

PROSA Thin Clients

Entwicklung der Vergabekriterien für ein
klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

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

Freiburg, Dezember 2010

Autor/innen:

Andreas Manhart

Eva Brommer

Siddharth Prakash

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

Büro Berlin

Schicklerstr. 10

10179 Berlin. Deutschland

Tel. +49 (0) 30 – 40 50 85-0

Fax +49 (0) 30 – 40 50 85-388

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



**DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE**

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

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
Methodisches Vorgehen	5
1 Definition	6
2 Markt- und Umfeldanalyse	8
2.1 Markttrends	8
2.1.1 Geschichte	8
2.1.2 Verkaufszahlen	8
2.1.3 Hersteller und ihre Modelle	9
2.1.4 Preise	9
2.1.5 Stromverbrauch	10
2.1.6 Bedeutung von Schadstoffen	11
2.1.7 Lärm	12
2.1.8 Lebensdauer und Bedeutung der Langlebigkeit	12
2.2 Technologietrends	13
2.2.1 Prozessor	13
2.2.2 Betriebssystem	13
2.2.3 Funktionen	13
2.2.4 Universal Desktop Converter	14
2.2.5 Mobile Thin Clients	14
2.2.6 Zero Clients	14
3 Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung	15
3.1 Ökobilanz	15
3.1.1 Funktionale Einheit	15
3.1.2 Systemgrenzen	16
3.1.3 Herstellung und Distribution	16
3.1.4 Nutzung	17
3.1.5 Entsorgung	21
3.1.6 Betrachtete Wirkungskategorien	21
3.2 Analyse der Lebenszykluskosten	26
3.2.1 Investitionskosten	26
3.2.2 Stromkosten	26
3.2.3 Reparaturkosten	27
3.2.4 Entsorgungskosten	28
3.2.5 Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse	28

4	Konsumtrends	29
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	Energy Star	34
5.2	Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG	37
5.3	Blauer Engel	38
5.4	EU-Umweltzeichen	39
5.5	Nordic Swan	39
5.6	EPEAT	39
5.7	TCO Development	40
5.8	Ableitung für ein Umweltzeichen für Thin Clients	40
6	Literatur	41
7	Anhang	45
7.1	Anhang I: Wirkungskategorien der Life Cycle Analysis	45
7.1.1	Kumulierter Primärenergiebedarf	45
7.1.2	Treibhauspotential	45
7.1.3	Versauerungspotential	46
7.1.4	Aquatisches und terrestrisches Eutrophierungspotential	46
7.1.5	Photochemische Oxidantienbildung	47
7.2	Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel (Entwurf)	47

Einleitung

Die vorliegende Untersuchung zu Thin Clients 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 Diskussion im Rahmen des Fachgesprächs am 26.08.2010 beim Umweltbundesamt (UBA) in Berlin wurde beschlossen, Thin Clients bei der Revision der Vergabegrundlage RAL-UZ 78 in die Vergabegrundlage für Arbeitsplatzcomputer aufzunehmen. Neben Thin Clients gilt diese Vergabegrundlage auch für Desktop-Computer und Integrated Desktop-Computer.

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 Assessment durchgeführt (Abbildung 1). PROSA umfasst mit der Markt- und Umfeld-Analyse, der Ökobilanz, der Lebenszykluskostenrechnung und der Benefit-Analyse die zur Ableitung der Vergabekriterien erforderlichen Teil-Methoden und ermöglicht eine integrative Bearbeitung und Bewertung.

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

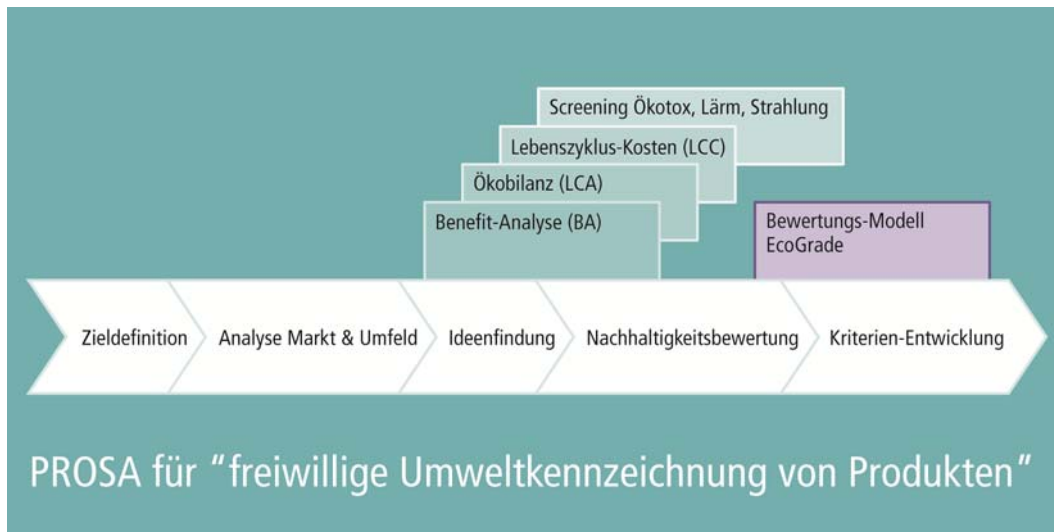


Abbildung 1 Die Grundstruktur von PROSA

1 Definition

Thin Clients sind Arbeitsplatzcomputer, die zum Erreichen ihrer vollen Funktionalität auf eine Netzwerkverbindung mit einem Server angewiesen sind. Sie werden deshalb auch als Computerendgerät oder Terminals bezeichnet, 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 Basisversionen der Thin Clients sind lediglich in der Lage, Bildinformationen, die auf dem Server erzeugt werden, zu empfangen, darzustellen und Tastatureingaben und Mausbewegungen zum Server zu schicken. In höheren Ausbaustufen verfügen Thin Clients auch über erweiterte Fähigkeiten, wie z.B. einen eingebauten eigenen Webbrowser, Java Unterstützung usw. Damit nähern sich die Thin Clients allerdings erheblich den herkömmlichen Arbeitsplatz-PCs mit lokaler Verarbeitungskapazität an (Umsicht 2008). Thin Clients sind deutlich kleiner als klassische Desktop PCs und beinhalten in der Regel keine beweglichen Teile wie Festplatte oder Lüfter. Dieses Kriterium wird vielfach zur Abgrenzung von anderen Desktop-PCs benutzt (siehe v.a. US EPA 2008, EC 2009b). Aufgrund ihrer kompakten Bauweise beinhalten die Gehäuse von Thin Clients oft kein internes Netzteil, so dass die Stromversorgung der Geräte mit einem externen Netzteil erfolgt.

Thin Clients werden hauptsächlich in Unternehmen, Verwaltungen und Bildungseinrichtungen eingesetzt, da sie hier gegenüber den klassischen Desktop-PCs einige spezifische Vorteile aufweisen:

- Sie sind vergleichsweise günstig in der Anschaffung,
- Sie verbrauchen weniger Strom,
- Sie sind weniger wartungsaufwändig.

Zusammenfassend weisen Thin Clients in der Regel folgende Merkmale auf:

- Keine beweglichen Teile wie Festplatte oder Lüfter,
- Kein optisches Laufwerk,
- Einzel- oder Doppelkern-Prozessor mit geringer Rechenleistung, z.B. Intel Atom, (Ausnahme Zero Clients: Diese weisen i.d.R. keinen eigenen Prozessor auf),
- Abhängigkeit von einer Verbindung zu einem zentralen Server,
- Für die stationäre Nutzung konstruiert (keinen integrierten Bildschirm, keine integrierte Tastatur, keine Akkus)¹.

Die aktuelle Version des Energy Stars für Computer (Energy Star Program Requirements for Computers Version 5.0) deckt unter anderem auch Thin Clients ab. Thin Clients werden wie folgt definiert:

“Ein Computer mit eigener Stromversorgung, der mit einem Fernrechner verbunden ist, auf dem die hauptsächliche Datenverarbeitung (Programmausführung, Datenspeicherung, Interaktion mit anderen Internetressourcen usw.) erfolgt. Thin Clients im Sinne dieser Spezifikation sind lediglich Computer ohne eingebaute Rotations-Speichermassen. Die Haupteinheit eines Thin Client im Sinne dieser Spezifikation muss zur Nutzung an einem festen Standort (z.B. auf einem Schreibtisch) und nicht als tragbares Gerät bestimmt sein”.

Angelehnt an diese Definition wurden Thin Clients in einem EuP-Arbeitsdokument zu Öko-design-Anforderungen für Computer (EC 2009b) wie folgt definiert:

„‘Thin Client’ means an independently-powered computer that is intended for location in a permanent location and that relies on a connection to remote computing resources to obtain primary functionality. Thin Clients covered by these requirements are limited to devices with no rotational storage media integral to the computer.”

¹ Dieses Charakteristikum ist für stationär genutzte Thin Clients gültig. Sogenannte 'Mobile Thin Clients' weisen sowohl einen integrierten Bildschirm, als auch Tastatur und Akku auf (siehe Kapitel 2.2.5)

2 Markt- und Umfeldanalyse

2.1 Markttrends

2.1.1 Geschichte

Das Prinzip, mithilfe einfacher Endgeräte auf eine zentrale Rechenkapazität zuzugreifen, entstand bereits in den 1950er und 60er Jahren. Diese Zeit der Großrechenanlagen (Mainframe Computer) war dadurch gekennzeichnet, dass Rechenkapazität teuer und knapp war, so dass möglichst effizient damit umgegangen werden musste. Seit Mitte der 60er Jahre konnten Mainframe Rechner bereits mehrere Rechenoperationen gleichzeitig ausführen, so dass zeitgleich mehrere Benutzer auf einen Rechner zugreifen konnten. Auch bei der Entwicklung des UNIX-Betriebssystems (seit den 70er Jahren) blieb dieses Multi-Tasking- und Multi-User-Konzept erhalten (Umsicht 2008). Mit dem Markterfolgen der ersten PCs Anfang der 1980er Jahre änderte sich diese Bild, da nun vermehrt Computer eingesetzt wurden, die aufgrund ihrer eigenen Rechenkapazitäten isoliert betrieben werden konnten. Zwar erlaubten Netzwerke auch weiterhin den Zugriff auf andere Rechenkapazitäten, in der Praxis ging man aber vermehrt dazu über, Dateien und Programme lokal zu speichern, zu bearbeiten und auszuführen. Die Gründe für diesen Trend sind wohl in den für damalige Verhältnisse außerordentlich günstigen Preisen für PCs zu suchen, als auch in den weit verbreiteten Problemen der Netzwerk- und Serverstabilität.

Eine langsame Rückkehr zum Server-based-Computing setzte dann in den 1990er Jahren unter anderem mit der Einführung des Betriebssystem Windows NT 3.1 ein. Der Begriff ‚Thin Client‘ wurde 1993 von der Firma Oracle erfunden. Ziel dieser Wortschöpfung war der Wunsch, die eigene Server-orientierte Software von den PC-orientierten Produkten des Konkurrenten Microsoft positiv abzusetzen. Der Durchbruch von Thin Clients auf dem Markt setzte sich erst mit dem Konzept der Desktop Virtualisierung (VDI – Virtual Desktop Infrastructure) durch. Damit erhalten die Anwender eine virtuelle Desktop-Umgebung, die sich bezüglich Grafik und Bedienung nicht von denen herkömmlichen Desktop-PCs unterscheidet².

2.1.2 Verkaufszahlen

Im Jahr 2008 wurden weltweit etwa 3,5 Millionen Thin Clients verkauft (Bitkom 2008). Die erwarteten jährlichen Wachstumsraten des Thin Client-Marktes betragen laut verschiedener

² Im Hintergrundpapier für die BMU/UBA/BITKOM-Jahreskonferenz 2009 wird Desktopvirtualisierung wie folgt definiert: „Bei diesem Konzept erfolgt eine Virtualisierung des individuellen Desktop-PCs im Rechenzentrum. Die Anwender können über Endgeräte (Terminals) auf ihren persönlichen virtuellen Einzelrechner im Rechenzentrum zugreifen. Dabei bleibt ihnen der individuelle <Personal Computer> mit seinen Einstellungen und Programmen erhalten“ (UBA 2009).

Analysten zwischen 17 und 40% (NCO 2007, Bitkom 2008). Zwar erreichten die Wachstumsraten im Krisenjahr 2009 nur 10-15% in Deutschland, dieser Wert lag aber immer noch deutlich über den Marktentwicklungen in anderen Segmenten der Informations- und Kommunikationstechnologien (iX 9/2009).

Im Jahr 2008 waren in Deutschland bereits in 20% der Unternehmen Thin Clients im Einsatz. Weitere 12% planten zu diesem Zeitpunkt die Einführung von Thin Clients (iX 9/2008). Dennoch liegen die Absatzzahlen für Thin Clients immer noch weit hinter denen von Desktop-PCs und Notebooks, von denen im Businessbereich weltweit jeweils zwischen 30 und 35 Millionen Geräte pro Jahr verkauft werden (Bitkom 2008).

2.1.3 Hersteller und ihre Modelle

Der Markt für Thin Clients wird vor allem von den Herstellern Wyse Technology, Hewlett-Packard und Igel Technology dominiert. Daneben bieten aber auch noch andere Hersteller wie Fujitsu, Christmann Informationstechnik + Medien und Devon IT eigene Thin Client-Modelle an.

Wyse Technology bietet derzeit unter anderem Wyse V10L mit dem 800 MHz Prozessor Via C7 Eden, einem 128 MB Flash-Speicher und einem Arbeitsspeicher von 256 MB an. Als Betriebssystem wird das hauseigene Produkt Wyse Thin OS eingesetzt. Andere Produkte von Wyse sind zum Teil mit schnelleren Prozessoren (1,2 GHz), größeren Flash-Speichern (zwischen 128 MB und 2 GB) sowie mehr Arbeitsspeicher (512 MB und 1 GB) ausgestattet.

HP hat verschiedene Thin Clients im Angebot, die das Unternehmen in vier Kategorien unterteilt: Essential Thin Clients, Mainstream Thin Clients, Flexible Thin Clients und Spezielle Thin Clients. Die Kategorien unterscheiden sich im Wesentlichen durch die jeweilige Hardwareausstattung, die bei diesen Produkten von einer Prozessorgeschwindigkeit von 1,0 bis 2,3 GHz reicht, und beim Flash-Speicher von 128 MB bis 1 GB und bei Arbeitsspeicher von 512MB bis 2GB reichen.

Igel bietet derzeit seine Thin Client Universal Desktop-Serie an. Die Modelle sind mit einem VIA-Prozessoren mit Taktfrequenzen zwischen 400 MHz und 1,5 GHz, Flash-Speichern mit Kapazitäten zwischen 512 MB und 2 GB und Arbeitsspeichern mit Größen zwischen 512 MB und 1 GB ausgestattet.

2.1.4 Preise

Im Vergleich zu Desktop-Rechnern und -Notebooks sind Thin Clients günstig in der Anschaffung. Geräte von Wyse Technology, HP und Igel sind ab etwa 240 Euro zu erhalten. Geräte mit etwas besserer Hardwareausstattung kosten ca. 300 bis 500 Euro. Einige wenige Modelle für spezielle Anwendungen (Unterstützung von zwei hochauflösenden Monitoren, Doppelkernprozessor) kosten bis zu 900 Euro.

2.1.5 Stromverbrauch

Niedriger Stromverbrauch ist ein wesentlicher Grund für die Konzeption und Nutzung von Thin Clients. Generell benötigen Thin Clients zwischen 10 und 20 W im Normalbetrieb (Idle-Mode³). Das würde bei einem Strompreis von 23,2 Cent je Kilowattstunde, 24 Stunden Dauerbetrieb an 365 Tagen im Jahr zwischen zirka 20 und 40 Euro Stromkosten verursachen. Im Vergleich dazu benötigen viele gängigen Desktop-PCs über 70 W im Idle-Modus und würden beim selben Nutzungsverhalten mehr als 159 Euro an Stromkosten erzeugen. Ein-schränkend muss aber angemerkt werden, dass Thin Clients einen großen Teil ihrer Rechenoperationen auf einen Server auslagern und dadurch auch einen Teil des Stromverbrauchs an eine andere Stelle „verlagern“. Aufbauend auf die Berechnungen in Kapitel 3.1.4 kann vereinfachend angenommen werden, dass dieser Stromverbrauch am Server ca. 1,5-mal so groß ist wie der direkte Stromverbrauch des Thin Clients selbst.

Dennoch liegen aus Umweltsicht die Stärken von Thin Clients in der Tatsache, dass diese klassische Desktop-PCs mit deutlich höherem Stromverbrauch ersetzen können. Obwohl Thin Clients dabei auf die Rechen- und Speicherkapazität von Servern angewiesen sind, resultiert hieraus ein positiver Nettoeffekt (Umsicht 2008). Dies gilt insbesondere für solche Anwendungsfälle, in denen klassische Desktop-PCs ausschließlich als Zugang zu einem Terminal Server genutzt werden. Bei einer derartigen Konstellation bestehen große Ineffizienzen bezüglich der genutzten Endgeräte (Terminals), da Desktop PCs für die zu bewerkstelligenden Aufgaben deutlich überdimensioniert sind. Diese Situation ist noch immer in einigen Bildungseinrichtungen wie Bibliotheken, Universitäten und Schulen anzutreffen.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Technik könnten in den EU-15-Staaten mindestens 8,2 Millionen der in 2008 neu abgesetzten Desktop-PCs durch Thin Clients ersetzt werden, in Deutschland 1,6 Millionen Geräte. Dies würde gemäß den ermittelten Werten über eine fünfjährige Nutzungsphase der Geräte 5.382.000 t CO₂e in den EU-15-Staaten bzw. 1.050.000 t CO₂e in Deutschland einsparen⁴ (Umsicht 2008).

