

Borderstep Diskussionspapier

# Ökologische Bewertung des Thin Client & Server Based Computing

Autoren

Dr. Jens Clausen

Prof. Dr. Klaus Fichter

Dr. Ralph Hintemann

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH

Clayallee 323

D-14169 Berlin

[www.borderstep.de](http://www.borderstep.de)

Berlin, Juni 2010

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Stand der Literatur</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Methode</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Möglicher Mehraufwand durch Peripheriegeräte der Serverstruktur</b> .....	<b>11</b>
	5.1 Beispiel 1: Thin Client Computing bei Fraunhofer UMSICHT .....	11
	5.2 Beispiel 2: Der Ausbau des Serverraums der Humboldtschule Hannover .....	12
	5.3 Beispiel 3: Steuerberatungskanzlei mit 25 Arbeitsplätzen.....	14
	5.4 Ausblick .....	14
<b>6</b>	<b>Mögliche stoffliche Nebenfolgen der Miniaturisierung</b> .....	<b>15</b>
	6.1 Vergleich der Gewichte .....	15
	6.2 Vergleich der Umweltwirkungen.....	17
<b>7</b>	<b>Nutzungsdauer der Vorläufergeräte</b> .....	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>21</b>

## 1 Vorbemerkung

Das vorliegende Diskussionspapier nimmt Bezug auf eine im Rahmen des vom Bundesumweltministerium und dem Umweltbundesamt geförderten Vorhabens „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRess) entstandene wissenschaftliche Debatte über die Frage, ob neuere informations- und kommunikationstechnische Lösungen wie das „Thin Client & Server Based Computing“<sup>1</sup> gegenüber vergleichbaren „klassischen“ IKT-Lösungen wie dem Desktop-PC ökologische Vorteile bieten oder nicht. Das vorliegende Diskussionspapier zielt darauf ab, Informationen, Daten und Argumente zusammenzutragen, die zur Klärung dieser Frage beitragen. Da die aufgeworfene Frage über das Vorhaben „MaRess“ hinausreicht und die generelle Diskussion um „grüne“ Informations- und Kommunikationstechnik betrifft, handelt es sich bei dem vorliegenden Papier nicht um ein „MaRess“-Dokument, sondern um einen unabhängigen vorhabensübergreifenden Debattenbeitrag des Borderstep Instituts.

---

<sup>1</sup> Zum Begriff „Thin Client & Server Based Computing“ vgl. Glossar.

## 2 Einleitung

Zentral für die Diskussion, ob Thin Client & Server Based Computing im Vergleich mit Desktop PCs ökologische Vorteile bietet oder nicht, ist die Tatsache, dass sich das Vorhaben „MaRes“ nicht allein mit Fragen des Energieverbrauchs und der Energieeffizienz, sondern insbesondere mit Fragen der Materialeffizienz und der mit Produkten oder Nutzungssystemen verbundenen Rohstoffverbräuche beschäftigt. Im Zentrum stehen dabei die Begriffe der Rohstoffeffizienz (im Projektkontext) bzw. Rohstoffproduktivität (im Kontext der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie). Der Begriff der Rohstoffproduktivität drückt aus, welche Menge an abiotischem Primärmaterial (in Tonnen) eingesetzt wird, um eine Einheit Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) zu erwirtschaften (Bundesregierung 2008). Zum abiotischen Material zählen die im Inland entnommenen Rohstoffe – ohne land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse – und alle importierten abiotischen Materialien (Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren).

Weder auf einer volkswirtschaftlichen noch auf einer betriebswirtschaftlichen Ebene lässt sich dabei in Bezug auf ein konkretes Produkt einfach klären, wie hoch die Menge der abiotischen im Inland verbrauchten Ressourcen<sup>2</sup> ist. Zwar gibt es auch mit Bezug auf Produkte der Elektronikbranche vereinzelt Abschätzungen des Gesamtverbrauchs abiotischer Ressourcen für Materialgewinnung, Herstellung, Verpackung und Transport, wie z.B. in Moisiso et al. 2008. Hier werden als MIPS-Wert für abiotische Ressourcen für ein Ericsson T 28 Handy mit einem Gewicht von ca. 80 Gramm 41,92 kg angegeben, für ein Notebook von ca. 3 kg Gewicht 442 kg und für einen 37" LCD-Fernseher von ca. 25 kg Gewicht 2.614 kg<sup>3</sup>. Bezogen auf das Produktgewicht variiert die Menge abiotischer Ressourcen zwischen dem 100-fachen (Fernseher), dem 150-fachen (Notebook) bis zum 500-fachen (Handy). Völlig unklar ist jedoch, wie hoch letztlich der Verbrauch inländischer abiotischer Ressourcen in Deutschland ist. Materialgewinnung und Bauteilproduktion für Elektronikprodukte findet grundsätzlich in einer weltweiten Lieferkette statt. Nur der kleinere Teil und davon insbesondere der Verbrauch abiotischer Energieressourcen für die Herstellung findet im Inland statt.

Grundsätzlich werden zwei Zusammenhänge klar:

1. Die Bedeutung der Elektronikprodukte für den Materialumschlag der Weltwirtschaft ist deutlich größer als die Tonnage der Elektronikprodukte selbst. Eine Gewichtsreduktion der Elektronikprodukte wirkt sich um ein (mehr-) hunderfaches höher auf den Verbrauch abiotischer Ressourcen aus.
2. Mit Blick auf die unübersehbare Vielfalt der am Markt angebotenen Elektronikprodukte und deren schnellen Modellwechsel (kaum ein Produkt wird unverändert über ein Jahr oder länger angeboten) ist eine genaue Kenntnis der mit einem bestimmten Produkt verbundenen abiotischen Ressourcenverbräuche kaum möglich. Dies gilt genauso für den Anteil derjenigen abiotischen Ressourcen, der im Inland verbraucht wurde.

Um die Auswirkung spezifischer neuer Technologien auf den Verbrauch abiotischer Ressourcen abzuschätzen bleibt damit wenig anders übrig, als entweder:

---

<sup>2</sup> Die einschlägige Statistik des Statistischen Bundesamtes strebt dabei die Ermittlung der nationalen Ressourcenverbräuche an. Letztlich kommt es dabei darauf an, die im Inland verbrauchten Mengen und deren ökologische Rucksäcke zu ermitteln.

<sup>3</sup> Die hier untersuchten Produkte sind nicht mehr ganz aktuell. So wurde das Ericsson T 28 schon im Jahr 1999 in den Markt eingeführt. Ein LCD-Fernseher mit 37" wiegt heute auch eher unter 20 kg. MIPS-Analysen sind aber nur für die Produkte durchgeführt worden. Die Menge der Ressourcen umfasst bei diesen Analysen alle international verbrauchten und dem Produkt zurechenbaren Ressourcen.

- eine einschlägige Untersuchung in Form einer Ökobilanz oder Stoffstromanalyse durchzuführen oder
- ersatzweise und grob vereinfachend das Produktgewicht sowie dessen Energieverbrauch in der Nutzungsphase als einen Maßstab heranzuziehen. Zusätzlich können Daten zur Zusammensetzung der Produkte verglichen werden und somit zumindest qualitative Aussagen zur ökologischen Bewertung abzuleiten.

Dies Arbeitspapier beschäftigt sich mit der Bewertung des Beitrags des Thin Client & Server Based Computing (TC&SBC) zur Energie- und Materialeffizienz, der durch die Ablösung bisheriger Desktop-PCs an stationären Computerarbeitsplätzen erschlossen werden kann. Hierzu wirft Abschnitt 2 einen Blick auf die uns hierzu vorliegende Literatur, die allerdings eine Reihe von Fragen offen lässt. Diese Fragen werden dann in Abschnitt 3 herausgearbeitet und in den Abschnitten 4 bis 6 diskutiert.

### 3 Stand der Literatur

Nur wenige unabhängige Quellen beschäftigen sich zurzeit mit dem Thema Material- und Energieeffizienz des Thin Client & Server Based Computing. Öfter werden ökologische Vorteile des TC&SBC dagegen von den Herstellern in Werbeschriften oder so genannten Whitepapers angeführt.

Aus einer wissenschaftlichen Perspektive heraus versucht Plepys (2004) eine grundsätzliche Bewertung von verschiedenen Systemen des Server Based Computing (SBC). Die Antwort auf seine zentrale Forschungsfrage fasst er wie folgt zusammen:

**What are the environmental effects of substituting traditional computing systems based on owned personal computers with outsourced computing services?**

User-side hardware in outsourced computing systems has a much lower dependency on technological change, which reduces the rate of equipment obsolescence. The studied examples of existing SBC applications showed that the lifespan of user hardware could be more than doubled when compared to traditional IT systems. The lifetime of server hardware is comparable in both systems and is mainly determined by economic considerations rather than technological obsolescence.

The functionality of electronic products is closely linked to the amount and the complexity of embedded silicon components. These are important factors that determine the overall environmental impacts of electronic products, since the bulk of environmental impacts take place during semiconductor fabrication. The author argues that centralising and sharing computing power in SBC types of systems allows for a more rational utilisation of product functionality using fewer silicon resources. Lower performance requirements for the end-user hardware in outsourced systems allows utilising less advanced hardware built with fewer silicon components, especially in products such as thin clients. In this case, a minimum of a factor 2 reduction in the total amount of silicon is possible on the user side, while no significant changes should be expected in network infrastructure equipment.

