



**Computer am Arbeitsplatz:**

**Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz -  
Ratgeber für Verwaltungen**

# Impressum

## Herausgeber:

Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
info@umweltbundesamt.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de  
 /umweltbundesamt

## Autorinnen und Autoren:

Siddharth Prakash  
Dr. Andreas Köhler  
Florian Antony

Öko-Institut e.V.  
Merzhauser Straße 173  
79100 Freiburg  
Tel: ++49-(0)-761-45295-244  
E-Mail: s.prakash@oeko.de

unter Mitwirkung von  
Dr. phil. Lutz Stobbe (Fraunhofer IZM)  
Marina Proske (Technische Universität Berlin)

## Redaktion:

Umweltbundesamt  
Beratungsstelle nachhaltige Informations- und Kommunikationstechnik (Green-IT)  
Marina Köhn  
Tel.: ++49-(0) 30 8903-5422  
E-Mail: marina.koehn@uba.de

Umweltbundesamt  
Fachgebiet III 1.1: Übergreifende Aspekte des Produktbezogenen Umweltschutzes,  
Nachhaltige Konsummuster, Innovationsprogramm  
Maike Janßen  
Tel: ++49-(0) 340 2103-3385  
E-Mail: maike.janssen@uba.de

## Gestaltung:

Tobias Binnig

## Bildquellen:

Titel: ©Öko-Institut, Ilja C. Hendel, S.9: ©pixelliebe - fotolia.com

Publikation als pdf:  
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/>

Stand: 06 2016

ISSN 2363-832X (Internet)  
ISSN 2363-8311 (Print)

Die Broschüre wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit durchgeführt und mit Bundesmitteln finanziert.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>Paradigmenwechsel: Neue Ausrichtung von Green IT</b>	<b>5</b>
<b>Untersuchungsgegenstand</b>	<b>6</b>
<b>Die Ausstattung mit Mini-PC ist besonders klimaschonend und kostengünstig</b>	<b>7</b>
<b>Eine neue Strategie für Computerarbeitsplätze in Ihrer Behörde: So senken Sie Kosten und Umweltbelastung</b>	<b>9</b>
<b>Arbeitsplatzcomputer länger zu nutzen spart Kosten und ist gut für das Klima</b>	<b>10</b>
<b>Kürzere Nutzung von Notebooks erhöht Verwaltungsaufwand und Kosten</b>	<b>11</b>
<b>Rohstoffe: Recycling ist prima, löst das Problem aber nicht</b>	<b>12</b>
<b>Was sollten Sie bei der Anschaffung neuer Technik berücksichtigen?</b>	<b>13</b>
<b>Was sollten Sie in der Nutzung berücksichtigen?</b>	<b>14</b>
<b>Was sollten Sie berücksichtigen, wenn die Geräte das Nutzungsende erreicht haben</b>	<b>15</b>

## Vorwort

Weltweit steigt der Bedarf nach natürlichen Ressourcen. Damit nehmen globale Umweltprobleme zu. Wo Rohstoffe abgebaut werden, werden vielerorts zudem elementare Menschenrechte verletzt. Ein schonender Umgang mit natürlichen Ressourcen ist daher eine zentrale Herausforderung.

Computer und andere Geräte der Informations- und Kommunikationstechnik, kurz IKT genannt, tragen in besonderer Weise zur global steigenden Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen bei. Die Absatzzahlen der IKT-Produkte steigen und die Produktzyklen werden immer kürzer. Schnelle technische Innovationen und hoher Preisverfall führen dazu, dass IKT-Produkte eine immer kürzere Nutzungsdauer haben und viel zu früh durch neue Produkte ersetzt werden. Sie enthalten eine Vielzahl von Metallen, wie Gold, Silber, Palladium, Indium, Tantal, Gallium und viele weitere. Diese Rohstoffe werden mit großem Aufwand und Umweltbelastung gewonnen und verarbeitet. Der größte Teil davon geht nach der Nutzung in der globalen Wirtschaft für immer verloren - weil unsachgemäß recycelt wird oder weil es noch nicht für alle Metalle Rückgewinnungstechnologien gibt. Ökonomisch gesehen führen kürzere Nutzungsdauern von IKT-Geräten zu höheren Gesamtkosten sowie höherem Verwaltungsaufwand in den Behörden.

Vor diesem Hintergrund hat das Umweltbundesamt in einem Forschungsvorhaben gemeinsam mit dem Öko-Institut Freiburg e.V. und der TU Berlin untersucht, wie öffentliche Verwaltungen die Kosten und Umweltauswirkungen ihrer Computerarbeitsplätze reduzieren können.

Über den gesamten Lebenszyklus eines Computers gerechnet, tritt der größte Teil des Energieverbrauchs der IKT-Geräte nicht in der Nutzung, sondern in der Herstellung auf. Der Schlüssel zur Ressourcenschonung ist daher die Verlängerung der Nutzungsdauer von IKT-Produkten. Umweltentlastung und Kosteneinsparung gehen hier Hand in Hand. Daraus ergibt sich eine neue Strategie für die Ausstattung der Verwaltung mit Arbeitsplatzcomputern, die in der vorliegenden Broschüre beschrieben wird. Sie zeigt den Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern, wie sie durch die kluge Auswahl der richtigen Produkte und die gezielte Verlängerung der Nutzungsdauer sowohl Kosten sparen als auch die Umweltbelastungen verringern können.

Ich wünsche viel Erfolg bei der Umsetzung.

**Dr. Thomas Holzmann**

Vizepräsident des Umweltbundesamtes

# Paradigmenwechsel: Neue Ausrichtung von Green IT

Der sparsame Umgang mit natürlichen Ressourcen und der Klimaschutz sind allen Bundesbehörden auferlegt. Die Bundesregierung hat sich in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie<sup>1</sup>, der Digitalen Agenda 2014-2017<sup>2</sup> und im Deutschen Ressourceneffizienzprogramm<sup>3</sup> ausdrücklich verpflichtet, die natürlichen Ressourcen und das Klima zu schützen. Zudem gilt für Behörden, dass sie wirtschaftlich mit Steuermitteln umgehen müssen.

Früher hat man sich in den Bemühungen um eine umweltverträgliche Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), auch Green IT genannt, oft auf den Energieverbrauch in der Nutzung konzentriert. Die IKT-Produkte wurden in den letzten Jahren immer energieeffizienter, nicht zuletzt aufgrund umweltpolitischer Instrumente wie der europäischen Ökodesign-Richtlinie<sup>4</sup>, der ENERGY STAR Kennzeichnung<sup>5</sup> und dem Umweltzeichen Blauer Engel<sup>6</sup>. Die aktuellen Forschungsarbeiten des Umweltbundesamtes zeigen allerdings, dass die wesentlichen Umweltbelastungen durch IKT-Produkte nicht während der Nutzung, sondern während der Herstellung stattfinden. Denn die Umweltbelastungen der Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen sowie der Fertigung von mikroelektronischen Komponenten, wie bestückter Leiterplatte oder Arbeitsspeicher, lassen sich anhand von aktuellen und zuverlässigen Daten viel präziser einschätzen.