Weiteres Einsparpotenzial wird sich zukünftig daraus ergeben, dass der Funktionsumfang der Thin Client Server-Systeme zunehmen wird, wodurch auch Arbeitsplätze mit deutlich komplexeren IT-Anforderungen auf Thin Client Server-Systeme umgestellt werden können.

Zudem ist zu erwarten, dass die Effizienz der zugrundeliegenden Hard- und Software auf Seiten der Server gesteigert wird.

³ Definition Energy Star Program Requirements for Computers Version 5.0: Der Zustand, in dem das Betriebssystem und die sonstige Software vollständig geladen sind, ein Nutzerprofil erstellt wurde, das Gerät nicht im Ruhemodus ist und die Aktivität auf diejenigen grundlegenden Anwendungen beschränkt ist, die das System automatisch startet.

⁴ Den Berechnungen liegt der Deutsche Strommix aus Gemis (Version 4.4.2) zugrunde.

Die derzeit effizientesten Thin Clients am Markt verbrauchen lediglich 6 W im Idle-Modus und 1 W im Aus-Zustand. Noch sparsamer sind die sogenannten „Zero Clients“, die selbst über keinen Prozessor und kein Betriebssystem mehr verfügen, sondern alle Ein- und Ausgabeinformationen an einen Terminal-Server weiterleiten bzw. von diesem empfangen. Diese Geräte brauchen nur noch etwa 3 W im Idle-Modus.

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 Gesetz setzt zwei zugrundeliegende EU-Richtlinien um: die EU-Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (sogenannte „WEEE-Richtlinie“) und die EU-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (sogenannte „RoHS-Richtlinie“). Demnach 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 seit dem 31.12.2006 eingehalten werden.

2.1.7 Lärm

Thin Clients weisen keine beweglichen Teile wie Lüfter oder rotierende Festplatte auf. Störende Geräuscentwicklungen beim Betrieb können deshalb ausgeschlossen werden.

2.1.8 Lebensdauer und Bedeutung der Langlebigkeit

Es gibt keine gesicherten Daten zur Nutzungsdauer von Thin Clients im Büroeinsatz. Für den Einsatz in Unternehmen erscheint in Deutschland die Annahme einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von Desktop-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. Da Thin Clients aber gegenüber herkömmlichen Desktop-PCs deutlich weniger wartungsintensiv sind und zudem die Hardwarespezifikation der Geräte deutlich in den Hintergrund tritt⁵, ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Nutzung von Thin Clients in vielen Fällen deutlich über drei Jahre hinausgeht.

Im Gegensatz zu vielen privat genutzten Rechnern ist eine Zweitnutzung von Thin Clients eher unwahrscheinlich, da einerseits betrieblich genutzte Hardware zumeist an spezielle Entsorgerunternehmen abgegeben wird und zudem der Einsatz von Thin Clients in der Regel im Verbund mit anderer IT-Hardware geplant und ausgeführt wird. In diesem Fall ist zu erwarten, dass Unternehmen und Bildungseinrichtungen schon aus Garantie- und Kompatibilitätsgründen zu Neugeräten greifen.

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 der Umweltbelastung eröffnen (siehe u.a. Choi et al. 2006, EuP 2007). 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 zumindest prinzipiell ermöglicht werden.

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

- Garantiezeit. Hier gibt es verschiedene Varianten, die für die Endverbraucher mehr oder weniger komfortabel sind (Geräte-Austausch-Service, Bring-in-Service etc.).

⁵ Da ein Großteil der Rechenoperationen am Terminal Server ausgeführt wird, kommt den technischen Spezifikationen von Arbeitsspeicher, Festplatte und Prozessor eine geringere Bedeutung zu als bei herkömmlichen PCs.

- Reparaturmöglichkeit. Vorhaltung von Ersatzteilen über die Garantiezeit des Geräts hinaus.
- Aufrüstbarkeit (ohne viel Aufwand). Für Thin Clients ist die Aufrüstbarkeit von Arbeitsspeicher, Prozessor, Flash-Speicher relevant. 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: DVD-Laufwerk, Cardreader, Soundkarte, Grafikkarte, 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

2.2.1 Prozessor

In Thin Clients kommen zumeist VIA Eden-, VIA C7-, Intel Atom- oder AMD Sempron-Prozessoren zum Einsatz. Diese Prozessoren haben typische Taktfrequenzen zwischen 400 MHz und 1,6 GHz, sind preisgünstig und haben einen geringen Stromverbrauch und eine geringe Wärmeentwicklung.

Bei der Fortentwicklung von Thin Clients zu sogenannten „Zero Clients“ kommt kein Prozessor zum Einsatz, da Zero Clients alle Eingabedaten unverarbeitet an den Server weiterleiten und somit keine eigene Rechenkapazität mehr vorhalten.

2.2.2 Betriebssystem

Als Betriebssysteme werden sowohl Windows Produkte (Windows 7, Windows ES) als auch Linux Produkte (Embedded Linux, Ubuntu) eingesetzt.

2.2.3 Funktionen

Thin Clients sind Desktop PCs, die – im Zusammenhang mit Tastatur und Bildschirm – dem Nutzer den Zugriff, die Nutzung und die Bearbeitung von Programmen und Daten ermöglichen, die auf einem zentralen Terminal Server abgelegt sind. Die Thin Client-eigene Hardwareausstattung (keine Festplatte) erlaubt keine lokale Abspeicherung größerer Dateien und Anwendungen. Dennoch ermöglichen Thin Clients eine Desktop-basierte Arbeitsumgebung wie auf einem herkömmlichen Arbeitsplatzcomputer (Desktop-Virtualisierung).

Thin Clients sind in der Regel mit mehreren USB 2.0 Schnittstellen, Ethernet-Anschluss, Sound-Ein- und -Ausgängen, eingebautem Lautsprecher sowie einem VGA-Ausgang und einem digitalen Bildschirmausgang (DVI, HDMI oder DisplayPort) ausgestattet. Hinzu

kommen oft CardReader und WLAN-Adapter. Thin Clients werden zudem meist mit einem Standfuß oder einer alternativen Befestigungsmöglichkeit ausgeliefert.

Einige Thin Client-Modelle ermöglichen eine Nutzeridentifizierung per Smartcard. Dies ist insbesondere für große Firmen und Bildungseinrichtungen attraktiv, da hier die Rechner oft einfach zugänglich sind, aber nicht von unberechtigten Personen genutzt werden sollen.

Einige hochwertige Thin Clients ermöglichen zudem die parallele Nutzung zweier Bildschirme und die Darstellung von hochauflösenden Grafik- und Videodateien.

2.2.4 Universal Desktop Converter

Die Firma Igel hat ein spezielles, Linus-basiertes Softwarepaket entwickelt, mit dem herkömmliche Rechner ohne großen Aufwand zu Thin Clients umgerüstet werden können. Diese, als Universal Desktop Converter (UDC) bezeichnete Software wird auf einem USB-Stick vertrieben. Auch andere Anbieter wie UniCon, LISCON und Devon IT vertreiben ähnliche Produkte (iX 2/2010). Zwar hilft die Software, andere Rechner auf die Nutzung als Thin Client umzustellen, selbstverständlich bleibt dabei aber die ursprüngliche Hardware unangetastet. Die hardwarespezifischen Thin Client-Vorteile (v.a. der geringere Stromverbrauch) werden damit nicht ermöglicht. Die Vorteile dieses Ansatzes liegen also weniger in der energetischen Optimierung als in der preisgünstigen Umstellung auf ein Thin Client Server-System mit zentraler Programm- und Datenverwaltung.

2.2.5 Mobile Thin Clients

Mit dem flächendeckenden Ausbau von Breitbandinternetzugängen und des Mobilfunknetzes besteht die Möglichkeit, das Thin Client-Server-Modell auch im mobilen Einsatz zu betreiben. Dafür wurden in den letzten Jahren verschiedene Geräte entwickelt, die vom Äußeren her einem Notebook ähneln, technologisch aber mit der Hardware von Thin Clients sowie einem Akkublock, einer Tastatur und einem Bildschirm ausgestattet sind. Im mobilen Einsatz haben diese so genannten „Mobile Thin Clients“ den Vorteil, dass bei Diebstahl des Gerätes keine sensiblen Daten verloren gehen können, da diese stets auf einem zentralen Server abgelegt sind (iX 11/2009).

2.2.6 Zero Clients

Eine konsequente Weiterentwicklung von Thin Clients stellen die Zero Clients dar. Zero Clients leiten alle Eingabedaten unbearbeitet an einen Server weiter, so dass alle Rechenoperationen auf dem Server ausgeführt werden können. Zero Clients benötigen deshalb weder Prozessor, Speicher noch Betriebssystem. Der Verbrauch solcher Zero Clients liegt in der Größenordnung von 4 - 14 Watt (iX 6/2009, iX 4/2010).

3 Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung

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

3.1 Ökobilanz

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer orientierenden Ökobilanz eines Thin Client Server-Systems dargestellt. Datengrundlage für die Herstellung und Entsorgung bildet dabei die EuP-Studie zu Computern, die im Rahmen der EU-Ökodesign-Richtlinie für energiebetriebene Produkte erstellt wurde (EuP 2007)⁶ sowie die Umsicht-Studie zum ökologischen Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client-Arbeitsplatzgeräten und eigenen Annahmen. Für die Nutzungsphase wurden diese Daten mit Angaben zum deutschen Strom-Mix verknüpft.

3.1.1 Funktionale Einheit

Die funktionale Einheit ist die jährliche Nutzung eines Thin Clients – einschließlich der dafür notwendigen Serverleistung – an einem betrieblichen Arbeitsplatz.

Folgende Gerätespezifikation wurde den Berechnungen zugrunde gelegt.

- Nutzungsdauer Thin Client: 6 Jahre
- Nutzungsdauer Server: 6 Jahre
- Gewicht Thin Client: 2 kg
- Gewicht Terminal Server: 15 kg

In Tabelle 1 sind die Geräte genauer spezifiziert. Die Daten zum Thin Client entsprechen Durchschnittswerten marktgängiger Geräte.

Für den Server wurden zwei Szenarien gebildet. Diese Szenarien sollen im Wesentlichen die Tatsache abbilden, dass die Gesamtumweltauswirkungen von Thin Client Server-Systemen stark vom jeweils eingesetzten Terminalserver abhängen. In der folgenden Berechnung ist Szenario 1 durch einen relativ alten und ineffizienten Server charakterisiert, während in Szenario 2 ein moderner und energieoptimierter Server zum Einsatz kommt. Die Daten zum Terminal Server des Szenario 1 sind der Umsicht-Studie entnommen (Umsicht 2008). Die Daten des Szenarios 2 entsprechen charakteristischen Werten eines kleinen energieopti-

⁶ Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs, Lot 3: Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors, 2007.

mierten Servers wie er zum Teil in klein- und mittelständischen Unternehmen eingesetzt wird.

Allgemein ist anzumerken, dass durch die verschiedenen Abschätzungen und Annahmen die Ergebnisse in Bezug auf die Produktgruppe mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sein können. Für die orientierende Ökobilanz in der vorliegenden Studie hat das jedoch keine negativen Auswirkungen.

Tabelle 1 Spezifikation der für die Berechnung verwendeten Geräte

Gerätetyp	Gewicht	Lebensdauer	Prozessor	Arbeitsspeicher	Festplatte	Preis
Thin Client	2,0 kg	6 Jahre	1 GHz	512MB	512MB Flash	300 Euro
Terminal Server (Szenario 1)	15,0 kg	6 Jahre	2 x 1,7 GHz	4 GB	2 x 36,4 GB	2000 Euro
Terminal Server (Szenario 2)	8,0 kg	6 Jahre	4 x 2,4 GHz	8 GB	2 x 500 GB S-ATA-Festplatte	600 Euro

3.1.2 Systemgrenzen

Folgende Teilprozesse werden bei der orientierenden Ökobilanz berücksichtigt:

- Herstellung und Distribution eines Thin Clients,
- Anteilige Herstellung und Distribution eines Terminal Servers,
- Nutzung des Thin Clients an einem Büroarbeitsplatz über ein Jahr,
- Anteilige Nutzung der Serverkapazität über ein Jahr,
- Entsorgung von Thin Client und Server.

3.1.3 Herstellung und Distribution

Grundlage für die Herstellung bildet die Umsicht-Studie zum ökologischen Vergleich der Klimarelevanz von PC- und Thin Client-Arbeitsplatzgeräten sowie ein weiteres Szenario. In Szenario 1 wird für die Serverleistung angenommen, dass jeweils 35 Nutzer einen Terminalserver in Anspruch nehmen und somit einem Thin Client-Nutzer anteilig 1/35 der Herstellung eines Servers zuzurechnen ist (Umsicht 2008).

In Szenario 2 wird für die Serverleistung angenommen, dass jeweils 15 Nutzer einen energetisch optimierten Terminalserver in Anspruch nehmen und somit einem Thin Client-Nutzer anteilig 1/15 der Herstellung eines Servers zuzurechnen ist.

In beiden Szenarien wird für den Thin Client ein Herstellungsaufwand von 20% eines Desktop-PCs angenommen. Dieser Wert basiert auf der Abschätzung, dass ein durchschnittlicher Thin Client in etwa 20% des Gewichtes eines durchschnittlichen Desktop-PCs aufweist.

Die Daten zur Herstellung eines Desktop-PCs wurden der EuP-Studie entnommen, die die Materialzusammensetzung von Desktop-PCs und die daraus resultierenden Umweltauswirkungen beinhaltet.

Des Weiteren wurde in beiden Szenarien eine durchschnittliche Transportstrecke von 40 km angenommen, die sich insbesondere auf die Instandhaltung sowie auf den Reparaturservice bezieht.

Auf dieser Basis werden im Folgenden zwei Thin Client Server-Systeme bilanziert (Szenario 1 und 2). Diese Szenarienbildung soll im Wesentlichen die Tatsache abbilden, dass die Gesamtumweltauswirkungen von Thin Client Server-Systemen stark vom jeweils eingesetzten Terminalserver abhängen. In der folgenden Berechnung ist Szenario 1 durch einen relativ alten und ineffizienten Server charakterisiert, während in Szenario 2 ein moderner und energieoptimierter Server zum Einsatz kommt.

3.1.4 Nutzung

Die Daten über den Strom- bzw. Energieverbrauch in der Nutzungsphase beziehen sich sowohl auf Thin Clients als auch auf die dafür benötigten Terminalserver.

Der durchschnittliche Energieverbrauch von Thin Clients wurde anhand von 61 markt-gängigen Geräten ermittelt. Die Daten stammen aus Tests der Zeitschrift c't, aus Herstellerangaben, aus der Energy Star Datenbank⁷ sowie der Umsicht-Studie (Umsicht 2008). Von 35 der 61 betrachteten Geräte konnten Daten zu allen drei Betriebsmodi (Idle, Ruhemodus⁸, Aus-Zustand) ermittelt werden. Bei den verbliebenen 26 Geräten konnten nur Daten zum Idle- und Aus-Zustand ermittelt werden. Der Durchschnittswert zum Aus-Zustand berechnet sich daher lediglich aus den Daten von 35 Geräten.

Diese Berechnungen führten zu folgenden durchschnittlichen Leistungsaufnahmen für einen Thin Client: 12,84 W im Idle-Modus, 2,07 W im Ruhemodus und 1,51 W im Aus-Zustand. Diese Werte werden im nächsten Schritt dem durchschnittlichen Nutzerverhalten zugrunde gelegt.

⁷ http://www.eu-energystar.org/de/database.htm?ce_thinclient (Zugriff: 05.08.2010)

⁸ Auch Sleep Modus genannt. Definition: Ein Niedrigverbrauchsmodus, in den der Computer nach einer bestimmten Inaktivitätszeit automatisch übergehen oder manuell versetzt werden kann. Ein Computer mit Ruhemodus-funktion kann durch Netzverbindungen oder Benutzerschnittstellengeräte schnell „geweckt“ werden und erreicht innerhalb von maximal 5 Sekunden nach Beginn des Weck-Ereignisses vollständige Betriebsbereitschaft, einschließlich Anzeigefunktion. Bei Systemen, für die ACPI-Normen gelten, entspricht der Ruhemodus in der Regel dem ACPI-Zustand S3 (Suspend to RAM).

Es wird angenommen, dass einem Thin Client das gleiche Nutzerhalten zugrunde liegt wie einem Desktop-PC im Bürobetrieb. Demzufolge setzt sich das Nutzerverhalten aus durchschnittlich 26% Idle-Modus, 36% Ruhezustand und 37% Aus-Zustand zusammen⁹. Es wird angenommen, dass das Nutzerverhalten für 365 Tage im Jahr eingehalten wird. In der folgenden Tabelle sind der durchschnittliche Energieverbrauch und die durchschnittliche Nutzung eines Thin Clients veranschaulicht.

Tabelle 2 Durchschnittlicher Energieverbrauch und Nutzung eines Thin Clients

	Leistungsaufnahme (W)	Nutzungsdauer (h/a)	Energieverbrauch (kWh/a)
Idle-Modus	12,84	2279	29,26
Ruhezustand	2,07	3196	6,62
Aus-Zustand	1,51	3285	4,96
Gesamt			40,84

Die Daten für die Berechnung des anteiligen Energieverbrauchs des Terminal Servers in Szenario 1 wurde aus der Umsicht-Studie zum ökologischen Vergleich der Klimarelevanz von PC- und Thin Client-Arbeitsplatzgeräten übernommen (Umsicht 2008). Der Vorteil dieser Werte ist, dass sie auf Messungen im realen Betrieb beruhen und somit auch die komplexen Interaktionen zwischen Endgerät und Server besser abbilden können als Rechnungen auf Basis durchschnittlicher Nutzungsszenarien. Die Daten zeigen an Arbeitstagen einen Durchschnittsverbrauch von 246,6 W über 24 Stunden. An arbeitsfreien Tagen (Wochenenden, Feiertage) liegt der Wert bei 214,9 W. In der folgenden Tabelle ist der durchschnittliche Stromverbrauch und die durchschnittliche Nutzung eines Terminal Servers veranschaulicht.