Centralising computing functions in systems where all computing is performed on the server side is not associated with significant increases in data traffic. The research did not find any strong links between the increase in data traffic and the total energy consumption of the systems. Outsourced systems allow energy savings when using thin clients, while no significant energy consumption changes should be expected on the server side. One reason is that in addition to similar user density per server, the traditional PC-based systems have almost the same number of components as SBC architectures. Another reason is that centralised systems do not necessarily imply increased data traffic and in some cases this can be significantly lower than in the traditional decentralised architectures. In addition, no energy savings should be expected on the user side unless streamlined hardware such as thin clients is being used.

Plepys 2004: iiif

Die andere komplett von den Thin Client Herstellern unabhängige Publikation besteht in einem für eine Weiterbildungsreihe konzipierten Vortrag des Lawrence Berkeley National Laboratory, einem der weltweit bedeutenden Think Tanks für Green Computing. In dieser Weiterbildungsreihe (siehe beispielhaft Bramfitt et al. 2009) wird für eine beispielhafte Installation mit 50 Thin Clients und einem virtuellen Server der Energiespareffekt wie folgt vorgerechnet:

Abb. 1.: Energiespareffekt von 50 Thin Clients mit virtuellem Server

	Baseline Usage	Installed Usage	Energy Savings	Electric Cost Savings	PG&E Incentive	Total Installation Cost
	kWh/yr	kWh/yr	kWh/yr	\$/yr	\$	\$
Install Thin Client Computers - Direct Energy Savings	35,040	15,626	19,414	\$ 2,330	\$ 1,553	\$ 25,000
Install Virtual Server - Indirect HVAC Savings	12,856	5,733	7,123	\$ 855	\$ -	\$ -
Combined	47,896	21,359	26,537	\$ 3,184	\$ 1,553	\$ 25,000

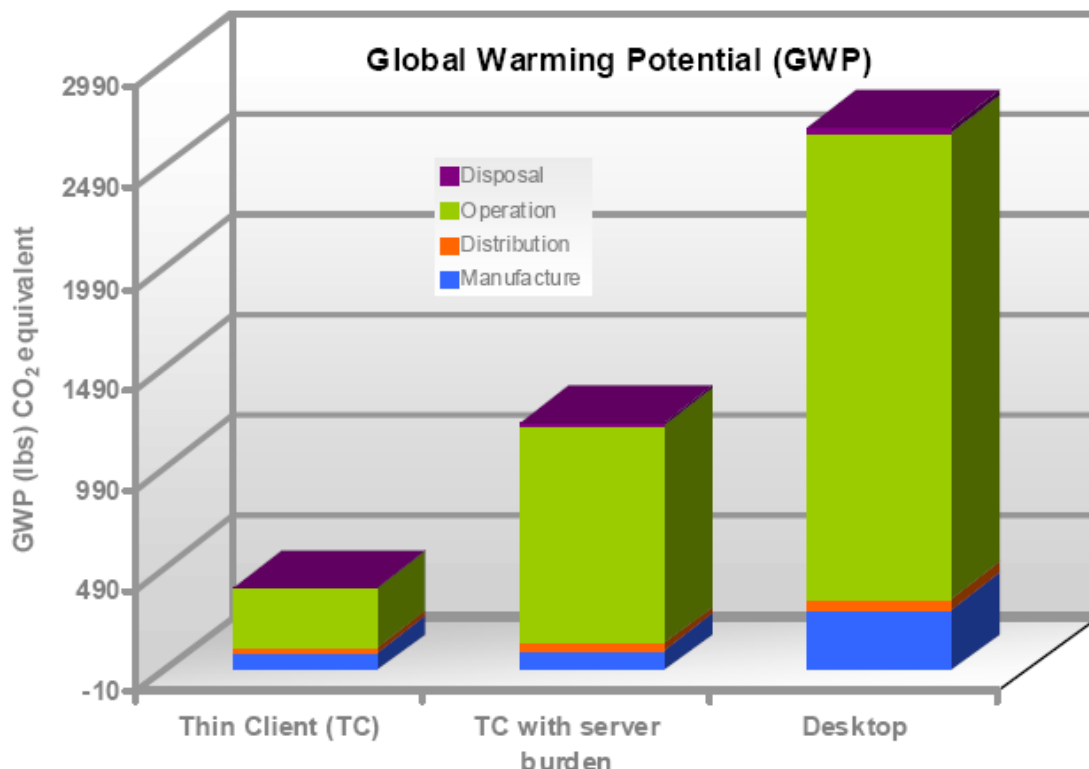
Quelle: Bramfitt et al. 2009: 18

Bramfitt (2009: 22) resümiert: "Thin clients are economical and great energy savers."

Deutlich breiter ist die zweifach im Auftrag des Herstellers IGEL durchgeführte Analyse von Fraunhofer UMSICHT (2006 und 2008), die aufbauend auf den Daten einer EU-Ökobilanz (TCO et al. 2007) einen Vergleich von TC&SBC und Desktop am Beispiel der Geräte von IGEL und einer realen Installation im Hause von Fraunhofer UMSICHT durchführt. Die Studie verengt die Analyse abschließend auf die Betrachtung der Treibhauswirkungen und resümiert: „Wird ein Desktop-PC durch einen Thin Client inklusive Terminalserver ersetzt, so sinken die Emissionen des Arbeitsplatz-Systems um über 54%“ (Fraunhofer UMSICHT 2008: 3).

Aus dem Bereich der Hersteller liegt insbesondere ein White Paper des weltgrößten TC-Herstellers Wyse (CanyonSnow Consulting 2009) vor. Es analysiert Energie und Treibhausgase, Materialverbrauch und Nutzungsdauer, die Verwendung schädlicher und seltener Materialien und Recyclingfähigkeit. In der Kategorie Energieverbrauch und Treibhausgase errechnet man Vorteile in Höhe von ebenfalls über 50% gegenüber dem PC.

Abb. 2.: GWP von Thin Client mit und ohne Server sowie Desktop



Quelle: CanyonSnow Consulting 2009: 8.

Bei der Errechnung der Materialeffizienzvorteile schaut Wyse zunächst auf die Lebensdauer und zitiert dabei Gartner (nach Schweizer 2006) „According to Gartner, the MTBF (Mean Time between Failures) of the average thin client is roughly 175,000 hours, compared to the PC average of approximately 25,000 hours.“ Dies führt neben einer längeren Nutzungszeit auch zu geringeren Mobilitätsaufwendungen für Wartung und Reparatur. Unter der Annahme, ein Desktop PC wiege 24 lbs und ein TC 6 lbs ergeben sich beispielhaft für Systeme mit jeweils 100 und 5000 Arbeitsplätzen folgende Einsparungen an Material.

Abb. 3.: Materialverbrauch der Nutzung von Thin Client und Desktop

Size of installation	100 seats		5,000 seats	
Hardware type	PC	Thin client	PC	Thin client
Average weight per unit (lbs)	24	6	24	6
Typical replacement schedule	3 years	5 years	3 years	5 years
Total weight (lbs) over 20 years*	16,000	2,400	800,000	120,000
Normalized weight per year	800	120	40,000	6,000
Weight reduction per year (lbs)	680		34,000	
Weight reduction (percent)	82%		82%	

\* Total weight over 20 years = average weight per unit / replacement schedule x installation size x 20

Quelle: CanyonSnow Consulting 2009: 6.

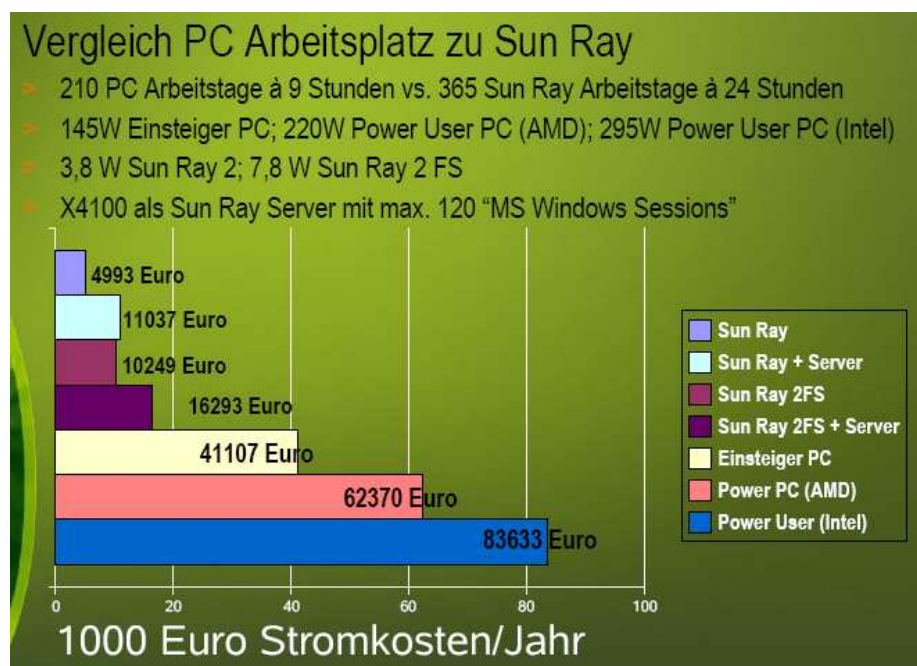
Aus dem Gewichtsvorteil leitet CanyonSnow direkt Vorteile in den Kategorien schädliche Inhaltsstoffe, seltene Materialien und Transportaufwand ab, ohne dies allerdings durch weitere Informationen abzusichern. Ebenfalls wird aus den Daten abgeleitet, dass die letztlich nach der Nutzungszeit zu



entsorgende Menge Elektronikschrott sinkt, was in dieser Einfachheit aber dennoch als abgesichert gelten mag.

