

White Paper des
IT-Dienstleistungszentrums Berlin (ITDZ Berlin)

Klima schonen und Kosten sparen – Leitfaden für eine energieeffiziente Informationstechnik

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Wesentliche Handlungsfelder im Überblick	5
2.1. Energieeffizienz im Rechenzentrum	5
2.2. Energieeffizienz bei der Arbeitsplatzausstattung	6
3. Energiespar-Checklisten	7
3.1. Energie und CO ₂ sparen in Serverräumen und Rechenzentren	7
3.1.1. Optimierung von Kühlsystemen und Luftzirkulation	7
3.1.2. Messung des Energieverbrauchs und der Temperaturen im Rechenzentrum.....	8
3.1.3. Reduzierung des Stromverbrauchs der Server.....	8
3.1.4. Einsparungen bei Datenspeicherung und Verfahren.....	8
3.2. Optimierung des Energieverbrauchs der Arbeitsplatzcomputer	9
3.3. Umweltschutz beim Drucken	10
3.4. Optimierung von Netzwerken	10
3.5. Umweltschutz und Energieeffizienz als Beschaffungskriterien	10
4. Umweltsiegel und -zeichen	12
5. Checkliste für PC-Anwender	13
6. Literaturverzeichnis	14
7. Das ITDZ Berlin	16

Klima schonen und Kosten sparen – Leitfaden für eine energieeffiziente Informationstechnik

1. Einleitung

Klimaschutz ist eine globale Herausforderung, der wir uns lokal stellen müssen. Alle, Verwaltung, Unternehmen und Bürgerinnen und Bürger, sind gefordert, zu den dringend notwendigen Erfolgen im Klimaschutz beizutragen.

(Quelle: Berliner Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz)

Neben anderen Faktoren ist die IT-Infrastruktur in Unternehmen und öffentlichen Verwaltungen ein wichtiger Ansatzpunkt zum Sparen von Energie und CO₂. Der Stromverbrauch eines PC, der zehn und mehr Stunden am Tag läuft, verursacht jährlich ungefähr ein Zehntel der CO₂-Emissionen, die ein Auto in diesem Zeitraum ausstößt. Allein die Server in Europa verbrauchen die Energiemenge, die der jährlichen Produktion von 3,5 Kernkraftwerken entspricht. Diese Zahlen zeigen, dass der Ressourcenverbrauch durch ITK keineswegs eine vernachlässigbare Größe ist.

Neben der gesellschaftlichen Verpflichtung sind es nicht zuletzt die Kosten, die sich durch den achtsamen Umgang mit Energie einsparen lassen. Und dies gilt nicht nur für IT-Infrastrukturen, die neu aufgebaut werden sollen. Auch Kommunikationsumgebungen, die historisch gewachsen sind, lassen sich durch teils einfache Umbauten energiefreundlicher gestalten.

Mit dem vorliegenden Leitfaden möchte das IT-Dienstleistungszentrum Berlin (ITDZ Berlin) Einblick in einige wesentliche Handlungsfelder der Green IT geben und an konkreten Beispielen deren Umsetzungen und Nutzen in der Praxis aufzeigen. Ausführliche Checklisten ermöglichen, vorhandene IT-Infrastruktur auf ihre Energieeffizienz hin zu prüfen und zu optimieren.

Das ITDZ Berlin ist zentraler IT-Dienstleister der Senatsverwaltungen, Bezirksämter und öffentlichen Institutionen der Hauptstadt und gehört zu den führenden kommunalen IT-Dienstleistern Deutschlands. Mit seinen Green-IT-Lösungen für die Verwaltung unterstützt das ITDZ Berlin das Land Berlin bei der Verwirklichung seiner ehrgeizigen Klimaschutzziele. So will das Land die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um mehr als 40 Prozent reduzieren.

Diesem Umstand trägt auch das Abgeordnetenhaus des Landes Berlin mit seinem Beschluss vom 10. Dezember 2009 Rechnung, nach dem „die Beschaffung von IT-Hardware in den Bezirken und der Hauptverwaltung unter dem Gesichtspunkt von Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit (Green IT) zu erfolgen hat. Es sind künftig nur noch entsprechend zertifizierte Geräte zu beschaffen. Dies ist bereits in den Ausschreibungen zu berücksichtigen. Der Betrieb der Server und IT-Arbeitsplätze soll ebenfalls ressourcenschonend erfolgen. Über den Energieverbrauch pro Arbeitsplatz ist von jeder Behörde im Rahmen des Facility Managements zu berichten.“ (Plenarprotokoll 16/56 vom 10. Dez. 2009, S. 5421)

Die IT-Dienstleister der öffentlichen Hand stehen in der aktuellen Debatte somit vor der Herausforderung, Lösungen anzubieten, die neben den finanziellen Mitteln auch Umweltressourcen schonen und den Energieverbrauch der öffentlichen Hand im IT-Bereich nachhaltig senken. Das ITDZ Berlin hat frühzeitig erkannt, dass gerade gut konzipierte Green-IT-Lösungen die Verwaltungen bei ihrer ökologischen Ausrichtung und gleichzeitig bei der Entlastung ihrer Haushalte unterstützen können. Erfahrungen wurden unter anderem bei europaweiten Ausschreibungen von Rahmenverträgen für die IT-Infrastruktur des Landes Berlin gesammelt, die Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit erfolgreich in die Anforderungen integrierten.

In dem vorliegenden Leitfaden sind die Erfahrungen zusammengefasst, die das ITDZ Berlin bei der Umsetzung von Green IT gesammelt hat. Dabei erweisen sich Handlungsempfehlungen nicht nur für die Dienststellen des Landes als sinnvoll, sondern können ebenso in Unternehmen Anwendung finden, um den Klimaschutz aktiv zu unterstützen und gleichzeitig Kosten zu sparen.

2. Wesentliche Handlungsfelder im Überblick

Serverräume und Rechenzentren verursachen bis zu 60 Prozent der gesamten Stromkosten für Büro- und Verwaltungsgebäude.
(Quelle: Initiative EnergieEffizienz)

Der Stromverbrauch, um alle Server und Klimaanlage weltweit zu betreiben, entspricht 1,2 Prozent des gesamten Energiebedarfs der USA – insgesamt 120 Mrd. Kilowattstunden. (Quelle: Experton)

2.1. Energieeffizienz im Rechenzentrum

Die größten Energiesparpotenziale innerhalb der IT-Infrastruktur bieten Serverräume und Rechenzentren. Besonders die Kühlung erfordert einen sehr hohen Stromverbrauch. Doch unter Verwendung heute verfügbarer Technik können Energieverbrauch und laufende Kosten erheblich verringert werden.