Tabelle 3 Durchschnittlicher Energieverbrauch und Nutzungsprofil eines Terminal Servers in Szenario 1

	Durchschnittl. Leistungsaufnahme (W)	Nutzungsdauer (d/a)	Energieverbrauch (kWh/a)
Arbeitstage	246,6	253	1.497,36
Wochenende / Feiertage	214,9	112	577,65
Gesamt			2.075,01

Insgesamt wird dabei für die Serverleistung in Szenario 1 angenommen, dass jeweils 35 Nutzer einen Terminalserver in Anspruch nehmen und somit einem Thin Client-Nutzer anteilig 1/35 von Herstellung, Distribution, Betrieb und Entsorgung eines Servers zuzurechnen ist. Dieser Wert ist der Umsicht-Studie zum ökologischen Vergleich der Klimarelevanz von

⁹ EuP 2007: Preparatory Study Lot 3, Computer.

PC- und Thin Client-Arbeitsplatzgeräten entnommen und entspricht sowohl den Charakteristiken eines so genannten „Medium Users“ (parallele Nutzung mehrerer Standardanwendungen), als auch dem rechnerischen Mittelwert aus den Bedürfnissen nach Serverleistung durch „Light User“ (keine zeitgleiche Nutzung mehrerer Anwendungen) und „Power User“ (Nutzung ressourcenhungriger Applikationen wie Bildbearbeitungen oder Datenbanken) (Umsicht 2008). Daraus folgt, dass dem Stromverbrauch eines Thin Clients zusätzlich noch 1/35 des Stromverbrauchs eines Terminalservers zuzuschlagen ist. Dies resultiert in einem Gesamtstromverbrauch von 100,13 kWh pro Jahr.

Tabelle 4 Durchschnittlicher Energieverbrauch eines Thin Client Server-Systems in Szenario 1

	Energieverbrauch (kWh/a)	Anteilige Berechnung für 1 Thin Client System	Anteiliger Energieverbrauch für 1 Thin Client System (kWh/a)
Thin Client	40,84	1	40,84
Terminal Server	2.075,01	1/35	59,29
Gesamt			100,13

Die Daten für die Berechnung des anteiligen Energieverbrauchs des Terminal Servers in Szenario 2 entsprechen charakteristischen Werten eines kleinen energieoptimierten Servers wie er zum Teil in klein- und mittelständischen Unternehmen eingesetzt wird. Ein Server dieses Typs benötigt in etwa 35 W im Idle-Modus. Dabei ist der Idle-Modus der Hauptbetriebszustand (Tag und Nacht). Typischerweise ist ein so dimensionierter Server für die Versorgung von 15 Thin Client-Arbeitsplätzen geeignet. Daraus folgt, dass dem Stromverbrauch eines Thin Clients zusätzlich noch 1/15 des Stromverbrauchs eines Terminalservers zuzuschlagen ist. Dies resultiert in einem Gesamtstromverbrauch von 61,28 kWh pro Jahr.

Tabelle 5 Durchschnittlicher Energieverbrauch und Nutzungsprofil eines Terminal Servers in Szenario 2

	Durchschnittl. Leistungsaufnahme (W)	Nutzungsdauer (h/a)	Energieverbrauch (kWh/a)
Terminal Server	35	8.760	306,60
Gesamt			306,60

Tabelle 6 Durchschnittlicher Energieverbrauch eines Thin Client–Server-Systems in Szenario 2

	Energieverbrauch (kWh/a)	Anteilige Berechnung für 1 Thin Client-System	Anteiliger Energieverbrauch für 1 Thin Client-System (kWh/a)
Thin Client	40,84	1	40,84
Terminal Server	306,60	1/15	20,44
Gesamt			61,28

Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, verbraucht ein Thin Client Server-System mit alten und relativ ineffizienten Terminalserver 100,13 kWh pro Jahr. Mit einem energieoptimierten Terminalserver sinkt dieser Stromverbrauch deutlich auf 61,28 kWh pro Jahr (siehe Tabelle 6).

Wird dasselbe Nutzerprofil auf normale Desktop-PCs sowie kompakte Desktop-PCs angewandt, werden 88,32 kWh sowie 67,47 kWh jährlich verbraucht (siehe Tabelle 7 und 8).

Tabelle 7 Durchschnittlicher Energieverbrauch und Nutzung eines herkömmlichen Desktop-PC¹⁰

	Leistungsaufnahme (W)	Nutzungsdauer (h/a)	Energieverbrauch (kWh/a)
Idle-Modus	33,40	2.279	76,12
Ruhemodus	2,46	3.196	7,86
Aus-Zustand	1,32	3.285	4,34
Gesamt			88,32

Tabelle 8 Durchschnittlicher Energieverbrauch und Nutzung eines kompakten Desktop-PC¹¹

	Leistungsaufnahme (W)	Nutzungsdauer (h/a)	Energieverbrauch (kWh/a)
Idle-Modus	23,33	2.279	53,17
Ruhemodus	2,81	3.196	8,98
Aus-Zustand	1,62	3.285	5,32
Gesamt			67,47

Der Vergleich zwischen Thin Clients und herkömmlichen und kompakten Desktop-PCs zeigt demnach, dass der Stromverbrauch von Thin Client–Server-Systemen nur dann unterhalb dem von herkömmlichen und kompakten Desktop-PCs liegt, wenn dabei auch ein energieoptimierter Terminalserver zum Einsatz kommt. Werden Thin Clients mit veralterten, ineffi-

¹⁰ Die Daten beziehen sich auf die Mittelwerte von Kategorie B-Geräten der Energy Star-Datenbank (Zugriff August 2010). Es handelt sich also um relativ effiziente Desktop-PCs, so wie sie typischerweise im Business-Bereich eingesetzt werden.

¹¹ Quelle: Prakash et al. 2010

zienten oder überdimensionierten Terminalservern betrieben, kann sich hinsichtlich des Gesamtstromverbrauchs ein nachteiliger Effekt ergeben.

Hier ist allerdings anzumerken, dass die Funktionalitäten isoliert betriebener Desktop-Rechner nicht exakt denen von Thin Client Server-Systemen entsprechen, so dass dieser Vergleich nur orientierenden Charakter hat.

3.1.5 Entsorgung

Seit dem 1. Juli 2006 verbietet das Elektro- und Elektronikgerätegesetz¹² (Umsetzung der EU-Richtlinien 2002/96/EG¹³ und 2002/95/EG¹⁴ 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 Primärenergiebedarf (KEA)
- Treibhauspotential (GWP)
- Versauerungspotential (AP)

Insgesamt ist die Datenlage zu Umweltauswirkungen der Thin Client Server-System-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 (2004) 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 Thin Client Server-Systemen noch mit großer Unsicherheit behaftet ist.

¹² Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, BGBl, 2005, Teil I, Nr. 17 (23.05.2005)

¹³ 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

¹⁴ 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

In den folgenden Tabellen sind die absoluten Ergebnisse sowie die prozentualen Anteile der betrachteten Umweltauswirkungen eines Thin Clients und die anteiligen Umweltauswirkungen eines Terminal Servers der beiden gebildeten Szenarien dargestellt. Die Daten beziehen sich jeweils auf die gesamte Nutzungsdauer von 6 Jahren. Die negativen Zahlenwerte bei der Entsorgung stehen für Gutschriften beim Recycling.

Tabelle 9 Umweltauswirkungen eines Thin Clients (ohne anteilige Berechnung des Servers)

	KEA (MJ)	GWP ¹⁵ (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung Thin Client	525,40	33,20	0,25
Nutzung Thin Client	3.035,33	173,49	0,24
Entsorgung Thin Client	-6,60	-0,20	-0,01
Summe	3.554,13	206,49	0,48

Tabelle 9 stellt die Umweltauswirkungen eines Thin Clients in Bezug auf die gesamte Nutzungsdauer von 6 Jahren dar. Während dieser Nutzungsdauer entstehen rund 3.550 MJ an kumuliertem Energieaufwand und 206 kg CO₂e. Das Versauerungspotenzial trägt mit insgesamt 0,5 kg SO₂e zu den Umweltauswirkungen bei. Diese Werte beziehen sich sowohl auf Szenario 1 als auch auf Szenario 2. Um einen Eindruck über die prozentualen Anteile der einzelnen Lebenswegphasen an den Gesamtumweltauswirkungen zu erhalten, sind diese in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10 Prozentualer Anteil der Lebensphasen eines Thin Clients an den Gesamtumweltauswirkungen (ohne anteilige Berechnung des Servers)

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung Thin Client	15%	16%	52%
Nutzung Thin Client	85%	84%	49%
Entsorgung Thin Client	-0,2%	-0,1%	-2%
Summe	100%	100%	100%

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, trägt hauptsächlich die Nutzungsphase zu den Umweltauswirkungen bei. 85% des kumulierten Energieaufwands und 84% des Treibhauspotenzials werden in der Nutzungsphase verursacht. Der Anteil der Herstellungsphase ist mit 15 und 16% vergleichsweise gering. Lediglich beim Versauerungspotenzial hat die Nutzungsphase einen geringeren Anteil von 49% im Vergleich zu der Herstellungsphase.

¹⁵ Berechnung auf Basis des Deutschen Strommixes und Daten von Ecolnvent (2009).

Wie bereits erwähnt ist in Szenario 1 einem Thin Client Nutzer 1/35 eines Terminal Servers anteilig zuzurechnen. Die dadurch entstehenden Umweltauswirkungen sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11 Anteilig anzurechnende Umweltauswirkungen eines Terminal Servers für ein Thin Client Server-System in Szenario 1

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung Server	112,59	7,11	0,05
Nutzung Server	4.406,58	251,86	0,35
Entsorgung Server	-1,41	-0,04	-0,002
Summe	4.517,75	258,93	0,40

In Szenario 2 versorgt der Terminal Server 15 Thin Client-Arbeitsplätze, was zur Folge hat, dass dem Stromverbrauch des Thin Client zusätzlich noch 1/15 des Stromverbrauchs des Terminal Servers zuzuschlagen ist. Die dadurch entstehenden Umweltauswirkungen sind in Tabelle 12 dargestellt

Tabelle 12 Anteilig anzurechnende Umweltauswirkungen eines Terminal Servers für ein Thin Client Server-System in Szenario 2

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung Server	140,11	8,85	0,07
Nutzung Server	1.519,15	86,83	0,12
Entsorgung Server	-1,76	-0,05	-0,002
Summe	1.657,50	95,63	0,19

Die absoluten Werte des anteiligen Terminal Servers liegen in Szenario 1 leicht über denen des Thin Clients. Der kumulierte Energieaufwand liegt bei gut 4.500 MJ, das Treibhauspotenzial bei knapp 260 kg CO₂e. Das Versauerungspotenzial beträgt 0,4 kg SO₂e. In Szenario 2 liegen die absoluten Werte des anteiligen Terminal Servers sowohl unter denen des Terminal Servers in Szenario 1 als auch unter denen des Thin Clients. Grund dafür ist die Energieeffizienz des Terminal Servers im hier dargestellten Szenario, die sich positiv auf die Nutzungsphase auswirkt. Der kumulierte Energieaufwand liegt bei knapp 1.700 MJ, das Treibhauspotenzial bei 96 kg CO₂e. Das Versauerungspotenzial liegt bei rund 0,2 kg SO₂e. Diese Ergebnisse werden in den folgenden Tabellen ebenfalls prozentual angegeben.

Tabelle 13 Anteilig anzurechnender prozentualer Anteil der Lebensphasen eines Terminal-Servers an den Gesamtumweltauswirkungen für ein Thin Client Server-System in Szenario 1

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung Server	2%	3%	14%
Nutzung Server	98%	97%	87%
Entsorgung Server	-0,03%	-0,02%	-0,43%
Summe	100%	100%	100%

Tabelle 14 Anteilig anzurechnender prozentualer Anteil der Lebensphasen eines Terminal-Servers an den Gesamtumweltauswirkungen für ein Thin Client Server-System in Szenario 2

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung Server	8%	9%	37%
Nutzung Server	92%	91%	65%
Entsorgung Server	-0,11%	-0,06%	-1,15%
Summe	100%	100%	100%

Wie man der Tabelle 13 und der

Tabelle 14 entnehmen kann, hat auch bei den Terminal Servern die Nutzungsphase einen bedeutenden Anteil an den Umweltbelastungen. Ihr Anteil am kumulierten Energieaufwand beträgt zwischen 92 und 98%, zum Treibhauspotenzial trägt die Nutzungsphase mit 91 respektive 97% bei. Auch bei der Wirkungskategorie Versauerungspotenzial hat die Nutzungsphase einen vergleichsweise hohen Anteil zwischen 65 und 87%.

Um den Umweltauswirkungen eines gesamten Thin Client-Server Systems in den jeweiligen Szenarien gerecht zu werden, werden in Tabelle 15 und Tabelle 16 die Umweltauswirkungen des Thins Clients zu den anteiligen Umweltauswirkungen des Terminal Servers addiert.

Tabelle 15 Umweltauswirkungen eines Thin Client Server-Systems in Szenario 1

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung	637,99	40,31	0,31
Nutzung	7.441,91	425,35	0,59
Entsorgung	-8,01	-0,24	-0,01
Summe	8.071,89	465,42	0,88

Tabelle 16 Umweltauswirkungen eines Thin Client Server-Systems in Szenario 2

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung	665,51	42,05	0,32
Nutzung	4.554,48	260,31	0,36
Entsorgung	-8,36	-0,25	-0,01
Summe	5.211,63	302,11	0,67

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, liegen die absoluten Werte des Thin Client Server-Systems in Szenario 1 über denen des Thin Client Server-Systems in Szenario 2.

Der kumulierte Energieaufwand beträgt in Szenario 1 rund 8.000 MJ und das Treibhauspotenzial knapp 470 kg CO₂e. Das Versauerungspotenzial beträgt insgesamt 0,9 kg SO₂e. In Szenario 2 sind die absoluten Werte geringer: Der kumulierte Energieaufwand beträgt gut 5.200 MJ und das Treibhauspotenzial 300 kg CO₂e. Das Versauerungspotenzial liegt bei 0,7 kg SO₂e.

Diese Ergebnisse sind in den folgenden beiden Tabellen ebenfalls prozentual angegeben.

Tabelle 17 Prozentualer Anteil der Lebensphasen eines Thin Client Server-Systems an den Gesamtumweltauswirkungen in Szenario 1

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung	8%	9%	35%
Nutzung	92%	91%	66%
Entsorgung	-0,1%	-0,1%	-1%
Summe	100%	100%	100%

Tabelle 18 Prozentualer Anteil der Lebensphasen eines Thin Client Server-Systems an den Gesamtumweltauswirkungen in Szenario 2

	KEA (MJ)	GWP (kg CO ₂ e)	AP (kg SO ₂ e)
Herstellung	13%	14%	48%
Nutzung	87%	86%	53%
Entsorgung	-0,2%	-0,1%	-2%
Summe	100%	100%	100%

Auch beim gesamten Thin Client Server-System trägt die Nutzungsphase am stärksten zu den Umweltbelastungen bei. Zwischen 87 und 92% des kumulierten Energieaufwands werden in der Nutzungsphase verursacht. Zum Treibhauspotenzial trägt die Nutzungsphase

zwischen 86 und 91% bei und bei der Wirkungskategorie Versauerungspotenzial hat die Nutzungsphase einen Anteil zwischen 53 und 66%. Die Herstellungsphase hat einen Anteil von 8 respektive 13% am kumulierten Energieaufwand. Mit einem Anteil zwischen 9 und 14% liegt das Treibhauspotenzial in der gleichen Größenordnung. Zum Versauerungspotenzial trägt die Herstellungsphase mit einem vergleichsweise hohen Anteil zwischen 35 und 48% bei.¹⁶

3.2 Analyse der Lebenszykluskosten

In der vorliegenden Studie werden die Kosten aus Sicht eines mittelständischen Unternehmens berechnet.

Berücksichtigt wurden folgende Kostenarten:

- Investitionskosten (Kosten für die Anschaffung eines Thin Clients sowie anteilige Kosten für die Anschaffung eines Terminal Servers),
- Betriebs- und Unterhaltskosten
 - Stromkosten,
 - Reparatur- und Wartungskosten,
- Entsorgungskosten.

3.2.1 Investitionskosten

Der Preis für die Anschaffung eines Thin Client Server-Systems hängt insbesondere von der Leistung und Ausstattung des Geräts ab. Der Preis variiert zwischen 250 und 350 Euro für einen Thin Client und ca. 2000 Euro für einen Terminal Server für durchschnittlich 35 Nutzer. Für die nachfolgenden Berechnungen wurden für das Szenario 1 durchschnittliche Investitionskosten in Höhe von 300 Euro für einen Thin Client und anteilig 60 Euro für einen Terminal Server festgesetzt.

Die Investitionskosten des Thin Clients betragen in Szenario 2 ebenfalls 300 Euro, für den Terminal Server, der durchschnittlich 15 Nutzer versorgt, werden anteilig 80 Euro festgesetzt.

3.2.2 Stromkosten

Der Strompreis setzt sich in der Regel aus einem monatlichen Grundpreis und einem Preis pro verbrauchter Kilowattstunde zusammen. Laut der Energiestatistik von Eurostat für Indus-

¹⁶ Dabei ist zu beachten, dass die Gesamtumweltauswirkungen des Servers auf jeweils 35 Thin Clients (Szenario 1) und 15 Thin Clients (Szenario 2) umgelegt wurden (siehe Kapitel 3.1.3).

trieabnehmer wird ein Strompreis von 0,1507 Euro pro Kilowattstunde¹⁷ den folgenden Berechnungen zugrunde gelegt.

