



**POSITION // JUNI 2016**

# **Paradigmenwechsel in der Green-IT notwendig!**

## **Nutzungsdauer von Arbeitsplatz- computern in der Bundesverwaltung – Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz**

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
[info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 /umweltbundesamt.de  
 /umweltbundesamt

**Autor und Autorin:**

Siddharth Prakash  
Öko-Institut e.V.  
Bereich Produkte und Stoffströme  
Merzhauser Str. 173, 79100 Freiburg  
Telefon +49 (0)761 / 45295-244

Marina Köhn  
Umweltbundesamt  
Beratungsstelle nachhaltige Informations- und  
Kommunikationstechnik (Green-IT)  
Postfach 33 00 22, 14193 Berlin  
Telefon +49 (0)30 / 8903-5422

**Gestaltung:**

Umweltbundesamt

**Publikationen als pdf:**

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/>

**Bildquellen:**

Titelbild: Lincoln Rogers / Fotolia.de

Stand: Juni 2016

ISSN 2363-8273

# Inhalt

<b>Anlass</b>	<b>4</b>
<b>Konsequenzen der reduzierten Nutzungsdauer der IKT-Geräte in den Bundesverwaltungen</b>	<b>5</b>
Befund 1: Computerarbeitsplatz mit Mini-PC ist die beste Variante für Umwelt und Haushalt	6
Befund 2: Notebooks kürzer zu nutzen, belastet die Umwelt und führt zu hohen Kosten	9
Befund 3: Eine kürzere Mindestnutzungsdauer von Notebooks verursacht zusätzlichen Verwaltungsaufwand und somit zusätzliche Kosten	11
Befund 4: Eine verkürzte Nutzung von Notebooks verschwendet Ressourcen	14
<b>Fazit und Empfehlungen</b>	<b>15</b>

## Tabellen

Tabelle 1:	Nutzungsdauer von IT-Geräten auf Basis der Empfehlungen des IT-Rates im Betrachtungszeitraum 2014-2023	6
Tabelle 2:	Anteil der Arbeitsplatzcomputer in der Bundesverwaltung	8
Tabelle 3:	Angenommene Anteile von Arbeitsplatzcomputern in der öffentlichen Bundesverwaltung und entsprechender Energieverbrauch in der Nutzungsphase sowie jährliche Gesamtkosten	9
Tabelle 4:	Durchschnittlicher Verwaltungsaufwand eines Beschaffungszyklus von 500 Notebooks in der Bundesverwaltung	13
Tabelle 5:	Auswirkungen der Nutzungsdauerverlängerung (Zeitraum 10 Jahre) – Beschaffungszyklus von 500 IKT-Geräten	13
Tabelle 6:	Rückgewinnung von wichtigen Rohstoffen am Beispiel von Notebooks (Deutschland) – Optimistisches Szenario	15

## Abbildungen

Abbildung 1:	Vergleich der Lebenszykluskosten der drei Computerarbeitsplätze	7
Abbildung 2:	Vergleich des gesamten Treibhausgaspotenzials (THG100) der drei Computerarbeitsplätze, aufgeschlüsselt nach Lebenszyklusphasen (Werte gerundet)	8
Abbildung 3:	Ökologische Vergleichsrechnung (Treibhausgaspotenzial: kg CO <sub>2</sub> e) zwischen zwei Computerarbeitsplätzen mit Notebooks mit unterschiedlich hoher Nutzungsdauer von Notebooks	10
Abbildung 4:	Ökonomische Vergleichsrechnung (Lebenszykluskosten in €) zwischen zwei Computerarbeitsplätzen mit Notebooks mit unterschiedlich hoher Nutzungsdauer von Notebooks	11
Abbildung 5:	Beispiel des Beschaffungslebenszyklus von Notebooks in der Bundesverwaltung	12
Abbildung 6:	Vergleich der verbrauchten Metalle (kg) in den Notebooks mit unterschiedlich hohen Nutzungsdauern in der Bundesverwaltung in Deutschland (10 Jahre)	14

# Anlass

Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ist aus der modernen Verwaltung nicht mehr wegzudenken. Doch die Herstellung von Arbeitsplatzcomputern und anderen Produkten der IKT verbraucht unweigerliche, wertvolle Rohstoffe, sie belastet die Gesundheit der Menschen und die Umwelt. Je kürzer die Produkte genutzt werden, desto mehr Ressourcen werden in Anspruch genommen.

