 5.0 übernommen. Der Blaue Engel geht aber insgesamt über die Energieverbrauchskriterien hinaus und beinhaltet weitere umwelt- und schadstoffrelevante Kriterien, wie z.B.:

- Recyclinggerechte Konstruktion,
- Materialanforderungen an die Kunststoffe der Gehäuse, Gehäuseteile und Chassis sowie Tastaturen,
- Materialanforderungen an die Kunststoffe der Leiterplatten,
- Kennzeichnung von Kunststoffen,
- Batterien,

³¹ Die Leistungsaufnahme des Geräts in einem Zustand, in dem nur Information oder eine Statusanzeige oder eine Reaktivierungsfunktion in Verbindung mit Information oder einer Statusanzeige bereitgestellt wird, darf 2,00 W nicht überschreiten.

³² Die Leistungsaufnahme des Geräts in einem Zustand, in dem nur eine Reaktivierungsfunktion oder nur eine Reaktivierungsfunktion mit der Anzeige ihrer Aktivierung bereitgestellt wird, darf 1,00 W nicht überschreiten.

³³ Nach Auskunft der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) entspricht der in der Verordnung 1275/2008 beschriebene „Bereitschaftszustand“ nicht unbedingt dem ACPI-S3-Zustand von PCs, sofern diese dann außer der Reaktivierungsfunktion noch weitere Funktionen bereitstellen. Wegen der vielen möglichen Funktionen, die ein PC im ACPI S3 potenziell noch leisten kann (etwa Wake on LAN, Wake on Modem Ring, Wake on USB, Wake on PCI Power Management Event, zeitgesteuertes Aufwachen, Fernwartungsfunktion), ist eine exakte Definition offenbar zu kompliziert.

- Reparatursicherheit,
- Rücknahme der Geräte,
- Verpackung,
- Geräuschemissionen,
- Erweiterung der Leistungsfähigkeit,
- Weitere Anforderungen an Bildschirmgeräte,
- Verbraucherinformation.

5.4 EU-Umweltzeichen und Nordic Swan

Die aktuelle Version 6.0 von Nordic Swan übernimmt, ähnlich wie der Blaue Engel, die Energieverbrauchskriterien der Energy Star Version 5.0 für Computer. Auf der anderen Seite legt die EU-Blume die Grenzwerte für den „Bereitschaftszustand bzw. Schlafmodus“ und „Off-Modus“ fest. Für die Desktop-Rechner liegen die Grenzwerte bei der EU-Blume bei 4,0 W im Schlafmodus und 2.0 W im Off-Modus. Für die tragbaren Rechner, nämlich Notebooks, liegen die Grenzwerte bei 3.0 W im Schlafmodus und 2.0 W im Off-Modus. In der EU-Blume und dem Nordic Swan werden neben den Kriterien für den Energieverbrauch noch weitere Anforderungen gestellt. Zum Beispiel:

- Verlängerung der Lebensdauer,
- Quecksilbergehalt des Bildschirms,
- Geräusentwicklung,
- Elektromagnetische Strahlung,
- Rücknahme, Verwertung und Gefährliche Stoffe,
- Hinweise für den Benutzer,
- Verpackung.

5.5 TCO Development

TCO zeichnet mit TCO'05 Desktop-Rechner und mit TCO 3.0 tragbare Rechner aus. Das besondere an TCO ist, dass ein hoher Stellenwert auf die Ergonomie, wie optische Ergonomie und Arbeitsbelastung durch die Nutzung gelegt wird. Darüber hinaus werden Vorgaben zu Emissionen, Energieverbrauch (5 W im Schlafmodus, 2 W im Aus-Zustand), Schadstoffgehalt, Recycling, Lebensdauer und Verpackung gemacht.

Diese sollten der Konsistenz wegen in ihren wesentlichen Grundzügen übernommen und an die aktuellen Entwicklungen in der Gesetzgebung angepasst werden.