SUN Microsystems (Spandöck 2008) beschränkt sich in seiner Darstellung des TC&SBC auf die Vorteile in den Kategorien Energie und Klimaschutz sowie die Argumentation, dass das Gerät auch kleiner und leichter ist.

Abb. 4.: Stromkosten für 1000 Arbeitsplätze im Jahr



Quelle: Spandöck 2008.

Ähnlich argumentiert auch eine schon etwas ältere Darstellung aus dem Hause IBM (Weeren 2004). Auch die 2X-Software Ltd. In den USA (2X 2005) stellt in einem White Paper ähnliche Argumente dar.

## 4 Methode

Die hier dargestellten Arbeiten zum ökologischen Vergleich von Thin Client & Server Based Computing (TC&SBC) mit PC-Lösungen und PC-Netzwerken lassen eine Reihe von Fragen offen. Das vorliegende Arbeitspapier soll daher unter drei weiteren Perspektiven diesen Vergleich beleuchten und damit dazu beitragen, über die Vor- oder Nachteiligkeit von TC&SBC gegenüber PC-Lösungen noch mehr Klarheit zu schaffen.

Ausgangspunkt ist zunächst die abgesicherte Tatsache, dass der Thin Client mit einem Gewicht von 1 bis 2,5 kg und einem Stromverbrauch von 7 bis 20 Watt im direkten Vergleich mit dem PC klar vorn liegt. Ein solcher Vergleich ist allerdings nicht besonders aussagefähig, da die funktionelle Einheit, auf die sich ein solcher Vergleich beziehen sollte, eher die Nutzung eines Arbeitsplatzes für ein Jahr ist. Für einen nutzbaren TC-Arbeitsplatz sind aber neben dem TC noch Netzwerkstrukturen und ein Server notwendig, über die die Anwendungen zur Verfügung gestellt werden. Tastatur, Maus und Monitor werden hier nicht in den Vergleich einbezogen, da diese Geräte für beide Formen der Computernutzung gleichermaßen zusätzlich zur Verfügung stehen müssen. Notebooks als mobile Computer werden zunächst ebenfalls nicht einbezogen, da sie als nicht-stationäre Geräte ein grundsätzlich andere Funktion bieten und die funktionelle Einheit letztlich nicht dieselbe wäre.

Der Vergleich fokussiert damit zunächst auf den Desktop-PC mit Netzwerk und das TC&SBC: Grundsätzlich müssen diese Geräte eine Reihe von je nach Branche und Arbeitsaufgabe unterschiedlichen Programmen laufen lassen können. Dies ist mit Blick auf allgemeine Office-Anwendungen auf allen vier Gerätetypen an vielen Arbeitsplätzen in vielen Branchen möglich<sup>4</sup> und wird auch praktiziert, wobei für besonders hohe Rechenleistungen wie CAD oder Video- und Bildbearbeitung der Desktop-PC am ehesten geeignet scheint.

Es wird nun eine Reihe von Effekten erwartet, mit denen sich ein prinzipiell auf Basis von niedrigem Gewicht und niedrigem Verbrauch vermuteter ökologischer Vorteil des Thin Client & Server Based Computing in das Gegenteil verkehren könnte. Der folgende Text wird drei vermutete, unerwünschte Effekte näher beleuchten. Dabei geht es um:

- unerwartete Mehraufwände des TC&SBC durch Serverstrukturen, Sicherheits- und Netzwerkaufwände im Falle kleiner und mittlerer Anwender,
- unerwünschte Nebenfolgen der Miniaturisierung durch die Aufkonzentration von Elektronikschadstoffen oder seltenen Metallen sowie
- eine unangemessene Verkürzung der Nutzungsdauer der Vorläufergeräte durch verfrühte Investition in neue Technik.

Diese Effekte werden hier aus drei Gründen aufgeführt:

1. um diese Effekte ins Bewusstsein zu rufen,
2. um die Effekte in Bezug auf ihre Relevanz zu beurteilen sowie,
3. um die Akteure der Herstellung ggf. zu sensibilisieren und ihre (Entwicklungs-) Anstrengungen auch auf die Vermeidung von unerwünschten ökologischen Effekten zu richten.

---

<sup>4</sup> Dabei geht der Vergleich eher von den erforderlichen als von den möglichen Leistungen aus. So sind z.B. die meisten Desktop-PCs mit Blick auf die für die Anwendungsprogramme erforderliche Leistung deutlich überdimensioniert. Mit Blick auf die mögliche Leistung sind sie deutlich leistungsfähiger. Da die Geräte aber an identischen oder sehr ähnlichen Arbeitsplätzen im Einsatz sind, scheint der Vergleich trotzdem angemessen.

## 5 Möglicher Mehraufwand durch Peripheriegeräte der Serverstruktur

Sollte die für TC&SBC nötige Serverstruktur zur Herstellung mehr Material und zum Betrieb mehr Energie verbrauchen, als der TC gegenüber dem PC einspart, wird die ökologische Bilanz negativ. Zwar scheint dies heute nicht so zu sein (vgl. Fraunhofer UMSICHT 2006 und 2008), jedoch bezieht sich der Vergleich bei Fraunhofer UMSICHT auf einen etwas größeren Anwender nämlich das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen selbst.

Bei kleinen und mittleren Organisationen als Anwender sind unerwünschte Effekte nicht auszuschließen. Im Folgenden soll daher anhand dreier konkreter Fälle der Vergleich der Server- und Peripheriestruktur einer TC&SBC Lösung mit ihrer Vorläuferlösung erfolgen. Zunächst wird ein Blick auf größere Lösungen geworfen und hierzu die Darstellung in UMSICHT 2008 verwendet. Ergänzend werden aber auch zwei Fälle von mittleren und kleinen Netzwerken mit allen bekannten Nebengeräten dargestellt.

### 5.1 Beispiel 1: Thin Client Computing bei Fraunhofer UMSICHT

In der Studie Fraunhofer UMSICHT 2008 wird die zentrale Hardware des Thin Client & Server Based Computing dargestellt. Auf Basis mehrjähriger Erfahrungen und messtechnischer Überwachung des Rechenzentrums geht Fraunhofer UMSICHT davon aus, dass von dem dort eingesetzten Servertyp alternativ 50 Sitzungen von „leichten“, 35 von „mittleren“ und 20 von „intensiven“ Nutzern bedient werden können.

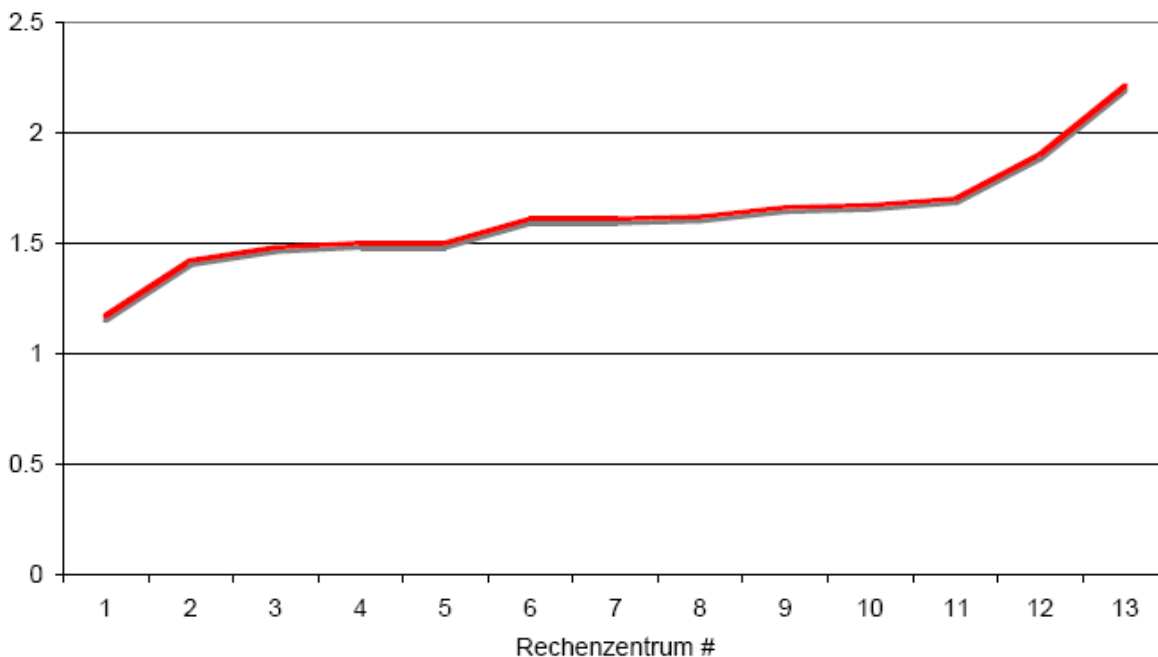
Der eingesetzte Servertyp verfügt über 2 redundante Netzteile und nimmt im Betrieb an Arbeitstagen 246,6 Watt auf, im Leerlauf an arbeitsfreien Tagen sinkt dieser Verbrauch auf 214,9 Watt. Bei 220 Arbeitstagen ergibt dies einen jährlichen Verbrauch des Servers von:

$$220 \text{ d} * 246,6 \text{ W} * 24 \text{ h} \\ + 145 \text{ d} * 214,9 \text{ W} * 24 \text{ h} = 2.049,9 \text{ kWh}$$