Das ITDZ Berlin hat sein hochverfügbares Data-Center (Rechenzentrum) nach diesen Kriterien energieeffizient um- und ausgebaut. Mit modernster Infrastruktur und Technik wurden die wichtigsten Maßnahmen zur Einsparung von Energie und CO₂ bereits umgesetzt.

- **Ein Drittel weniger Stromverbrauch durch ein modernes Kühlsystem.**

Eine Kühlanlage mit sogenannter freier Kühlung kommt erst dann zum Einsatz, wenn die Außentemperatur 12°C überschreitet. Mit dieser neuen Kühltechnik kann der Stromverbrauch der Kühlanlage um rund ein Drittel gesenkt werden.

- **Zentrale Kühlung durch Einhausung von Warmgängen.**

Eine optimierte Aufstellung der Server-Racks vermeidet die Durchmischung von Warm- und Kaltluft, was den Kühlungsaufwand erheblich reduziert. Bei der Ausweitung von Serverkapazitäten im Rechenzentrum wird außerdem auf das Prinzip der „eingehausten Warmgänge“ gesetzt. Dabei wird die warme Abluft in einen geschlossenen Kubus geleitet und dort zentral gekühlt. Das bedeutet eine minimale Wärmeabgabe an den Aufstellungsraum und somit eine deutliche Entlastung der Klimatisierungsinfrastruktur im Data-Center.

- **Halbierung des Energiebedarfs durch Blade-Server.**

Blade-Server verfügen nicht wie konventionelle Server über einen eigenen Lüfter sondern werden gemeinsam über die Belüftung des Baugruppenträgers, in dem mehrere Blade-Server neben- oder übereinander angeordnet werden, gekühlt. Bei Neuanschaffungen im Data-Center wird auf Blade-Server gesetzt, wodurch neben einer erheblichen Platzersparnis unter optimalen Bedingungen auch eine Senkung des Energiebedarfs um 50 Prozent realisiert wird.

- **Kosten- und CO₂-Ersparnis durch Konsolidierung und Virtualisierung von Servern.**

Viele Anwendungen lasten die neueste Server-Hardware lediglich zu 5 bis 25 Prozent aus. Konsolidierte Server nutzen hingegen bis zu 80 Prozent ihrer Leistung. Da weniger Energie für die Server benötigt wird, reduzieren sich auch die Abwärme und der Aufwand für die Klimatechnik.

**Energieersparnis durch virtualisierte Systeme:
stündlich 38.683 Watt.**

Im Data-Center des ITDZ Berlin laufen 209 virtuelle Server auf acht Systemen. Die Systeme laufen 24 Stunden pro Tag und 365 Tage pro Jahr.

Ersparnis pro Jahr für 209 virtualisierte Systeme

- Energie: 338.863 Kilowattstunden
- CO₂: 213 Tonnen
- Kosten: 50.829,46 €¹

¹ Zugrunde gelegt wurden ein Strompreis von 0,15 Cent/kWh und 0,63 kg CO₂ für die Produktion einer kWh Strom (CO₂-Verbrauch nach Angabe des Bundesumweltministeriums).

Die Produktion eines durchschnittlichen PC erfordert das Zehnfache seines Gewichtes an Chemikalien und fossilen Brennstoffen. (Quelle: Experton)

PC-Geräte und Peripherie verbrauchen 70 Prozent ihrer Energie im „Leerlauf“. (Quelle: Experton)

2.2. Energieeffizienz bei der Arbeitsplatzausstattung

Moderne Arbeitsplatz-PCs und -geräte, die den Anforderungen der wichtigsten Umweltstandards genügen, helfen den Energieverbrauch und die Kosten in erheblichem Maße zu senken. Weitere Einsparungen lassen sich durch Einsatz von Thin-Clients erzielen.

- **25 Prozent weniger Stromverbrauch beim Arbeitsplatz-PC.** Mit dem Green-PC bietet das ITDZ Berlin seinen Kunden einen energieeffizienten Standardarbeitsplatz-PC, der bei hoher Performance mit EPEAT Gold und dem Energy Star die wichtigsten Umweltkriterien im Hinblick auf Stromverbrauch, Schadstoffarmut und Entsorgung erfüllt. Die Netzteile haben einen Wirkungsgrad von 89 Prozent. Ergänzt um einen energieeffizienten TFT-Monitor und Drucker kann der Green-PC den durchschnittlichen Stromverbrauch pro Arbeitsplatz um mindestens ein Viertel senken.
- **Fast zwei Drittel Energieeinsparung durch moderne TFT-Bildschirme.**

Das folgende Rechenbeispiel zeigt, wie viel durch die Anschaffung von TFT-Monitoren eingespart werden kann:

Das ITDZ Berlin verkaufte seinen Kunden in den letzten 3 Jahren insgesamt 22.060 19-Zoll-TFT-Bildschirme.

Durchschnittlicher Stromverbrauch im Vergleich

- **19-Zoll-Röhrenmonitor 125 Watt**
- **19-Zoll-TFT-Bildschirm 45 Watt**

Ersparnis pro Jahr

- **Energie: 3.247.232 Kilowattstunden**
- **CO₂: 2.046 Tonnen**
- **Kosten: 487.084,80 €²**

Die aktuellen 19-Zoll-TFT-Monitore aus dem IT-Shop des ITDZ Berlin kommen sogar mit nur 34 Watt oder weniger aus und erfüllen die strengen Anforderungen der Umweltsiegel RoHS, TCO'03 und Energy Star.¹ Behörden oder Dienststellen des Landes Berlin können den Green-PC und energiesparende TFT-Geräte ganz ohne Ausschreibung beim ITDZ Berlin beziehen.

- **Über 50 Prozent weniger CO₂-Emissionen durch Thin Clients.**

Eine noch höhere Energieeffizienz bieten Thin-Clients als Alternative zum Arbeitsplatz-PC. Bei dieser Lösung stellt ein zentraler Terminal-Server alle relevanten Daten und die Software für jeden Arbeitsplatz bereit. Thin-Clients verbrauchen durchschnittlich 25 Watt und damit ungefähr 60 Watt weniger Strom als ein regulärer PC-Arbeitsplatz. Das ITDZ Berlin bietet der Berliner Verwaltung mit dem Produkt „IT-Infrastruktur-service“ (ITIS) eine entsprechend zentralisierte Serverlösung an.