Das Umweltbundesamt hat untersucht, wie Behörden und andere Verwaltungen die hohe Umweltbelastung der Arbeitsplatzcomputer reduzieren und dabei gleichzeitig Kosten sparen können. Die vorliegenden Ergebnisse und Empfehlungen basieren auf dem Forschungsvorhaben „Ökologische und ökonomische Aspekte beim Vergleich von Arbeitsplatzcomputern (APC) für den Einsatz in Behörden unter Einbeziehung des Nutzerverhaltens“ (**Öko-APC**), das das Öko-Institut e.V. und die TU Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes durchführten.<sup>7</sup>

Lange Nutzung schont

die Umwelt

und spart Kosten

**Das Ergebnis: Die Ausstattung mit Mini-PC ist besonders klimaschonend und kostengünstig. Umweltbelastung und Kosten hängen aber ganz wesentlich von der Nutzungsdauer der Geräte ab. Je länger die Nutzungsdauer, desto kostengünstiger und desto klima- und ressourcenschonender. Eine lange Nutzungsdauer spart Haushaltsmittel und reduziert gleichzeitig die Umweltbelastung.**

1 Nationale Nachhaltigkeitsstrategie: [http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Nachhaltigkeitsstrategie/\\_node.html](http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Nachhaltigkeitsstrategie/_node.html)

2 Digitale Agenda 2014 -2017: [http://www.digitale-agenda.de/Webs/DA/DE/Home/home\\_node.html](http://www.digitale-agenda.de/Webs/DA/DE/Home/home_node.html)

3 Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess): <http://www.bmub.bund.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen/ressourceneffizienz/progress-das-deutsche-ressourceneffizienzprogramm/>

4 Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte; VERORDNUNG (EU) Nr. 617/2013 DER KOMMISSION vom 26. Juni 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Computern und Computerservern

5 Energy Star: <https://www.energystar.gov/>

6 Das Umweltzeichen, Blauer Engel: [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)

7 Prakash, S.; Antony, F.; Köhler, A.; Liu, R.; Schlösser, A.; Proske, M.; Stobbe, L.; Schischke, K.; Zedel, H.; Ökologische und ökonomische Aspekte beim Vergleich von Arbeitsplatzcomputern für den Einsatz in Behörden unter Einbeziehung des Nutzerverhaltens (Öko-APC), Öko-Institut e.V. in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin, Forschungskennzahl (UFOPLAN) FKZ 3712 95 301 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau



# Untersuchungsgegenstand

In einem ersten Schritt wurden die Umweltauswirkungen und Kosten für die drei Ausstattungsvarianten miteinander verglichen:

- Computerarbeitsplatz mit Desktop-PC: Desktop-PC + externer Monitor + externe Tastatur + Maus
- Computerarbeitsplatz mit Notebook: Notebook (mit integriertem Monitor) + externer Monitor + Docking-Station + externe Tastatur + Maus
- Computerarbeitsplatz mit Mini-PC: Mini-PC + externer Monitor + externe Tastatur + Maus

Für die Untersuchung wurde der Betrachtungszeitraum von zehn Jahren ausgewählt (2014-2023), um mittel- bis

langfristige Effekte aufgrund von unterschiedlichen Nutzungsdauern von IT-Geräten besser im Blick zu behalten. Je nach der angenommenen Nutzungsdauer der einzelnen Varianten und Komponenten müssen unterschiedlich häufig neue Geräte beschafft werden, gegebenenfalls anteilig. Die Nutzungsdauer der verschiedenen IT-Geräte wurde gemäß den Empfehlungen des IT-Rates vom Dezember 2013 angenommen<sup>8</sup>. Reparatur und Aufrüstung konnten aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht einbezogen werden. Allerdings wurden sie in einer Sensitivitätsanalyse über den Vergleich einer dreijährigen mit einer sechsjährigen Notebooknutzung berücksichtigt.

Tabelle 1

## Nutzungsdauer von IT-Geräten auf Basis der Empfehlungen des IT-Rates im Betrachtungszeitraum 2014-2023

IT-Gerät	Beschaffungszyklus	Angenommene Nutzungsdauer
Desktop-PC	Beschaffungszyklus 1	5 Jahre
	Beschaffungszyklus 2	5 Jahre
Notebook	Beschaffungszyklus 1	3 Jahre
	Beschaffungszyklus 2	3 Jahre
	Beschaffungszyklus 3	3 Jahre
	Beschaffungszyklus 4 <sup>9</sup>	1 Jahr
Mini-PC	Beschaffungszyklus 1	5 Jahre
	Beschaffungszyklus 2	5 Jahre
Monitor	Beschaffungszyklus 1	5 Jahre
	Beschaffungszyklus 2	5 Jahre

Für die Untersuchung der Umweltbelastungen wurden die Emissionen und die Inanspruchnahme von Ressourcen in allen Lebensphasen der Geräte, sprich Rohstoffgewinnung, Herstellung, Transport, Nutzung und Recycling bzw. Entsorgung, einbezogen. Der Schwerpunkt der Umweltbilanzierung lag auf den Treibhausgasemissionen, die für den Klimawandel verantwortlich sind. Es wurden zusätzlich weitere Umweltauswirkungen untersucht, die in dieser Broschüre nicht dargestellt sind. Die Ergebnisse weisen in dieselbe Richtung wie die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen. Für den

Kostenvergleich zwischen drei Ausstattungsvarianten wurde der Ansatz der Lebenszykluskosten angewendet.

Die Ausstattung mit Thin Clients oder Zero Clients ist eine weitere Variante, die auch von Behörden zunehmend genutzt wird. Damit ein Thin Client die gleichen Aufgaben erfüllen kann wie ein herkömmlicher Arbeitsplatzcomputer, muss er jedoch auf Server und Speichermedien zugreifen, die in der Regel in einem Rechenzentrum stehen. Wenn man die Kosten und Umweltauswirkungen von Arbeitsplätzen mit Thin Clients

<sup>8</sup> Beschluss des Rats der IT-Beauftragten der Ressorts vom 6. Dezember 2013 - Richtlinie zur Nutzungsdauer, Aussonderung und Verwertung von IT-Geräten und Software (Beschluss Nr. 2013/7); [http://www.cio.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Bundesbeauftragter-fuer-Informationstechnik/IT\\_Rat\\_Beschluesse/beschluss\\_07\\_2013\\_download.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.cio.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Bundesbeauftragter-fuer-Informationstechnik/IT_Rat_Beschluesse/beschluss_07_2013_download.pdf?__blob=publicationFile); Zugriff: 06.10.2015

<sup>9</sup> Für den vierten Beschaffungszyklus wurde das Notebook nur anteilig (1/3) angerechnet.

vollständig erfassen will, muss man die Herstellung, den Betrieb und die Entsorgung der Rechenzentren und der Infrastruktur (anteilig) einbeziehen. Daten für die Berechnung der Umweltauswirkungen für Rechenzentren stehen aber noch nicht in zufriedenstellender Qualität zur Verfügung. Diese Variante musste hier daher noch ausgeklammert werden.