UMSICHT multipliziert diesen Wert pauschal mit einem Faktor von 2, um den zusätzlichen Verbrauch der Peripherie des Rechenzentrums abzudecken. Dieser Faktor entspricht einem so genannten Power-Usage-Effectiveness-Wert von PUE = 2,0, den UMSICHT nicht näher begründet. Im Licht aktueller Untersuchungen scheint dieser Wert aber gut abgesichert. So erhob der Arbeitskreis Data Center des eco – Verband der deutschen Internetwirtschaft e.V. (2009) in der Zeit von März bis August 2008 die Effizienz der Rechenzentren in Deutschland.

Bei 13 der 49 antwortenden Rechenzentren war es dabei aufgrund valider Angaben möglich, den PUE zu berechnen. Zwei der 49 Rechenzentren (4%) hatten bereits Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz in Form von Nutzung der Abwärme implementiert. Im Mittel liegt der PUE der Rechenzentren bei 1,62, was im internationalen Vergleich ein sehr guter Wert zu sein scheint – vor allem im Vergleich mit den USA (EPA 2007). Das effizienteste Rechenzentrum wies einen PUE von 1,17 auf und das ineffizienteste einen von 2,21. Die zwei Rechenzentren, welche bereits Wärmerückgewinnung einsetzen, wiesen einen PUE von 1,42 und 1,62 aus. Nachfolgend die Werte im Detail:

Abb. 5.: PUE der erfassten Rechenzentren in aufsteigender Reihenfolge



Quelle: eco – Verband der deutschen Internetwirtschaft e.V. 2009.

Die Environmental Protection Agency (EPA) in den USA geht davon aus, dass auf Basis des aktuellen Trends ein durchschnittlicher PUE von 1.9 für 2011 zu erwarten ist (EPA 2007). Insoweit liegt die Schätzung von Fraunhofer UMSICHT durchaus in einem realistischen Bereich.

Der Jahresbedarf eines Servers in einem für TC&SBC erforderlichen Rechenzentrum wird damit auf 4.100 kWh für durchschnittlich 35 Thin Clients abgeschätzt, pro TC ergeben sich damit 117 kWh. Für den Thin Client selbst errechnet UMSICHT einen Jahresverbrauch von 44,7 kWh. Zusammen ergibt sich ein Systemverbrauch von 161,7 kWh. Für einen PC der regelmäßig abgeschaltet wird errechnet UMSICHT einen Jahresverbrauch von 173 kWh/a, für den im Gewerbe nicht unrealistischen Fall eines 365 Tage durchlaufenden PC 685 kWh/a und kommt bei einer Verteilung von 1/3 durchlaufend und 2/3 abgeschaltet auf ein Mittel von 343 kWh/a für die PC-Nutzung. Unter Berücksichtigung auch der anderen Phasen des Produktlebenszyklus errechnet die Studie einen Vorteil des TC&SBC gegenüber dem PC in der Kategorie Treibhauseffekt und der Annahme einer fünfjährigen Produktlebensdauer von 54%.

## 5.2 Beispiel 2: Der Ausbau des Serverraums der Humboldtschule Hannover

Im Sommer 2007 wurden an der Humboldtschule 100 bereits vernetzte PCs in eine Terminalserverlösung mit gleichfalls 100 Arbeitsplätzen überführt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die hierfür nötige Zusatzausstattung, deren Gewicht und deren Energieverbrauch:

Abb. 6.: Gerätevergleich im Rechenzentrum der Humboldtschule

Alte Lösung			Neue Lösung		
Gerät	Gewicht	Verbrauch	Gerät	Gewicht	Verbrauch
100 PC	10 kg	80 Watt	99 PC	10 kg	80 Watt
			1 TC	2 kg	7 Watt
2 alte Server	15 kg	120 Watt	1 alter Server	15 kg	120 Watt
			4 TEO-Server	5 kg	35 Watt
			1 Mini-Server	3 kg	22 Watt
1 USV	8 kg	25 Watt	1 USV	8 kg	25 Watt
1 Switch	4 kg	50 Watt	2 Switches	4 kg	50 Watt
			3 Festplatten	2 kg	10 Watt

Quelle: eigene

Eine Klimatisierung oder Kühlung ist nicht vorhanden. Der Verbrauch der USV ist deshalb so niedrig, weil nur ein einziger Server an sie überhaupt angeschlossen ist.

Es wird deutlich, dass die Ausstattung des Serverraums sich nurmehr verändert hat und keineswegs gänzlich neu ist. Waren im alten Serverraum, der die Netzwerkfunktionen abdeckte, Geräte mit einem Gesamtgewicht von 42 kg und einem Stromverbrauch von ca. 315 Watt (ganzjährig) untergebracht, so waren dies nach der Umrüstung auf TC&SBC 60 kg elektronische Geräte mit einem Gesamtverbrauch von ca. 440 Watt. Hinzu kommt noch ein Serverrack (Serverschrank), der in der alten wie der neuen Lösung eingesetzt wurde. Der zu erwartende jährliche Stromverbrauch im Serverraum stieg von alt 2.760 kWh auf neu 3.830 kWh.

Diesem Mehraufwand im Serverraum stehen mögliche Einsparungen von 800 kg Masse und ca. 7.300 Watt Anschlussleistung an den Arbeitsplätzen gegenüber, die durch Austausch von 100 PC gegen 100 TC in etwa erschlossen werden können<sup>5</sup>. Bei ca. 1.200 Nutzungsstunden der Arbeitsplätze ist hier mit einer Verbrauchsreduzierung bei Umstellung auf TC von 8.760 kWh zu rechnen. Der Verbrauchsanstieg im Serverraum wird also ca. achtmal überkompensiert. Darüber hinaus machen 18 kg zusätzliche elektronische Geräte im Serverraum eine Reduktion von 800 kg an den Arbeitsplätzen möglich. Selbst wenn man hier nur die durch TC mögliche zusätzliche Einsparung gegenüber Mini-PCs oder Notebooks von ca. 1 kg ansetzt, sind mit den zusätzlichen 18 kg für neue Ausstattung im Serverraum immer noch zusätzliche 100 kg an den Arbeitsplätzen einzusparen.

Letztlich erreicht dieses Rechenzentrum also ein Verhältnis von 20 Clients zu einem Server, was nicht so vorteilhaft ist, wie der in der Fraunhofer UMSICHT Studie errechnete Wert von 1 server auf 35 Clients. Der bei Fraunhofer errechnete Energieverbrauch des Rechenzentrums pro Client von 117 kWh pro Client wird allerdings deutlich unterschritten. Dieser Wert betrug vor Einführung des TC&SBC für die reinen Netzwerkfunktionen 27,6 kWh/a, nach Ausweitung der Rechenzentrumsfunktion auf TC&SBC dann 38,3 kWh/a. Der Mehrverbrauch durch TC&SBC beläuft sich also nur auf 10,7 kWh/a und Client. Umgelegt auf 1.200 Nutzungsstunden entspricht das einer Leistung von 8,9 Watt.

<sup>5</sup> Aufgrund knapper Finanzressourcen werden die alten PCs als „Fat-Clients“ so lange wie möglich weiter genutzt. In den ersten zwei Jahren des TC&SBC sind aus diesem Bestand nur wenige Rechner ausgefallen und durch TC ersetzt worden.

Dieser Mehrverbrauch im Rechenzentrum ermöglicht im Falle dieser Schule mit ihrer effizienten Rechenzentrumshardware den Wechsel vom 80 Watt PC auf den 7 Watt TC.

### 5.3 Beispiel 3: Steuerberatungskanzlei mit 25 Arbeitsplätzen

Im Jahr 2001 stellte eine Steuerberatungskanzlei auf Server Based Computing um, ohne in diesem Kontext die PCs gegen TCs auszutauschen. Bereits seit den 90er Jahren war ein Netzwerk mit zentraler Datenbank und Datenbackup sowie Mailserver vorhanden. Die Server stehen in einem Nebenraum im Erdgeschoss der Kanzlei. Der Serverraum erfüllt heute folgende Funktionen:

- Server Based Computing: Als redundante Terminalserver werden 2 energieeffiziente Server mit je ca. 50 Watt Verbrauch eingesetzt.
- E-Mail: Der Mailserver ist noch von konventioneller Bauart und verbraucht ca. 200 Watt Strom.
- Datenhaltung und Datensicherung: Die Datenhaltung erfolgt in einem Datenserver mit acht hocheffizienten Festplatten. Dies Gerät organisiert auch Backups auf sechs mobilen Festplatten, die täglich ausgetauscht werden.