Rund 3.500 Angestellte der Berliner Verwaltung nutzen die Terminallösung des ITDZ Berlin bereits:

- **CO₂-Ersparnis: 243 Tonnen jährlich**
- **Kostensparnis: ca. 58.000 €³**

Darüber hinaus verursachen Thin-Clients im Vergleich zum PC nur rund ein Zehntel der Abfallmenge.

¹ Informationen zu den Umweltsiegeln und -zertifikaten finden Sie auf unter Punkt 4

² Zugrunde gelegt wurden: 230 Arbeitstage im Jahr, 8 Stunden am Tag, ein Strompreis von 0,15 Cent/kWh und 0,63 Kg CO₂ für die Produktion einer kWh Strom (CO₂-Verbrauch nach Angabe des Bundesumweltministeriums).

³ Bei einer Nutzungsdauer von acht Stunden am Tag und 230 Tagen im Jahr.

3. Energiespar-Checklisten

3.1. Energie und CO₂ sparen in Serverräumen und Rechenzentren

3.1.1. Optimierung von Kühlsystemen und Luftzirkulation

- Die **Raumtemperatur** des Rechenzentrums muss laufend überprüft werden. Die meisten Rechenzentren werden auf zu niedrige Temperaturen herunter gekühlt. Das verursacht Kosten, die nicht gerechtfertigt sind. Laut gängigen Empfehlungen ist eine Raumtemperatur von 26°C im Rechenzentrum optimal.
- **Direkte Sonneneinstrahlung** sollte vermieden bzw. für eine optimale Isolierung gegen Sonneneinstrahlung gesorgt werden.
- **Kurze Belüftungswege** sind von Vorteil. In kleinen, dicht gepackten Serverräumen können Klimaschränke und -truhen optimal sein, unter der Voraussetzung, dass die Anlagen richtig eingestellt und nicht überdimensioniert sind. Die Raumkühlung sollte ausschließlich da stattfinden, wo hohe Wärmelasten auftreten. Dann sorgen kurze Luftpfade dafür, dass die Ventilatoren wenig genutzt werden müssen.

In größeren Rechenzentren erfolgt die Kühlung meist über einen doppelten Fußboden mit belüfteten Bodenplatten. Über Düsen wird der kalte Luftstrom zwischen den Serverreihen abgegeben. Vorrichtungen in der Decke saugen dann die Warmluft nach oben ab. Hier finden sich besonders viele Ansatzpunkte für effektives Energiesparen.

- Das Rechenzentrum sollte auf **modulare Kühlung** ausgelegt sein. Neue modulare Kühlkonzepte, also die Kühlung In-Row oder In-Rack sind effizienter als traditionelle Architekturen.
- Die Möglichkeit einer **Wasserkühlung** sollte geprüft werden. Wassergekühlte Racks und Kaltwasserklimaschränke sorgen für eine besonders energieeffiziente Klimatisierung.
- Die Nutzung der Außenluft durch **freie Kühlung** ist vorteilhaft. Eine Kühlanlage mit freier Kühlung springt erst ein, wenn die Außentemperatur zwölf Grad Celsius überschreitet. Unterhalb dieses Wertes wird durch den Austausch mit Außenluft gekühlt.
- Trennung von **Warm- und Kaltluft**. Die Mischung von warmer Abluft der IT-Technik mit eingehender Kühlluft sollte vermieden werden.
- Einrichtung von **warmen und kalten Gängen** zwischen den Serverreihen. Statt den gesamten Raum zu kühlen, organisieren Sie Ihre Server-Racks so, dass die Server Front gegen Front aufgebaut werden und damit warme und kalte Gänge entstehen. Die warme Abluft wird von zwei Seiten in einen Gang abgegeben und dann gezielt nach oben abgesaugt.
- **Isolierung der Warmgänge durch Einhausung**. Noch mehr Energieeinsparung kann erreicht werden, wenn für eine Einhausung der Warmgänge erfolgt. Die warme Abluft wird dann in einen Kubus geleitet und dort zentral gekühlt. Es gelangt dadurch kaum mehr Warmluft in den Aufstellungsraum.
- Der Luftzug im **Unterboden** kann verbessert werden. Hindernisse wie schlecht verlegte oder überflüssige Kabel im Doppelboden sind zu vermeiden, damit der Luftstrom ungehindert fließen kann.
- **Kabellöcher** im Boden müssen abgedichtet werden. Öffnungen in Installationsböden lassen zu, dass kalte Luft entweicht. Doppelböden im Rechenzentrum sollten genau danach untersucht werden, wo wegen Kabelkanälen, verlegter Leitungen und Rohren „undichte“ Stellen sind, die zu einem Vermischen von Kalt- und Warmluft führen. Durchführungen für Kabelstränge können durch spezielle Bürstenleisten auch bei großer Kabelmenge gut abgedichtet werden.
- Installation von **Blenden** vor ungenutzten Einschüben in Server-Racks. Durch Anbringen von Abdeckpanelen kann dafür gesorgt werden, dass die Ventilatoren weniger Strom verbrauchen. Dabei sollte auch darauf geachtet werden, dass warme von kalter Luft getrennt wird.
- Verbesserung beim **Zusammenspiel der Klimaanlage**. Ältere Klimaanlage für Computerräume regeln die Kühlung und Entfeuchtung unabhängig voneinander. Neuere Klimaanlagen koordinieren Kühlung und Entfeuchtung und beziehen dabei auch ältere Systeme mit ein.
- Installation von **Lüftern mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten**. Traditionelle Kühlsysteme verwenden Lüfter mit fester Geschwindigkeit. Eine Geschwindigkeitsverringerung um zehn Prozent bedeutet schon eine Stromersparnis um etwa ein Viertel.
- **Kühlung der Rückkühler**. Außen am Gebäude angebrachte Rückkühler sollten bei heißem Wetter mit Wasser benetzt werden. Die so entstehende Kälte erhöht den Wirkungsgrad der Aggregate.