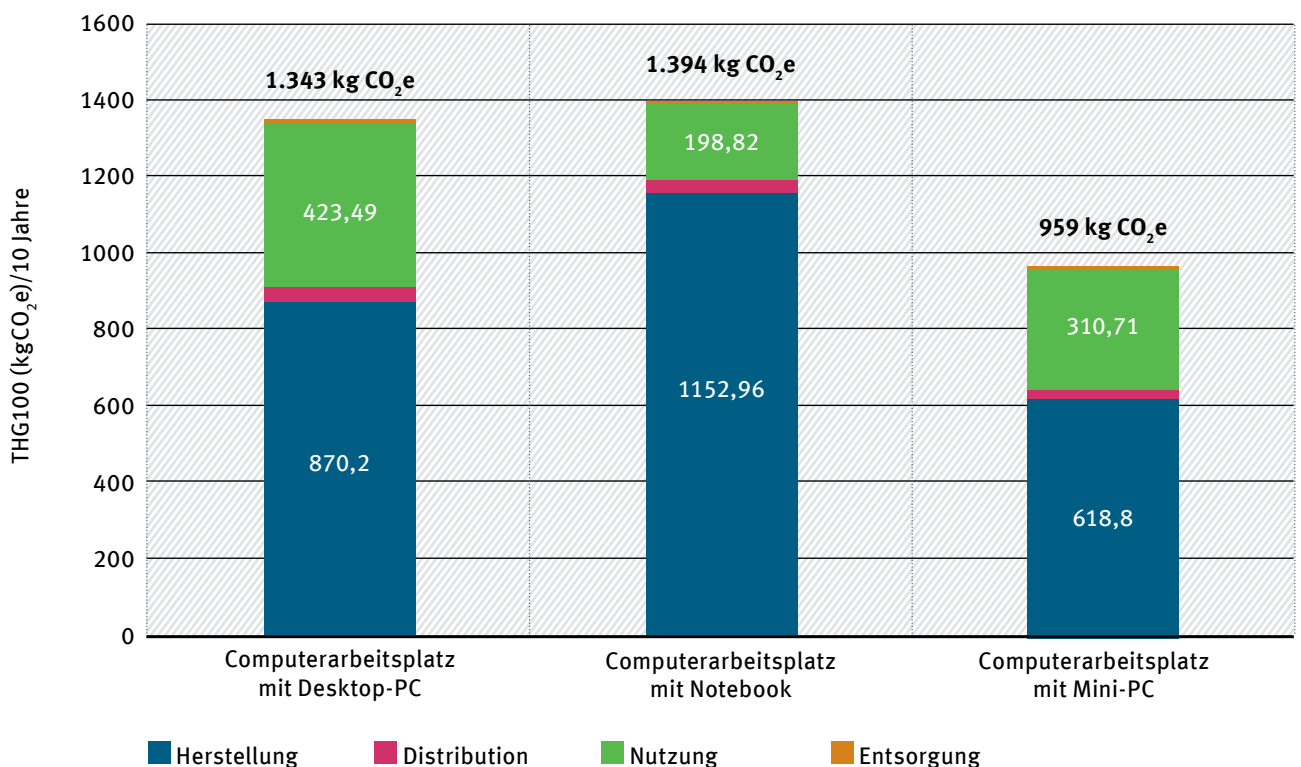
Die Lebenszyklusanalyse und die Datengrundlagen sind ausführlich im Abschlussbericht zu dem Forschungsvorhaben „Öko-APC“<sup>10</sup> beschrieben, das dieser Broschüre zu Grunde liegt.

## Die Ausstattung mit Mini-PC ist besonders klimaschonend und kostengünstig

Für den Klimaschutz und für den Haushalt haben die Untersuchungen eindeutig das gleiche Ergebnis: Die Ausstattung mit Mini-PC ist die beste Lösung. Insgesamt hat ein Computerarbeitsplatz mit Mini-PC über zehn Jahre gerechnet die geringsten Treibhausgasemissionen (959 kg CO<sub>2</sub>e) und ist somit ökologisch die sinnvollste Variante.

Abbildung 1

### Vergleich des gesamten Treibhausgaspotenzials (THG100) der drei Computerarbeitsplätze, aufgeschlüsselt nach Lebenszyklusphasen (Werte gerundet, ohne Recyclinggutschriften)