Die Stromversorgung erfolgt über eine USV. Ein Klimagerät schaltet sich automatisch ein, wenn die Temperatur zu hoch wird. Die Leistung, die im Serverraum heute der Einzelfunktion „Server Based Computing“ zuzuordnen ist, beläuft sich etwa auf 100 Watt Serverleistung zzgl. 10% USV zzgl. ca. 30% Klimatisierung<sup>6</sup>, zusammen ca. 140 Watt. Umgelegt auf 25 Arbeitsplätze erfordert der Rechenzentrumsanteil zum Server Based Computing pro Arbeitsplatz etwa 50 kWh pro Jahr.

Thin Clients mit einem Verbrauch von ca. 22 kWh/a lösen dabei nach und nach die PCs ab, die pro Arbeitsplatz jeweils ca. 140 kWh zzgl. Netzwerkanteile verbraucht haben.

### 5.4 Ausblick

Insbesondere mit 64-Bit-Lösungen zeichnet sich für die Zukunft ab, dass die Zahl der Clients pro Server noch einmal deutlich erhöht werden kann. „Aktuelle Studien sprechen von einer Verdrei- bis Vervierfachung der Zugriffe pro Server unter optimalen Bedingungen, d.h. unter Ausnutzung aktueller Serverhardware und entsprechendem Speicherausbau. Damit sinkt die Zahl der Server, die für den Betrieb der Thin Clients notwendig sind, und der Stromverbrauch im Rechenzentrum sinkt spürbar“ (BITKOM 2007).

---

<sup>6</sup> Die 10% USV entsprechen dem üblichen Wirkungsgrad einer kleinen USV von ca. 90%. Die 30% für die Klimatisierung wurden aus der Erfahrung der Kanzlei geschätzt und berücksichtigen, dass das Klimagerät nur ca. 50% der Zeit läuft.

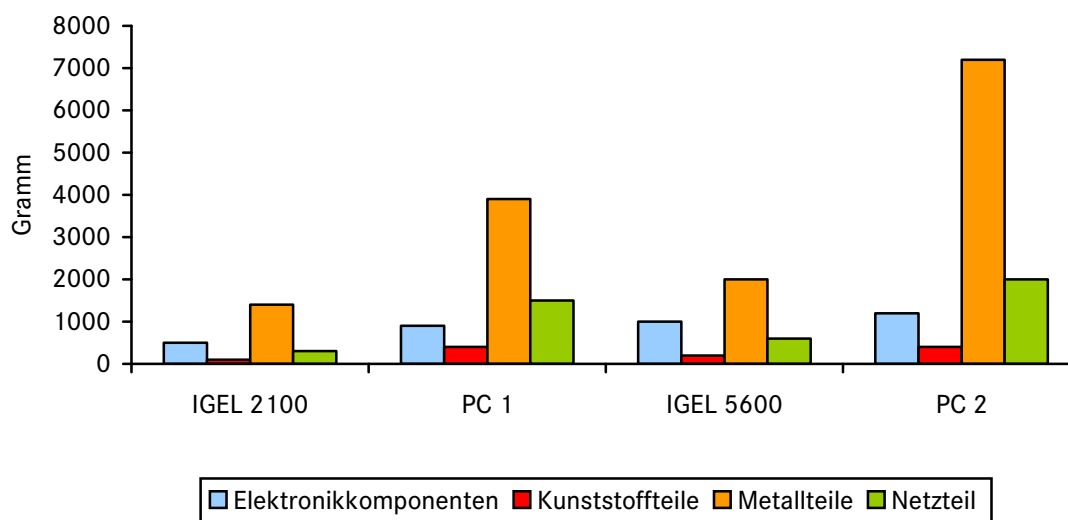
## 6 Mögliche stoffliche Nebenfolgen der Miniaturisierung

Sollten der Kompaktcomputer, der TC oder der Serveranteil eine sehr viel höhere Konzentration von Elektronik-Schadstoffen wie bromierte Flammschutzmittel, PVC etc. haben als der PC, könnten sich der Gesamteintrag in den Stoffkreislauf und die Probleme für das Recycling erhöhen. Sollten weiter der Kompaktcomputer, der TC oder der Serveranteil einen sehr viel höheren absoluten Gehalt von seltenen Metallen haben als der PC, könnten sich ökologisch wie ökonomisch vermeidbare Nachteile ergeben. Für einige Metalle sind schon im nächsten Jahrzehnt deutlich steigende Preise aufgrund von auf den Markt durchschlagenden Knappheiten zu erwarten. Ähnlich wie beim Thema Elektronikschadstoffe sind diese Metalle in der Vielzahl vorhandener Elektronikkomponenten enthalten.

### 6.1 Vergleich der Gewichte

Dieser Vermutung wird im Folgenden auf Basis einer Reihe vorliegender Studien nachgegangen. Zunächst macht die folgende Grafik aus Fraunhofer UMSICHT 2006 deutlich, dass für jeweils alle Materialkategorien (Elektronikkomponenten, Metallteile, Kunststoffteile, Netzteil) das Gesamtgewicht der Thin Clients der jeweils zwei verglichenen Paare IGEL 2100 und PC1 sowie IGEL 5600 und PC 2 niedriger ist.

Abb. 7.: Gewichtsunterschiede zwischen Standard-PC und IGEL-TCs (incl. Serveranteile)



Quelle: Fraunhofer UMSICHT 2006.

In der Grafik wird deutlich, dass der prozentuale Anteil der Elektronikkomponenten am Gesamtgewicht von Thin Client plus Server höher ist als beim PC.

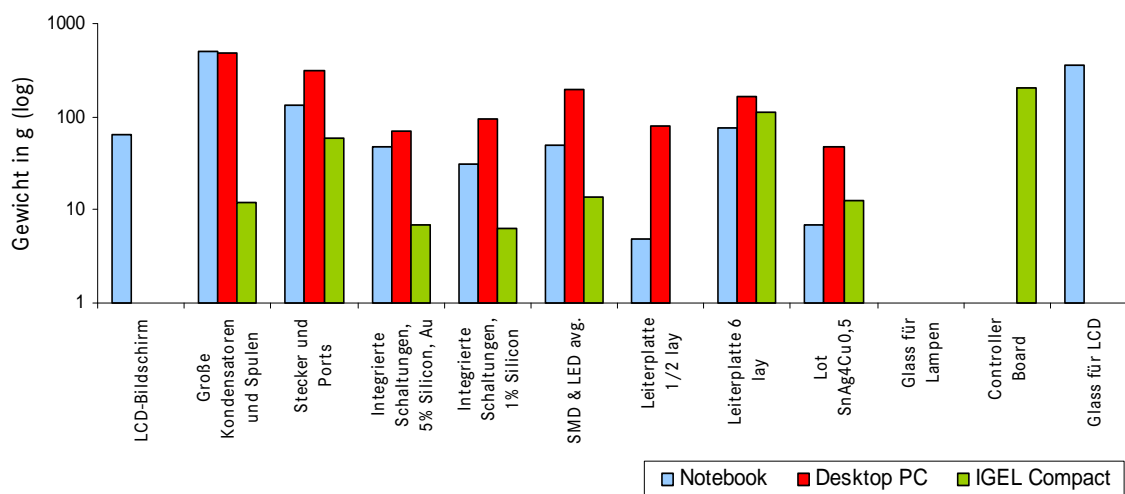
Mit Blick auf das Jahr 2006, in dem die Studie erstellt wurde, und auf das heutige IGEL-Programm ist zu konstatieren, dass die Gewichte der TCs deutlich abgenommen haben. Wog in 2006 der IGEL 2100 noch 2.300 Gramm und der IGEL 5600 gar 3.800 Gramm, so liegen die Gewichte der im Frühjahr 2009 angebotenen IGEL TCs zwischen 1.200 Gramm (Baureihe UD2), 1.440 Gramm (Baureihe

UD3) und 2.140 Gramm (Baureihen DU 5 und UD7)<sup>7</sup>. Gegenüber dem Jahr 2006 haben sich damit die Gewichte ein etwa halbiert.

Bei PCs ist eine solche Tendenz nicht zu erkennen. Bei einer Gruppe von PCs des Jahrgangs 2002 in einem Schulcomputerraum wurden durch das Borderstep Institut Gewichte zwischen 10 und 11 kg gemessen. Die im Herbst 2009 von Fujitsu angebotenen Desktop-PCs weisen nach Datenblatt Gewichte zwischen 9 und 12 kg aus<sup>8</sup>. Auch bei HP liegen die Gewichte der angebotenen Desktops nach Datenblatt über 10 kg<sup>9</sup>. Eine Gewichtsreduktion von Office PCs ist daher eher dadurch zu erwarten, dass Mini-PCs auf Basis von Notebookkomponenten zum Einsatz kommen, wie sie schon heute in großer Zahl die Liste der Office-Top-Ten der Dena anführen<sup>10</sup>. Solche Geräte weisen je nach Hersteller Gewichte zwischen 1,5 kg und 3 kg auf.