3.1.2. Messung des Energieverbrauchs und der Temperaturen im Rechenzentrum

- **Messung der Energieeffizienz.** Es gibt eine Vielzahl von Kennzahlen, nach denen die Energieeffizienz gemessen werden kann. Green Grid (Vereinigung aller großen IT-Anbieter) rechnet u. a. mit dem Quotienten $PUE = \text{Gesamtstromverbrauch des Rechenzentrums} / \text{Stromverbrauch der IT-Geräte}$.

Ein an 1,0 grenzender PUE-Wert bedeutet hundertprozentige Energieeffizienz, d. h., die gesamte Energie wird ausschließlich für die IT-Geräte genutzt. Schätzungen zufolge weisen heute viele Rechenzentren einen Wert von 3,0 auf. 1,5 gilt bei optimaler Technik als realistisch.

- **Installation von Sensoren oder Wärmebildkameras.** Damit kann festgestellt werden, an welchen Stellen Temperaturprobleme auftreten.
- **Kontinuierliche Messung im Zeitablauf.** Es gibt moderne Systeme zum Energie- und Temperaturmonitoring, die genaue, flächendeckende und kontinuierliche Messungen ermöglichen.
- **Messung der Luftströme.** Eine Analyse der Luftströme im Rechenzentrum kann auch anhand der Numerischen Strömungsmechanik (Computational Fluid Dynamics = CFD) durchgeführt werden.

3.1.3. Reduzierung des Stromverbrauchs der Server

- **Bei der Beschaffung neuer Server ist auf den Stromverbrauch zu achten.** Jedes Watt an Leistung, das eingespart werden kann, braucht nicht gekühlt und nicht über eine USV abgesichert zu werden.
- **Konsolidierung der Server.** Dabei werden Systeme, Anwendungen und Datenbestände vereinheitlicht und zusammengeführt und im Ergebnis auf eine geringere Anzahl von Servern verteilt. Systemressourcen wie Rechenleistung und Arbeitsspeicher werden somit gemeinsam genutzt. Sie sparen dadurch zweifach: durch geringeren Stromverbrauch und durch weniger Geräte.
- **Virtualisierung der Server.** So viele Server wie möglich sollten auf virtuelle Server umgestellt werden. Damit verbessert sich die Auslastung der vorhandenen Hardware.
- **Installation von Blade-Servern.** Blade-Server haben eine höhere Energieeffizienz, da hier mehrere Server neben- und

übereinander in einem Baugruppenträger angeordnet werden. Blade-Server verfügen nicht wie konventionelle Server über einen eigenen Lüfter, sondern werden gemeinsam über die Belüftung an der Rückseite des Gehäuses gekühlt.

- **Automatisiertes Herunterfahren der Server.** Viel Energie kann gespart werden durch Lösungen, die Server automatisiert herunterfahren und wieder starten können. Viele Server werden nur zu bestimmten Zeiten genutzt, z. B. nur zu den Bürozeiten. Zu anderen Zeiten können die nicht genutzten Server gezielt abgeschaltet werden. Besonders im Zusammenhang mit der Virtualisierung gibt es hierzu bereits effiziente Lösungen am Markt.
 - **Aktivierung des Energie-Managements des Betriebssystems.** Die Maßnahme sorgt dafür, dass Server bei längerer Inaktivität automatisch in einen Stromsparszustand wechseln. In Frage kommen hier vor allem lokal eingesetzte Datei-, Applikations- und Datenbank-Server mit regelmäßigen Nutzungszeiten.
 - **Einrichtung von zentralisierten Lösungen.** Grundsätzlich ist eine Zentralisierung von Servern und Verfahren auch unter Energiegesichtspunkten effizienter als lokale Lösungen. Prüfen Sie, ob Sie nicht ein modernes Data-Center mit der Datenspeicherung und dem Verfahrensbetrieb beauftragen können, das die Anforderungen der Green IT bereits erfüllt.
 - **Überprüfung des Einsatzes der USV.** Die USV (unterbrechungsfreie Stromversorgung) sollte nur dort eingesetzt werden, wo sie zur Absicherung unbedingt erforderlich ist. Es sollte auch überprüft werden, ob die Überbrückungszeiten nicht verkürzt werden können.
- ### 3.1.4. Einsparungen bei Datenspeicherung und Verfahren
- **Überprüfung der Datenbestände.** Es sollten überflüssige Daten gelöscht werden. Oft sind ein Drittel der Anwendungen Stromfresser, die gar nicht mehr gebraucht werden.
 - **Vermeidung von doppelten Daten.** Moderne Verfahren zur Deduplikation spüren mehrfach vorkommende Daten auf und sortieren diese aus.
 - **Optimierung der Netzarchitektur.** SAN- (Storage Area Networks) und NAS- (Network Attached Storage) Strukturen sind im Hinblick auf den Energieverbrauch vorteilhafter als DAS- (Direct-Attached-Storage) Strukturen, da sich netzbaasierte Speicherpools immer effizienter auslasten lassen als ein direkt mit dem Server verbundenes Storage-System.

- **Richtige Wahl der Speichermedien.** Festplatten verbrauchen aufgrund der rotierenden Spindel mehr Strom als Bandmedien, die nur bei Abruf von Daten Energie verbrauchen. Es kann daher geprüft werden, welche Daten auch auf Bandmedien zu speichern sind, die zwar nicht so sicher in der Archivierung, aber energieeffizienter sind.
Das Information Lifecycle Management (ILM) ist hilfreich: Informationen werden je nach Wert und Nutzungshäufigkeit auf dem jeweils am besten geeigneten Medium abgelegt unter den Aspekten Geschwindigkeit, Sicherheit, Kosten und auch Energieeffizienz.
- **Überprüfung der notwendigen Größe und Geschwindigkeit von Festplatten.** 2,5"-Festplatten verbrauchen weniger Strom als 3,5"-Festplatten und der Stromverbrauch steigt mit der Umdrehungszahl. Bei Anwendungen, bei denen Zugriffsgeschwindigkeiten und Datenübertragungsraten keine große Rolle spielen, ist in der Systemleistung oft kein Unterschied zu erkennen.
- **Optimierung der Plattensubsysteme.** Es ist zu prüfen, ob bei Anwendungen der Einsatz besonders energiesparender Massive Array of Idle Disks (MAID) in Frage kommen. Diese Systeme reduzieren den Stromverbrauch und damit auch die Wärmewiedergabe durch Reduzierung der Drehzahl der Festplatte oder durch Parken des Lesekopfes. Dies ist vor allem für Anwendungen geeignet, die Daten auf einen begrenzten Bereich schreiben und danach nur wieder selten lesen.
- **Verminderung der Speicherkapazität durch moderne Speicherzuweisung (Thin Provisioning, Dedication-on-write).** Bei der klassischen Speicherzuweisung wird oft von vornherein für Abteilungen oder Teams zu viel Speicherplatz reserviert, um künftiges Wachstum mit einzuplanen. Diese Überkapazitäten können anderen Bereichen nicht mehr zur Verfügung gestellt werden und liegen brach. Hier setzt das Thin Provisioning an. Es werden hier zwar auch Bereiche festgelegt, aber der Platz wird dem Zugriff anderer Anwender erst entzogen, wenn eine Schreibaktivität den Platz einfordert. Bei Überschreiten einer bestimmten Grenze wird freie Kapazität aus einem vorhandenen Speicherpool zusätzlich zur Verfügung gestellt.
- **Überprüfung von Programmen.** Sind Programme im Einsatz, die so schlecht programmiert sind, dass sie zu große Hardwarekapazitäten beanspruchen?
- **Optimierung von Komponenten.** Bei der Neubeschaffung von Komponenten (Laufwerke, Host-Bus-Adapter, Switches) sollte auf die Energieeffizienz geachtet werden.