Tabelle 19 Jährliche Stromkosten eines Thin Client Server-Systems in Szenario 1

	Anteiliger Energieverbrauch für 1 Thin Client-System (kWh/a)	Strompreis (€/kWh)	Jährliche Stromkosten (€/a)
Thin Client	40,84	0,1507	6,15
Terminal Server	59,29	0,1507	8,94
Gesamt	100,13		15,09

Wie aus Tabelle 19 hervorgeht, ergeben sich für Szenario 1 jährliche Stromkosten in Höhe von 15,09 Euro. Diese setzen sich aus 6,15 Euro für den Thin Client und 8,97 Euro für den anteilig anzurechnenden Terminal Server zusammen.

In der folgenden Tabelle sind die Stromkosten eines Thin Client Server-Systems in Szenario 2 dargestellt.

Tabelle 20 Jährliche Stromkosten eines Thin Client Server-Systems in Szenario 2

	Anteiliger Energieverbrauch für 1 Thin Client-System (kWh/a)	Strompreis (€/kWh)	Jährliche Stromkosten (€/a)
Thin Client	40,84	0,1507	6,15
Terminal Server	20,44	0,1507	3,08
Gesamt	61,28		9,23

Aufgrund des geringeren Stromverbrauchs des Terminal Servers in Szenario 2 sind auch die jährlichen Stromkosten geringer. Diese betragen 9,23 Euro und setzen sich aus 6,15 Euro für den Thin Client und 3,08 Euro für den anteilig anzurechnenden Terminal Server zusammen.

3.2.3 Reparaturkosten

Daten zu Reparatur- und Wartungskosten sind nur schwer zu ermitteln. Generell gelten Thin Clients als nur wenig wartungsintensiv, da die Geräte keine beweglichen Teile beinhalten und es daher deutlich seltener zu Hardwarestörungen und gar Ausfällen kommt als bei anderen Desktop-Rechnern. Zudem können Wartung und Update der Software vom zentralen Server aus übernommen werden, so dass für das Wartungspersonal kaum mehr Wartungen am Arbeitsplatz mehr nötig sind. Für herkömmliche Desktop-PCs geht EuP 2007 von Reparaturkosten in Höhe von 125 Euro aus, bezogen auf ihren gesamten Lebenszyklus.

¹⁷ Der Strompreis bezieht sich auf das erste Halbjahr 2010.

Es wird angenommen, dass die Reparaturkosten bei Thin Client Server-Systemen ungefähr die Hälfte dieses Wertes betragen. Da sich diese Kosten auf die gesamte Lebensdauer des Thin Client Server-Systems beziehen (sechs Jahre), fallen durchschnittlich pro Jahr 11 Euro für Reparaturen an. Diese werden sowohl für Szenario 1 als auch Szenario 2 angesetzt.

3.2.4 Entsorgungskosten

Zwar sind die Hersteller seit dem 24. März 2006 für die Rücknahme und Entsorgung der Altgeräte (finanz-)verantwortlich, dies gilt aber nur für Geräte aus privaten Haushalten. Die Entsorgung von Altgeräten aus betrieblicher Nutzung ist für die Unternehmen weiterhin kostenpflichtig. Für die vorliegende Analyse wird eine Entsorgungspauschale von 12 Euro pro Thin Client (inklusive der anteiligen Entsorgungskosten des Servers) angenommen. Ausgehend von einer angenommenen Nutzungsdauer von sechs Jahren führt dies zu durchschnittlichen jährlichen Kosten von zwei Euro pro Thin Client.

3.2.5 Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse

Die jährlichen Gesamtkosten setzen sich aus den anteiligen Anschaffungs- und Entsorgungskosten sowie den Kosten für die Nutzung, also Strom- und Reparaturkosten, zusammen.

Tabelle 21 Jährliche Gesamtkosten eines Thin Client Server-Systems in Szenario 1

	Anteilige Anschaffungskosten (€/a)	Nutzung (€/a)		Entsorgungskosten (€/a)	Jährliche Gesamtkosten (€/a)
		Stromkosten	Reparaturkosten		
Thin Client Server-System	60,00	15,00	11,00	2,00	88,00

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, fallen für ein Thin Client Server-System jährliche Gesamtkosten in Höhe von 88 Euro an. Mit rund 60 Euro haben die anteiligen Anschaffungskosten den größten Einfluss auf die Gesamtkosten, die Kosten für die Nutzung liegen bei 26 Euro pro Jahr.

Die jährlichen Gesamtkosten des Thin Client Server-Systems in Szenario 2 sind in Tabelle 22 dargestellt.

Tabelle 22 Jährliche Gesamtkosten eines Thin Client Server-Systems in Szenario 2

	Anteilige Anschaffungskosten (€/a)	Nutzung (€/a)		Entsorgungskosten (€/a)	Jährliche Gesamtkosten (€/a)
		Stromkosten	Reparaturkosten		
Thin Client Server-System	63,00	9,00	11,00	2,00	85,00

Die jährlichen Gesamtkosten des Thin Client Server-Systems in Szenario 2 betragen 85 Euro und liegen damit leicht unter denen in Szenario 1. Dies ist insbesondere auf die geringeren Kosten während der Nutzungsphase zurückzuführen. Diese betragen 20 Euro pro Jahr und gleichen damit die etwas höheren Anschaffungskosten von 63 Euro aus.

4 Konsumtrends

Die prognostizierten jährlichen Wachstumsraten für Thin Clients betragen laut verschiedener Analysten zwischen 17 und 40% (NCO 2007; Bitkom 2008). Zwar erreichten die Wachstumsraten im Krisenjahr 2009 nur 10-15% in Deutschland, dieser Wert lag aber immer noch deutlich über den Marktentwicklungen in anderen Segmenten der Informations- und Kommunikationstechnologien (iX 9/2009). Im Jahr 2008 waren in Deutschland bereits in 20% der Unternehmen Thin Clients im Einsatz. Weitere 12% planten zu diesem Zeitpunkt die Einführung von Thin Clients (iX 9/2008). Die Gründe für die verstärkte Nachfrage nach Thin Clients sind überwiegend betriebswirtschaftlicher Natur: Im Vergleich zu herkömmlichen Desktop-PCs sind Thin Clients sowohl bei der Anschaffung als auch im Betrieb und bei der Wartung deutlich günstiger als herkömmliche Desktop-PCs. Insbesondere bei der Wartung haben Thin Clients den Vorteil, dass sie deutlich weniger anfällig für Schadprogramme sind. Zudem können Softwareupdates von zentralen Rechnern aus aufgespielt werden, so dass die Wartungsarbeiten am Arbeitsplatz deutlich reduziert werden können.

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.

Checkliste Gebrauchsnutzen

- ☒ Leistung (Kernanforderungen)
- ☒ Zusatzleistungen
- ☒ bedarfsgerecht
- ☒ Haltbarkeit
- ☒ Zuverlässigkeit in der Funktion
- ☒ Sicherheit/Versorgungssicherheit
- ☒ Service/Reparierbarkeit/Ersatzteile
- ☒ Convenience/Zeit
- ☒ gute Verbraucherinformation
- ☒ Verfügbarkeit

Abbildung 2 Checkliste Gebrauchsnutzen

Checkliste Symbolischer Nutzen

- ☒ Äußere Erscheinung /Design/
Geschmack/ Haptik/Akkustik o.ä.
- ☒ Prestige/Status
- ☒ Identität/Autonomie/Entfaltung
- ☒ Kompetenz
- ☒ Sicherheit/Vorsorge/Sorge für Andere
- ☒ Privatheit
- ☒ Sozialer Kontakt/Gemeinschaftspflege
- ☒ Genuss/Vergnügen/Freude/Erlebnis
- ☒ Kompensation/Belohnung
- ☒ Konsonanz mit gesellschaftlichen, religiösen oder ethischen Meta-Präferenzen

Abbildung 3 Checkliste Symbolischer Nutzen

Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

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

Abbildung 4 Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

Im Folgenden wird der Nutzen analysiert, welchen Thin Clients für den Einsatz in Betrieben und Bildungseinrichtungen stiften.

4.1.1 Gebrauchsnutzen

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

Vorteile

- Günstiger Anschaffungspreis: Thin Clients liegen im unteren Preissegment, typischerweise zwischen 250 und 350 Euro.
- Geringer Wartungsaufwand: Thin Clients verfügen über keine beweglichen Teile und sind somit wenig pannen anfällig. Da die Programmsoftware auf einem zentralen Server vorgehalten wird, ermöglichen Thin Client Server-Systeme zudem einen besseren Schutz gegen Schadprogramme. Wartungsarbeiten können in aller Regel vom Server aus durchgeführt werden.
- Hohe Datensicherheit: Da Thin Clients keine großen eigenen Speicherkapazitäten vorhalten, werden alle bearbeiteten Dateien stets auf dem Terminal Server abgelegt. Schäden an, oder Verlust von Thin Clients führen daher nicht gleichzeitig zum Verlust von Daten.
- Geringe Platzbeanspruchung: Die kleinen Bauformen von Thin Clients können leicht unter der Tischplatte oder hinter dem Bildschirm angebracht werden. Sie nehmen daher sehr wenig Raum am Arbeitsplatz in Anspruch.

- Geringer Stromverbrauch: Thin Clients verbrauchen deutlich weniger Strom als herkömmliche Desktop-PCs. Auch das Gesamtsystem (Thin Client + Server) ist vergleichsweise effizient¹⁸.
- Keine Geräuschemissionen: Thin Clients verfügen über keine beweglichen Teile wie Lüfter oder rotierende Festplatte. Sie arbeiten somit geräuschlos.

Nachteile

- Für einige Anwendungen sind Thin Clients ungeeignet. So können auf Thin Clients keine größeren Dateien lokal gespeichert und ausgeführt werden. Auch verfügen Thin Clients über kein eigenes optisches Laufwerk.
- Aufgrund der kompakten Bauweise können Thin Clients nur schwer mit ergänzender Hardware aufgerüstet werden.
- Die Nutzung von Thin Clients ist von der Zuverlässigkeit des Terminal Servers und des Netzwerks abhängig. Bei Zusammenbruch des Netzwerks oder Wartungsarbeiten am Server fallen ggf. angeschlossenen alle Thin Clients aus.

4.1.2 Symbolischer Nutzen

Thin Clients kommen hauptsächlich in Betrieben und Bildungseinrichtungen zum Einsatz. Eine Nutzung in privaten Haushalten kann derzeit fast vollständig ausgeschlossen werden. Die Kaufentscheidung wird bei Thin Clients deshalb in der Regel von IT-Spezialisten nach technischen Vorgaben getroffen. Design- und Prestigefragen treten dabei nahezu vollständig in den Hintergrund. Dementsprechend kann der symbolische Nutzen bei Thin Clients weitgehend vernachlässigt werden.

4.1.3 Gesellschaftlicher Nutzen

Aus gesellschaftlicher Sicht weisen Thin Clients folgende Nutzen auf:

- Thin Client Server-Systeme sind im Vergleich zu anderen Produkt- und Systemalternativen (isoliert betriebener Desktop-PC, ein als Client genutzter Desktop-PC) verhältnismäßig energieeffizient und tragen somit zum Klimaschutz bei.
- Thin Clients beanspruchen aufgrund ihrer relativ einfachen Hardwareausstattung sowie ihres robusten Designs (längere Lebensdauer) deutlich weniger metallische Ressourcen als herkömmliche Desktop-PCs. Sie tragen damit zur Erhöhung der Ressourceneffizienz / Schonung der natürlichen Ressourcen bei.
- Der Einsatz von Thin Client Server-Systemen kann mitunter auch die Sicherheit gespeicherter Daten erhöhen, da alle Daten auf einem zentralen Server vorgehalten

¹⁸ Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass insbesondere auf Seiten der Server noch z.T. erhebliche Effizienzpotenziale erschlossen werden können.

werden. Insbesondere bei sensiblen Personen- und Kundendaten wird dabei das Problem der auf viele Festplatten verteilten Daten reduziert.

- Thin Clients sind sowohl in Anschaffung als auch Wartung günstiger als alternative Produkte. Dadurch können auch in öffentlichen Verwaltungen und Bildungseinrichtungen Kosten gesenkt werden, ohne dabei die angebotenen Leistungen reduzieren zu müssen.

4.2 Zusammenfassung der Nutzenanalyse

Die Ergebnisse der Nutzenanalyse sind in Tabelle 23 zusammengefasst.

Tabelle 23 Zusammenfassung der Nutzenanalyse

Nutzen	Produktspezifische Aspekte
Gebrauchsnutzen	
Geringer Anschaffungspreis	Thin Clients kosten oft nur 250-350 Euro und sind dadurch deutlich günstiger als leistungsstärkere Computer.
Geringer Wartungsaufwand	Die Hardware von Thin Clients ist sehr robust. Zudem kann die Software vom zentralen Server aus gewartet werden. Der Wartungsaufwand am Arbeitsplatz entfällt dadurch fast vollständig.
Hohe Datensicherheit	Thin Clients eignen sich nicht zum Speichern großer Datenmengen. Dateien werden deshalb stets auf einem zentralen Server abgelegt, wo das Risiko des Datenverlusts deutlich geringer ist.
Geringe Platzbeanspruchung	Thin Clients weisen kleine Bauformen auf, die nur wenig Raum am Arbeitsplatz einnehmen.
Geringer Stromverbrauch	Thin Client Server-Systeme sind energieeffizienter als vergleichbare Produkte und Systeme.
Keine Geräuschemissionen	Thin Clients arbeiten stets ohne Geräusentwicklung.
Symbolischer Nutzen	
-	-
Gesellschaftlicher Nutzen	
Klimaschutz	Thin Client Server-Systeme sind gegenüber herkömmlichen Desktop-PCs und anderen Computernetzwerken deutlich energieeffizienter.
Ressourcenschutz	Aufgrund ihrer abgespeckten Ausstattung beansprucht die Fertigung weniger Ressourcen als bei der Produktion herkömmlicher Desktop-PCs.
Datensicherheit	Thin Client Server-Systeme sind aufgrund ihres Aufbaus weniger anfällig für den Verlust sensibler Daten als Netzwerke mit Desktop-PCs.
Kosteneinsparungen	Insbesondere in öffentlichen Verwaltungen und Bildungseinrichtungen können mit Hilfe von Thin Clients Kosten gespart werden, ohne dabei auf Leistungen verzichten zu müssen.

5 Gesamtbewertung und Ableitung der Vergabekriterien

Für die Entwicklung der Vergabekriterien für ein Klimaschutzbezogenes Umweltzeichen für die Thin Clients ist es zuerst notwendig, den Geltungsbereich fundiert festzulegen. Ausgehend von den beobachteten Technologietrends (siehe Kapitel 2.2) ist festzustellen, dass eine Abgrenzung mithilfe genauer Hardwarespezifikationen insofern Risiken beinhaltet, als dass zukünftige Thin Clients eventuell noch sparsamer ausgestattet sein werden und beispielsweise auch keinen Prozessor mehr enthalten werden. Deshalb ist anzuraten, analog zum Vorgehen beim Energy Star (siehe Kapitel 1) den Geltungsbereich mithilfe der Funktionsbeschreibung festzulegen und dabei insbesondere auf den stationären Einsatz sowie die Notwendigkeit einer Anbindung zu einem Terminal Server hinzuweisen.

Bezüglich konkreter Anforderungen für die Vergabe des Blauen Engels für Thin Clients werden in den folgenden Kapiteln die bestehenden Vergabegrundlagen verschiedener Umweltzeichen analysiert.

5.1 Energy Star

Die aktuelle Version des Energy Stars für Computer (Energy Star Program Requirements for Computers Version 5.0) deckt unter anderem auch Thin Clients ab. Dabei gelten folgende Anforderungen:

Anforderungen an die Energieeffizienz

Für die Anforderungen an die Energieeffizienz werden Thin Clients in zwei Kategorien eingeteilt:

Kategorie A: Alle Thin Clients, die nicht in die Kategorie B fallen.

Kategorie B: Thin Clients, die lokales Encoding/Decoding von Multimediadateien unterstützen.

Aufbauend auf diese Kategorisierung werden folgende Effizienzanforderungen gestellt:

Tabelle 24 Mindesteffizienz von Thin Clients für den Energy Star (Version 5.0)

Thin Client Operational Mode Power Requirements	
Off Mode:	$\leq 2 \text{ W}$
Sleep Mode (if applicable):	$\leq 2 \text{ W}$
Idle State:	
Category A:	$\leq 12.0 \text{ W}$
Category B:	$\leq 15.0 \text{ W}$
Capability	Additional Power Allowance
Wake On LAN (WOL) (Applies only if computer is shipped with WOL enabled)	+ 0.7 W for Sleep + 0.7 W for Off

Anforderungen an die Netzteile

Ist das Gerät mit einem internen Netzteil ausgestattet, gelten hierfür folgende Anforderungen:

- Effizienz in Betrieb (active mode efficiency):
 - 85% bei 50% der angegebenen Netzteilast,¹⁹
 - 82% bei 20% der angegebenen Netzteilast,
 - 82% bei 100% der angegebenen Netzteilast.
- Leistungsfaktor (power factor):
 - Leistungsfaktor $\geq 0,9$ bei 100% der angegebenen Netzteilast.
- Stromverbrauch im Lehlaut (no-load power consumption):
 - Keine Anforderungen.

Ist das Gerät mit einem externen Netzteil ausgestattet, muss dies den Energy Star Anforderungen an externe Netzteile genügen (ENERGY STAR Program Requirements for Single Voltage External Ac-Ac and Ac-Dc Power Supplies, Version 2.0). Diese sind wie folgt spezifiziert:

- Effizienz in Betrieb (active mode efficiency):
 - Das Netzteil muss eine Mindesteffizienz entsprechend der Tabelle 25 und der Tabelle 26 aufweisen.