In der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie heißt es: „Die globale Ressourcennutzung hat eine Entwicklung genommen, die nicht dauerhaft fortgesetzt werden kann, ohne die Perspektiven zukünftiger Generationen auf wirtschaftlichen Wohlstand und sozialen Zusammenhalt zu beeinträchtigen. Schon jetzt übersteigt die Nutzung von natürlichen Ressourcen die Regenerationsfähigkeit der Erde deutlich“<sup>1</sup>. Die Bundesregierung hat sich daher im „Deutschen Ressourceneffizienzprogramm“ (ProRess) das Ziel gesetzt, die natürlichen Ressourcen nachhaltig zu nutzen und zu schützen. Darüber hinaus will Deutschland international eine wichtige Rolle im Klimaschutz spielen und beschließt in dem nationalen Aktionsplan Klimaschutz 2020<sup>2</sup> Maßnahmen, um den Schutz des Klimas als gesamtgesellschaftliche Aufgabe zu verankern. Für die IKT der Bundesverwaltung hat die Bundesregierung in der „Digitalen Agenda 2014-2017“ angekündigt, im Rahmen der Green-IT-Initiative den Energie- und Ressourcenverbrauch weiter zu verringern.

Wie kann IKT zum Ressourcen- und Klimaschutz beitragen? Eine wirkungsvolle und einfache Maßnahme besteht darin, die IKT-Produkte möglichst lange zu nutzen und sie erst dann auszutauschen, wenn sie defekt oder technisch überholt sind.

Aus Sicht des Umwelt- und Klimaschutzes ist eine möglichst lange Nutzungsdauer unstrittig sinnvoll. Das ist das Ergebnis eines Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes „Zeitlich optimierter Ersatz eines Notebooks unter ökologischen Gesichtspunkten“. In diesem Projekt wurde untersucht, ob es aus Sicht des Klimaschutzes sinnvoll ist, ein noch funktionierendes Notebook durch ein energieeffizienteres Notebook zu ersetzen. Das Ergebnis ist verblüffend: Wenn das neue Notebook etwa 10% weniger Energie in der Nutzung braucht als das alte Gerät, müsste man es über 80 Jahre lang nutzen, bis man den Aufwand für die Herstellung durch die Einsparung in der Nutzung aufgewogen hat<sup>3</sup>. Deshalb hat der Bundesrechnungshof (BRH) empfohlen, die Richtlinie zur Nutzungsdauer, Aussortierung und Verwertung von IT-Geräten und Software dahingehend zu überarbeiten, dass ein möglichst langer Geräteeinsatz empfohlen wird. Ein weiteres aktuelles Vorhaben des Umweltbundesamtes zu Arbeitsplatzcomputern in Behörden<sup>4</sup> zeigt deutlich, dass es auch wirtschaftlich sinnvoll ist, IKT-Geräte länger zu nutzen.

Mit dem IT-Ratsbeschluss 2013/07 wurde die überarbeitete Richtlinie zur Nutzungsdauer, Aussortierung und Verwertung von IT-Geräten und Software im Dezember 2013 in Kraft gesetzt<sup>5</sup>.

Gegenüber den Empfehlungen der KBSt<sup>6</sup> zur Nutzungsdauer, Aussortierung und Verwertung aus dem Jahr 2004 wird in der novellierten Richtlinie zwischen der Mindestnutzungsdauer von mobilen und stationären IT-Geräten unterschieden. Die Richtlinie setzt somit die Nutzungszeit von Smartphones und Notebooks gleich, obwohl Notebooks wesentlich länger genutzt werden als Smartphones (siehe Prakash et al. 2016)<sup>7</sup>. Der IT-Rat

1 Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Fortschrittsbericht 2012, Seite 17

2 Nationale Klimapolitik in Deutschland: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/>

3 Prakash, S.; Liu, R.; Schiscke, K.; Stobbe, L. (2012): Zeitlich optimierter Ersatz eines Notebooks unter ökologischen Gesichtspunkten, Öko-Institut in Zusammenarbeit mit Fraunhofer IZM, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2012; <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/zeitlich-optimierter-ersatz-eines-notebooks-unter>

4 Prakash, S.; Antony, F.; Köhler, A.; Liu, R.; Schlösser, A.; Proske, M.; Stobbe, L.; Schischke, K.; Zedel, H. (2016): 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

5 [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

6 Die Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (KBSt) Bundesministerium des Innern war eine ressortübergreifend tätige Einrichtung der Bundesregierung. Sie wurde mit der Einrichtung der neuen IT-Steuerungsstrukturen aufgelöst.