10 vgl. Fußnote 7, Seite 5

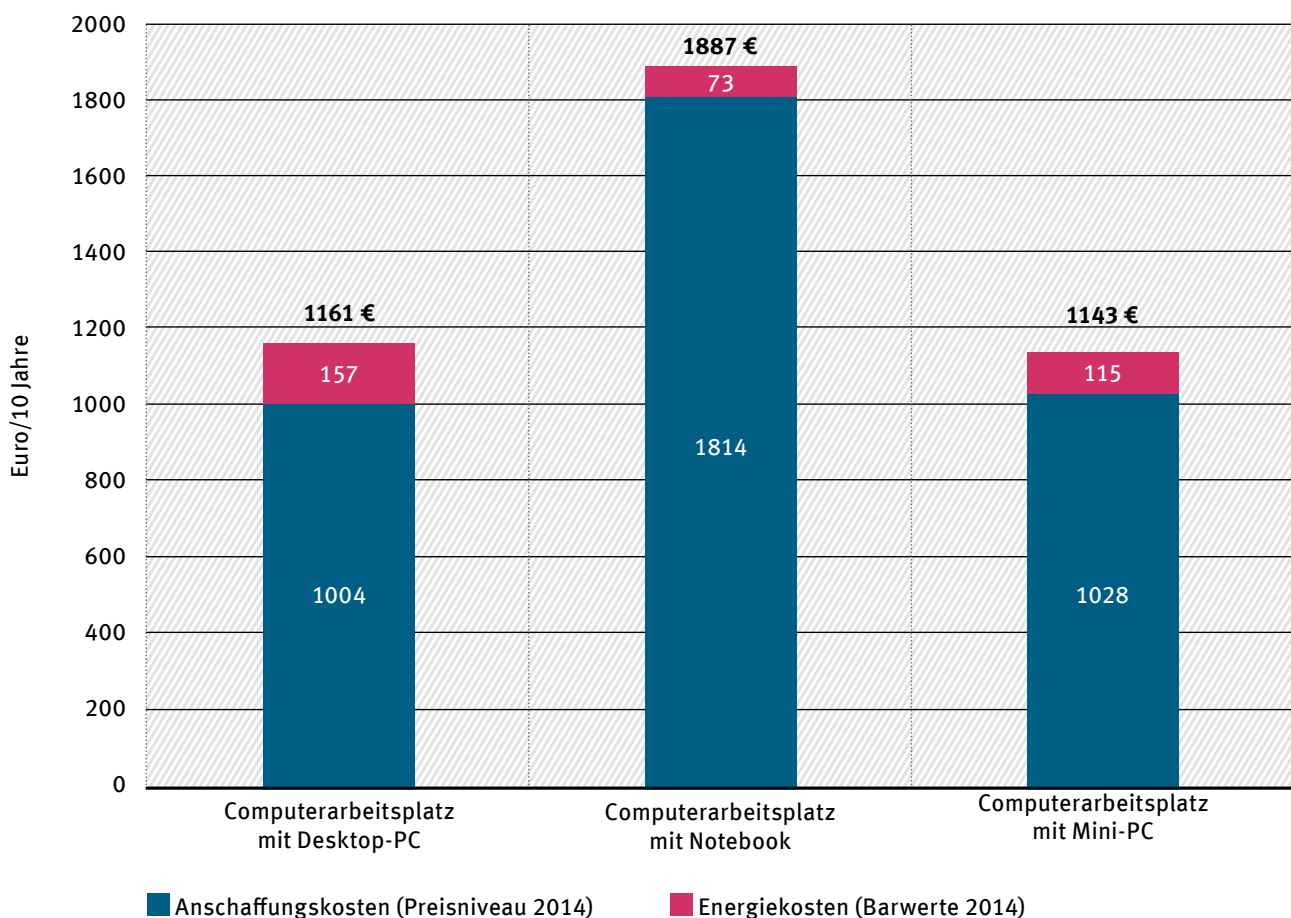
Desktop-PCs verursachen höhere Treibhausgasemissionen als Mini-PCs, weil sie in der Nutzung weniger effizient und in der Herstellung aufwändiger sind. Die hohen Treibhausgasemissionen des Computerarbeitsplatzes mit Notebook haben ihre Ursache vor allem in der kurzen Nutzungsdauer von Notebooks - nur drei Jahre statt fünf Jahre wie bei den anderen Geräten. Zwar sind Notebooks im Betrieb sparsamer als Desktop-PCs, aber durch die häufigere Neubeschaffung werden insgesamt mehr Treibhausgase emittiert als bei Desktop-PCs.

Die Herstellung von IKT-Geräten verursacht den größten Teil der klimaschädlichen Emissionen, deshalb schlagen häufige Neubeschaffungen besonders stark zu Buche. Die Herstellung macht 64% bis 83% der gesamten Treibhausgasemissionen eines Arbeitsplatzcomputers aus.

Ein Computerarbeitsplatz mit Mini-PC ist nicht nur umweltschonendste, sondern auch die wirtschaftlichste Variante.

Abbildung 2

### Vergleich der Lebenszykluskosten der drei Computerarbeitsplätze



Energiesparsamere Komponenten und somit der geringe Stromverbrauch sowie eine Nutzungsdauer von fünf Jahren führen zu den niedrigsten Lebenszykluskosten bei Computerarbeitsplätzen mit Mini-PC unter den untersuchten Varianten. Der Vorteil gegenüber dem Desktop-PC ist jedoch nicht groß, da sich die Kaufpreise nur sehr geringfügig unterscheiden. Der Kaufpreis ist deswegen entscheidend. Für die Berechnung von Lebenszykluskosten wurden die durchschnittlichen Kosten aus dem Kaufhaus des Bundes für die Arbeitsplatzlösungen zu-

grunde gelegt: für Desktop-PCs einen Kaufpreis von ca. 312 €, für Mini-PC ca. 324 € und für Notebooks 431,16 € (jeweils Bruttopreise). Die Ausstattung mit einem Notebook hat wegen der kürzeren Nutzungsdauer und des vergleichsweise hohen Anschaffungspreises die höchsten Lebenszykluskosten und belastet das Klima stärker als die Ausstattung mit Mini-PC oder Desktop-PC.

Deshalb wird ausdrücklich empfohlen: Statten Sie stationäre Arbeitsplätze mit Mini-PCs aus.



# Eine neue Strategie für Computerarbeitsplätze in Ihrer Behörde: So senken Sie Kosten und Umweltbelastung



## 1: Erhöhung der Nutzungsdauer

Alle Arbeitsplatzcomputer, stationär und mobil, sollten eine Mindestnutzungsdauer von 6 Jahren haben.

## 2: Qualität und Haltbarkeit als Kernanforderung der öffentlichen Beschaffung

Die Berücksichtigung von Umweltkriterien bei der Anschaffung garantiert gute Qualität und Haltbarkeit von Arbeitsplatzcomputern. Die Beschaffungsleitfäden des Umweltbundesamtes und die Kriterien des Blauen Engel sind eine gute Orientierungshilfe. Damit kann eine Mindestnutzungsdauer von 6 Jahren möglichst ohne Reparaturen realisiert werden.

## 3: Vorausschauende Beschaffung zur Vermeidung von häufigen Gerätewechseln

Bei einer Neuanschaffung sollte stets abgeschätzt werden, ob die zum Kauf erwogenen Arbeitsplatzcomputer den Ansprüchen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie der Software und Betriebssysteme auch in den nächsten 6 Jahren noch genügen werden.

## 4: Bedarfsgerechte Ausstattung des Computerarbeitsplatzes

Wenn es sich um einen rein stationären Arbeitsplatz handelt, sollte ein Mini-PC genutzt werden. Nur wenn die Arbeit auch mobil erfolgen muss, sollte ein Notebook zum Einsatz kommen.

## 5: Kaskadennutzung als Mittel zur Verlängerung der Nutzungsdauer

Eine weitere Nutzung der funktionstüchtigen Arbeitsplatzcomputer nach dem Nutzungsende sollte grundsätzlich angestrebt und in entsprechenden Verwaltungsvorschriften geregelt werden.

## 6: Beschaffung von wiederaufbereiteten Geräten

In den Beschaffungsprozess sollen auch gebrauchte und wieder aufgearbeitete Geräte einbezogen werden, um die Nachfrage der ReUse-Märkte zu stärken.

**So verringern Sie die**

**Umweltauswirkungen**

**und die Kosten Ihrer**

**Computerarbeitsplätze**

# Arbeitsplatzcomputer länger zu nutzen spart Kosten und ist gut für das Klima

Auch wenn neue Gerätegenerationen energieeffizienter als die älteren Geräte sind, sollte man die Hardware nicht vorzeitig austauschen. Das lässt sich am Beispiel des Computerarbeitsplatzes mit Notebook erläutern. Dort wurde der Einfluss einer Verlängerung der Notebooknutzungsdauer von 3 auf 6 Jahre auf die Umwelt- und Kostenbilanz untersucht. Es wurde angenommen, dass bei der Hälfte der Notebooks nach drei Jahren der Arbeitsspeicher von 4 auf 8 GByte aufgerüstet, der Akku erneuert und die ursprüngliche HDD gegen SSD ausgetauscht wird. Obwohl SSD, Motherboard und Speichermodule zusammen mehr als 84% der herstellungsbedingten Treibhausgasemissionen eines Notebooks ausmachen, lohnt sich diese Aufrüstung aus Sicht des Klimaschutzes.