¹⁹ Im Englischen: Rated output

Tabelle 25 Mindesteffizienz von externen Standardnetzteilen für den Energy Star (Version 2.0)

Nameplate Output Power (P_{no})	Minimum Average Efficiency in Active Mode (expressed as a decimal) ²
0 to ≤ 1 watt	$\geq 0.480 * P_{no} + 0.140$
> 1 to ≤ 49 watts	$\geq [0.0626 * \ln(P_{no})] + 0.622$
> 49 watts	≥ 0.870

Tabelle 26 Mindesteffizienzen von externen Niederspannungsnetzteilen²⁰ für den Energy Star (Version 2.0)

Nameplate Output Power (P_{no})	Minimum Average Efficiency in Active Mode (expressed as a decimal) ²
0 to ≤ 1 watt	$\geq 0.497 * P_{no} + 0.067$
> 1 to ≤ 49 watts	$\geq [0.0750 * \ln(P_{no})] + 0.561$
> 49 watts	≥ 0.860

Die Netzteileffizienzen errechnen sich nach Energy Star (Version 2.0) aus dem einfachen arithmetischen Mittel der gemessenen Effizienzwerte bei 100%, 75%, 50% und 25% der angegebenen Netzteilast.

- Leistungsfaktor (power factor):
Netzteile mit einem Eingangsstrom von Mindestens 100 W müssen einen Leistungsfaktor $\geq 0,9$ bei 100% der angegebenen Netzteilast aufweisen.
- Stromverbrauch im Lehrlauf (no-load power consumption):
Für den Stromverbrauch im Lahrlauf gelten die Grenzwerte der Tabelle 27. Dabei muss angemerkt werden, dass Thin Clients mit Gleichstrom betrieben werden, so dass hier i.d.R. nur die Anforderungen für Wechselstrom-Gleichstrom (Ac-Dc) Netzteile gültig sind.

Tabelle 27 Maximaler Stromverbrauch im Lahrlauf für den Energy Star (Version 2.0)

Nameplate Output Power (P_{no})	Maximum Power in No-Load	
	Ac-Ac EPS	Ac-Dc EPS
0 to < 50 watts	≤ 0.5 watts	≤ 0.3 watts
≥ 50 to ≤ 250 watts	≤ 0.5 watts	≤ 0.5 watts

²⁰ Energy Star (Version 2.0) definiert Niederspannungsnetzteile als Netzteile, die angegebene Ausgangsspannung von weniger als 6 Volt, sowie eine Ausgangsstromstärke von mehr als 550 Milliampere aufweisen.

Anforderungen an das Power Management

Es gelten folgende Anforderungen an das Power Management von Thin Clients:

- Display sleep mode:
Das Gerät muss bei Auslieferung so eingestellt sein, dass es spätestens nach 15 Minuten der Inaktivität des Nutzers (keine Dateneingabe) den Schlafmodus des angeschlossenen Displays aktiviert.
- Wake on LAN:
Thin Clients, die Software Updates von zentral verwalteten Netzwerken erhalten (auch während das Gerät im Ruhemodus oder Aus-Zustand ist), müssen es ermöglichen, dass diese Wake on LAN (WOL)-Funktion aktiviert und deaktiviert werden kann.
Zudem müssen Thin Clients für den Business-Bereich so voreingestellt sein, dass diese WOL-Funktion bei der Auslieferung aktiviert ist. Alternativ hierzu kann das Gerät auch so eingestellt sein, dass die WOL-Funktion zwar deaktiviert ist, aber auch von außerhalb (über ein Nutzerinterface oder das Netzwerk) zugänglich und aktivierbar ist.
- Wake management
Thin Clients für den Business-Bereich müssen es ermöglichen, von ferne (per Netzwerk) sowie mithilfe geplanter Weckzeiten aus dem Ruhezustand geweckt zu werden.

5.2 Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG

Obwohl Thin Clients nicht durch die EuP-Vorstudie zu Computern und Monitoren (Los 3) abgedeckt sind, wurde diese Produktklasse im ersten und zweiten Entwurf einer möglichen Durchführungsmaßnahme integriert (EC 2009a, EC 2009b). In der aktuelleren Entwurfsversion²¹ (EC 2009b) sind folgende verbindlichen Mindeststandards vorgesehen:

Anforderungen an die Energieeffizienz

Ab dem 31.01.2013 müssen Thin Clients für den europäischen Markt die Anforderungen an die Energieeffizienz von Energy Star (Version 5.0) erfüllen (siehe Kapitel 5.1).

Zudem sieht der Entwurf vor, dass ab dem Inkrafttreten der Durchführungsmaßnahme der Aus-Zustand-Stromverbrauch von Thin Clients 1,00 W nicht übersteigen darf. Ab dem

²¹ Diese Entwurfsversion befindet sich derzeit noch in Abstimmung und wurde noch nicht vom Regelungsausschuss verabschiedet. Änderungen sind daher durchaus noch möglich.

07. Januar 2013 soll dieser Wert auf 0,50 W reduziert werden. Diese Grenzwerte und die Terminierung entsprechen den Anforderungen der sogenannten ‚Stand-by Verordnung‘²².

Ausnahmen gelten in beiden Stufen für Geräte mit Wake on LAN-Funktionalität. Für diese Geräte liegen die Obergrenzen jeweils um 0,70 W höher, nämlich bei 1,70 W and 1,20 W (ab dem 07. Januar 2013).

Anforderungen an die Netzteile

12 Monate nach Inkrafttreten der Durchführungsmaßnahme sollen interne Netzteile die Anforderungen von Energy Star (Version 5.0) erfüllen (siehe Kapitel 5.1).

Ist das Gerät mit einem externen Netzteil ausgestattet, gilt seit dem Mai 2010 die erste Stufe der Anforderungen der sogenannten ‚Netzteilverordnung‘²³. Die zweite Stufe tritt im Mai 2011 in Kraft.

5.3 Blauer Engel

Die Vergabegrundlage des Blauen Engel für Arbeitsplatzcomputer und tragbare Computer (RAL-UZ 78 vom September 2009) deckt – neben klassischen Desktop-PCs und -Notebooks – auch Thin Clients ab. Definiert werden Thin Clients in der Vergabegrundlage lediglich verbal als „vergleichbar aufgerüstete kompakte Datenendgeräte“. Genauere, technisch spezifizierte Abgrenzungen werden nicht vorgenommen. 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,
- Reparatursicherheit,
- Rücknahme der Geräte,
- Verpackung,
- Geräuschemissionen,

²² Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 der Kommission vom 17. Dezember 2008 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und im Aus-Zustand.

²³ Verordnung (EG) Nr. 278/2009 der Kommission vom 6. April 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an die Leistungsaufnahme externer Netzteile bei Nulllast sowie ihre durchschnittliche Effizienz im Betrieb.

- Erweiterung der Leistungsfähigkeit,
- Weitere Anforderungen an Bildschirmgeräte,
- Verbraucherinformation.

5.4 EU-Umweltzeichen

Das EU-Umweltzeichen befindet sich derzeit in der Überarbeitung. Die bereits kursierenden Entwürfe für die neue Vergabegrundlage für PCs decken auch Thin Clients ab (EC 2010). Bezüglich Energieeffizienz sollen Thin Clients mindestens die Effizienzvorgaben der aktuellen Energy Star Version (Energy Star 5.0) einhalten. Ebenso sollen interne Netzteile den Energy Star Grenzwerten genügen.

Hinzu kommen umfangreiche Kriterien im Bereich der Materialanforderungen, der Beschränkung des Einsatzes gesundheitsgefährlicher Stoffe, der Nutzung von Rezyklatkunststoffen, der Rezyklierbarkeit, der Nutzerinformation, der Verpackung und der Verlängerung der Lebensdauer.

5.5 Nordic Swan

Die Vergabegrundlage des Nordic Swan deckt ebenso Thin Clients ab (Nordic Ecolabelling 2009). Zero Clients (siehe Kapitel 2.2.6) sind allerdings nicht von der Vergabegrundlage berücksichtigt, da die Ausstattung mit einem Prozessor (CPU) als einführende Definition für Computer verwendet wird. Da Zero Clients nicht mit Prozessor ausgestattet sind, gelten sie nach der Nordic Swan-Vergabegrundlage nicht als Computer.

Thin Clients, die mit dem Nordic Swan ausgezeichnet sind, müssen bezüglich Energieeffizienz den Energy Star-Anforderungen (Version 5.0) genügen. Zudem müssen Thin Clients mit einem gut sichtbaren und gut erreichbaren Ausschalter ausgestattet sein.

Darüber hinaus macht der Nordic Swan in folgenden Bereichen noch weitere Vorgaben:

- Zerlegbarkeit,
- Beschaffenheit und Kennzeichnung der Kunststoffe,
- Vermeidung verschiedener gesundheitsgefährdender Stoffe,
- Nutzerinformation.

5.6 EPEAT

Die EPEAT-Kriterien bestehen aus 23 verpflichtenden und 28 optionalen Kriterien. Das EPEAT-Zeichen wird in drei Versionen (Bronze, Silber und Gold) vergeben. Für EPEAT-Bronze muss ein Produkt alle verpflichtenden Kriterien erfüllen. Für EPEAT-Silber muss ein Produkt zusätzlich mindestens 50% der optionalen Kriterien erfüllen. Für EPEAT-Gold muss ein Produkt zusätzlich zu den verpflichtenden Kriterien 75% der optionalen Kriterien erfüllen.

Bezüglich Energieeffizienz verlangt EPEAT die Einhaltung der jeweils gültigen Version des Energy Stars. EPEAT geht aber insgesamt über die Energieverbrauchskriterien hinaus und beinhaltet weitere verpflichtende und optionale Kriterien aus den folgenden Bereichen:

- Reduktion umweltrelevanter Materialien (Reduction / elimination of environmentally sensitive materials),
- Materialauswahl (Materials selection),
- Recyclinggerechte Konstruktion (Design for end-of-life),
- Produktlanglebigkeit / Verlängerung der Lebensdauer (Product longevity / life cycle extension),
- Rückgabesysteme (End-of-life management),
- Betriebliche Nachhaltigkeitsansätze (Corporate performance),
- Verpackung (Packaging).

5.7 TCO Development

Bezüglich Energieeffizienz verweist TCO (Version 3.0 für Desktops vom 15. März 2010) auf die jeweils aktuellste Version des Energy Stars. 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 von elektromagnetischer Strahlung und Lärm, der Produktsicherheit und weiteren Umwelt- und Sozialanforderungen gemacht. Diese umfassen folgende Kategorien:

- Umwelt- und Sozialmanagementsysteme,
- Klimaschutz,
- Umweltschädliche Substanzen,
- Produktlebensdauer,
- Recyclinggerechte Konstruktion,
- Verpackung.

5.8 Ableitung für ein Umweltzeichen für Thin Clients

Aus den angestellten Überlegungen werden Vergabekriterien für ein Umweltzeichen für Thin Clients abgeleitet. Die Kriterien sind im Anhang dieser Studie – zusammen mit den Kriterien für Desktop-Computer, Integrated Desktop-Computer und Workstations dokumentiert.

Insgesamt führen die angestellten Betrachtungen zu der Schlussfolgerung, dass Thin Clients deutliche Umweltentlastungspotenziale aufweisen, die sich insbesondere aus dem Ersatz von herkömmlichen Desktop-PCs ergeben. Einschränkend muss hier aber betont werden, dass Thin Client Server-Systeme nur dann tatsächlich zu Umweltentlastungen führen, wenn der eingesetzte Terminal Server entsprechend energieoptimiert ist. Veralterte, ineffiziente

und überdimensionierte Server können den positiven Umwelteffekt sparsamer Thin Clients zunichte machen und sogar zu höheren Stromverbräuchen führen als bei herkömmlichen Desktop-PCs.

Dennoch bieten Thin Client Server-Systeme vielfältige Vorteile, die insbesondere in Unternehmen, Verwaltungen und Bildungseinrichtungen zum tragen kommen: Im Vergleich zu den herkömmlichen Desktop-PC-Arbeitsplätzen sind Thin Client Server-Systeme günstiger in Anschaffung und Betrieb und zudem deutlich weniger wartungsintensiv. Weitere Vorteile ergeben sich aus einer zentralen Datenverwaltung und -Sicherung. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass sich Thin Client Server-Systeme am Markt weiter durchsetzen werden.

Bei einem Umweltzeichen sind die Vergabekriterien lediglich auf die Endgeräte bezogen. Aus diesem Grund bestehen kaum Steuerungsmöglichkeiten hinsichtlich der Nutzungsarchitektur und der Frage nach der Effizienz des eingesetzten Terminal-Servers. Die einzig mögliche Steuerungsmöglichkeit besteht in Kriterien zur Verbraucherinformation, die diesen Aspekt der Servereffizienz mit abdecken.

Zusätzlich wird empfohlen, die energiebezogenen Kriterien der Vergabegrundlage für Thin Clients an den aktuellen Mindestanforderungen des Energy Stars anzulehnen. Ein anspruchsvolles Umweltzeichen sollte zudem noch Kriterien in den Bereichen recyclinggerechte Konstruktion, Materialanforderungen an Kunststoffe, Kennzeichnung von Kunststoffen, Reparatursicherheit, Rücknahme, Verpackung, Erweiterung der Leistungsfähigkeit und Verbraucherinformation beinhalten.

6 Literatur

- | | |
|---------------------------|--|
| Bitkom 2008 | Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. – BITKOM; Trends in der IT – Zukunft der IT. 3. BITKOM-Anwenderforum IT-Infrastruktur; Präsentation zu „Trends bei Desktop Virtualisierung und Thin Client Computing“; 2008 |
| 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 |
| Bunke et al. 2002 | Bunke D.; Grießhammer, R.; Gensch, C.-O.; EcoGrade – die integrierte ökologische Bewertung; UmweltWirtschaftsForum Jg. 10, H. 4; Dezember 2002 |
| Choi et al. 2006 | Choi, B.-C.; Shin, H.-S; Lee, S.-Y; Hur, T.; Life Cycle Assessment of a Personal Computer and its Effective Recycling Rate; International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 11, No. 2, 2006, 122-128 |

EC 2009a	European Commission (Hrsg.): Working Document on Ecodesign Requirements for Computers and for Servers; Version 1 vom 10.09.2009; Brüssel 2009
EC 2009b	European Commission (Hrsg.); Working Document on Ecodesign Requirements for Computers and for Servers, Version 2 vom 23.12.2009; Brüssel 2009
EC 2010	European Commission (Hrsg.); Establishing the ecological criteria for the award of the EU Ecolabel for Personal Computers; Entwurfsversion zur Kommentierung vom Oktober 2010; Brüssel 2010
EcolInvent 2009	EcolInvent Database v2.1, Swiss Centre for Life Cycle Inventories (Eds.); EcolInvent. Life cycle assessment database Version 2.1.; 2009
EuP 2007	European Commission (Hrsg.); Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs, Lot 3: Personal Computers (Desktops and Laptops) and Computer Monitors; July 2007
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
IPCC 1996	Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (Hrsg.); Climate Change 1995 – The science of Climate Change; Cambridge University Press: Cambridge 1996
iX 9/2008	„iX-Umfrage: Thin Clients werden mehrheitsfähig“; iX 09/2008, 19
iX 6/2009	„Extrem schlank – Clients ohne CPU für virtuelle Desktops“; iX 06/2009, 64-69
iX 9/2009	„Markt für Thin Clients wächst“; iX 9/2009
iX 11/2009	Mit einer Klappe; iX 11/2009, 70-73
iX 2/2010	„Wandelware – Vom PC zum Thin Client mit IGELs UDC-Stick“; iX 02/2010, 80-82
iX 4/2010	„Frei Tisch – Verdrängung des PC durch Thin und Zero Clients“; iX 04/2010, 24-25
NCO 2007	Network Computing Online – NCO; Thin-Client-Markt in Europa wächst um 17 Prozent; http://www.networkcomputing.de/thin-client-markt-in-europa-waechst-um-17-prozent/ ; Zugriff: 14.10.2009
Nordic Ecolabelling 2009	Nordic Ecolabelling of Computers, Version 6.0.; 2009
Prakash et al. 2010	Prakash, S.; Brommer, E.; Gröger, J.; PROSA Kompakte Desktop Rechner (Nettops): Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen, Studie im Rahmen des Projekts „Top 100 – Umweltzeichen für klimarelevante Produkte“; Öko-Institut 2010

UBA 2009	Umweltbundesamt – UBA (Hrsg.): Green IT: Zukünftige Herausforderungen und Chancen. Hintergrundpapier für die BMU/UBA/ BIT-KOM-Jahreskonferenz 2009; Dessau 2009
Umsicht 2008	Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik – UMSICHT: Ökologischer Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten; Oberhausen 2008.
urbs 2005	urbs media GbR; http://www.urbs.de/afa/change.htm?afa0a2.htm ; Zugriff: Mai 2005
US EPA 2008	U.S. Environmental Protection Agency: Energy Star Program Requirements for Computers – Version 5.0. Washington D.C., 2008
Williams 2004	Williams E.; Energy intensity of computer manufacturing: hybrid assessment combining process and economic input–output methods. Environ Sci Technol 2004, 38, 6166–6174

7 Anhang

7.1 Anhang I: Wirkungskategorien der Life Cycle Analysis

- Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA)
- Treibhauspotential
- Versauerungspotential
- Aquatische Eutrophierung
- Terrestrisches und photochemisches Eutrophierungspotential
- Photochemische Oxidantienbildung (POCP)

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

7.1.1 Kumulierter Primärenergiebedarf

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

7.1.2 Treibhauspotential

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

Tabelle 28 Charakterisierungsfaktoren für Treibhauspotenzial (nach IPCC 1996)