3.2. Optimierung des Energieverbrauchs der Arbeitsplatz-computer

- **Beachtung des Energieverbrauchs bei neuen Arbeitsplatz-PCs.** Hier geben Umweltzeichen wie der „Blaue Engel“ oder „EPEAT“ und der „EnergyStar“ Orientierungshilfe.
- **Der Einsatz von Thin-Clients kann Energie sparen.** Bei dieser Alternative zum Arbeitsplatzrechner stellt ein zentraler Terminal-Server alle relevanten Daten und die Anwendungen für jeden Arbeitsplatz bereit. Thin-Clients sparen somit Strom und Abfallmenge. Bei der Nutzung unterscheiden sie sich nicht vom Desktop-PC, sondern bieten dem Anwender die gewohnte Arbeitsumgebung mit demselben Komfort.
- **Röhrenbildschirme sollten durch TFT-Monitore ersetzt werden.** Sind bei Ihnen noch Röhrenmonitore im Einsatz, die durch energiesparende TFT-Bildschirme ersetzt werden können?
- **Überprüfung der eingesetzten Prozessoren.** Die CPU-Leistung eines Prozessors sollte nicht höher sein, als es die Anwendung erfordert. Bei der Anschaffung sollte auf den Kauf aktueller Chips geachtet werden. Die Überlegung, eine ältere CPU mit geringerer Leistung benötige weniger Strom, trifft nicht immer zu. Die Hersteller geben die Leistungsaufnahme als Thermal Design Power (TDP) an.
- **Die Grafikkarte kann nach den Erfordernissen der Anwendungen dimensioniert werden.** Für einen einfachen Bürorechner sind kleiner dimensionierte und damit stromsparende Modelle völlig ausreichend.
- **Effizienz der Netzteile der Rechner.** Hochwertige Geräte haben einen Wirkungsgrad von 80 Prozent und mehr (gegenüber billigeren mit unter 50 Prozent). Sie erkennen die energieeffizienten Netzteile am Logo „80 Plus“.
- **Nach dem Ausschalten der Geräte sollten sie vom Netz getrennt werden.** Schaltbare Steckerleisten helfen, alle angeschlossenen Geräte am Ende des Arbeitstages vom Stromkreislauf zu trennen.
- **Die Energieverwaltung der Geräte sollte genutzt werden.** Im Gerätemanager des Arbeitsplatz-PCs können die entsprechenden Energiespareinstellungen aktiviert werden. Einzelne Komponenten der Computer, z. B. der USB-Controller, die nicht gebraucht werden, sollten ausgeschaltet werden.
- **Motivation der Anwender.** Tipps zum Energiesparen, die durch die PC-Anwender umgesetzt werden können, sind auf Seite 13 zu finden.

3.3. Umweltschutz beim Drucken

- **Ist-Analyse** der installierten Systeme. In einer Bestandsaufnahme werden Aufstellungsort, Auslastung, erforderliche Druckqualitäten (Auflösung, s/w, farbig), ermittelt und Verbesserungs- und Einsparpotenziale festgelegt.
- Drucker können vom Netz **getrennt werden**. Da Drucker auch im ausgeschalteten Zustand Strom verbrauchen, lohnt es sich, diese komplett vom Netz zu trennen, z. B. durch eine schaltbare Steckerleiste. Dies gilt für Tintenstrahldrucker aber nur dann, wenn sie nach dem Einschalten keine automatische Reinigung starten.
- Prüfung des Einsatzes von **Multifunktionsgeräten**. Multifunktionsgeräte (Drucker, Kopierer, Faxgerät, Scanner in einem) ersetzen eine ganze Palette von Stromverbrauchern und haben damit i. d. R. einen geringeren Energieverbrauch.
- Zentralisierung durch **Massendruck**. Es kann energieeffizienter sein, Drucke zentral in einem modernen Druckzentrum herstellen zu lassen. Besonders komfortabel ist dies bei Nutzung von Outputmanagementsystemen (OMS). Dann erfolgt der Ausdruck im Druckzentrum direkt aus dem Fachverfahren heraus.
- Nutzung von elektronischen **Dokumentenmanagement- oder Vorgangsbearbeitungssystemen**. Die elektronische Aktenhaltung und Archivierung spart Lagerraum und damit wiederum Energie.

3.4. Optimierung von Netzwerken

- Modernisierung von **Netzwerken**. Überflüssige Komponenten sollten identifiziert und entfernt sowie veraltete Komponenten durch neue stromsparende Geräte ersetzt werden.
- Bei der Beschaffung von neuen **Switches** sollte auf deren Verbrauchswerte geachtet werden. Moderne Switches kommen mit 2 Watt pro 1-Gigabit-Ethernet-Port bzw. mit 10 Watt pro 10-Gigabit-Ethernet-Port aus (bezogen auf den Vollausbau). Bei stromsparenden Switches wird die Energieeinsparung durch weniger Abwärme noch erhöht.
- Erhöhung der **Portdichte** der Switches. Wenn es die Verkabelungssituation vor Ort zulässt, kann durch Zusammenlegung von Netzwerk-Edge und Distribution-Area einer klassischen Three-Tier-Architektur eine Vielzahl an Switches eingespart werden. Auch beim Anschluss von Server-Farmen ist die Zahl der Switches durch eine entsprechend hohe Portdichte „am Ende der Reihe“ zu reduzieren.