7 Prakash, S.; Stamminger, R.; Dehoust, G.; Gsell, M.; Schleicher, T.: Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“, Öko-Institut e.V. in Zusammenarbeit mit der Universität Bonn, Forschungskennzahl (UFOPLAN) 3713 32 315, Umweltbundesamt, Dessau, 2016.

empfiehlt, alle mobilen Geräte mindestens 3 Jahre (statt früher 5 Jahre) zu nutzen<sup>8</sup>. Für alle anderen Geräte empfiehlt der IT-Rat weiterhin eine Mindestnutzungsdauer von 5 Jahren.

Dem gegenüber steht das Bekenntnis der Bundesregierung zum Klimaschutz und zum schonenden und effizienten Umgang mit natürlichen Ressourcen und dem Grundsatz der sparsamen und wirtschaftlichen Haushaltsführung. Die Empfehlung vernachlässigt ebenfalls die Ankündigung der Bundesregierung in der „Digitalen Agenda 2014-2017“, ihre Anstrengungen im Rahmen der Green-IT-Initiative bezüglich der Verringerung des Energie-und Ressourcenverbrauchs der IKT der Bundesverwaltung zu verstärken. In der digitalen Agenda wird explizit erwähnt, dass sich die Bundesregierung beim Einkauf von IKT-Produkten stärker an Nachhaltigkeitskriterien orientieren wird<sup>9</sup>.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die ökologischen und ökonomischen Folgen einer verkürzten Nutzungsdauer von IKT-Geräten dargestellt und Empfehlungen für ökologisch und ökonomisch sinnvollere Nutzungszeiten und Ausstattungsvarianten für die Bürotechnik abgeleitet. Die Grundlage dafür ist das Forschungsvorhaben „Ökologische und ökonomische Aspekte beim Vergleich von Arbeitsplatzcomputern (APC) für den Einsatz in Behörden unter Einbeziehung des Nutzerverhaltens“ (Öko-APC), das vom Öko-Institut und der TU-Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt wird<sup>4</sup>.

## Konsequenzen der reduzierten Nutzungsdauer der IKT-Geräte in den Bundesverwaltungen

Im Vorhaben „Öko-APC“ des Umweltbundesamtes wurden die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen von drei verschiedenen Arbeitsplatzlösungen 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

Eine weitere denkbare Arbeitsplatzlösung ist die mit Thin Client. Um jedoch die gleichen Aufgaben zu erfüllen, wie ein Computer oder Notebook, muss ein Thin Client auf Ressourcen eines Rechenzentrum zurückgreifen, denn die Rechenleistung eines Thin Client findet auf einem Server statt, der in der Regel in einem Rechenzentrum steht. Da die Datengrundlage für die Ökobilanzberechnung des Anteils des Rechenzentrums zum Teil nicht vorhanden oder die Qualität sehr unbefriedigend ist, wurde die Arbeitsplatzlösung mit Thin Client nicht untersucht.

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. Reparatur und Aufrüstung konnten aufgrund der unzureichenden Informationen nicht einbezogen werden. Diese wurden allerdings in der Sensitivitätsanalyse über den Vergleich der Computerarbeitsplätze mit Notebooks mit 3- und 6-jähriger Notebooknutzungsdauer berücksichtigt (siehe Befund 2). Für die Nutzungsdauer wurden die vom IT-Rat empfohlenen Mindestnutzungszeiten angenommen (Tabelle 1).

<sup>8</sup> „Empfehlung zur Nutzungsdauer, Aussortierung und Verwertung von Informationstechnik“ Herausgeber BMI, Schriftenreihe der KBSt ISSN 0179-7263 Brief 1-2004 Februar 2004

<sup>9</sup> Bundesregierung (2014): Digitale Agenda 2014-2017; verfügbar unter: [http://www.digitale-agenda.de/Content/DE/\\_Anlagen/2014/08/2014-08-20-digitale-agenda.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](http://www.digitale-agenda.de/Content/DE/_Anlagen/2014/08/2014-08-20-digitale-agenda.pdf?__blob=publicationFile&v=6); Herausgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium des Innern und Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, August 2014

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	1 Jahr <sup>10</sup>
Mini-PC	Beschaffungszyklus 1	5 Jahre
	Beschaffungszyklus 2	5 Jahre
Monitor	Beschaffungszyklus 1	5 Jahre
	Beschaffungszyklus 2	5 Jahre

Die angenommenen Nutzungsdauern sollen die direkten Konsequenzen der Entscheidung des IT-Rates bezüglich der empfohlenen Nutzungsdauern von IT-Geräten abbilden. Die angenommene Nutzungsdauer führt dazu, dass die Computerarbeitsplätze mit Notebooks aufgrund der Verkürzung der Notebooknutzungsdauer auf 3 Jahre am schlechtesten abschneiden.