Treibhauspotenzial 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

7.1.3 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 29 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

7.1.4 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 30 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 31 Charakterisierungsfaktoren für das terrestrische Eutrophierungspotenzial

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

7.1.5 Photochemische Oxidantienbildung

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

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

7.2 Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel (Entwurf)

Vergabegrundlage für Umweltzeichen

Arbeitsplatzcomputer (Desktop-Computer, Integrierte Desktop- Computer, Workstations, Thin Clients) (ENTWURF vom 24.11.2010)

RAL-UZ ###

„DER BLAUE ENGEL

... weil energieeffizient und ressourcenschonend“

**(Umschrift: Vorschlag Expertenanhörung)
Zuordnung zum Themenschwerpunkt: Schützt das Klima**

Ausgabe ### 2010

RAL gGmbH

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

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

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Vorbemerkung	2
1.2	Hintergrund	2
1.3	Ziel des Umweltzeichens	3
1.4	Begriffsbestimmungen	4
1.4.1	Computer	4
1.4.2	Betriebsmodi	6
2	Geltungsbereich	7
3	Anforderungen	8
3.1	Energieverbrauch: Desktop-Computer und Integrierte Desktop-Computer	8
3.2	Leistungsaufnahme: Workstations	10
3.3	Leistungsaufnahme: Thin Clients	11
3.4	Anforderungen für die Stromsparfunktionen	12
3.5	Interne Netzteile	14
3.6	Langlebigkeit	14
3.6.1	Reparaturfähigkeit	14
3.6.2	Erweiterung der Leistungsfähigkeit	15
3.7	Recyclinggerechte Konstruktion	15
3.7.1	Baustruktur und Verbindungstechnik	15
3.7.2	Werkstoffwahl und Kennzeichnung	16
3.8	Materialanforderungen	17
3.8.1	Allgemeine Anforderungen an Kunststoffe	17
3.8.2	Zusätzliche Anforderungen an Kunststoffe der Gehäuse, Gehäuseteile und Chassis	21
3.9	Anforderungen an Displays (gilt nur für Integrierte Desktop Rechner)	22
3.10	Geräuschemissionen	22
3.11	Verbraucherinformation	23
4	Zeichennehmer und Beteiligte	25
5	Zeichenbenutzung	25
6	Anhang: Beispiel zur Bestimmung des zulässigen Energieverbrauchs	26

Mustervertrag

1 Einleitung

1.1 Vorbemerkung

Die Jury Umweltzeichen hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Umweltbundesamt und unter Einbeziehung der Ergebnisse der von der RAL gGmbH einberufenen Anhörungsbesprechungen diese Grundlage für die Vergabe des Umweltzeichens beschlossen. Mit der Vergabe des Umweltzeichens wurde die RAL gGmbH beauftragt.

Für alle Erzeugnisse, soweit diese die nachstehenden Bedingungen erfüllen, kann nach Antragstellung bei der RAL gGmbH auf der Grundlage eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages die Erlaubnis zur Verwendung des Umweltzeichens erteilt werden.

1.2 Hintergrund

Die mit dem Umweltzeichen ausgezeichneten Desktop PCs verbrauchen zwischen 50% und 75% weniger Energie im Vergleich zu den marktüblichen Durchschnittsgeräte. Das entspricht Einsparpotenzialen zwischen 65 und 100 kWh pro Gerät und Jahr. Geht man von einem Bestand von 45 Millionen Desktop PCs in Deutschland (32 Millionen in den privaten Haushalten und 13 Millionen im Bürobereich) in 2009/2010 aus, würde man insgesamt zwischen 2,9 und 4,5 TWh Energie einsparen, wenn Durchschnittsgeräte durch effiziente Geräte ersetzt werden. Das entspricht einem CO₂-Reduktionspotenzial zwischen 2,0 und 3,0 Millionen t CO₂-e pro Jahr.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Technik könnten in den EU-15-Staaten mindestens 8,2 Millionen der in 2008 neu abgesetzten Desktop PCs durch Thin Clients ersetzt werden, in Deutschland 1,6 Millionen Geräte. Dies würde über eine fünfjährige Nutzungsphase der Geräte 5,3 Millionen t CO₂e in den EU-15-Staaten bzw. 1,0 Million t CO₂-e in Deutschland einsparen.

Außerdem erfüllen die mit dem Umweltzeichen ausgezeichneten Arbeitsplatzcomputer strenge Anforderungen an recyclinggerechte Konstruktion und Werkstoffwahl, schaffen damit gute Rahmenbedingungen für eine effiziente Rückgewinnung von eingesetzten Materialien und tragen zur Schonung der natürlichen Ressourcen bei.

Nicht zuletzt werden in den Kunststoffteilen der Umweltzeichengeräte schadstoffarme Materialien eingesetzt und somit die Gefahren für die Umwelt und menschliche Gesundheit verringert.

1.3 Ziel des Umweltzeichens

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

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

- geringer Energieverbrauch;
- langlebige und recyclinggerechte Konstruktion;
- Vermeidung umweltbelastender Materialien.
- Die durch das Elektro- und Elektronikgesetz (ElektroG)¹ in deutsches Recht umgesetzten EU-Richtlinien 2002/96/EG² und 2002/95/EG³, die die Entsorgung regeln, sind beachtet. Unter Vorsorgeaspekten darüber hinaus gehende Anforderungen an Materialien werden eingehalten.
- Die durch das Batteriegesetz (BattG)⁴ in deutsches Recht umgesetzte EU-Richtlinie 2006/66/EG⁵ ist beachtet.
- Die durch die Chemikalienverordnung REACH (1907/2006/EG)⁶ und die EG-Verordnung 1272/2008⁷ (oder die Richtlinie 67/548/EWG) definierten stofflichen Anforderungen werden berücksichtigt.

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

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

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

⁴ Batteriegesetz vom 25.06.2009, BGBl. I S. 1582

⁵ Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 06.09.2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Alttakkumulatoren, ABI Nr. L 339, S. 39, 2007, Nr. L 139 S. 40

⁶ Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission

⁷ 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

1.4 Begriffsbestimmungen

1.4.1 Computer

Ein Computer ist ein Gerät, das Logikoperationen ausführt und Daten verarbeitet. Ein Computer umfasst mindestens die folgenden Bestandteile:

1. eine Zentraleinheit (ZE), die die Operationen ausführt,
2. Benutzereingabegeräte wie Tastatur, Maus, oder Game Controller, und
3. ein Anzeigegerät zur Ausgabe von Informationen.

Der Begriff Computer umfasst sowohl Arbeitsplatzcomputer als auch tragbare Geräte, einschließlich Desktop-Computer, integrierte Desktop-Computer, tragbare Computer, Small-Scale-Server, Thin Clients und Work Stations. Computer müssen zwar in der Lage sein, Eingabe- und Anzeigegeräte im Sinne der Nummern 2 und 3 zu nutzen, diese Geräte brauchen jedoch nicht im Lieferumfang des Computersystems enthalten zu sein, um dieser Definition zu entsprechen.

Desktop-Computer: Ein Computer, dessen Haupteinheit an einem festen Standort — in der Regel auf einem Schreibtisch oder auf dem Fußboden — aufgestellt wird. Desktop-Computer sind nicht als tragbare Geräte konzipiert und nutzen Anzeigegerät, Tastatur und Maus als externe Komponenten. Desktop-Computer dienen einer breiten Palette von Heim- und Büroanwendungen.

Integrierte Desktop-Computer: Ein Desktop-Computersystem, bei dem der Computer und das Anzeigegerät als Einheit funktionieren, deren Wechselstromversorgung über ein einziges Kabel erfolgt. Es gibt zwei Arten von integrierten Desktop-Computern: (1) ein System, bei dem der Computer und das Anzeigegerät konstruktiv zu einer Einheit verbunden sind, oder (2) ein als Einzelsystem montiertes System, bei dem das Anzeigegerät zwar eine separate Einheit ist, aber über ein Gleichstromkabel mit dem Hauptgerät verbunden ist und sowohl Computer als auch Anzeigegerät durch ein einziges Netzteil gespeist werden. Integrierte Desktop-Computer bilden eine Unterart der Desktop-Computer und sind in der Regel für ähnliche Funktionalitäten wie Desktop-Computersysteme ausgelegt.

Small-Scale-Server: Ein Computer, der in der Regel Arbeitsplatzcomputer-Komponenten im Tischgerätformat verwendet, jedoch ausdrücklich als Speicherhost für andere Computer bestimmt ist. Ein Computer muss die folgenden Eigenschaften aufweisen, um als Small-Scale-Server zu gelten:

- (a) Er ist als Standgerät, Turmgerät oder in einem sonstigen Format konzipiert, das dem Format von Tischcomputern ähnelt, sodass alle Verarbeitungs-, Speicher- und Netzschnittstellenkomponenten in einem Gehäuse/Produkt untergebracht sind.
- (b) Er ist zu täglichem Betrieb rund um die Uhr bestimmt und weist extrem geringe außerplanmäßige Ausfallzeiten (in der Größenordnung von Stunden pro Jahr) auf.
- (c) Er ist für den Simultanbetrieb in einer Mehrbenutzer-Umgebung ausgelegt, in der mehrere Benutzer an vernetzten Client-Geräten arbeiten können.
- (d) Er ist konzipiert zum Betrieb mit einem Industriestandard-Server-Betriebssystem für Heimanwendungen oder den unteren Leistungsbereich (z. B. Windows Home Server, Mac OS X Server, Linux, UNIX, Solaris).
- (e) Small-Scale-Server sind für Funktionen wie Bereitstellung von Netzinfrastrukturdiensten (z. B. Archivierung), Daten- und/oder Medienhosting konzipiert. Sie sind nicht hauptsächlich auf die Datenverarbeitung für andere Systeme oder den Betrieb als Webserver ausgelegt.
- (f) Diese Spezifikation gilt nicht für Computer-Server nach der Begriffsbestimmung in der ENERGY-STAR-Spezifikation für Computer-Server, Version 1.0. Small-Scale-Server im Sinne dieser Spezifikation sind lediglich Computer, die für andere Zwecke als den Betrieb von Datenzentren (z. B. die Nutzung zu Hause oder in kleinen Büros) in Verkehr gebracht werden.

Workstation: Ein Hochleistungs-Einzelplatzcomputer, der neben anderen rechenintensiven Aufgaben typischerweise für Grafikanwendungen, CAD, Softwareentwicklung sowie finanzwirtschaftliche und wissenschaftliche Anwendungen genutzt wird. Ein Computer muss den folgenden Anforderungen genügen, um als Workstation zu gelten:

- (a) Er wird als Workstation in Verkehr gebracht.
- (b) Er verfügt über eine mittlere Ausfallzeit (MTBF) von mindestens 15 000 Stunden auf der Grundlage von entweder Bellcore TR-NWT-000332, Ausgabe 6 von 12/97, oder von in der Praxis erhobenen Daten.
- (c) Er unterstützt Fehlerkorrekturcode (ECC) und/oder Pufferspeicher.

Außerdem muss ein Workstation drei der folgenden sechs fakultativen Eigenschaften besitzen:

- (a) eine zusätzliche Stromversorgung für Hochleistungs-Grafikkarten (d. h. zusätzlicher Stromanschluss PCI-E 6-polig 12V);
- (b) zusätzlich zu Grafiksteckplätzen und/oder PCI-X-Unterstützung mehr als 4 PCI-E-Steckplätze auf der Hauptplatine;
- (c) Uniform Memory Access-Grafik (UMA) wird nicht unterstützt;
- (d) mindestens fünf PCI-, PCIe- oder PCI-X-Steckplätze;
- (e) Multiprozessorfähigkeit für zwei oder mehr Prozessoren (der Rechner muss konstruktiv getrennte Prozessorgruppen/-sockel unterstützen, d. h. nicht nur einen einzelnen Mehrkernprozessor) und/oder
- (f) Zulassung im Rahmen der Produktzertifizierungen von mindestens zwei unabhängigen Softwareherstellern; diese Zertifizierungen können im Gange sein, müssen jedoch innerhalb von drei Monaten nach der Zulassung abgeschlossen sein.

Thin Client: Ein Computer mit eigener Stromversorgung, der mit einem Fernrechner verbunden ist, auf dem die hauptsächliche Datenverarbeitung (Programmausführung, Datenspeicherung, Interaktion mit anderen Internetressourcen usw.) erfolgt. Thin Clients im Sinne dieser Spezifikation sind lediglich Computer ohne eingebaute Rotations- Speichermedien. Die Haupteinheit eines Thin Client im Sinne dieser Spezifikation muss zur Nutzung an einem festen Standort (z. B. auf einem Schreibtisch) und nicht als tragbares Gerät bestimmt sein.

1.4.2 Betriebsmodi

Schein-Aus-Zustand: Zustand mit der geringsten, vom Nutzer nicht ausschaltbaren (beeinflussbaren) Leistungsaufnahme, der unbegrenzt fortbesteht, solange das Gerät mit dem Stromnetz verbunden ist und entsprechend der Bedienungsanleitung des Herstellers genutzt wird. Bei Systemen, für die ACPI-Normen gelten, entspricht der Schein-Aus-Zustand dem ACPI-Zustand S5.

Ruhemodus: Ein Niedrigverbrauchsmodus, in den der Computer nach einer bestimmten Inaktivitätszeit automatisch übergehen oder manuell versetzt werden kann. Ein Computer mit Ruhemodusfunktion kann durch Netzverbindungen oder Benutzerschnittstellengeräte schnell „geweckt“ werden und erreicht innerhalb von maximal 5 Sekunden nach Beginn des Weck-Ereignisses vollständige Betriebsbereitschaft, einschließlich Anzeigefunktion. Bei Systemen, für die ACPI-Normen

gelten, entspricht der Ruhemodus in der Regel dem ACPI-Zustand S3 (Suspend to RAM).

Idle-Modus: Der Zustand, in dem das Betriebssystem und die sonstige Software vollständig geladen sind, ein Nutzerprofil erstellt wurde, das Gerät nicht im Ruhemodus ist und die Aktivität auf diejenigen grundlegenden Anwendungen beschränkt ist, die das System automatisch startet.

Aktivzustand: Der Zustand, in dem der Computer a) infolge einer vorherigen oder zeitgleichen Nutzereingabe oder b) infolge eines vorherigen oder zeitgleichen Befehls über das Netz Nutzarbeit verrichtet. Dieser Zustand umfasst die aktive Verarbeitung, das Aufsuchen von Daten im Massen-, Arbeits- oder Cache-Speicher, einschließlich der Zeit im Idle-Modus in Erwartung weiterer Nutzereingaben und bis zum Übergang zu Niedrigverbrauchsmodi.

TEC-Ansatz („*Typical Energy Consumption*“): Ein Verfahren für die Prüfung und den Vergleich der Energieeffizienz von Computern, das den typischen Energieverbrauch eines Produkts im Normalbetrieb über einen repräsentativen Zeitraum bewertet. Für Arbeitsplatzcomputer ist das beim TEC-Ansatz verwendete Schlüsselkriterium ein in Kilowattstunden (kWh) gemessener Wert für den typischen jährlichen Stromverbrauch eines Computers, wobei Messungen durchschnittlicher Betriebsmodus-Leistungsaufnahmeniveaus zugrunde gelegt werden, die an ein angenommenes typisches Nutzungsmuster (Betriebszeit) angepasst werden. Bei Workstations beruhen die Anforderungen auf einem TEC-Wert, der aus Betriebsmodus-Leistungsaufnahmeniveaus, maximaler Leistungsaufnahme und einer angenommenen Betriebszeit errechnet wird.

2 Geltungsbereich

Diese Vergabegrundlage gilt für Arbeitsplatzcomputer.

Arbeitsplatzcomputer, im Sinne dieser Vergabegrundlage bilden, sind:

- Desktop-Computer,
- Integrierte Desktop-Computer,
- Workstations und
- Thin Clients.

Die Begriffe und die Funktionen der jeweiligen Geräte sind in Kapitel 1.4 definiert.

Nicht unter den Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage fallen:

- Server einschließlich Small-Scale-Server,

- tragbare Computer mit netzunabhängiger Stromversorgung und
- Spielekonsolen.

Für tragbare Computer ist die Vergabegrundlage Tragbare Computer RAL UZ-XXX anzuwenden.

3 Anforderungen

3.1 Energieverbrauch: Desktop-Computer und Integrierte Desktop-Computer

Der Energieverbrauch von Desktop und integrierten Desktop-Computern wird in TEC („Typical Energy Consumption“) angegeben.

Zur Bestimmung der TEC-Werte müssen Desktop-Computer und integrierte Desktop-Computer einer der nachfolgend genannten Kategorien A, B, C oder D zugeordnet werden:

- Kategorie A: Alle Tischcomputer, die nicht der Definition der Kategorie B, der Kategorie C oder der Kategorie D entsprechen, kommen unter Kategorie A für die Kennzeichnung in Frage.
- Kategorie B: Für die Einstufung unter Kategorie B müssen Desktop-Computer und integrierte Desktop-Computer über folgende Merkmale verfügen:
 - zwei physische Prozessorkerne, und
 - 2 Gigabyte (GB) Systemspeicher.
- Kategorie C: Für die Einstufung unter Kategorie C müssen Desktop-Computer und integrierte Desktop-Computer über folgende Merkmale verfügen:
 - mehr als zwei physische Prozessorkerne.

Zusätzlich zu der oben genannten Anforderung müssen Geräte für die Einstufung unter Kategorie C über mindestens eines der beiden folgenden Merkmale verfügen:

- mindestens 2 Gigabyte (GB) Systemspeicher, und/oder
 - ein diskreter Grafikprozessor (GPU).
- Kategorie D: Für die Einstufung unter Kategorie D müssen Tischcomputer über folgende Merkmale verfügen:
 - mindestens vier physische Prozessorkerne.