Bei den Arbeitsplätzen mit Notebooks ist der Effekt der Nutzungsdauer auf die Treibhausgasemissionen und auf die Lebenszykluskosten besonders deutlich zu sehen. Nutzt man das Notebook sechs statt drei Jahre, dann verringern sich die Treibhausgasemissionen und die Lebenszykluskosten um rund 28%. Das bedeutet eine Ersparnis von 390 kg CO<sub>2</sub>e und 527 € in zehn Jahren. Diese Einsparungen der Treibhausgasemissionen sowie der Kosten treten selbst dann ein, wenn Komponenten aufgerüstet oder neu angeschafft werden müssen.

Abbildung 3

## Ökologischer Vergleich von Computerarbeitsplätzen mit unterschiedlich lang genutzten Notebooks

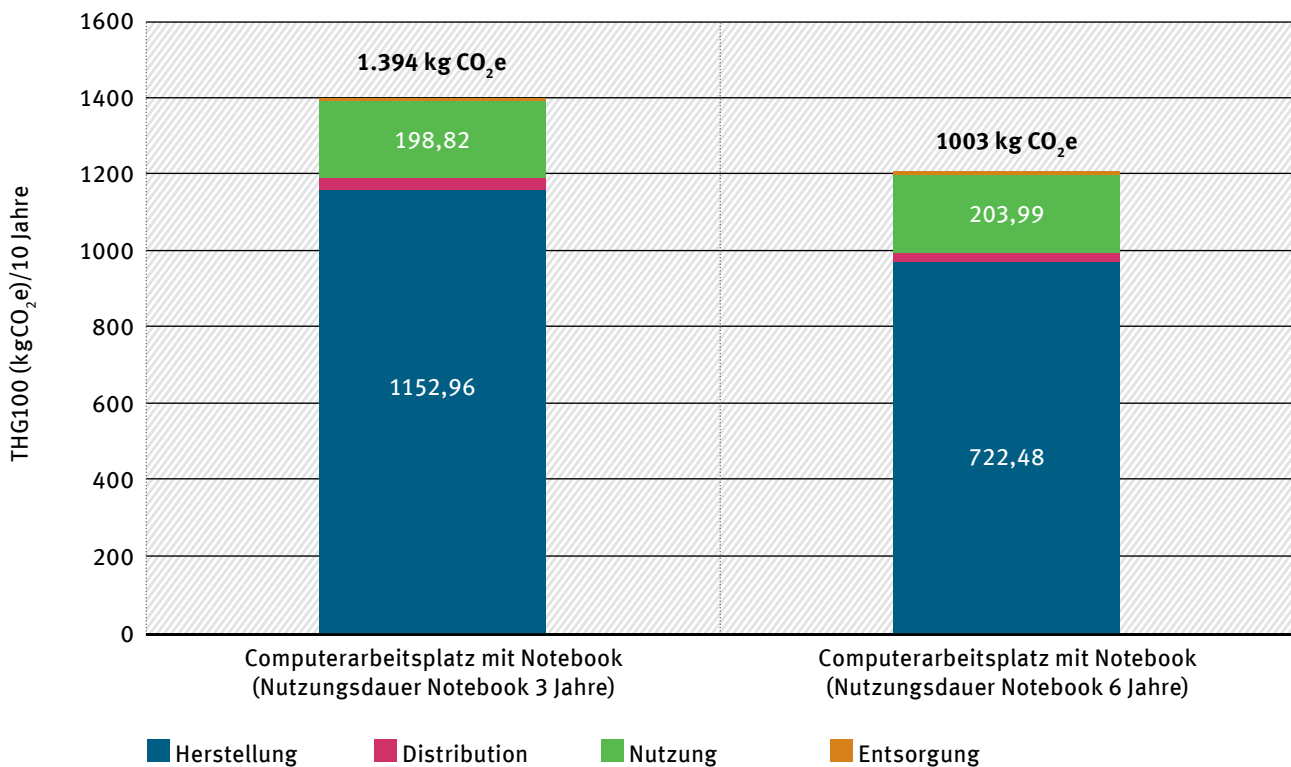
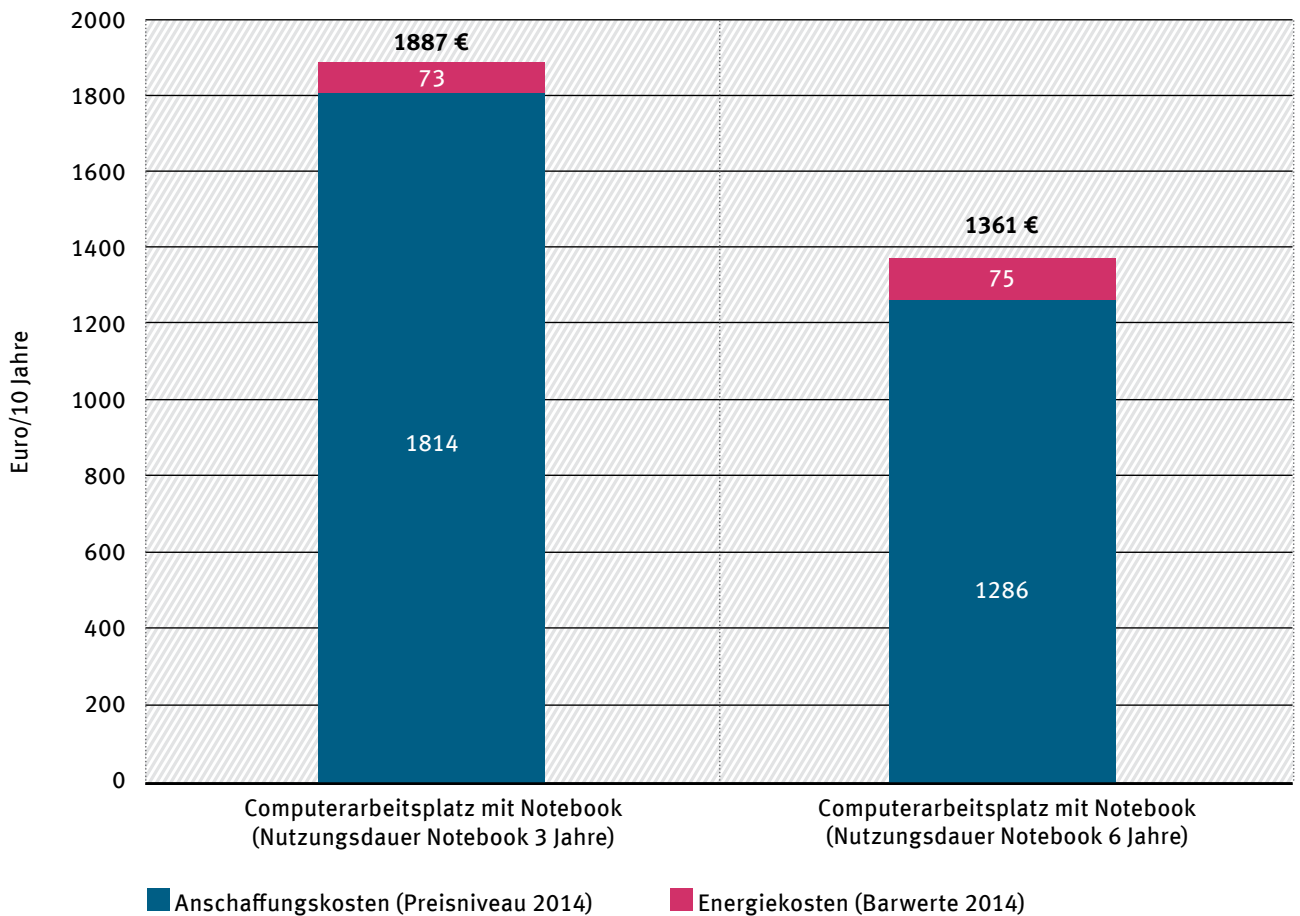