In der Berechnung der Ökobilanz wurde berücksichtigt, dass die IT-Geräte unterschiedlich lange genutzt werden (vgl. Tabelle 1). Beispielsweise werden das Notebook nach 3 Jahren und der dazugehörige Monitor erst nach 5 Jahren ausgewechselt. Im Betrachtungszeitraum von 10 Jahren werden bei den Notebooks drei Beschaffungen voll eingerechnet und die vierte nur zu einem Drittel (inkl. Herstellung, Transporten und Entsorgung). Die aus der Nutzungsphase resultierende Umweltbelastung wird entsprechend der funktionellen Einheit per Jahr Nutzung eingerechnet. Bei Lebenszykluskosten wird der sogenannte Restwert als negativer Kostenanteil berücksichtigt, wenn die Nutzungsdauer nur zu einem Teil am Ende des Betrachtungszeitraumes erreicht wurde.

Die wesentlichen Befunde der ökologischen und ökonomischen Vergleichsrechnungen sind im Folgenden zusammengefasst. Die Ergebnisse stellen allerdings keine Prognose für die Zukunft dar, sondern reflektieren lediglich die Modellannahmen.

### Befund 1: Computerarbeitsplatz mit Mini-PC ist die beste Variante für Umwelt und Haushalt

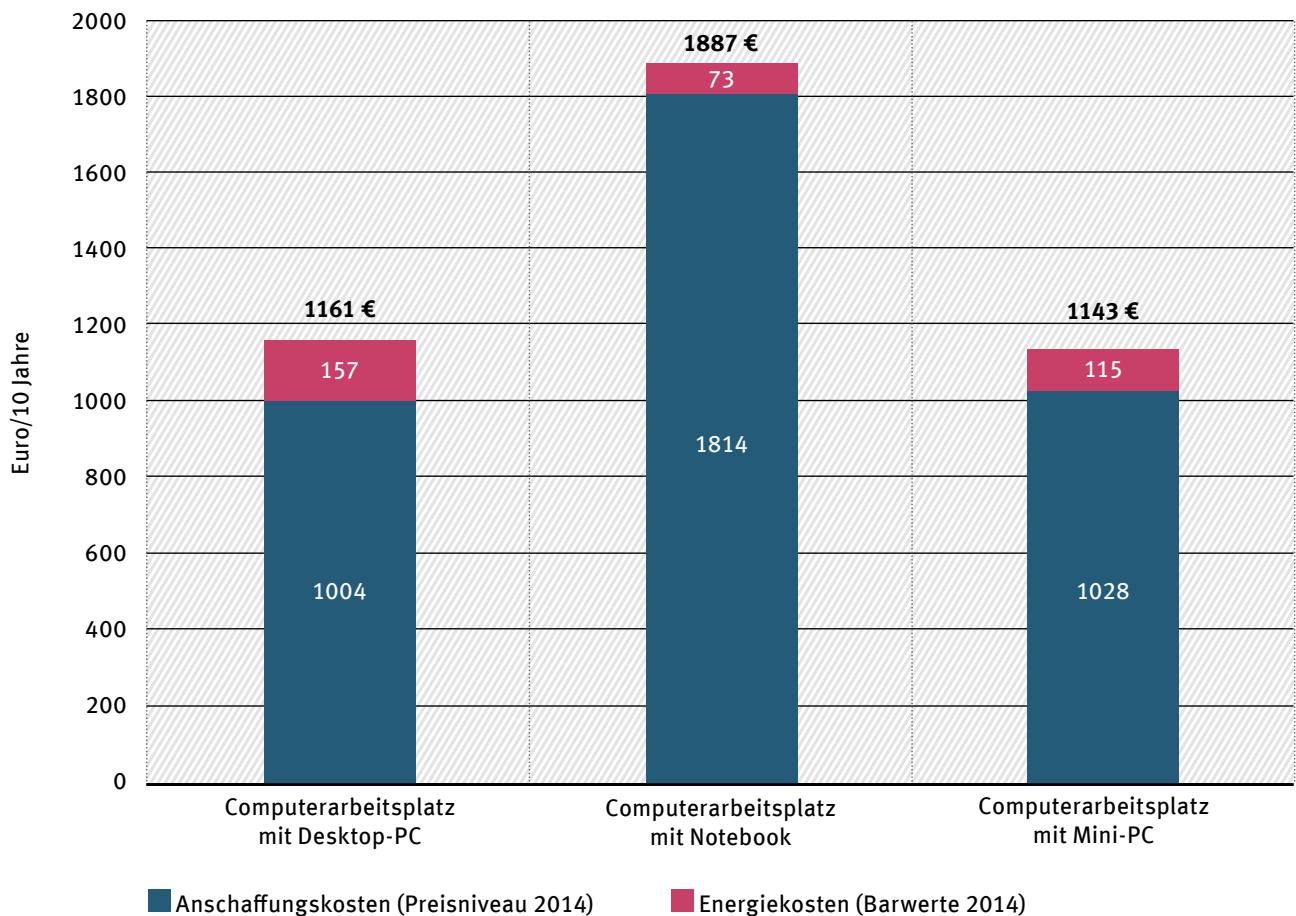
Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen, dass ein Computerarbeitsplatz mit Mini-PC sowohl ökologisch als auch ökonomisch die beste Variante darstellt. Der Computerarbeitsplatz mit Mini-PC hat geringere Lebenszykluskosten als ein Arbeitsplatz mit Desktop-PC, denn er hat energiesparsamere Komponenten, verbraucht in der Nutzung weniger Strom und verursacht somit geringere Stromkosten. Allerdings ist der angenommene Kaufpreis in diesem Fall entscheidend. Für die Berechnung von Lebenszykluskosten wurde für Desktop-PC ein Kaufpreis von ca. 312 € (brutto) und für Mini-PC ca. 324 € (brutto) zugrunde gelegt. Würde der Kaufpreis eines Mini-PCs auch nur minimal erhöht, würde diese Variante höhere Lebenszykluskosten aufweisen als der Computerarbeitsplatz mit Desktop-PC.