Zusätzlich zu der oben genannten Anforderung müssen Geräte für die Einstufung unter Kategorie D über mindestens eines der beiden folgenden Merkmale verfügen:

- mindestens 4 Gigabyte (GB) Systemspeicher und/oder
- ein diskreter Grafikprozessor (GPU) mit einer Framebufferbreite über 128 bit.

Zur Ermittlung der TEC-Werte für jede Gerätekategorie wird ein typisches Nutzerverhalten definiert. Das Nutzerverhalten wird in der folgenden Tabelle 1 anhand der Gewichtungen für die einzelnen Betriebsmodi festgelegt:

Tabelle 1 Gewichtung der Betriebsmodi – Desktop-Computer und integrierte Desktop-Computer

Betriebsmodus	Gewichtung (Zeitanteil) (%)
Schein-Aus-Zustand: $T_{\text{Schein-Aus}}$	55
Ruhemodus: T_{Ruhe}	5
Idle-Modus: T_{Idle}	40

Der TEC-Wert für das mit dem Umweltzeichen zu kennzeichnende Produkt wird nach folgender Formel ermittelt:

$$E_{\text{TEC}}: (8760/1000) * (P_{\text{Schein-Aus}} * T_{\text{Schein-Aus}} + P_{\text{Ruhe}} * T_{\text{Ruhe}} + P_{\text{idle}} * T_{\text{idle}})$$

dabei bezeichnen P_x jeweils Leistungswerte in Watt, T_x Zeitanteile gemäß Tabelle 1 in % und E_{TEC} den typischen jährlichen Energieverbrauch in kWh.

Die nachfolgende Tabelle 2 gibt die maximal zulässigen E_{TEC} -Werte für Desktop-Computer und integrierte Desktop-Computer für das Umweltzeichen Blauer Engel an. Produkte, die mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet werden können, dürfen den zur Geräte-Kategorie zugehörigen E_{TEC} -Wert aus Tabelle 2 nicht überschreiten.

Tabelle 2 E_{TEC} -Anforderung – Desktop-Computer und integrierte Desktop-Computer

Gerätekategorie	E_{TEC} (kWh)	
	Desktop-Computer	Integrierte Desktop-Computer
A	88,8 kWh	44,4 kWh
B	131,25 kWh	78,75 kWh
C	156,75 kWh	87,77 kWh
D	187,2 kWh	105,3 kWh
Funktionsspezifische Anpassungen		
Speicher	1 kWh (je GB über Grundspeicher) <i>Grundspeicher:</i> Kategorien A, B und C: 2 GB; Kategorie D: 4 GB	
Premium-Grafikkarte (für diskrete GPUs mit bestimmter Framebufferbreite)	Kategorien A und B: 35 kWh (Framebufferbreite ≤ 128 bit) 50 kWh (Framebufferbreite > 128 bit) Kategorien C und D: 50 kWh (Framebufferbreite > 128 bit)	
Zusätzl. interner Speicher	25 kWh	

Siehe Kapitel 6 für ein Beispiel zur Berechnung des zulässigen Energieverbrauchs eines Desktop-Computers.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag und gibt den TEC-Wert des Geräts in kWh sowie die Leistungsaufnahmen in den einzelnen Betriebsmodi in Watt an. Die Messungen sind entsprechend den Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0 für Computer durchzuführen. Zusätzlich legt der Antragsteller ein Prüfprotokoll eines unabhängigen Prüflabors vor, das für diese Messung nach DIN EN ISO/EC 17025 akkreditiert ist (Anlage 2). Prüfprotokolle des Antragstellers werden als gleichwertig anerkannt, wenn dieser ein Prüflaboratorium nutzt, das für diese Messungen von einer unabhängigen Stelle anerkannt ist.

3.2 Leistungsaufnahme: Workstations

Workstations müssen die Anforderungen der jeweils gültigen Version des ENERGY STAR für Workstations erfüllen.

Nachfolgend wird das Vorgehen der derzeit gültigen ENERGY STAR Version 5.0 für Computer beschrieben. Dabei beziehen sich die Anforderungen auf einen leistungs-

bezogenen TEC-Wert (P_{TEC}), der aus Betriebsmodus-Leistungsaufnahmeniveaus, maximaler Leistungsaufnahme und einer angenommenen Betriebszeit errechnet wird. Die Leistungsaufnahme (P_{TEC}) einer Workstations muss folgende Bedingung erfüllen:

$$P_{\text{TEC}} \leq 0,28 * [P_{\text{max}} + (\text{Anzahl Festplatten} * 5)]$$

wobei P_{max} die maximale Leistungsaufnahme der Workstation ist, wie sie gemäß Abschnitt 4, Anhang A der ENERGY STAR Version 5.0 für Computer ermittelt wurde.

Der P_{TEC} wird nach folgender Formel ermittelt:

$$P_{\text{TEC}} = 0,35 * P_{\text{Schein-Aus}} + 0,10 * P_{\text{Ruhe}} + 0,55 * P_{\text{Idle}}$$

Dabei bezeichnet P_x jeweil den Leistungswert in Watt.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag und gibt den TEC-Wert des Geräts in kWh sowie die Leistungsaufnahmen in den einzelnen Betriebsmodi in Watt an. Die Messungen sind entsprechend den jeweils gültigen Anforderungen der ENERGY STAR für Computer durchzuführen. Zusätzlich legt der Antragsteller ein Prüfprotokoll eines unabhängigen Prüflabors vor, das für diese Messung nach DIN EN ISO/EC 17025 akkreditiert ist (Anlage 2). Prüfprotokolle des Antragstellers werden als gleichwertig anerkannt, wenn dieser ein Prüflaboratorium nutzt, das für diese Messungen von einer unabhängigen Stelle anerkannt ist.

3.3 Leistungsaufnahme: Thin Clients

Thin Clients müssen die Anforderungen der jeweils gültigen Version des ENERGY STAR für Thin Clients erfüllen.

Nachfolgend wird das Vorgehen der derzeit gültigen ENERGY STAR Version 5.0 für Computer beschrieben:

Thin Client-Kategorien für die Idle-Modus-Kriterien: Für die Bestimmung der Idle-Modus-Werte müssen Thin Clients einer der nachfolgend genannten Kategorien A oder B zugeordnet werden:

- Kategorie A: Alle Thin Clients, die nicht der Definition der Kategorie B entsprechen, werden unter Kategorie A eingeordnet.
- Kategorie B: Für die Einstufung unter Kategorie B müssen Thin Clients:
 - lokale Multimedia-Kodierung/Dekodierung unterstützen.

Die nachfolgende Tabelle 3 gibt die Anforderung für die Effizienz von Thin Clients, wie sie in der Version 5.0 ENERGY STAR für Computer definiert werden:

Tabelle 3 ENERGY STAR 5.0 Anforderung für die Effizienz von Thin Clients

Betriebsmodus	Leistungsaufnahme (W)
Schein-Aus-Zustand: $P_{\text{Schein-Aus}}$	$\leq 2,0 \text{ W}$
Ruhemodus (ggf.): P_{Ruhe}	$\leq 2,0 \text{ W}$
Idle-Modus: P_{Idle}	Kategorie A: $\leq 12 \text{ W}$ Kategorie B: $\leq 15 \text{ W}$
Zusätzliche Leistungstoleranz	
Wake on LAN (WoL) ⁸ (gilt nur für Computer, die mit aktivierter WoL-Funktion ausgeliefert werden)	
Schein-Aus-Zustand: $P_{\text{WoL_Schein-Aus}}$	+ 0,7 W
Ruhemodus (ggf.): $P_{\text{WoL_Ruhe}}$	+ 0,7 W

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag und gibt den TEC-Wert des Geräts in kWh sowie die Leistungsaufnahmen in den einzelnen Betriebsmodi in Watt an. Die Messungen sind entsprechend den jeweils gültigen Anforderungen der ENERGY STAR für Computer durchzuführen. Zusätzlich legt der Antragsteller ein Prüfprotokoll eines unabhängigen Prüflabors vor, das für diese Messung nach DIN EN ISO/EC 17025 akkreditiert ist (Anlage 2). Prüfprotokolle des Antragstellers werden als gleichwertig anerkannt, wenn dieser ein Prüflaboratorium nutzt, das für diese Messungen von einer unabhängigen Stelle anerkannt ist.

3.4 Anforderungen für die Stromsparfunktionen

Anforderungen für die Auslieferung

- Der Ruhemodus muss bei der Auslieferung so eingestellt sein, dass er spätestens nach 30 Minuten Inaktivität des Nutzers aktiviert wird. Die Computer müssen beim Übergang in den Ruhemodus oder Schein-Aus-Zustand die Geschwindigkeit aller aktiven 1 Gb/s-Ethernet-Netzverbindungen reduzieren. Thin Clients sind aus dieser Anforderung ausgenommen.
- Das Gerät muss bei der Auslieferung so eingestellt sein, dass es spätestens nach 15 Minuten Inaktivität des Nutzers den Monitor ausschaltet.

⁸ Wake on LAN (WoL): Funktionalität, durch die ein Computer mittels einer per Ethernet übertragenen Netzanweisung aus dem Ruhemodus oder Aus-Zustand geweckt werden kann.

Netzanforderungen an Wake-on-LAN (WoL)

- Ethernetfähige Computer müssen über die Möglichkeit verfügen, die WoL-Funktion für den Ruhemodus zu aktivieren und zu deaktivieren.
- Nur für im Firmenkundenvertrieb⁹ ausgelieferte Computer:
Ethernetfähige Computer müssen eine der folgenden Anforderungen erfüllen:
 - Die WoL-Funktion muss für den Ruhemodus aktiviert sein.
 - Bereitstellung einer Bedienfunktion zum Aktivieren der WoL-Funktion, die sowohl von der Benutzeroberfläche des Client-Betriebssystems als auch über das Netz hinreichend zugänglich ist, wenn der Computer mit deaktivierter WoL-Funktion ausgeliefert wird.

Diese Anforderungen gelten nur dann für Thin Clients, wenn Software-Updates aus dem zentral verwalteten Netz erfolgen, während das Gerät sich im Ruhemodus oder Schein-Aus-Zustand befindet. Thin Clients, bei denen standardmäßig keine Client-software-Upgrades außerhalb der Arbeitszeiten nötig sind, sind von dieser Anforderung ausgenommen.

Netzanforderungen an das Weck-Management¹⁰

- Nur für im Firmenkundenvertrieb ausgelieferte Computer:
 - Ethernetfähige Computer müssen sowohl (über das Netz) ferngesteuerte als auch planmäßige (z. B. per Echtzeituhr) Weck-Ereignisse aus dem Ruhemodus unterstützen.
 - Der Hersteller muss – sofern er die Kontrolle darüber hat (d. h. falls die Konfiguration über Hardware-Einstellungen und nicht über Software-Einstellungen erfolgt) – gewährleisten, dass diese Einstellungen nach Kundenwunsch zentral verwaltet werden können; der Hersteller muss die entsprechenden Tools dafür zur Verfügung stellen.

⁹ Firmenkundenvertrieb: Vertriebswege, die in der Regel von großen und mittleren Unternehmen, staatlichen Stellen, Bildungseinrichtungen und anderen Organisationen genutzt werden, die Computer erwerben, welche in verwalteten Client-/Server-Umgebungen eingesetzt werden.

¹⁰ Weck-Ereignis: Vom Benutzer ausgelöste, planmäßige oder externe Ereignisse oder Impulse, die bewirken, dass der Computer vom Ruhemodus oder Schein-Aus-Zustand in den Aktivzustand übergeht. Solche Weck-Ereignisse sind unter anderem Mausbewegungen, Tastatureingaben, Controllereingaben, Echtzeituhrereignisse oder die Bedienung

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag . Die Einstellungen sind entsprechend den Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0 für Computer durchzuführen.

3.5 Interne Netzteile

Interne Netzteile müssen elektrische Wirkungsgrade (η) von

- $\eta \geq 82 \%$ bei 20 % der Nennleistung,
- $\eta \geq 85 \%$ bei 50 % der Nennleistung und
- $\eta \geq 82 \%$ bei 100 % der Nennleistung

erreichen. Die Nennleistung ist dabei die auf den Typenschild aufgedruckte Ausgangsleistung (P_N) des Netzteils.

Der Leistungsfaktor ($\cos \varphi$), der das Verhältnis von Wirk- zu Scheinleistung angibt, muss $\geq 0,9$ bei Entnahme der vollen Nennleistung (100%) sein.

Das Prüfprotokoll muss nach dem Dokument „Generalized Test Protocol for Calculating the Energy Efficiency of Internal Ac-Dc and Dc-Dc Power Supplies Vers. 6.5“ erstellt werden (Quelle: <http://www.efficientpowersupplies.org/methods.asp>)

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag und stellt die entsprechenden Prüfprotokolle (Anlage 3) zur Verfügung.

3.6 Langlebigkeit

3.6.1 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 anzuzählen.

einer Taste am Gehäuse und im Fall externer Ereignisse Impulse, die per Fernbedienung, Netz, Modem usw. übertragen werden.

sehen. Insbesondere müssen Akkus (soweit vorhanden) bis 5 Jahre ab Produktionseinstellung erhältlich sein.

Die Produktunterlagen müssen Informationen über die genannten Anforderungen enthalten.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag und legt die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen in Anlage 4 vor.

3.6.2 Erweiterung der Leistungsfähigkeit

Arbeitsplatzcomputer müssen folgende Erweiterungsmöglichkeiten bieten:

- Erweiterung des Arbeitsspeichers gegenüber der Standardkonfiguration nach Energy Star 5.0 (Gilt für Thin Clients, nur wenn sie mit einem Prozessor ausgestattet sind).
- Einbau, Austausch und Erweiterung des Massenspeichers (Gilt nicht für Thin Clients).
- Einbau und/oder Austausch des optischen Laufwerks (Gilt nicht für Thin Clients).
- Vorhandensein von mindestens 4 USB-Schnittstellen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag. Er erläutert die entsprechenden Möglichkeiten zur Erweiterung der Leistungsfähigkeit in der Verbraucherinformation und legt diese in Anlage 4 vor.

3.7 Recyclinggerechte Konstruktion

3.7.1 Baustruktur und Verbindungstechnik

Für Arbeitsplatzcomputer gilt:

- Umweltzeichengeräte müssen so konstruiert sein, dass sie für Recyclingzwecke leicht (manuell) zerlegbar sind, damit Gehäuseteile, Chassis, Batterien (wenn vorhanden), Bildschirmeinheiten (wenn vorhanden) und Leiterplatten 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 (manuelle) Zerlegung des Gehäuses, des

Chassis, der Bildschirmeinheiten (wenn vorhanden), der Batterien (wenn vorhanden) und der Leiterplatten unterstützt wird oder mit Universalwerkzeugen¹¹ vorgenommen werden kann.

- Die Demontage des Gehäuses, des Chassis, der Bildschirmeinheiten (wenn vorhanden), der Batterien (wenn vorhanden) und der Leiterplatten kann von einer Person durchgeführt werden.
- Akkus, wenn vorhanden, müssen ohne Zuhilfenahme vom Werkzeug leicht entnehmbar sein.
- Elektrobaugruppen müssen leicht vom Gehäuse demontiert werden können.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen und legt eine Anleitung vor, in dem die fachgerechte Zerlegung des Arbeitsplatzcomputers erklärt wird (Anlage 5). Dabei muss ein besonderer Fokus auf die fachgerechte Trennung von Gehäuseteilen, Chassis, Batterien (wenn vorhanden), Bildschirmeinheiten (wenn vorhanden) und Leiterplatten gelegt werden. Die Anleitung kann entweder schriftlich, als Fotodokumentation, Zeichnung oder im Videoformat vorgelegt werden. Außerdem verpflichtet sich der Antragsteller in Anlage 1 zum Antrag, dass er den von ihm beauftragten Recyclingunternehmen im Bedarfsfall Unterlagen zur effektiven Zerlegung, den Baugruppen und den selektiv zu behandelnden Stoffen und Bauteilen zur Verfügung stellt.

3.7.2 Werkstoffwahl und Kennzeichnung

- Kunststoffteile mit einer Masse über 25 Gramm müssen aus einem Polymer oder einem recyclingkompatiblen Polymerblend bestehen. Es sind maximal 4 Kunststoffsorten für diese Teile zugelassen. Die Kunststoffgehäuse dürfen insgesamt nur aus zwei voneinander trennbaren Polymeren oder Polymerblends bestehen.
- Kunststoffbauteile mit einer Masse über 25 g sind, müssen entsprechend der Norm ISO 11469 gekennzeichnet sein.
- Die metallische Beschichtung von Gehäuseteilen ist nicht erlaubt.
- Das (Post-Consumer) Rezyklatmaterial ist in Gehäuseteilen und Chassis zugelassen und kann anteilig eingesetzt werden.

¹¹ Unter „Universalwerkzeuge“ werden allgemein übliche, im Handel erhältliche Werkzeuge verstanden.

- 90% der Masse der Kunststoffe und der Metalle der Gehäuseteile und des Chassis müssen werkstofflich wieder verwertbar sein (nicht gemeint ist die Rückgewinnung der thermischen Energie durch Verbrennung).

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag. Der Antragsteller nennt die verwendeten Kunststoffe für Teile mit einer Masse > 25 Gramm und legt eine Kunststoffliste gemäß Anlage 6 zum Antrag vor (siehe Vordruck). Außerdem verpflichtet sich der Antragsteller in Anlage 1 zum Antrag, die Masse der eingesetzten Rezyklatmaterialien in Gehäuseteilen und Chassis in Kilogramm und in Masse-Prozent an Gesamtmasse der Gehäuse-/ Chassiskunststoffe anzugeben.