5.6 Ableitung für ein Umweltzeichen für kompakte Desktop-Rechner (Nettops)

Aus den angestellten Überlegungen werden Vergabekriterien für ein Umweltzeichen für Kompakte Desktop-Rechner (Nettops) abgeleitet. Die Kriterien sind im Anhang dieser Studie dokumentiert.

6 Literatur

BITKOM 2008	Thin Client und Server Based Computing, Berlin.
Bridgen und Santillo 2006	Bridgen, K.; Santillo, D.; Toxic Chemicals in Computers. Determining the presence of hazardous substances in five brands of laptop computers. Greenpeace Research Laboratories. Exeter. 2006
c't 23/2009	„Tuschkästen: Notebooks mit farbkraftigen Displays, Seiten 130-133, c't 23/2009
c't 11/2009	„Das Soll es sein: Der erste Release Candidate von Windows 7“, Seiten 18-20, c't 11/2009
c't 8/2009	„All-in-One-PCs mit AMD-Prozessoren“, Seite 23, c't 8/2009
c't 4/2009	„Atomnachfolger“, Seite 24, c't 4/2009
c't 2/2009	„Nvidia-Chipsatz für Nettops und Netbooks“, Seite 17, c't 2/2009
c't 1/2009	„Viele neue Nettops“, Seite 17, c't 1/2009
c't 25/2008	„Kleinpackungen: Zwei Nettop-PCs mit Intel-Atom-Prozessoren“, Seite 76-78, c't 25/2008
c't 22/2008	„Palettenware: Das taugen Nettops, die neuen Billigrechner“, Seiten 126-133
EuP 2007	Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs, Lot 3: Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors, July 2007.
Fraunhofer UMSICHT 2008	Ökologischer Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten 2008, Oberhausen.
Heijungs et al 1992	Heijungs, R. (final ed.): Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide (part 1) and Backgrounds (Part 2), prepared by CML, TNO and B&G, Leiden 1992.
Huisman et al. 2007	Huisman, J.; Magalini, F.; Kuehr, R.; Maurer, C.; Ogilvie, S.; Poll; J.; Delgado, C.; Artim, E.; Szezak, J.; Stevels, A.; 2008 Review of

Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). UNU, Bonn 2007.

Intel 2008 Netbooks and Nettops: New Category of Emerging Internet Devices, Intel Developer Forum, April 2008

Kamburow 2004 Kamburow, C.; E-Paper – Erste Abschätzung der Umweltauswirkungen. Eine ökobilanzielle Betrachtung am Beispiel des Nachrichtenmediums Zeitung. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. Werkstattbericht Nr. 67. Berlin 2004.

Morf et al. 2002 Morf, L.; Taverna, R.; Daxbeck, H.; Smuty, R.; Ausgewählte bromierte Flammschutzmittel – Stoffflussanalyse. BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 338. Umweltgefährdende Stoffe. Bern, Schweiz 2002.

NSC 1999 National Safety Council. EPR2 Baseline Report: Recycling of selected electronic products in the United States. Washington, USA 1999.

Prangenberg, M. 2007 Energie- und Kostensparen mit Thin Clients – Praxiserfahrungen bei einem Finanzdienstleister, Commerz Real AG, Vortragsfolien, BITKOM Anwenderforum „IT-Infrastruktur & Energieeffizienz“ am 22.11.2007 in Düsseldorf

Reichart und Hirschler 2001 Reichart, I.; Hirschler, R.; Vergleich der Umweltbelastungen bei der Benutzung elektronischer und gedruckter Medien. ugra-report 1008/03. Eidgenössische Materialprüfungsanstalt St. Gallen, Schweiz 2001.

Schischke et al. 2003 Schischke, K.; Kohlmeier, R.; Griese, H.; Reichl, H.; Life Cycle Energy Analysis of PC's – Environmental consequences of lifetime extension through reuse. Environmental Assessment in the Information Society. Extended Abstracts. Joint SETAC Europe, ISIE meeting and LCA Forum. 3.-4. Dezember 2003, Lausanne Schweiz . Brüssel, Belgien 2003.