<sup>10</sup> Anteilige Nutzungsdauer, die innerhalb des zehnjährigen Betrachtungszeitraumes liegt.

Unbestritten ist, dass ein Computerarbeitsplatz mit Notebook die höchsten Lebenszykluskosten (Abbildung 1) sowie die höchsten Treibhausgasemissionen aufweist (Abbildung 2), weil ein Notebook aufgrund der angenommenen kürzeren Nutzungsdauer im Betrachtungszeitraum mehrfach hergestellt bzw. angeschafft werden muss. Zusätzlich hat ein Notebook einen höheren Kaufpreis (431 € brutto<sup>11</sup>) als Mini-PC und Desktop-PC. Im Vergleich zu einem Computerarbeitsplatz mit Mini-PC verursacht ein Computerarbeitsplatz mit Notebook ca. 744 € Mehrkosten in 10 Jahren.

Abbildung 1

### Vergleich der Lebenszykluskosten der drei Computerarbeitsplätze (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)

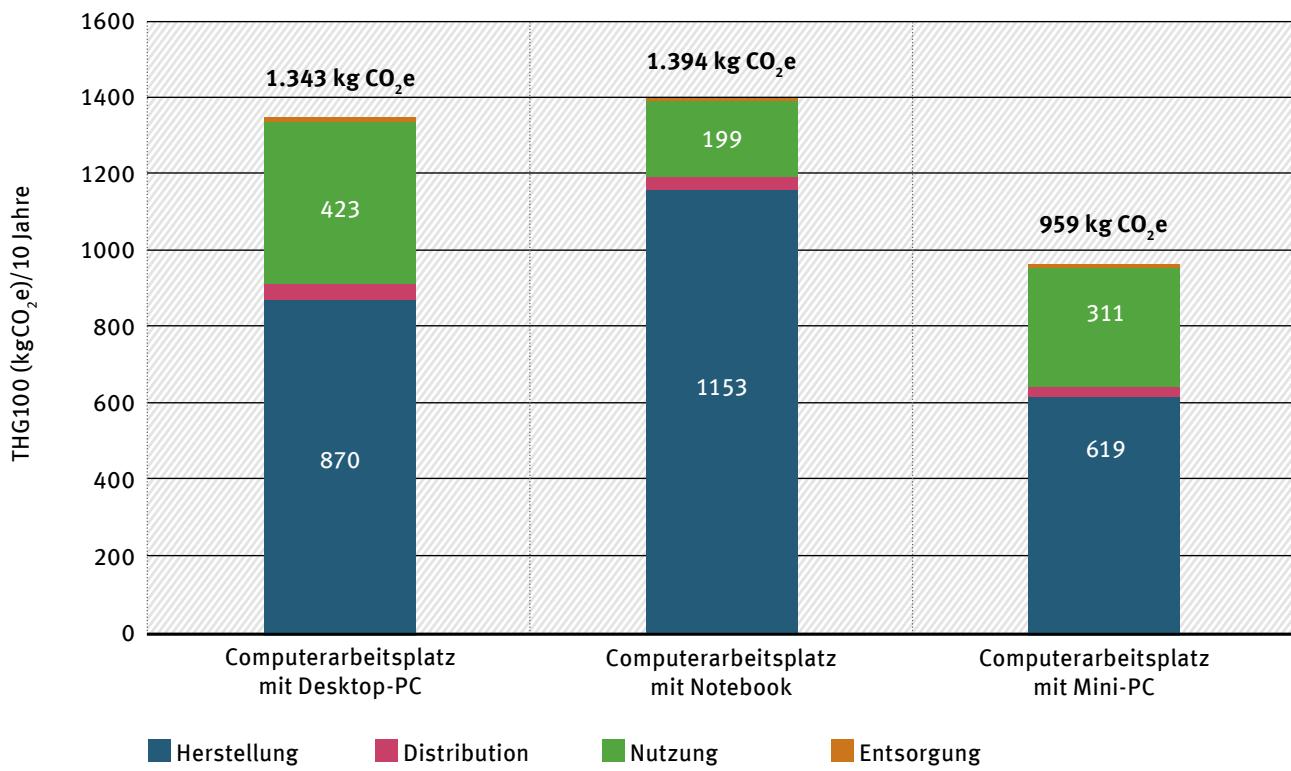


Der Vergleich der ökologischen Auswirkungen zeigt ebenfalls, dass sich die hohe Umweltrelevanz der Hardwareherstellung sowie die Verkürzung der Nutzungsdauer von Notebooks auf 3 Jahre deutlich schlechter auf die Umweltbilanz auswirken. Dabei gilt die Regel: Je kürzer die Nutzungsdauer der Geräte, desto mehr Hardware muss in einem gegebenen Zeitraum hergestellt werden. Die Herstellung mobiler Geräte schlägt anteilig besonders stark zu Buche, weil sie in der Nutzung vergleichsweise sparsam sind. Bei einem Computerarbeitsplatz