Der in Fraunhofer UMSICHT 2008 enthaltene, detaillierte Gewichtsvergleich zeigt mit Ausnahme des im PC nicht enthaltenen Controller Boards aber durchweg absolute kleinere Gewichte der einzelnen elektronischen Bauteile des Thin Client im Vergleich zum Desktop-PC. Auch im Vergleich zum gegenüber dem PC etwas leichteren Notebook sind die Gewichtsvorteile des TC erkennbar.

Abb. 8.: Gewichtsunterschiede zwischen Standard-PC und IGEL-TCs Vergleich Elektronikkomponenten



Quelle: Fraunhofer UMSICHT 2008.

Die besonders energie- und ressourcenintensiven Bauteile wie Prozessor, Platinen und Speicherchips in Thin Clients sind dabei nicht nur kleiner, sondern auch weniger komplex als die in PCs eingesetzten Komponenten. Auch wenn die Komplexität in Form der Terminal Server ins Rechenzentrum verlagert wird, bleibt dieses Bild erhalten, da sich die Umweltauswirkungen des Servers auf

<sup>7</sup> Vgl. Die auf der Seite [www.igel.de/igel/live.php/navigation\\_id,1641\\_psmad,1.html](http://www.igel.de/igel/live.php/navigation_id,1641_psmad,1.html) herunterladbaren Datenblätter vom 30.3.2009.

<sup>8</sup> Vgl. [www.fujitsu.com](http://www.fujitsu.com) vom 27.10.2009.

<sup>9</sup> Vgl. [www.hp.com/de](http://www.hp.com/de) vom 27.10.2009

<sup>10</sup> Vgl. [www.office-topten.de](http://www.office-topten.de) vom 27.10.2009.



eine große Zahl von Clients verteilen. Es kommt nach Ansicht von Knermann (2009) also nicht zu einem Rebound- Effekt. Die aktuellen Modelle dürften nach Ansicht von Knermann (2009) dabei nochmals in allen Kategorien wesentlich besser abschneiden als dies in den in 2006 und 2008 veröffentlichten Studien deutlich wurde, da die Beuteile wiederum kleiner und leichter geworden sind.

Mit Blick auf Schadstoffe, wie z.B. Flammschutzmittel in Leiterplatten oder Kunststoffgehäusen, ist weiter wichtig, dass deren Menge proportional zum Grundmaterial eingesetzt wird ( $x$  mg Flammschutz /  $cm^2$  Leiterplatte). Mit Blick auf die deutlichen Unterschiede im Gesamtgewicht kann also mit entsprechend kleineren Mengen gerechnet werden (Kleinwächter 2009).

Bei Edelmetallen können u.U. geringfügig größere Menge erwartet werden, da ggf. die Bestückungsdichte und damit die edelmetallhaltigen Kontakte und Bauteile auf Thin-Client-Boards etwas höher sein könnten (Kleinwächter 2009). Dieser Anstieg wäre für den Recyclingprozess aber positiv zu bewerten, da im Rückgewinnungsprozess weniger Leiterplattenmaterial zu transportieren und zu verarbeiten ist, um eine gewisse Menge Edelmetall zurück zu gewinnen.

Als Konsequenz dieser Betrachtungen können zwei wesentliche Sachverhalte festgehalten werden:

- Bauartbedingte Gewichtsreduktionen im Bereich von Metallteilen, Kunststoffteilen, Netzteilen und Leiterplatten sind mit keinen bekannten gegenläufigen Effekten verbunden und dürften grundsätzlich in etwa 1:1 zu Umweltentlastungen durch Minderverbrauch führen.
- Dem gegenüber ist der Anteil an Elektronikkomponenten schwieriger zu bewerten. Ein wirklicher Vergleich wäre nur zulässig, wenn es sich um baugleiche Komponenten handeln würde. Kleinere, leichtere oder weniger komplexe Bauteile sind nicht automatisch ressourceneffizienter. Beispielsweise werden in kleineren Kondensatoren die Metalle Niob und Tantal eingesetzt, die einen großen ökologischen Rucksack besitzen. Gleiches könnte unter Umständen für Kobalt in Speicherchips und Festplatten gelten.

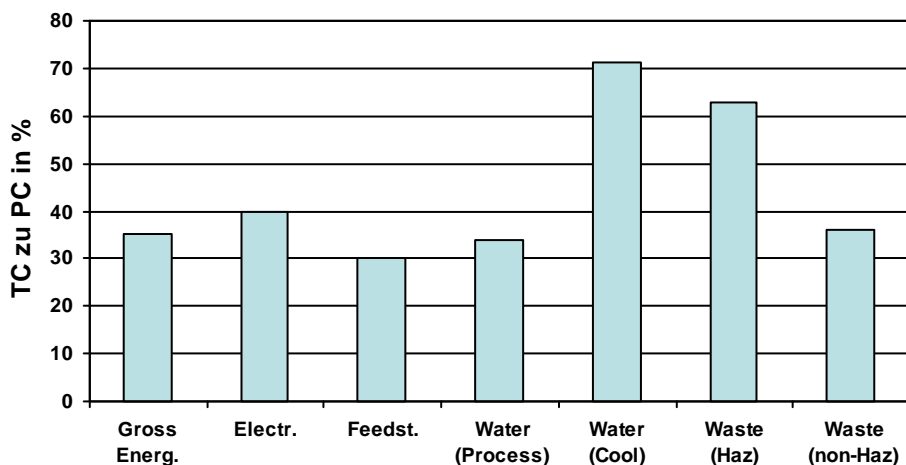
Aber selbst die Identifikation baugleicher oder eben nicht baugleicher Teile und ihre Bewertung in einer Ökobilanz würde das Bewertungsproblem nicht wirklich lösen. Der rasche Wechsel an Bauelementen in neuen Produktgenerationen würde schon nach wenigen Monaten zu neuen Unsicherheiten führen. Wirken könnte nur ein Ansatz, in dem die Unternehmen die von ihnen beschafften Bauelemente ökobilanziell bewerten und dann ihre Bauteilbeschaffung strategisch entwickeln. Aus Sicht der Umsetzung einer wirksamen Umweltpolitik scheint ein geteilter Ansatz sinnvoll:

1. Als anwendernaher Ansatz scheint die Förderung energieeffizienter, leichter Geräte durchaus ein Weg, um generell die Massenströme in die Endanwendungen zu reduzieren.
2. Mit Fokus auf die Reduktion des Verbrauchs schädlicher oder ggf. auch knapper Materialien für die Herstellung vielfältigster Bauelemente und Geräte wiederum sollten politische Instrumente auf die Hersteller fokussieren. Die EG-Richtlinie 2002/95/EG RoHS (*Restriction of the use of certain hazardous substances* „Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe“) leistet hier einen Beitrag.

## 6.2 Vergleich der Umweltwirkungen

Eine zweite Möglichkeit, Rückschlüsse auf eine mögliche Konzentration von Schadstoffen oder Metallen in Thin Clients zu ziehen, besteht in der Betrachtung der Ergebnisse des ökologischen Vergleichs auf Basis der Analyse von Umweltwirkungskategorien, deren Ergebnis in den folgenden zwei Grafiken wiedergegeben ist.

Abb. 9.: Vergleich von Umweltbelastungskategorien im Verhältnis Thin Client zu PC – Energie, Wasser und Abfall



Quelle: Fraunhofer UMSICHT 2008.

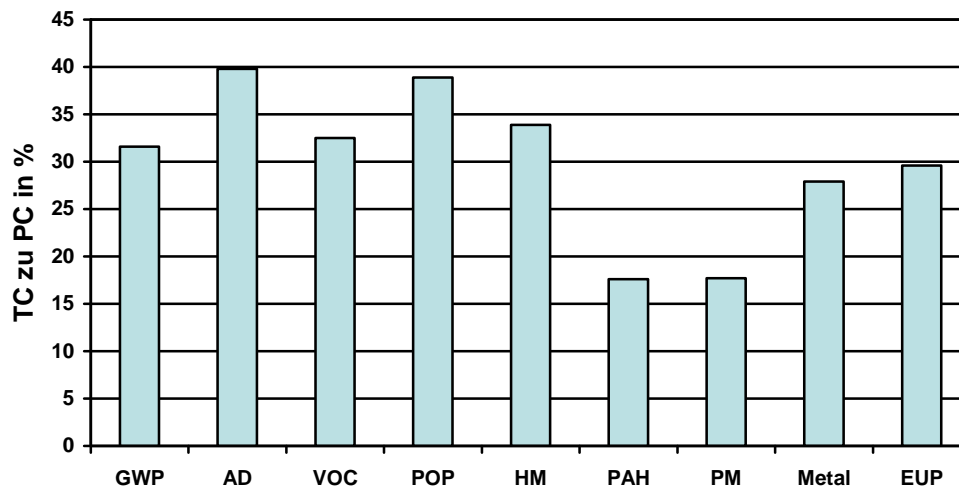
Dabei wurden folgende Umweltwirkungskategorien verglichen:

- Gross energy: Gross energy requirement (GER), entspricht dem in Deutschland üblichen kumulativen Energieaufwand (KEA)<sup>11</sup>
- Electr: Teilmenge der Elektrizität innerhalb des GER
- Feedst: In Materialien gebundener Heizwert, ebenfalls Teilmenge innerhalb des GER
- Water: Prozesswasser (Process) und Kühlwasserverbrauch (Cool)
- Waste: besonders überwachungsbedürftiger (Haz) und nicht besonders überwachungsbedürftiger Abfall (non-Haz).