Umweltbundesamt (UBA) 2009 Green IT: Zukünftige Herausforderungen und Chancen. Hintergrundpapier für die BMU/ UBA/ BITKOM-Jahreskonferenz 2009

urbs 2005 urbs media GbR unter <http://www.urbs.de/afa/change.htm?afa0a2.htm> abgerufen im Mai 2005.

7 Anhang

7.1 Anhang I: Wirkungskategorien der Life Cycle Analysis

Übersicht Wirkungskategorien der Life Cycle Analysis

Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA)

Treibhauspotential

Versauerungspotential

Aquatische Eutrophierung

Terrestrisches und photochemisches Eutrophierungspotential

Photochemische Oxidantienbildung (POCP)

Die Ergebnisse der Wirkungskategorien wurden mit Hilfe der Bewertungsmethode des Öko-Instituts *EcoGrade* (vergleiche Bunke et al. 2002) gewichtet und für die spätere Ökoeffizienzanalyse zu einem Gesamtumweltindikator (Umweltzielbelastungspunkte) aggregiert.

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.

Treibhauspotential

Schadstoffe, die zur zusätzlichen Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen, werden unter Berücksichtigung ihres Treibhauspotenzials bilanziert, welches das Treibhauspotential des Einzelstoffs relativ zu Kohlenstoffdioxid kennzeichnet. Als Indikator wird das Gesamttreibhauspotential in CO₂-Äquivalenten angegeben. Folgende Substanzen und Charakterisierungsfaktoren wurden berücksichtigt.

Tabelle 16 Charakterisierungsfaktoren für Treibhauspotential (nach IPCC 1995)

Treibhauspotential in kg CO ₂ Äquivalenten	Faktor
Kohlenstoffdioxid CO ₂	1
Methan CH ₄	21
Distickstoffmonoxid N ₂ O	310
Halon 1301	4900
Tetrafluormethan	4500
Tetrachlormethan	1400
Trichlormethan	5
Dichlormethan	9
1,1,1-trichlorethan	110

Versauerungspotential

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.

Folgende Substanzen und Charakterisierungsfaktoren wurden berücksichtigt:

Tabelle 17 Charakterisierungsfaktoren für Versauerungspotenzial

Versauerungspotenzial in kg SO ₂ -Äquivalenten	Faktor
SO ₂	1,00
NO ₂ , NO _x	0,70
NO	1,07
NH ₃	1,88
HCl	0,88
HF	1,60

Aquatisches und terrestrisches Eutrophierungspotential

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.

Folgende Substanzen und Charakterisierungsfaktoren wurden berücksichtigt:

Tabelle 18 Charakterisierungsfaktoren für das aquatische Eutrophierungspotenzial

Aquatische Eutrophierung in kg PO ₄ Äquivalenten	Faktor
NH ₃	0,330
N-tot, Nitrate, Nitrite	0,420
Phosphat	1,000
P-tot	3,060
P ₂ O ₅	1,340
COD	0,022

Tabelle 19 Charakterisierungsfaktoren für das terrestrische Eutrophierungspotenzial

Terrestrische Eutrophierung in kg PO ₄ Äquivalenten	Faktor
NO ₂ , NOX	0,13
NH ₃	0,33

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 Berechnung werden die Substanzen und die entsprechenden Charakterisierungsfaktoren nach Heijungs et al. 1992 berücksichtigt.

7.2 Anhang II: Entwurf der Vergabekriterien für Kompakte Desktop Rechner (Nettops)

Geltungsbereich

Diese Vergabegrundlage gilt für Kompakte Desktop-Rechner. Kompakte Desktop-Rechner sind hauptsächlich für die übliche Internetnutzung (Email, Surfen, Videos in Standardauflösung, einfache Spiele) sowie einfache Office-Anwendungen konzipiert.