mit Notebook macht der Herstellungsaufwand ca. 83% der Gesamt Treibhausgasemissionen aus, wobei dieser Wert bei einem Computerarbeitsplatz mit Desktop-PC bei ca. 65% liegt. Insgesamt hat ein Computerarbeitsplatz mit Mini-PC die geringsten Treibhausgasemissionen (959 kg CO<sub>2</sub>e) über einen Betrachtungszeitraum von 10 Jahren (Abbildung 2).

<sup>11</sup> Der Preis enthält Docking-Station, Computermaus und Tastatur.

Abbildung 2

**Vergleich des gesamten Treibhausgaspotenzials (THG100) der drei Computerarbeitsplätze, aufgeschlüsselt nach Lebenszyklusphasen  
(Werte gerundet, Betrachtungszeitraum 10 Jahre)**



Wie wirkt sich die IKT-Ausstattung der gesamten Bundesverwaltung auf den Klimaschutz aus? Im Jahr 2014 gab es in der Bundesverwaltung insgesamt 548.501 Computerarbeitsplätze (laut Informationen des Umweltbundesamtes). Es wurden die folgenden Szenarien durchgerechnet:

Tabelle 2

**Anteil der Arbeitsplatzcomputer in der Bundesverwaltung**

	Desktop-PCs	Notebooks	Mini-PCs
Szenario 1	90%	10%	0%
Szenario 2	0%	10%	90%
Szenario 3	25%	50%	25%
Szenario 4	33%	33%	34%

Tabelle 3 zeigt den Gesamtenergieverbrauch in der Nutzungsphase sowie die jährlichen Gesamtkosten und die jährlichen lebenszyklusbezogenen Treibhausgasemissionen in der gesamten Bundesverwaltung für die vier Szenarien für insgesamt 548.501 Arbeitsplätze (Jahr 2014).