Mit Ausnahme des Kühlwassers und der Menge der besonders überwachungsbedürftigen Abfälle liegt der Vorteil des TC gegenüber dem PC bei ca. 60 bis 70%.

<sup>11</sup> Der "MEEUP Methodology Report" (MEEUP 2005), welcher die Basis für den "EuP Lot 3 Final Report" der Europäischen Kommission bildet, definiert auf Seite 35: "The main energy parameter is the Gross Energy Requirement (GER), which is the primary energy set apart in the various stages of the product life." Aus der VDI-Norm 4600 zum KEA geht hervor: "The Cumulative Energy Demand KEA states the entire demand, valued as primary energy, which arises in connection with the production, use and disposal of an economic good or which may be attributed respectively to it in a causal relation". Die beiden Definitionen decken sich also.

Abb. 10.: Vergleich von Umweltbelastungskategorien im Verhältnis Thin Client zu PC – Luft- und Wasserbelastungen



Quelle: Fraunhofer UMSICHT 2008.

Dabei wurden folgende Umweltwirkungskategorien verglichen:

Emissionen in Luft:

- GWP: Global Warming Potential
- AD: Acidifying Potential
- VOC: Volatile Organic Compounds
- POP: Persistent organic pollutants
- HM: Heavy Metals
- PAH: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
- PM: Particulate Matter

Emissionen in Wasser:

- Metal: Metalle
- EUP: Eutrophierung.

Die Schadstoffemissionen von TC vs. PC wie auch die Metallemissionen in Luft und Wasser bewegen sich in etwa auf dem Niveau von 25% bis 35% und spiegeln so den Gewichtsvorteil in etwa wieder. Ein Schluss auf deutlich höhere Konzentrationen von Schadstoffen oder Metallen ist kaum abzuleiten und der Verdacht eines letztlich gegenläufigen Gesamteffektes lässt sich durch diese Zahlen nicht belegen

Der Vorteil leichter Geräte kommt auch dadurch zum Ausdruck, dass das durchschnittliche Notebook (EUP\_Lot\_3\_Final\_Report\_20070913.pdf, S. 284) laut EU-Report in allen Kategorien besser abschneidet als der PC. Hier ist aber die Einschränkung zu beachten, dass der Akku im EuP-Report nicht als separate Materialkategorie bilanziert sondern in der Kategorie "Big Caps & Coils" enthalten ist. Hier besteht nach Meinung von Herrn Knermann (2009) weiterhin Forschungsbedarf. Die in

Notebook-Akkus verwendeten Inhaltsstoffe wären dabei detaillierter zu bewerten. Weiterhin müsste das Nutzungsverhalten (Lade- / Entladezyklen) in eine solche Betrachtung mit einfließen im Hinblick auf die Frage, ob über den Lebenszyklus eines Geräts durch Abnutzung/Defekt Ersatzakkus benötigt werden.

## 7 Nutzungsdauer der Vorläufergeräte

Insbesondere die großen Kosten- und Arbeitseffizienzvorteile aus der Administration von TC&SCC Systemen, aber auch die Vorteile durch geringen Raumbedarf und geringe Schallpegel der TC und Kompaktcomputer, könnten Anwender dazu bringen, noch gut nutzbare PCs deutlich vor Ende ihrer möglichen Nutzungsdauer auszumustern. In vielen Organisationen werden solche PCs zunächst intern umgesetzt, so dass die jeweils ältesten Geräte im Bestand ausgemustert werden. Mit Blick auf den gegenwärtig noch niedrigen Marktanteil von TS&SCC ist weiter zu vermuten, dass freiwerdende PCs prinzipiell auch im Markt für gebrauchte PCs untergebracht werden können. Dennoch besteht zweifellos die Möglichkeit der verfrühten Ausmusterung, auf die die Organisationen mit Anstrengungen zur Ermöglichung einer Weiternutzung reagieren sollten.

Eines der möglichen Entscheidungskriterien für die Entscheidung über Weiternutzung oder Ersetzung eines Produktes ist die Höhe der jährlichen Energieeinsparungen im Vergleich zum Energieaufwand zur Erstellung des neuen Gerätes. Diese wird in der Debatte um den richtigen Zeitpunkt zur Substitution von „weißer Ware“ auch als ökologische bzw. energetische Amortisationszeit bezeichnet. Zur Analyse wird hier der kumulierte Energieaufwand zur Herstellung des Neugerätes einerseits und die jährliche Energieeinsparung durch das Neugerät andererseits herangezogen. Je nach dem wie alt das jeweilige Altgerät ist, fällt die Energieeinsparung und damit die energetische Amortisationszeit unterschiedlich aus. Das Ökoinstitut (BMU/UBA 2006) geht in seinem Beitrag zu einem BMU-UBA-Fachdialog dabei davon aus, dass ein Austausch von Kühlschränken mit einer erwarteten Lebensdauer von 15 Jahren bei einer energetischen Amortisationszeit von unter 5 Jahren richtig ist. Auf dieser Basis entwickelten die Akteure des BMU-UBA-Fachdialogs eine Vielzahl von Maßnahmen, wie der Endkunde zum Austausch zu motivieren sei (BMU/UBA 2006).

Stoffstromdaten aus dem ökologischen Vergleich von TC mit PC von Fraunhofer-UMSICHT (2008) sagen aus, dass für "Materials Extraction" und "Production" eines Thin Client ein Gross-Energy-Requirement(GER)- Wert von ca. 475 MJ ermittelt wurde<sup>12</sup>. Der GER Wert entspricht dabei dem in Deutschland üblichen Wert für den kumulativen Energieaufwand (KEA).

Ein Thin Client mit ca. 20 Watt Verbrauch spart gegenüber einem PC mit 80 Watt Verbrauch bei 2000 Nutzungsstunden jährlich 120 kWh. Die energetische Amortisationszeit ist damit wie folgt abzuschätzen:

Einsparung bei Einsatz eines Thin Client über ein Jahr

$$120 \text{ kWh/a} * 3,6 \text{ MJ/kWh} = 432 \text{ MJ/a}$$

Energetische Amortisationszeit:

$$12 \text{ Monate} * 475 \text{ MJ} / 432 \text{ MJ} = 13,19 \text{ Monate}$$

---

<sup>12</sup> Der konkret ermittelte Wert lag bei 671,6 MJ. Hiervon entfielen allein 220,72 MJ auf die verchromte Rückblende und hiervon wiederum der überwiegende Anteil auf den Prozess der Verchromung. Da die Verchromung in Folge der Studie aufgegeben wurde, wurde der Gesamtwert auf 475 MJ korrigiert und dieser Wert den weiteren Berechnungen zu Grunde gelegt.

Nach einer Nutzungszeit von 13 Monaten und 6 Tagen hätte also der Thin Client den zu seiner eigenen Herstellung nötigen Energieaufwand wieder eingespart. Dieser Wert liegt auch in Relation zur erwarteten Gesamtlebensdauer von 5 bis 6 Jahren weit unterhalb der Amortisationszeit, die in der Debatte um die weiße Ware als Begründung für eine Austauschempfehlung herangezogen wird.

Grundsätzlich dürfte daher die Empfehlung, einen 80-Watt PC durch eine TC&SBC Lösung mit 20 Watt Verbrauch pro Arbeitsplatz (ohne Bildschirm) zu ersetzen aus ökologischer Sicht richtig sein.

Auch die Weiternutzung von PCs innerhalb des Server Based Computing ist aber möglich. Der Hersteller IGEL bietet hierzu TC-Cards an, die wie folgt beschreiben werden:

#### **IGEL TC Cards**

IGEL TC Cards ermöglichen den günstigen Einstieg in die Welt des Server Based Computing. Innerhalb von wenigen Minuten wird aus einem alten PC ein effizienter und kostengünstiger IGEL Thin Client - hierzu wird einfach die Festplatte des PCs gegen die IGEL TC Card ausgetauscht. Der Anschluss erfolgt dabei über das IDE-Kabel der Festplatte. Der Computer bootet ab jetzt mittels der Firmware der CompactFlash-Karte. Die Funktionalität des Firmware Images ist der Premium Serie vergleichbar und erlaubt die umfassende Anbindung an die bestehende Infrastruktur. Damit ist der Zugriff auf vielfältige Digital Services möglich.

*Quelle: [www.igel.com](http://www.igel.com)*

Durch TC Cards sinkt der Energieverbrauch von PCs allerdings nur insoweit, als die TC Card etwas weniger Strom verbraucht als die durch sie abgelöste Festplatte. Interne Festplatten verbrauchen aber nur etwa 10 Watt (CHIP Herbst 2008: 94ff).

## **8 Fazit**

Mit Blick auf stationäre Computerarbeitsplätze deuten alle bis dato vorliegenden Untersuchungen und Informationen darauf hin, dass Thin Client & Server Based Computing ökologische Vorteile gegenüber dem „klassischen“ Desktop-PC bietet.

Eindeutig und klar fundiert ist dies mit Blick auf die bessere Energieeffizienz des TC&SBC.