Bei einem Kompakten Desktop-Rechner (ohne Bildschirm und Tastatur) darf:

- das Gewicht (inklusive ggf. vorhandenem externen Netzteil) 5,0 kg nicht überschreiten.
- das Gehäusevolumen 5,0 Liter nicht übersteigen.

Bei einem Kompakten Desktop-Rechner mit Bildschirm (All-in-One Desktop-Rechner) darf das Gewicht (inklusive ggf. vorhandenem externen Netzteil):

- 7,5 kg nicht überschreiten (für Geräte bis einschließlich 20 Zoll Bildschirmdiagonale).
- 10,0 kg nicht überschreiten (für Geräte über 20 Zoll Bildschirmdiagonale).

Nicht in den Geltungsbereich fallen mobile Computersysteme mit netzunabhängiger Stromversorgung.

Anforderungen

Energieverbrauch

- Der jährliche Energieverbrauch eines Kompakten Desktop-Rechners darf nicht mehr als 50% der TEC³⁴-Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0³⁵ betragen. Als Referenzgrößen gelten die TEC-Anforderungen in jeweils entsprechenden Kategorien (A, B, C, D) für Desktops and Integrated Computers im Nutzerverhalten „Desktop Conventional“³⁶.
- Das Gerät und das installierte Betriebssystem müssen als energiesparende Ruhezustände mindestens den ACPI-Modus S3³⁷, Bezeichnung z.B. „sleep mode“ (oder vergleichbaren Modus), sowie den Aus-Zustand (ACPI S4/S5) ermöglichen.

³⁴ Typischer Energieverbrauch (Typical Energy Consumption) in kWh pro Jahr

³⁵ ENERGY STAR ® Program Requirements for Computers Version 5.0

³⁶ Nutzerverhalten Desktop Conventional: T_{off} 55%, T_{sleep} 5%, T_{idle} 40%

³⁷ ACPI: Advanced Configuration and Power Interface Specification. ACPI S3: Suspend-to-RAM (STR); ACPI S4: Suspend-to-Disk (STD); ACPI S5: Soft-Off-Modus

- Das Gerät muss bei Inaktivität selbständig in den Ruhezustand ACPI-Modus S3 (oder vergleichbaren Modus) übergehen, sowie den Monitor ausschalten. Bei Auslieferung des Gerätes müssen hierfür folgende Aktivierungszeiten voreingestellt sein:
 - ACPI-Modus S3 \leq 30 min
 - Monitor aus \leq 15 min.
- Dem Nutzer muss es möglich sein, die voreingestellten Aktivierungszeiten zu verringern.
- Interne Netzteile müssen die Anforderungen des Energy Star 5.0 für Computer erfüllen³⁸.
- Externe Netzteile müssen die Anforderungen des Energy Star 2.0 für externe Netzteile erfüllen³⁹.
- Das Gerät muss über einen Ein- und Ausschalter verfügen. Im Auslieferungszustand ist das Gerät so zu konfigurieren, dass es durch die Betätigung des Ein- und Ausschalters in den Aus-Zustand (ACPI S4/S5) versetzt wird.
- Bei der Gestaltung von Schaltern und Schaltflächen sind die Symbole nach der Norm IEEE 1621 zu verwenden⁴⁰.

Langlebigkeit

Reparaturfähigkeit

Der Antragsteller verpflichtet sich, dafür zu sorgen, dass für die Reparatur der Geräte die Ersatzteilversorgung für mindestens 5 Jahre ab Produktionseinstellung sichergestellt ist.

Unter Ersatzteilen sind solche Teile zu verstehen, die typischerweise im Rahmen der üblichen Nutzung eines Produktes ausfallen können. Andere, regelmäßig die Lebensdauer des Produktes überdauernde Teile dagegen, sind nicht als Ersatzteile anzusehen. Insbesondere müssen Akkus (soweit vorhanden) bis 5 Jahre ab Produktionseinstellung erhältlich sein.

Die Produktunterlagen müssen Informationen über die genannten Anforderungen enthalten.