Abbildung 4

## Ökonomischer Vergleich zwischen zwei Computerarbeitsplätzen mit Notebooks mit unterschiedlich hoher Nutzungsdauer von Notebooks



Bei einem Anteil von 33% der Computerarbeitsplätze mit Notebooks in der Bundesverwaltung ließen sich ca. 95 Millionen Euro und Treibhausgasemissionen von

71.000 Tonnen CO<sub>2</sub>e in 10 Jahren einsparen, wenn die Nutzungsdauer von Notebooks von 3 auf 6 Jahre verlängert würde.

## Kürzere Nutzung von Notebooks erhöht Verwaltungsaufwand und Kosten

Längere Nutzungszeiten senken die Kosten, die Umweltbelastung, den Personalaufwand und den Ressourcenverbrauch. Die AG Green-IT hat auf Basis einer Erhebung bei mehreren Behörden der Bundesverwaltung beispielhaft die Beschaffung von 500 Notebooks aus einem Rahmenvertrag simuliert, um den Verwaltungsaufwand für die Beschaffung von IKT-Geräten zu schätzen. In diesem Beispielszenario entsteht ein durchschnittlicher Aufwand von 141,76 Personentagen pro Beschaffungszyklus und Kosten in Höhe von 21.006,53 Euro für 500 Notebooks. Im Zeitraum von 10 Jahren werden

bei einer Nutzungsdauer von 3 Jahren 3,33 Lebenszyklen durchlaufen. Dies verursacht einen Aufwand von insgesamt 472,07 Personentagen und Kosten in Höhe von 69.951,73 Euro. Bei einer höheren Nutzungsdauer von 6 Jahren werden im selben Zeitraum nur 1,67 Beschaffungszyklen mit einem Verwaltungsaufwand von 236,74 Personentagen und Kosten in Höhe von insgesamt 35.080,90 Euro verursacht. Dies entspricht einer Verringerung der Aufwände um mehr als 235 Personentage und einer Einsparung der Kosten um fast 35.000,00 Euro.

# Rohstoffe: Recycling ist prima, löst das Problem aber nicht

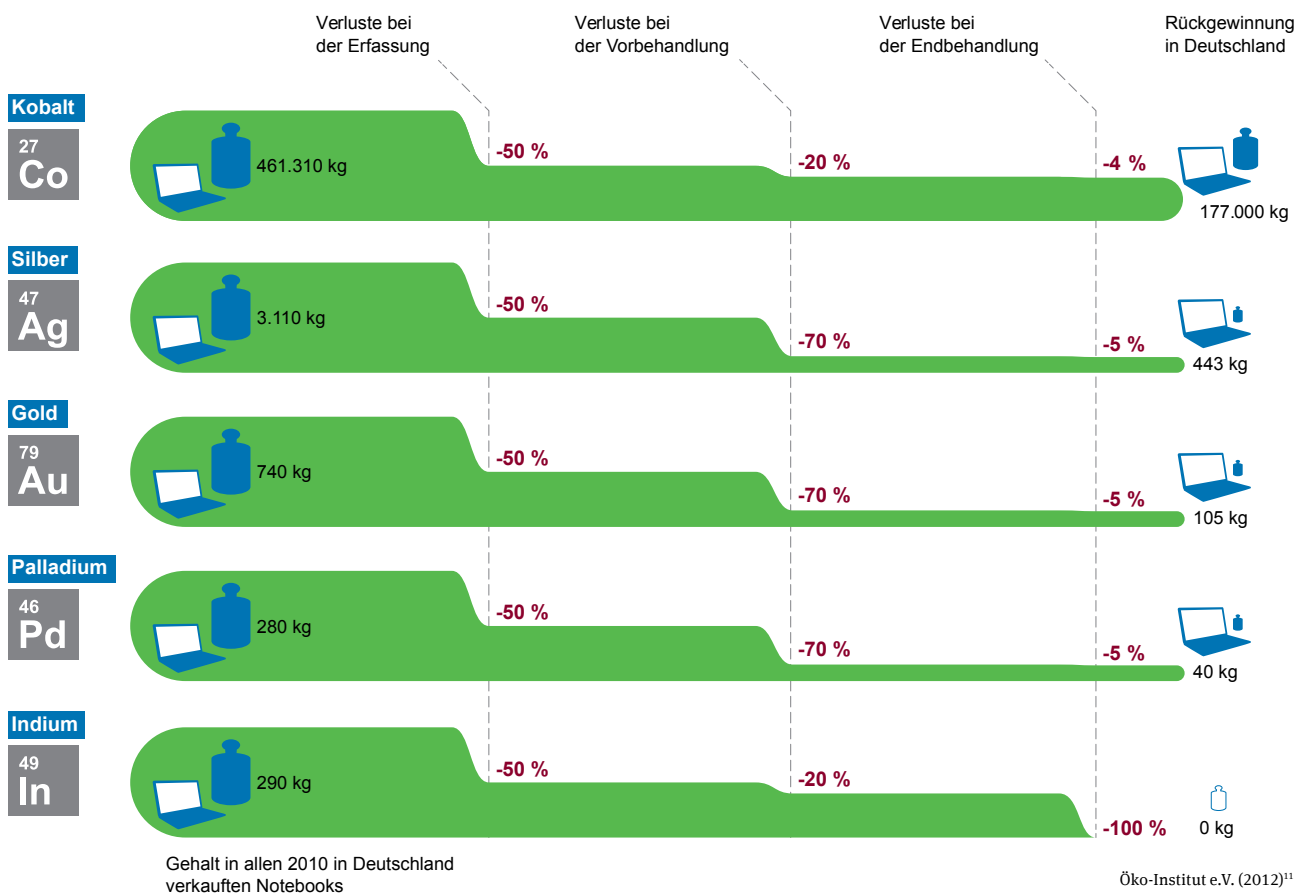
Nach dem gegenwärtigen Stand der Recyclingtechnik in Deutschland gehen die in den IKT-Geräten enthaltenen Metalle beim Recycling zum größten Teil verloren, wie die Abbildung 5 am Beispiel von Notebooks zeigt. Diese Metalle sind überwiegend in den Mikroelektronikkomponenten verbaut, wie Arbeitsspeicher, Motherboard und SSDs. Diese Metalle müssen dann bei der Neuher-