- Switches als **Energie-Manager benutzen**. Moderne Switches mit intelligenter Technologie zur Portkonfiguration können über definierte Schnittstellen sogar zum Energie-Manager werden und z. B. Netzwerkkomponenten wie IP-Telefone abschalten, wenn diese nicht benötigt werden.
- Erhöhung der **Bandbreite**. Bandbreitenerhöhungen können Energie sparen, wenn dadurch Kabelverbindungen reduziert werden.
- Netze nach den **Anforderungen** bemessen. Gigabit-Ethernet sollte nur dann eingesetzt werden, wenn es wirklich erforderlich ist: Schnellere Netze verbrauchen auch mehr Strom.
- Migration auf **Glasfaser**. Glasfaser (LWL-Leitungen) sind nicht nur störungssicherer, sondern sparen auch Strom. Die Glasfaser braucht pro Netzwerk-Port rund 7 Watt weniger Strom als ein klassischer Kupferkabelanschluss. Es ist daher bei Neuverkabelung und neuen Gebäuden empfehlenswert zu prüfen, inwieweit der Einsatz von LWL-Leitungen im Rahmen der strukturierten Verkabelung möglich ist.
- Einsparungen bei der **Lüftung**. Es sind temperaturgesteuerte Lüfter oder Geräte empfehlenswert, die durch ihr Design komplett ohne Lüftung auskommen.
- Künftig mit **Energy Efficient Ethernet** planen. Bei Migrationsplänen sollte geprüft werden, ob diese nicht bis zur Verabschiedung des neuen Standards Energy Efficient Ethernet aufschiebbar sind. Dahinter steht die Idee, dass ein LAN-Port nur dann Energie verbraucht, wenn wirklich gerade Daten übertragen werden.
- Einsatz von **energieeffizienten Netzteilen**.

3.5. Umweltschutz und Energieeffizienz als Beschaffungskriterien

- Im öffentlichen Bereich müssen die „**Ausführungsvorschriften für umweltfreundliche Beschaffung und Auftragsvergaben**“ beachtet werden. Es gilt der Grundsatz, dass nur Produkte erworben werden, die im Vergleich zu konkurrierenden Erzeugnissen bei der Herstellung, dem Gebrauch sowie der Entsorgung die Umwelt so gering wie möglich belasten.
- Die Energieeffizienz sollte bei der **Bewertung** mit einfließen. Ist eine öffentliche Ausschreibung erforderlich, können nach den neuen europäischen Vergaberichtlinien Umweltkriterien bei der Bewertung des „wirtschaftlich günstigsten Angebots“ mit einbezogen werden, soweit diese auftrags- und produktbezogen sind.

- Beachtung der **Umweltzeichen**. Offiziell anerkannte Siegel und Zertifikate, die bei den Geräten Umweltfreundlichkeit und Energieeffizienz bescheinigen, sind Orientierungshilfen bei der Bewertung der Geräte.
- Aufnahme der **Umweltsiegel** in der Leistungsbeschreibung. Bei Ausschreibungen können die für ein zu beschaffendes Produkt relevanten Umweltsiegel entweder als Kriterien in der Leistungsbeschreibung angegeben oder die Kriterien, die hinter dem Umweltsiegel stehen, einzeln aufgeführt und somit eine dem Siegel vergleichbare Umweltgüte definiert werden.
- Kosten der Produkte über den **gesamten Lebenszyklus** vergleichen. Bei der Beschaffung sollten die Kosten eines Produktes oder einer Dienstleistung von der Produktion über die Bereitstellung und Nutzung bis hin zur Entsorgung betrachtet werden.
- Bei der Beschaffung schon an die **Entsorgung** der Geräte denken. Auch hier geben der Blaue Engel und das EPEAT-Siegel Hilfestellung, da umweltgerechte Entsorgung, recyclinggerechte Konstruktion, Schadstoffarmut, Rücknahme, Wiederverwendung, Verwertung Zertifizierungskriterien sind.

Hintergrundinformationen

- **www.itk-beschaffung.de** ist ein Beschaffungsportal, das vom BITKOM (Bundesverbands Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.), den großen öffentlichen Beschaffern und dem Umweltbundesamt gemeinsam entwickelt wurde. Ziel ist es, „Bund, Ländern und Kommunen eine verlässliche und verständliche Hilfe an die Hand zu geben, ihre Ausschreibungen zur Beschaffung von Informations- und Kommunikationstechnologie produktneutral, d. h. ohne Verwendung geschützter Markennamen oder Nennung eines bestimmten Herstellers, unter Beachtung aller zwingenden gesetzlichen Produkthanforderungen und unter Gesichtspunkten einer nachhaltigen Beschaffung zu formulieren“.
- Die Initiative EnergieEffizienz der Deutschen Energie-Agentur (dena) hat einen Beschaffungsleitfaden entwickelt, der das Thema Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz von PC, Notebooks, Monitoren, Druckern, Kopierern und weiteren Bürogeräten umfassend für den Beschaffungsalldtag aufbereitet. <http://www.energieeffizienz-im-service.de/it-geraete/beschaffungsleitfaden.html>
- Ein Leitfaden zur Beschaffung von Computern nach sozialen und ökologischen Kriterien wurde von der Organisation WEED (World Economy, Ecology & Development) herausgegeben. Er ist unter <http://www2.weed-online.org/uploads/leitfaden.pdf> zu finden.