Erweiterung der Leistungsfähigkeit

Kompakte Desktop-Rechner müssen folgende Erweiterungsmöglichkeiten bieten:

- Erweiterung der Kapazität des Arbeitsspeichers auf mindestens 2 GB.
- Vorhandensein von mindestens 4 USB-Schnittstellen.

³⁸ ENERGY STAR® Program Requirements for Computers Version 5.0

³⁹ ENERGY STAR® Program Requirements for Single Voltage External Ac-Dc and Ac-Ac Power Supplies. Eligibility Criteria (Version 2.0)

⁴⁰ <http://eetd.lbl.gov/Controls/1621>

- Einbau, Austausch und Erweiterung des Massenspeichers.

Anforderungen an Konstruktionen und Komponenten

Recyclinggerechte Konstruktion

Für Kompakte Desktop-Rechner gilt:

- Umweltzeichengeräte müssen so konstruiert sein, dass sie für Recyclingzwecke leicht zerlegbar sind, damit Gehäusekunststoffe und Batterien als Fraktionen von Materialien anderer funktioneller Einheiten getrennt und nach Möglichkeit werkstofflich verwertet werden können.
- Die mit dem Umweltzeichen ausgezeichneten Geräte müssen so gestaltet sein, dass im Fachbetrieb eine effiziente Zerlegung unterstützt wird oder mit gängigen Werkzeugen vorgenommen werden kann

Materialanforderungen an die Kunststoffe der Gehäuse und Gehäuseteile

Den Kunststoffen dürfen als konstitutionelle Bestandteile keine Stoffe zugesetzt sein, die eingestuft sind als

- krebserzeugend der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008⁴¹
- erbgutverändernd der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008
- fortpflanzungsgefährdend der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008

⁴¹ 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, Anhang VI Harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung für bestimmte gefährliche Stoffe, Teil 3: Harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung – Tabellen, Tabelle 3.2 Die Liste der harmonisierten Einstufung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe aus Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG, kurz: GHS-Verordnung http://www.reach-info.de/ghs_verordnung.htm, in der jeweils gültigen Fassung. Die GHS-Verordnung (Global Harmonization System), die am 20.01.2009 in Kraft getreten ist, ersetzt die alten Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG. Danach erfolgt die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe bis zum 1. Dezember 2010 gemäß der RL 67/548/EWG (Stoff-RL) und für Gemische bis zum 1. Juni 2015 gemäß der RL 1999/45/EG (Zubereitungs-RL). Abweichend von dieser Bestimmung kann die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe und Zubereitung bereits vor dem 1. Dezember 2010 bzw. 1. Juni 2015 nach den Vorschriften der GHS-Verordnung erfolgen, die Bestimmungen der Stoff-RL und Zubereitungs-RL finden in diesem Fall keine Anwendung.

- persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT-Stoffe) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB-Stoffe) nach den Kriterien des Anhang XIII der REACH-Verordnung oder besonders besorgniserregend aus anderen Gründen und die in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sog. Kandidatenliste⁴²) aufgenommen wurden.

Halogenhaltige Polymere sind nicht zulässig. Ebenso dürfen halogenorganische Verbindungen nicht als Flammschutzmittel zugesetzt werden. Zudem dürfen keine Flammschutzmittel zugesetzt werden, die gemäß Tabelle 3.2 des Anhang VI der EG-Verordnung 1272/2008 mit dem R Satz R 50/53 gekennzeichnet sind.

Von dieser Regelung ausgenommen sind:

- prozessbedingte, technisch unvermeidbare Verunreinigungen;
- fluororganische Additive (wie z.B. Anti-Dripping-Reagenzien), die zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Kunststoffe eingesetzt werden, sofern sie einen Gehalt von 0,5 Gew.-% nicht überschreiten;
- Kunststoffteile, die weniger als 25 g wiegen.

Display (bei All-in-One Desktop-Rechnern)

- Die Hintergrundbeleuchtung des Displays darf kein Quecksilber enthalten.
- Die Flüssigkristallmischungen dürfen nicht als krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend in Kategorie 1, 2 oder 3 oder als giftig oder sehr giftig nach Anhang VI der EG-Verordnung 1272/2008) eingestuft sein.