Daten zur Rohstoffeffizienz (abiotische Materialien) von Computerlösungen liegen bis dato kaum vor, so dass eine abschließende Bewertung hier nicht vorgenommen werden kann. Gleichwohl weisen die deutlich geringen Endgerätegewichte (inkl. Serveranteil) des TC&SBC gegenüber Desktop-PC-Lösungen darauf hin, dass TC&SBC-Lösungen ebenfalls Vorteile bei der Materialeffizienz bieten. Bis dato sind keinerlei Hinweise erkennbar, dass diese Miniaturisierung bei den Endgeräten mit ökologischen Nachteilen wie z.B. erhöhten Schadstoffkonzentrationen, erhöhtem Verbrauch besonders knapper Metalle oder verschlechtern Recyclingfähigkeiten verbunden ist.

Mit Blick auf die Produktnutzungsdauer sprechen ebenfalls alle bis dato verfügbaren Untersuchungen dafür, dass die tatsächliche Nutzung von Thin Clients zumindest nicht kürzer, sehr wahrscheinlich aber deutlich länger ist als bei Desktop-PCs. Dies hängt mit der geringeren software-bedingten Alterung der Geräte zusammen. Außerdem zeigen die bislang bekannten Praxisbeispiele der Einführung von TC&SBC, dass der bestehende Desktop-PC-Bestand in aller Regel nicht schlagartig zu 100% durch Thin Clients ersetzt wird, sondern dass die „Migration“ hier sukzessive erfolgt und noch nutzbare PCs vielfach zu (Fat-)Clients umfunktioniert werden. Befürchtungen, dass die Energieeffizienz-Vorteile des TC&SBC durch Materialeffizienznachteile durch vorzeitige ausgemusterte PCs konterkariert werden, scheinen sich also nicht zu bestätigen.

## Glossar

Desktopvirtualisierung (VDI – Virtual Desktop Infrastructure): Bei diesem Konzept erfolgt eine Virtualisierung des individuellen PC-Desktops im Rechenzentrum. Die Anwender können über Endgeräte (Terminals), z.B. Thin Clients, ihren persönlichen virtuellen Einzelrechner im Rechenzentrum zugreifen. Dabei bleibt ihnen der individuelle „Personal Computer“ mit seinen Einstellungen und Programmen erhalten.

Flash-Speicher: Digitale Speicherchips, bei denen auch ohne Stromzuführung die Daten erhalten bleiben. Flash-Speicher sind sehr energieeffizient.

Grid-Computing: Grid-Computing ist ein Verbund von lose gekoppelten Computern. Dieser in seiner Zusammensetzung teilweise sehr heterogene Verbund simuliert einen virtuellen Computer, der seine Rechenleistung und Speicherkapazitäten einer Anwendung zur Verfügung stellt. Ein „Grid“ (Netz) wird meist für ganz bestimmte Tätigkeit ausgelegt z.B. zum Ausrechnen von sehr aufwendigen mathematischen Gleichungen.

IKT: Informations- und Kommunikationstechnik

LCD: Liquid Crystal Display (Flüssigkristallbildschirm)

Mainframe: Großrechner, der auf Zuverlässigkeit und hohen Datendurchsatz ausgelegt ist. Die typischen Anwendungen eines Mainframes sind in Banken, Versicherungen, großen Unternehmen und in der öffentlichen Verwaltung gegeben.

OLED: Organic Light Emitting Diode (Organische Leuchtdiode)

Ressourcen: Natürliche Ressourcen umfassen die erneuerbaren und nicht erneuerbaren Rohstoffe, die Umweltmedien (Boden, Wasser, Luft), den physischen Raum (Fläche) sowie strömende Ressourcen wie zum Beispiel Erdwärme, Wind-, Gezeiten- und Sonnenenergie (EU 2003, EU 2005).

RFID: Radio Frequency Identification (Identifizierung mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen)

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

Thin Client: Computerendgerät, dessen Hardwareausstattung im Vergleich zum PC bewusst reduziert ist und das im Wesentlichen zur Ein- und Ausgabe von Daten dient. Die eigentliche Datenverarbeitung erfolgt auf einem zentralen Server, auf welchen der Thin Client zugreift.

USV: Unterbrechungsfreie Stromversorgung

## Literatur

- 2X-Software Ltd. (2005): Thin Client Computing meets companies energy reduction requirements. An abstract on how thin clients contribute to reducing environmental impact during business operation. Online unter [www.2x.com/whitepapers/Thin\\_Client\\_Computing\\_meets\\_green.pdf](http://www.2x.com/whitepapers/Thin_Client_Computing_meets_green.pdf).
- BITKOM (2007): Broschüre energieeffizientes und ressourcensparendes Computing mit Thin Client & Server Based Computing“, Berlin. Online unter [www.bitkom.org](http://www.bitkom.org).
- BMZ/ UBA (Hrsg.) (2006): „Ökoeffiziente Haushaltsgeräte – Innovative Informations- und Vermarktungsstrategien und zeitgemäße Standards“ 5. Fachdialog im Rahmen des nationalen Dialogprozesses zur Förderung nachhaltiger Konsum- und Produktionsmuster. Zusammenfassung der Ergebnisse. Berlin.
- Bramfitt, Mark, Greenberg, Steve, Rumsey, Peter (2009): Energy Efficiency for Business Technology. Vortrag auf einer Weiterbildungsveranstaltung unter dem Titel “Save Energy Now” des Sacramento Municipal Utility District am 3. März 2009. Online unter [http://hightech.lbl.gov/presentations/2009-03-03\\_training.pdf](http://hightech.lbl.gov/presentations/2009-03-03_training.pdf).
- Canyon Snow-Consulting (2009): Environmental Benefits of Thin Computing A comparison of the environmental impacts of conventional desktop and thin computing. Study prepared for Wyse Technology Inc. Online unter [http://www.wyse.com/resources/whitepapers/environmental\\_benefits\\_register.asp](http://www.wyse.com/resources/whitepapers/environmental_benefits_register.asp).
- eco – Verband der deutschen Internetwirtschaft e.V. (Hrsg.) (2009): Bestandsaufnahme effiziente Rechenzentren in Deutschland.
- Environmental Protection Agency, ENERGY STAR Program (2007): “Report to Congress on Server and Data Energy Efficiency”, Online unter [www.energystar.gov/ia/partners/prod\\_development/downloads/EPA\\_Datacenter\\_Report\\_Congress\\_Final1.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf).
- Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT (2006): Ökologischer Vergleich von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten, Oberhausen.
- Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT (2008): Ökologischer Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten 2008, Oberhausen.
- Kleinwächter, R. (2009): E-Mail vom 21.1.2009.
- Knermann, C. (2007): PC versus Thin Client, ökologische Aspekte, Vortragsfolien, BITKOM Anwenderforum „IT-Infrastruktur & Energieeffizienz“ am 22.11.2007 in Düsseldorf.
- Knermann, C. (2009): E-Mail vom 21.1.2009.
- MEEUP (2005): MEEUP Methodology Report. Final Report. Methodology Study Ecodesign of Energy-using Products. 28.11.2005. VHK for European Commission. Online unter <http://www.vhk.nl/>.
- Moisio, T., Lähteenoja, S., Lettenmeier, M. (2008). Goods MIPS – Assessing the use of natural resources in household goods (in Finnish). National Consumer Research Centre, publications 6/2008.
- Plepys, Andrius (2004): Environmental Implications of Product Servicising. The Case of Outsourced Computing Utilities. Doctoral Dissertation Lund University, September 2004. Online unter

[www.iiiee.lu.se/Publication.nsf/\\$webAll/A7F097DBBDE1FCEAC1256EFA0029FFA7/\\$FILE/plepys.pdf](http://www.iiiee.lu.se/Publication.nsf/$webAll/A7F097DBBDE1FCEAC1256EFA0029FFA7/$FILE/plepys.pdf).

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

Schweizer, Douglas (2006): Thinking Thin. In: Processor, Jan 20, 2006. Online unter [www.processor.com/editorial/article.asp?article=articles%2Fp2803%2F32p03%2F32p03.asp](http://www.processor.com/editorial/article.asp?article=articles%2Fp2803%2F32p03%2F32p03.asp).

Spandöck, Thomas (2008): Desktopvirtualisierung. Sun Desktop End-to-End Lösungen. Vortrag auf den SunDays im April 2008. Online unter <http://de.sun.com>.

TCO-Development, IVL, IVF (2007): Lot 3 Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors Final Report (Task 1-8). Studie für die European Commission DG TREN. Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs. (Contract TREN/D1/40-2005/LOT3/S07.56313).

VDI (1998): VDI Richtlinie 4600. Kumulierter Energieaufwand – Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden.

Weeren, Silvio (2004): Green IT Procurement. Ways to energy efficient Computing. Online unter [www.iclei-europe.org/fileadmin/user\\_upload/Procurement/BIG-Net\\_2004/Seminar\\_2004\\_presentations/Green\\_IT\\_procurement\\_Silvio\\_Weeren.pdf](http://www.iclei-europe.org/fileadmin/user_upload/Procurement/BIG-Net_2004/Seminar_2004_presentations/Green_IT_procurement_Silvio_Weeren.pdf).