4. Umweltsiegel und -zeichen

- „**80 Plus**“ kennzeichnet besonders energieeffiziente Netzteile. Dazu müssen diese bei einer Auslastung von 20, 50 und 100 Prozent jeweils einen Wirkungsgrad von mindestens 80 Prozent aufweisen.
- Das Umweltzeichen „**Blauer Engel**“ steht für die Bemühungen zur Vermeidung von Schadstoffen und Abfall in Produktion, Gebrauch und Entsorgung. Es ist ein deutscher Standard, der die Kriterien mehrerer internationaler Standards zusammenfasst.
- EPEAT (Electronic Product Environmental Assessment Tool) ist ein Standard, den US-Behörden bei der Beschaffung erfüllen müssen. Das „**EPEAT**“-Siegel kennzeichnet Desktop- und Mobilrechner sowie PC-Monitore, die besonders wenig Energie verbrauchen, möglichst umweltschonend hergestellt wurden, weniger Schadstoffe enthalten und deren Bauteile leicht zu entsorgen oder wiederzuverwerten sind. Es gibt ihn, je nachdem wie viele Anforderungen erfüllt werden, in den drei Ausprägungen Bronze, Silber und Gold.
- Mit dem „**Energy-Star**“ werden besonders energieeffiziente Geräte ausgezeichnet. Dabei ist es ein wichtiges Kriterium, dass eingeschaltete Geräte sich nach einer bestimmten Zeit selbstständig zurückschalten und dabei ein bestimmter Energieverbrauch im Standby-Modus nicht überschritten wird.
- Ältere Geräte besitzen noch das Siegel der mittlerweile aufgelösten Gemeinschaft Energielabel Deutschland „**GEEA**“. Es sicherte einen energiesparenden Standby-Betrieb bei Druckern und Bildschirmen zu. Es wird nicht mehr vergeben und wurde durch den EU Energy Star abgelöst.
- Das schwedische „**TCO**“-Prüfsiegel ist mittlerweile weit verbreitet, besonders bei Monitoren, und stellt hohe Anforderungen bezüglich Ergonomie, Stromverbrauch, Wiederverwertbarkeit sowie Schadstoffbelastung und garantiert den neuesten technischen Standard.
- „**RoHS**“ (Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment) ist das Kürzel für die EG-Richtlinie 2002/95/EG, die bestimmte Grenzwerte für umweltgefährdende Substanzen wie Blei, Quecksilber und Cadmium bei der Produktion von elektronischen Geräten vorschreibt.
- Bei Bau- und Dienstleistungsaufträgen: „**EMAS**“ (Eco-Management and Audit Scheme) oder **DIN EN ISO 14001 ff.**, im deutschen auch „**Öko-Audit**“ genannt, ist das anspruchsvollste verfügbare Umweltmanagementsystem. Als Umweltsiegel bürgt es für die verlässliche Einhaltung der Umweltrechtsvorschriften sowie für eine kontinuierliche Verbesserung der Umweltleistungen.

5. Checkliste für PC-Anwender

Acht einfache Schritte zum Energiesparen am Computerarbeitsplatz

1. Verzicht auf Bildschirmschoner.

Bildschirmschoner wurden entwickelt, um das Einbrennen von kontrastreichen Bildern auf der Monitoroberfläche von Röhrengeräten zu verhindern. Diese Gefahr besteht bei modernen TFT-Monitoren nicht mehr. Bildschirmschoner sind hier völlig überflüssig und teuer, denn Grafikkarte und Prozessor verbrauchen zum Berechnen der Graphiken ständig Strom. Die Deaktivierung des Bildschirmschoners lässt den Monitor nach längerer Inaktivität des PCs direkt in den Standby-Modus umschalten.

Einstellung:

- klicken mit der rechten Maustaste auf eine freie Fläche des Desktops
- klicken auf Eigenschaften
- öffnen der Reiterkarte Bildschirmschoner
- Auswahl im Feld Bildschirmschoner: „(Kein)“.
- wenn keine weiteren Einstellungen vorzunehmen sind, auf „OK“ klicken. Ansonsten die Reiterkarte „Bildschirmschoner“ geöffnet lassen und mit Punkt 2 fortfahren.

2. Nutzung der Energieverwaltung.

Im geöffneten Fenster der Reiterkarte „Bildschirmschoner“ auf „Energieverwaltung“ klicken. Ein neues Fenster erscheint. Bei „Energieschemas“ sollte hier „Desktop“ angezeigt sein. Nun können die Einstellungen für das Energieschema „Desktop“ vorgenommen werden: „Monitor ausschalten“. Einstellung, wann sich der Monitor selbständig ausschaltet, wenn der Rechner nicht benutzt wird, z. B. in der Mittagspause oder bei Besprechungen. 15 Minuten sind hier empfehlenswert.

3. Überprüfung der Bildschirmeinstellungen.

Eine weniger helle Bildschirmwiedergabe kann bis zu 15 Prozent Strom sparen. Die Einstellungen hierzu können direkt im Menü des Bildschirms vorgenommen werden. Am jeweiligen Monitormodell gibt es in der Regel eine Taste „Menü“ oder „Settings“ – dort ist der Unterpunkt „Helligkeit/Brightness“ zu finden.

4. Vermeidung doppelter Daten.

Oft werden Daten mehrfach auf dem Rechner oder auf verschiedenen Laufwerken vorgehalten. Alle Daten verbrauchen Speicherplatz und damit Energie. Daher sollten alle überflüssigen und unnötigerweise mehrfach abgespeicherten Dokumente gelöscht werden.

5. Das Internet sparsam nutzen.

Auch das Surfen verbraucht Energie, in erster Linie durch die Netzinfrastruktur und die Server. Suchanfragen bei Suchmaschinen sollten so präzise wie möglich eingegeben werden. Je treffsicherer die Ergebnisse, desto geringer der Anteil an „Datenmüll“.

6. So wenig wie möglich und nur so viel wie nötig drucken.

Müssen E-Mails und Dokumente wirklich ausgedruckt werden oder reicht die digitale Speicherung nicht völlig aus.

7. Reduzierung der Anzahl der gedruckten Seiten.

Wenn der Drucker doppelseitigen Druck unterstützt, sollte so viel wie möglich doppelseitig (bei einigen Geräten auch „Duplex“ genannt) gedruckt werden. Bei einigen Druckern kann das sogar standardmäßig eingestellt werden.

8. Die Druckqualität an den Anforderungen ausrichten.

Benötigen wirklich alle Dokumente die höchste Auflösung beim Ausdruck? Das Heruntersetzen der Druckqualität spart Toner. Bei einigen Geräten kann man zusätzlich einen Tonersparmodus aktivieren.