⁴² Link zur Kandidatenliste der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH):

http://echa.europa.eu/consultations/authorisation/svhc/svhc_cons_en.asp

Geräuschemission

Die Messung kann entfallen, wenn kein CPU-Lüfter, kein Systemlüfter und kein optisches Laufwerk vorhanden sind.

Sofern die Geräte über einen CPU-Lüfter, einen Systemlüfter oder ein optisches Laufwerk verfügen, müssen die Messungen wie folgt durchgeführt werden:

Die Bewertung der Geräuschemissionen beruht auf der Angabe des deklarierten Schallleistungspegels mit einer Nachkommastelle. Der garantierte A-bewertete Schallleistungspegel L_{WAd} wird in dB(A) auf der Grundlage der EN ISO 7779:2001 in Verbindung mit ISO 9296:1988 ermittelt und bewertet. Dabei ist sicher zu stellen, dass bei Konfigurationsvarianten baugleicher Geräte die jeweils lautesten Einzelkomponenten berücksichtigt werden.

Die Messungen sind in folgenden Betriebszuständen vorzunehmen.

1. Das Festplattenlaufwerk ist aktiviert. Die Messung der Geräuschemissionen erfolgt nach EN ISO 7779:2001, Ziffer C.9.3.2.
2. Das Gerät arbeitet unter hoher Belastung (Ansprache der Prozessorkühlung bei mindestens 90% CPU-Auslastung. Nach einer Betriebszeit von 15 Minuten bei einer Umgebungstemperatur von 23 ± 1 °C ist die Messung über 120 Sekunden durchzuführen.)
3. Das Gerät arbeitet im Leerlaufbetrieb. Die Messung der Geräuschemissionen erfolgt nach EN ISO 7779:2001, Ziffer C.15.3.2.
4. Ein optisches Laufwerk in typischer Konfiguration ist aktiviert. Optische Laufwerke sind nach EN ISO 7779/A1:2003, Ziffer C.19.3.2 zu prüfen.

Damit der Schallleistungspegel als garantiert gelten kann, sind mindestens drei Geräte zu prüfen. 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 benutzt werden:

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

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

Die Messbedingungen und Prüfergebnisse sind in ein Formblatt einzutragen.

Die dort ausgewiesenen Werte für den deklarierten Schallleistungspegel dürfen bei aktiviertem Festplattenlaufwerk (1) den Wert von 44 dB(A), bei hoher Belastung mit mindestens 90% CPU-Auslastung (2) den Wert von 48,0 dB(A), für den Leerlaufbetrieb (3) den Wert von 40,0 dB (A) und für den Betrieb der optischen Laufwerke (4) den Wert von 52,0 dB(A) nicht überschreiten.

Helligkeit des Displays (bei All-in-One Desktop-Rechnern)

- Die Helligkeit des Displays des All-in-One Desktops muss einstellbar sein und 150 cd/m² nach DIN EN ISO 9241-303 erreichen können.

Garantie

Der Antragsteller verpflichtet sich, für die Geräte eine Garantie von mindestens 2 Jahren ab dem Kaufdatum zu geben.

Verbraucherinformation

Eine verständliche und ausführliche Bedienungsanleitung und Produktinformation muss auf dem Kompakten Desktop-Rechner installiert sein, als CD-ROM oder in gedruckter Form dem Produkt beigelegt werden. Diese muss mindestens folgende Angaben beinhalten:

1. Reparaturfähigkeit,
2. Möglichkeiten zur Erweiterung der Leistungsfähigkeit,
3. Energieverbrauch: Jährlicher Energieverbrauch, sowie die Höhe der Leistungsaufnahme in den verschiedenen Betriebsmodi. Außerdem müssen Hinweise gegeben werden, wie die Geräte in energiesparende Betriebszustände versetzt werden können,
4. Schalleistungspegel.