3.8 Materialanforderungen

3.8.1 Allgemeine Anforderungen an Kunststoffe

Die Kunststoffe dürfen keine Stoffe mit folgenden Eigenschaften enthalten:

- (a) Stoffe, die unter der Chemikalienverordnung REACH (1906/2006/EG) als besonders besorgniserregend identifiziert wurden und in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sogenannte „Kandidatenliste“) aufgenommen wurden,¹²
- (b) Stoffe, die gemäß den Kriterien der EG-Verordnung 1272/2008¹³ (oder der Richtlinie 67/548/EWG) mit den folgenden H-Sätzen (R-Sätzen) eingestuft sind oder die die Kriterien für eine solche Einstufung erfüllen:¹⁴

¹² Die Kandidatenliste in der jeweils aktuellen Fassung findet sich unter:
http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp.

¹³ Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, kurz: GHS-Verordnung.

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

¹⁴ Die harmonisierten Einstufungen und Kennzeichnungen gefährlicher Stoffe finden sich in Anhang VI, Teil 3 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (GHS-Verordnung). Tabelle 3.1 nennt die Einstufungen und Kennzeichnungen

Toxische Stoffe:

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

nach dem neuen System unter Verwendung von H-Sätzen, Tabelle 3.2 nennt die Einstufungen und Kennzeichnungen nach dem alten System unter Verwendung von R-Sätzen. Die GHS-Verordnung findet sich beispielsweise unter: http://www.reach-info.de/ghs_verordnung.htm.

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

Krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe:

H340	(R46)	Kann genetische Defekte verursachen
H341	(R68)	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen
H350	(R45)	Kann Krebs erzeugen
H350i	(R49)	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen
H351	(R40)	Kann vermutlich Krebs erzeugen
H360F	(R60)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H360D	(R61)	Kann das Kind im Mutterleib schädigen
H360FD	(R60/61)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen
H360Fd	(R60/63)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H360Df	(R61/62)	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H361f	(R62)	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H361d	(R63)	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H361fd	(62/63)	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H362	(R64)	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen

Gewässergefährdende Stoffe:

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

Sonstige Gesundheits- oder Umweltwirkungen:

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

Von den Regelungen a) und b) ausgenommen sind:

- Stoffe, als Verunreinigung oder Beimengung als einzelner Bestandteil unterhalb der Berücksichtigungsgrenzwerte entsprechend Artikel 11 der Verordnung 1272/2008 oder unterhalb der Konzentration für die Berücksichtigung im Sicherheitsdatenblatt. Falls nach Verordnung 1272/2008 stoffspezifische Grenzwerte festgelegt sind, sind diese zu berücksichtigen. Gültig ist der jeweils niedrigere Grenzwert.
- Homogene Kunststoffteile mit einer Masse unter 25 Gramm (für Kabel bezieht sich die Masseangabe 25 Gramm nur auf den Kabelkunststoff).

Von der Regelung b) ausgenommen sind:

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

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag oder legt Erklärungen der Lieferanten vor (bspw. der Lieferanten der Gehäuse, Leiterplatten, Kabel oder Stecker), dass die ausgeschlossenen Substanzen nicht enthalten sind (Formblatt Anlage 7 zum Antrag). Das betrifft auch eingesetzte Rezyklatkunststoffe.

3.8.2 Zusätzliche Anforderungen an Kunststoffe der Gehäuse, Gehäuseteile und Chassis

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

Von dieser Regelung ausgenommen sind:

- Fluororganische Additive (wie zum Beispiel Anti-Dripping-Reagenzien), die zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Kunststoffe eingesetzt werden, sofern sie einen Gehalt von 0,5 Masse-Prozent nicht überschreiten.
- Fluorierte Kunststoffe wie z.B. PTFE.
- Kunststoffteile mit einer Masse unter 25 Gramm.

Die in Kunststoffteilen mit einer Masse größer als 25 Gramm eingesetzten Flammenschutzmittel sind zu nennen und durch die CAS-Nummern zu charakterisieren.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag. Bezüglich der Flammenschutzmittel veranlasst er eine schriftliche Erklärung der Kunststoffhersteller oder -lieferanten an die RAL gGmbH, dass die auszuschließenden Substanzen in Gehäusekunststoffen nicht zugesetzt sind (Formblatt Anlage 7 zum Antrag). Das betrifft auch eingesetzte Rezyklatkunststoffe. Zugleich verpflichtet er sich, die Hersteller oder Lieferanten der Gehäusekunststoffe zu veranlassen, die chemische Bezeichnung der eingesetzten Flammenschutzmittel (CAS-Nr.) vertraulich an RAL gGmbH zu übermitteln (Formblatt Anlage 7 zum Antrag).

3.9 Anforderungen an Displays (gilt nur für Integrierte Desktop Rechner)

- 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.

Nachweis

Der Antragsteller bestätigt in Anlage 1 zum Antrag, dass die Lampen der Hintergrundbeleuchtung nicht mehr als 0,1 mg Quecksilber oder Quecksilberverbindungen pro Lampe enthalten. Der Antragsteller legt eine schriftliche Erklärung des Herstellers der Flüssigkristallsubstanzen als Anlage 8 vor.

3.10 Geräuschemissionen

Die Bewertung der Geräuschemissionen beruht auf der Angabe der garantierten A-bewerteten Schalleistungspegel in Dezibel (dB) mit einer Nachkommastelle. Die A-bewerteten Schalleistungspegel $L_{WA(1...3)}$ werden auf der Grundlage der ISO/FDIS 7779:2010 gemessen und berechnet. 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 Gerät arbeitet im Leerlaufbetrieb. Die Messung des $L_{WA(1)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 im Betriebszustand gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.15.3.1. Die Messung kann entfallen, wenn keine Lüfter (z.B. CPU-Lüfter, Netzteillüfter, Systemlüfter) vorhanden sind.
2. Das Festplattenlaufwerk ist aktiviert. Die Messung des $L_{WA(2)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 im Betriebszustand gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.9.3.2. Die Messung kann entfallen, wenn kein mechanisches Festplattenlaufwerk vorhanden ist.
3. Ein optisches Laufwerk in typischer Konfiguration ist aktiviert. Die Messung des $L_{WA(3)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 im Betriebszustand gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.19.3.2. Die Messung kann entfallen, wenn kein optisches Laufwerk vorhanden ist.

Damit der Schalleistungspegel als garantiert gelten kann, sind entsprechend ISO 9296:1988 mindestens drei Geräte in jedem Betriebszustand zu prüfen. Die garantierten Schalleistungspegel $L_{WAd(1...3)}$ werden in Anlehnung an ISO 9296:1988 ermittelt und in Dezibel (dB) mit einer Nachkommastelle angegeben.

Sofern die Geräuschmessungen nur an einem Gerät vorgenommen werden können, darf ersatzweise zur Ermittlung des garantierten A-bewerteten Schalleistungspegels L_{WAd} folgende Formel in Anlehnung an ISO 9296:1988 benutzt werden:

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

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

Die Messbedingungen und Prüfergebnisse sind in das Formblatt (Anlage 9 zum Antrag) einzutragen.

Die dort ausgewiesenen Werte für den garantierten A-bewerteten Schalleistungspegel $L_{WAd(1...3)}$ dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

Betriebszustand

(1) Leerlaufbetrieb	$L_{WAd(1)}$	38,0 dB
(2) aktiviertes Festplattenlaufwerk	$L_{WAd(2)}$	42,0 dB
(3) aktiviertes optisches Laufwerk	$L_{WAd(3)}$	50,0 dB

Die ermittelten Werte sind in den Nutzerunterlagen gemäß Abschnitt 3.11 zu dokumentieren.

Nachweis

Der Antragsteller weist die Einhaltung der Anforderungen nach, indem er das ausgefüllte Formblatt Anlage 9 zum Antrag vorlegt. Dieses Formblatt ist vom Prüfinstitut auf der Basis des Prüfprotokolls auszufüllen und zu bestätigen. Das Prüfinstitut muss nach DIN EN ISO/IEC 17025 und für die geforderten akustischen Prüfungen nach ISO/FDIS 7779 akkreditiert sein. Es fügt bei erstmaliger Prüfung für die Beantragung des Blauen Engels die Akkreditierungsnachweise in Kopie bei.

3.11 Verbraucherinformation

Die zu den Geräten mitgelieferte Dokumentation muss neben den technischen Beschreibungen auch die umwelt- und gesundheitsrelevanten Nutzerinformationen enthalten. Diese muss auf dem Arbeitsplatzcomputer installiert sein, als CD-ROM oder in gedruckter Form dem Gerät beigelegt werden. Folgende wesentliche Nutzerinformationen müssen im Internet abrufbar sein:

1. Energieverbrauch (TEC) in Kilowattstunden (kWh) sowie die Höhe der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen gemäß 3.1 oder Leistungsaufnahme (P_{TEC}) in Watt (W) sowie die Höhe der Leistungsaufnahmen in verschiedenen Betriebszuständen gemäß 3.2 oder die Höhe der Leistungsaufnahmen (P_{Idle}), (P_{Ruhe}) und ($P_{\text{Schein-Aus}}$) in Watt (W) gemäß 3.3. Außerdem müssen Hinweise gegeben werden, wie die Geräte in energiesparende Betriebszustände versetzt werden können.
2. Hinweis darauf, dass eine Reduzierung des Energieverbrauchs mit einer Verringerung der Betriebskosten einhergeht und dass, der Energieverbrauch bei vollständiger Trennung des Geräts von der Netzsteckdose auf Null reduziert werden kann.
3. Hinweis darauf, dass das Gerät auch im Schein-Aus-Zustand Strom verbraucht.
4. Regelmäßige Defragmentierung der Festplatte reduziert den Energieverbrauch und erhöht die Lebensdauer des Geräts (gilt nicht für Festkörperlaufwerke)
5. Bildschirmschoner verhindern das automatische Umschalten auf Energiesparzustände und sollten deswegen nicht aktiviert werden
6. Eine Reduzierung der Bildschirmhelligkeit reduziert den Energieverbrauch
7. Reparaturfähigkeit gemäß 3.6.1,
8. Möglichkeiten zur Erweiterung der Leistungsfähigkeit gemäß 3.6.2,
9. Schallleistungspegel in allen Betriebszuständen gemäß 3.10.
10. Hinweis auf umweltgerechte Entsorgung nach Ende der Nutzungsphase gemäß Elektroggesetz
11. Hinweis darauf, dass die Batterien nicht als normaler Haushaltsabfall zu behandeln und an Sammelstellen abzugeben sind
12. Information, dass das Gerät mit dem Umweltzeichen Blauer Engel gekennzeichnet wurde, einschließlich eine Zusammenfassung der Vergabekriterien des Umweltzeichens auf einer gesonderten Seite und einen Link zu der Webseite www.blauer-engel.de.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag und legt die Produktunterlagen in Anlage 4 vor.

4 Zeichennehmer und Beteiligte

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

4.2 Beteiligte am Vergabeverfahren:

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

5 Zeichenbenutzung

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

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

5.3 Für die Kennzeichnung von Produkten gemäß Abschnitt 2 werden Zeichenbenutzungsverträge abgeschlossen. Die Geltungsdauer dieser Verträge läuft bis zum 31.12.2012. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum ## ## ##### bzw. ## ## des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird.

Eine Weiterverwendung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.

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

5.5 In dem Zeichenbenutzungsvertrag ist festzulegen:

5.5.1 Zeichennehmer (Hersteller/Vertreiber)

5.5.2 Marken-/Handelsname, Produktbezeichnung

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

6 Anhang: Beispiel zur Bestimmung des zulässigen Energieverbrauchs

Beispiel: Ein Desktop-Rechner mit einem Doppelkernprozessor, Onboard-Grafik und 2 GB Arbeitsspeicher.

- (1) Klassifizierung: Das Gerät entspricht der Kategorie B (Abschnitt 3.1). In diesem Fall darf der Desktop Rechner einen TEC-Wert von 131,25 kWh nicht überschreiten.
- (2) Leistungsaufnahme gemessen entsprechend den Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0 for Computer: 23 W im Idle-Modus, 2,8 W im Ruhemodus und 1 W im Schein-Aus-Zustand.
- (3) Der Energieverbrauch wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$E_{\text{TEC}} = (8760/1000) * (P_{\text{Schein-Aus}} * T_{\text{Schein-Aus}} + P_{\text{Ruhe}} * T_{\text{Ruhe}} + P_{\text{idle}} * T_{\text{idle}}),$$

wobei alle P_x -Werte in Watt und alle T_x -Werte in % der Nutzung pro Jahr gemäß Tabelle 1 angegeben sind. E_{TEC} wird in kWh angegeben und zeigt den durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauch bezogen auf die prozentuale Nutzungsdauer pro Modus.

$$\rightarrow E_{\text{TEC}} = (8760/1000) * (P_{\text{Schein-Aus}} * 0,55 + P_{\text{Ruhe}} * 0,05 + P_{\text{idle}} * 0,40)$$

$$\rightarrow E_{\text{TEC}} = (8760/1000) * (1 * 0,55 + 2,8 * 0,05 + 23 * 0,40)$$

$$= 86,64 \text{ kWh}$$

- (4) $86,64 \text{ kWh} < 131,25 \text{ kWh} \rightarrow$ Der Desktop Rechner erfüllt die TEC-Anforderung.

VERTRAG

Nr.
über die Vergabe des
Umweltzeichens

MUSTER

RAL gGmbH als Zeichengeber und die Firma

(Inverkehrbringer)

als Zeichennehmer – nachfolgend kurz ZN
genannt – schließen folgenden Zeichenbe-
nutzungsvertrag:

1. Der ZN erhält das Recht, unter folgenden Bedin-
gungen das dem Vertrag zugrunde liegende Umwelt-
zeichen zur Kennzeichnung des Produkts/der Pro-
duktgruppe/Aktion **"Arbeitsplatzcomputer (Desktop-
Computer, Integrated Computer, Workstations,
Thin Clients)"** für

"(Marken-/Handelsname)"

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

2. Das Umweltzeichen gemäß Abschnitt 1 darf nur für o.
g. Produkt/Produktgruppe/Aktion benutzt werden.
3. Für die Benutzung des Umweltzeichens in der Wer-
bung oder sonstigen Maßnahmen des ZN hat dieser
sicherzustellen, dass das Umweltzeichen nur in Ver-
bindung zu o. g. Produkt/Produktgruppe/Aktion ge-
bracht wird, für die die Benutzung des Umwelt-
zeichens mit diesem Vertrag geregelt wird. Für die Art
der Benutzung des Zeichens, insbesondere im
Rahmen der Werbung, ist der Zeichennehmer allein
verantwortlich.
4. Das/die zu kennzeichnende Produkt/Produktgruppe/
Aktion muss während der Dauer der Zeichenbenut-
zung allen in der "Vergabegrundlage für Umwelt-
zeichen RAL-UZ ###" in der jeweils gültigen Fassung
enthaltenen Anforderungen und Zeichenbenutzungs-
bedingungen entsprechen. Dies gilt auch für die
Wiedergabe des Umweltzeichens (einschließlich Um-
schrift). Schadensersatzansprüche gegen die RAL
gGmbH, insbesondere aufgrund von Beanstandungen
der Zeichenbenutzung oder der sie begleitenden
Werbung des ZN durch Dritte, sind ausgeschlossen.

Sankt Augustin, den

RAL gGmbH
Geschäftsleitung

5. Sind in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen"
Kontrollen durch Dritte vorgesehen, so übernimmt der
ZN die dafür entstehenden Kosten.
6. Wird vom ZN selbst oder durch Dritte festgestellt,
dass der ZN die unter Abschnitt 2 bis 5 enthaltenen
Bedingungen nicht erfüllt, verpflichtet er sich, dies der
RAL gGmbH anzuzeigen und das Umweltzeichen
solange nicht zu benutzen, bis die Voraussetzungen
wieder erfüllt sind. Gelingt es dem ZN nicht, den die
Zeichenbenutzung voraussetzenden Zustand unver-
züglich wiederherzustellen oder hat er in schwer-
wiegender Weise gegen diesen Vertrag verstoßen, so
entzieht die RAL gGmbH gegebenenfalls dem ZN das
Umweltzeichen und untersagt ihm die weitere Benut-
zung. Schadensersatzansprüche gegen die RAL
gGmbH wegen der Entziehung des Umweltzeichens
sind ausgeschlossen.
7. Der Zeichenbenutzungsvertrag kann aus wichtigen
Gründen gekündigt werden.
Als solche gelten z. Beispiel:
 - nicht gezahlte Entgelte
 - nachgewiesene Gefahr für Leib und Leben.Eine weitere Benutzung des Umweltzeichens ist in
diesem Fall verboten. Schadensersatzansprüche
gegen die RAL gGmbH sind ausgeschlossen (vgl.
Ziffer 6 Satz 3).
8. Der ZN verpflichtet sich, für die Benutzungsdauer des
Umweltzeichens der RAL gGmbH ein Entgelt gemäß
"Entgeltordnung für das Umweltzeichen" in ihrer
jeweils gültigen Ausgabe zu entrichten.
9. Die Geltungsdauer dieses Vertrages läuft gemäß
"Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ ###"
bis zum 31.12.2012. Sie verlängert sich jeweils um
ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum
31.03.2012 bzw. bis zum 31.03. des jeweiligen Ver-
längerungsjahres schriftlich gekündigt wird. Eine
Benutzung des Umweltzeichens ist nach Vertrags-
ende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung
zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte
bleiben von dieser Regelung unberührt.
10. Mit dem Umweltzeichen gekennzeichnete Produkte/
Aktionen und die Werbung dafür dürfen nur bei
Nennung der Firma des

(ZN/Inverkehrbringers)

an den Verbraucher gelangen.

Ort, Datum

(rechtsverbindliche Unterschrift
und Firmenstempel)