stellung wieder primär abgebaut werden, was mit hohen ökologischen und sozialen Kosten verbunden ist. Das bedeutet: Auch mit vollständiger Sammlung und den besten Recyclingverfahren gehen zwangsläufig Rohstoffe verloren, wenn IKT-Produkte ausgetauscht und verwertet werden.

## Lange Nutzung schont Rohstoffe

Abbildung 5

### Rückgewinnung von wichtigen Rohstoffen am Beispiel von Notebooks (Deutschland)



11 Buchert, M., Manhart, A., Bleher, D., Pingel, D. (2012): Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten, LANUV-Fachbericht 38, Öko-Institut e.V. im Auftrag des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen 2012; [http://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx\\_commercedownloads/30038.pdf](http://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/30038.pdf)

## Was sollten Sie bei der Anschaffung neuer Technik berücksichtigen?

- **Die Nutzung berücksichtigen:** Bei der Beschaffung von Arbeitsplatzcomputern sollten noch viel stärker als bisher die reale Anwendung und die Nutzungsintensität berücksichtigt werden. Heute gibt es ein großes Spektrum an stationären und mobilen PCs unterschiedlichster Konfiguration. Prinzipiell gilt: Je umfangreicher die Ausstattung beispielsweise mit Prozessorleistung, Arbeitsspeicher, Grafikkarte und Netzwerkschnittstellen ist, desto größer ist die resultierende Umweltlast. Ein Notebook sollte nur dann zum Einsatz kommen, wenn der Arbeitsplatz eine mobile Nutzung erfordert.
- **Mini-PC für einen stationärer Arbeitsplatz:** Wenn es sich um einen rein stationären Arbeitsplatz handelt, richten Sie ihn mit einem Mini-PC ein. Mini-PCs sind in der Regel mit sparsamer Mobiltechnologie ausgestattet und verbrauchen in der Nutzung ähnlich wenig Strom wie vergleichbare Notebooks. Außerdem sind sie aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichts und weil sie keinen integrierten Bildschirm und Akku besitzen, deutlich material- und ressourcensparender als Desktop-PCs und Notebooks. Nicht zuletzt haben sie, verglichen mit Desktop-PCs und Notebooks, die geringsten Lebenszykluskosten. Und für die allermeisten Büroanwendungen ist ein Mini-PC völlig ausreichend.
- **Lange Nutzungsdauer planen:** Die Herstellung macht zwischen 64% und 83% der Gesamttreibhausgasemissionen eines Arbeitsplatzcomputers aus. Bei der Neubeschaffung sollten Sie daher stets abschätzen, ob die zum Kauf erwogenen Geräte auch noch Ihren Leistungsansprüchen in den nächsten Jahren genügen werden. Wenn Ihre Ansprüche und Anforderungen in den nächsten Jahren steigen sollten, ist es auch aus Sicht des Umweltschutzes wesentlich besser, höherwertige Geräte mit besserer Konfiguration und Ausstattung zu beschaffen.
- **Blauer Engel:** Verlangen Sie, dass die neuen Geräte die Kriterien des Blauen Engels<sup>12</sup> erfüllen. Damit erfüllt das Produkt hohe Anforderungen an die Haltbarkeit, Aufrüstbarkeit und Reparaturfreundlichkeit und der Hersteller garantiert die Verfügbarkeit von Ersatzteilen. Zudem sind Geräte mit dem „Blauen Engel“ leise und sparsam im Betrieb.
- **Strenge Anforderungen an die Qualität und Haltbarkeit der mobilen Geräte:** Die mobile Nutzung belastet IKT-Geräte durch Transport, wechselnde Witterungsbedingungen und sonstige Umwelteinflüsse spürbar und verkürzt die Lebensdauer. Fordern Sie aus diesem Grund den Nachweis einer externen, unabhängigen Prüfinstitution an, dass die zu beschaffenden mobilen Geräte umfassende Haltbarkeitsprüfungen bestanden haben. Eine gute Grundlage bildet die Norm IEC 60068, worin Testbedingungen für Temperaturstress, Bildschirmbelastbarkeit, Sturz, Vibrations- und Schockwiderstand definiert werden.
- **Hochwertige Akkus anfordern:** Das Ende einer Akkulebensdauer führt in vielen Fällen zum Ende der Produktlebensdauer. Deshalb sollen Akkus auf gar keinen Fall verklebt, verlötet oder fest verbaut werden. Als Mindestanforderung definieren Sie, dass

Für die meisten stationären

Nutzungen ist ein Mini-PC

technisch ausreichend

und aus ökologischer

sowie wirtschaftlicher

Sicht die beste Option

<sup>12</sup> Empfehlungen für Ausschreibungen des Umweltbundesamtes: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltfreundliche-beschaffung/empfehlungen-fuer-ihre-ausschreibung>

der professionelle Endnutzer oder ein unabhängiger Fachbetrieb den Akku mit Standardwerkzeugen entnehmen kann. Die Akkukapazität nimmt auch ohne Nutzung während der Lagerung ab. Beschaffen Sie daher keine Austausch-Akkus „auf Vorrat“. Darüber hinaus sollten Akkus mindestens 80% der angegebenen Originalkapazität nach 750 Ladezyklen beibehalten. Lassen Sie den Hersteller diese Angabe von einer externen, unabhängigen Institution bestätigen. Das Prüfverfahren zur Messung der Zyklenfestigkeit wird in der Norm IEC EN 61960 beschrieben.

- **Lange Garantien und Dienstleistungsverträge:** Ausfälle bei IKT-Geräten können vielfältige Ursachen haben. Defekte innerhalb einer erwarteten Lebensdauer komplett auszuschließen ist nicht möglich. IT-Abteilungen wünschen sich, dass möglichst wenige Frühausfälle auftreten und Defekte schnell behoben werden können, damit der Betrieb ungehindert weiter laufen kann. Verlangen Sie eine Mindestgarantie von 3 Jahren von Ihrem Anbieter. Die Garantie soll nicht nur Reparaturen oder Ersatz umfassen, sondern auch Vor-Ort-Wiederinstandsetzung von Geräten innerhalb von 1 bis 2 Werktagen. Achten Sie darauf, dass Akkus von der angebotenen Garantie abgedeckt sind.