6. Literaturverzeichnis

Energieeffizienz im Allgemeinen

CeBIT: GreenIT-Guide – Das Magazin zur CeBIT, 2008 und 2009

Computerwoche 43/08: Jürgen Hill: Das Netz – Der heimliche Stromfresser

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.): GreenIT: Potenzial für die Zukunft. Energieeffizienz steigern, Wachstumsmärkte erschließen und Nachhaltigkeit sichern.

www.energieeffizienz-im-service.de

Grüne IT: Der Blog für Energiesparen und Schadstoffvermeidung im Rechenzentrum, Serverraum und am EDV-Arbeitsplatz.

www.gruene-it.de

Initiative EnergieEffizienz: Seite der Initiative EnergieEffizienz der dena (Deutsche Energie-Agentur) zur Energieeffizienz im Dienstleistungssektor.

www.energieeffizienz-im-service.de

NABU: Service-Angebote rund ums Energiesparen

<http://www.nabu.de/themen/energie/energieeffizienz/07727.html>

Energieeffizienz in Berlin

Abgeordnetenhaus Berlin: Plenarprotokoll 16/56 vom 10. Dez. 2009;

Beschlussprotokoll zur 56. Plenarsitzung am 10. Dez. 2009

Berliner Umweltportal: Gemeinsame Webseiten der Berliner Umweltbehörden

www.berlin.de/umwelt/

Energieeffizienz in Rechenzentren

BITKOM e. V. (Hrsg.), (2008): Schriftenreihe Umwelt & Energie, Band 2, Energieeffizienz im Rechenzentrum, Ein Leitfaden zur Planung, zur Modernisierung und zum Betrieb von Rechenzentren.

www.bitkom.org/files/documents/Leitfaden_Energieeffizienz_in_RZ_final_31072008.pdf

BITKOM e. V. (Hrsg.), (2008): Schriftenreihe Umwelt & Energie, Band 3, Energieeffizienz-Analysen in Rechenzentren, Messverfahren und Checkliste zur Durchführung.

www.bitkom.org/files/documents/Energieeffizienz-Analysen_in_RZ_web.pdf

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.): Leistung steigern, Kosten senken: Energieeffizienz im Rechenzentrum. Ein Leitfaden für Geschäftsführer und IT-Verantwortliche.

www.energieeffizienz-im-service.de/rechenzentren/online-ratgeber/kuehlung-und-klimatisierung.html

Computerwoche, 28.01.2008: „So lässt sich der Strombedarf im RZ drosseln“

www.computerwoche.de/virtualdatacenter/energieeffizienz/expertenwissen

Umweltfreundliche und energieeffiziente Beschaffung

BITKOM e. V. (Hrsg.): Leitfäden zur produktneutralen Leistungsbeschreibung sowie für umweltfreundliche Beschaffung, jeweils für PC und Notebook. Kostenlos im Internet unter:
www.itk-beschaffung.de

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.): Beschaffungsleitfaden für Bürogeräte der Initiative EnergieEffizienz. Kostenlos im Internet unter:
www.energieeffizienz-im-service.de/it-geraete/beschaffungsleitfaden.html

Europäische Kommission (Hrsg.) (2005): Umweltorientierte Beschaffung – Ein Handbuch für ein umweltorientiertes öffentliches Beschaffungswesen. Kostenlos im Internet unter:
http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/buying_green_handbook_de.pdf

Initiative Energieeffizienz (Hrsg.): Dieses Angebot der Initiative richtet sich in erster Linie an professionelle Einkäufer im öffentlichen und privaten Sektor. Im Internet unter:
www.initiative-energieeffizienz.de/dienstleistungen.html

Umweltbundesamt (Hrsg.): Informationen zur umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung sowie Hintergrundpapiere und Leitfäden. Im Internet unter:
www.umweltbundesamt.de/produkte/beschaffung/

Umweltbundesamt (Hrsg.): Hintergrundpapier „Umweltfreundliche öffentliche Beschaffung“. Kostenlos im Internet unter:
www.umweltbundesamt.de/produkte/publikationen.htm

Umweltbundesamt (Hrsg.): Leitfaden „Empfehlungen für die umweltfreundliche Beschaffung von Desktop-PCs“. Kostenlos im Internet unter:
www.umweltbundesamt.de/produkte/publikationen.htm

Umweltbundesamt (Hrsg.): Ratgeber „Umweltfreundliche Beschaffung – Ökologische & wirtschaftliche Potenziale rechtlich zulässig nutzen“. Kostenlos im Internet unter:
www.umweltbundesamt.de/produkte/publikationen.htm

WEED (Hrsg.) (2009): Leitfaden zur Beschaffung von Computern nach sozialen und ökologischen Kriterien. Im Internet unter:
www2.weed-online.org/uploads/leitfaden.pdf

7. Das ITDZ Berlin

Das IT-Dienstleistungszentrum Berlin (ITDZ Berlin) ist zentraler IT-Dienstleister der Senatsverwaltungen, Bezirksämter und öffentlichen Einrichtungen der Hauptstadt und gehört zu den führenden kommunalen IT-Dienstleistern Deutschlands. Als Anstalt öffentlichen Rechts (AöR) finanziert sich das ITDZ Berlin mit seinen rund 450 Mitarbeitern aus seiner eigenen Leistungserbringung. Das ITDZ Berlin wird durch den Vorstand, Dipl.-Ing. Konrad Kandziora, vertreten.

Das Leistungsportfolio des ITDZ Berlin umfasst die Beratung und Unterstützung der Verwaltung bei IT-Projekten sowie bei der Beschaffung von IT- und Telekommunikationshardware und -diensten. Neben dem neuen Landesnetz, das eine integrierte Sprach- und Datenkommunikation ermöglicht, stellt das ITDZ Berlin der Berliner Verwaltung ein leistungsfähiges, energieeffizientes Data-Center (Rechenzentrum) sowie ein zentrales Druckzentrum zur Verfügung. Das ITDZ Berlin unterstützt die Hauptstadtverwaltung mit umweltgerechter IT-Infrastruktur und einem breiten Angebot an eGovernment-Diensten. Die öffentlichen Institutionen des Landes Berlin können ihre IT-Infrastruktur ohne eigene Ausschreibung über das ITDZ Berlin beziehen. Ein Online-Shop ermöglicht einen unkomplizierten Bestellvorgang.

Kontakt

IT-Dienstleistungszentrum Berlin
Unternehmenskommunikation
Telefon: +49 30 90222 (intern9222) 6014
Fax: +49 30 9028 (intern928) 3094

E-Mail: Info@itdz-berlin.de
Internet: www.itdz-berlin.de
Intranet: www.itdz.verwalt-berlin.de