## Was sollten Sie in der Nutzung berücksichtigen?

- **Lange Nutzungsdauer:** Nutzen Sie die Geräte mindestens sechs Jahre. Die Nutzungsdauer ist entscheidend für die Umweltauswirkungen Ihrer Arbeitsplatzcomputer und die Lebenszykluskosten. Übrigens: Auch wenn neue Gerätegenerationen energieeffizienter als die älteren Geräte sind, sollte man die Hardware nicht vorzeitig austauschen. Die Energieeinsparungen in der Nutzung sind so gering, dass sie die hohen Treibhausgasemissionen in der Herstellung nicht rechtfertigen. Sie müssten die neuen Geräte viele Jahrzehnte nutzen, bis sich der Aufwand für die Herstellung gelohnt hätte.
- **Energiesparender Betrieb:** Arbeitsplatzcomputer inklusive Monitore verfügen heute über anspruchsvolle Energiesparoptionen, die bei der Installation geprüft und aktiviert werden sollten. Der Energiesparmodus soll nach zehn oder weniger Minuten aktiv werden. Der Monitor braucht mindestens so viel Energie wie der Computer, daher achten Sie auch auf automatische Monitoreinstellungen für die Helligkeitsregelung und das automatische Ausschalten. Nutzen Sie vorinstallierte Eco-Modes und informieren Sie Ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter über diese Features. Überprüfen Sie diese Maßnahmen regelmäßig, um fehlerhafte Einstellungen zu korrigieren.
- **Lange Akkulebensdauer:** Ein schonender Umgang mit dem Akku ist für eine langjährige Nutzung von Notebooks entscheidend. Die Lebensdauer eines Lithium-Akkus kann verlängert werden, wenn der

Akku nicht vollständig bis 100% aufgeladen und nicht komplett auf 0% entladen wird. Einen Memory-Effekt wie bei NiCd-Akkus gibt es bei Lithium-Akkus nicht. Akku und Notebook sollten keinen hohen Temperaturen ausgesetzt werden. Vermeiden Sie direkte Sonneneinstrahlung und hohe Temperaturen, beispielsweise im Auto. Laden bei hohen Temperaturen ist besonders schädlich, deshalb sollten mobile Geräte möglichst in ausgeschaltetem Zustand geladen werden. Sorgen Sie dafür, dass die Lüftungsschlitze des Notebooks frei bleiben. Wenn das Notebook in der Dockingstation genutzt wird, sollte man den Akku möglichst herausnehmen und etwa halb geladen bei Raumtemperatur lagern. Vermeiden Sie aber Tiefentladungen.

- **Vorsorgende Wartungsarbeiten:** Arbeitsplatzcomputer sollten in Abständen von etwa 18 Monaten gewartet werden. Insbesondere sollten die Lüftungsschlitze entstaubt und die Lüfter und Platinen gereinigt werden. Des Weiteren sollten die Steckverbindungen sowie die Ladekapazität des Akkus regelmäßig geprüft werden.
- **Motivation der Nutzer:** Beziehen Sie die Nutzerinnen und Nutzer ein. Das erhöht die Akzeptanz, besonders bei der Planung der Energieoptionen. Die Einstellungen müssen so sein, dass die Nutzerinnen und Nutzer in ihren Arbeitsabläufen möglichst wenig gestört werden.





## Was sollten Sie berücksichtigen, wenn die Geräte das Nutzungsende erreicht haben

- **Datenlöschung sicherstellen:** Die Aufarbeitung und Wiederverwendung von Arbeitsplatzcomputern dient der Schonung natürlicher Ressourcen. Eine wesentliche Bedingung hierfür ist die vollständige Löschung aller Datenspeicher, sowohl magnetischer Festplatten (HDD) als auch halbleiterbasierter Festspeicher (SSD/Flash). Es existieren für diesen Zweck vielfältige Softwaretools. Allerdings haben die meisten dieser Überschreibprogramme technische Grenzen. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) verweist daher zu Recht darauf, dass nicht alle dieser Werkzeuge vollständig und zuverlässig löschen können<sup>13</sup>. Die Hersteller von Festspeichern bieten vorinstallierte Löschroutinen an, die bei Bedarf aktiviert werden können. Das BSI empfiehlt, diese mit Überschreibprogrammen zu kombinieren. Die verfügbaren Softwaretools werden regelmäßig durch das BSI und durch Fachzeitschriften bewertet. Es empfiehlt sich zudem, mit einem geeigneten Dienstleister zu kooperieren, um eine fachgerechte Datenlöschung sicherzustellen.
- **Eine weitere Nutzung der Altgeräte fördern:** Wenn Ihre Arbeitsplatzcomputer das Ende der Nutzungsdauer erreicht haben, ist es aus Sicht des Umweltschutzes zu empfehlen, diese Geräte einer Zweitnutzung zuzuführen. Dafür kommt eine unentgeltliche oder verbilligte Abgabe an Schulen oder gemeinnützige Einrichtungen in Frage. Alternativ können Sie Ihren Hardwarelieferanten oder Auftragnehmer dazu verpflichten, nach dem Ende der Nutzungsdauer eine Weiternutzung zu gewährleisten. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Dienstleistungsverträge mit professionellen Wiederaufbereitern wie z.B. mit ReUse e.V., AfB oder vergleichbaren Einrichtungen zu schließen, in denen eine Weiternutzung klar geregelt ist. Nicht zuletzt gibt es das Verwertungsunternehmen des Bundes ([www.vebeg.de](http://www.vebeg.de)), das Altgeräte weiterverkauft. Prüfen Sie auch, ob eine Weiternutzung im eigenen Haus möglich ist.
- **Beachten Sie die Ressourceneffizienz auch bei der Entsorgung:** Wenn Ihre Arbeitsplatzcomputer wirklich nicht mehr nutzbar sind und auch keine Weitergabe an Re-Use-Unternehmen in Frage kommt, sollten Sie für die Verwertung der Arbeitsplatzcomputer nur Fachbetriebe auswählen, die anspruchsvolle und nachweislich ressourcenschonende Konzepte zur Vorbehandlung bieten.

<sup>13</sup> BSI Webseite „So löschen Sie Daten richtig“ im Internet: [https://www.bsi-fuer-buerger.de/BSIFB/DE/Empfehlungen/RichtigLoeschen/richtigloeschen\\_node.html](https://www.bsi-fuer-buerger.de/BSIFB/DE/Empfehlungen/RichtigLoeschen/richtigloeschen_node.html)



► **Diese Broschüre als Download**  
[www.uba.de/publikationen](http://www.uba.de/publikationen)

 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](http://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [www.twitter.com/umweltbundesamt](http://www.twitter.com/umweltbundesamt)