Tabelle 3

### **Angenommene Anteile von Arbeitsplatzcomputern in der öffentlichen Bundesverwaltung und entsprechender Energieverbrauch in der Nutzungsphase sowie jährliche Gesamtkosten**

	Desktop-PC	Notebook	Mini-PC	Jährl. Energieverbrauch in der Nutzungsphase in der Bundesverwaltung	Jährl. Gesamtkosten in der Bundesverwaltung	Jährl. Treibhausgasemissionen des gesamten Lebenszyklus
Szenario 1	90%	10%	0%	33,08 GWh/Jahr	67,65 Mio. €	73.936 t CO <sub>2</sub> e/Jahr
Szenario 2	0%	10%	90%	24,70 GWh/Jahr	66,79 Mio. €	54.990 t CO <sub>2</sub> e/Jahr
Szenario 3	25%	50%	25%	23,34 GWh/Jahr	83,36 Mio. €	69.785 t CO <sub>2</sub> e/Jahr
Szenario 4	33%	33%	34%	25,65 GWh/Jahr	76,49 Mio. €	67.418 t CO <sub>2</sub> e/Jahr

Aus Tabelle 3 wird deutlich, dass der Energieverbrauch in der Nutzung am geringsten ist, wenn Notebooks ca. 50% und Mini-PCs 25% des Gesamt-PC-Bestandes ausmachen (Szenario 3). Betrachtet man die Lebenszykluskosten, also die Investitionskosten und Kosten, die während der Nutzung anfallen, ist dies jedoch die Variante, bei denen die jährlichen Gesamtkosten am höchsten sind. Was die jährlichen lebenszyklusbezogenen Treibhausgasemissionen angeht, sind sie im Szenario 1 am höchsten. Hier tragen die Herstellung und die Nutzung von Desktop-PCs maßgeblich zu Treibhausgasemissionen bei. Dagegen zeigt Tabelle 3, dass die wirtschaftlichste Variante mit einem hohen Anteil von Mini-PCs (90%) und einem geringen Anteil von Notebooks (10%) zu erreichen ist (Szenario 2). Das ist auch die Variante, in der die jährlichen lebenszyklusbezogenen Treibhausgasemissionen am geringsten sind. Im Grunde kann festgehalten werden: je höher der Anteil der Notebooks in der Bundesverwaltung, umso höher sind die Lebenszykluskosten, und je höher der Anteil der Mini-PCs, umso geringer die Treibhausgasemissionen.

Aus diesem Grund ist empfehlenswert, stationäre Arbeitsplätze nicht mit Notebooks, sondern mit Mini-PCs auszustatten. Derzeit sind in der Bundesverwaltung rund 90% aller Computerarbeitsplätze mit Desktop-PCs ausgestattet, der Rest mit Notebooks (Szenario 1). Würden in der Bundesverwaltung statt Desktop-PCs Mini-PCs zum Einsatz kommen (Szenario 2), ließen sich jährlich ca. 8,37 GWh, 18.945 t CO<sub>2</sub>e und Kosten von ca. 0,85 Millionen Euro einsparen. Würde hingegen Szenario 3 mit einem Anteil von 50% Notebooks umgesetzt, so wären die jährlichen Kosten 16,56 Millionen Euro höher als in Szenario 2. Realistischer ist evtl. der Vergleich zwischen Szenarien 3 und 4. Im Szenario 4 (Anteil Notebooks 33%) lassen sich im Vergleich zum Szenario 3 (Anteil Notebooks 50%) jährlich ca. 6,86 Millionen Euro einsparen. Allerdings liegt der jährliche Energieverbrauch (nur Nutzungsphase) des Szenarios 4 ca. 2,31 GWh höher als im Szenario 3. Berücksichtigt man aber die jährlichen lebenszyklusbezogenen Treibhausgasemissionen, ist Szenario 4 insgesamt klimafreundlicher.

Für die untersuchten Varianten der Arbeitsplatzcomputer ist aus Sicht des Klimaschutzes sowie der Wirtschaftlichkeit Szenario 2 die beste Lösung.

### **Befund 2: Notebooks kürzer zu nutzen, belastet die Umwelt und führt zu hohen Kosten**

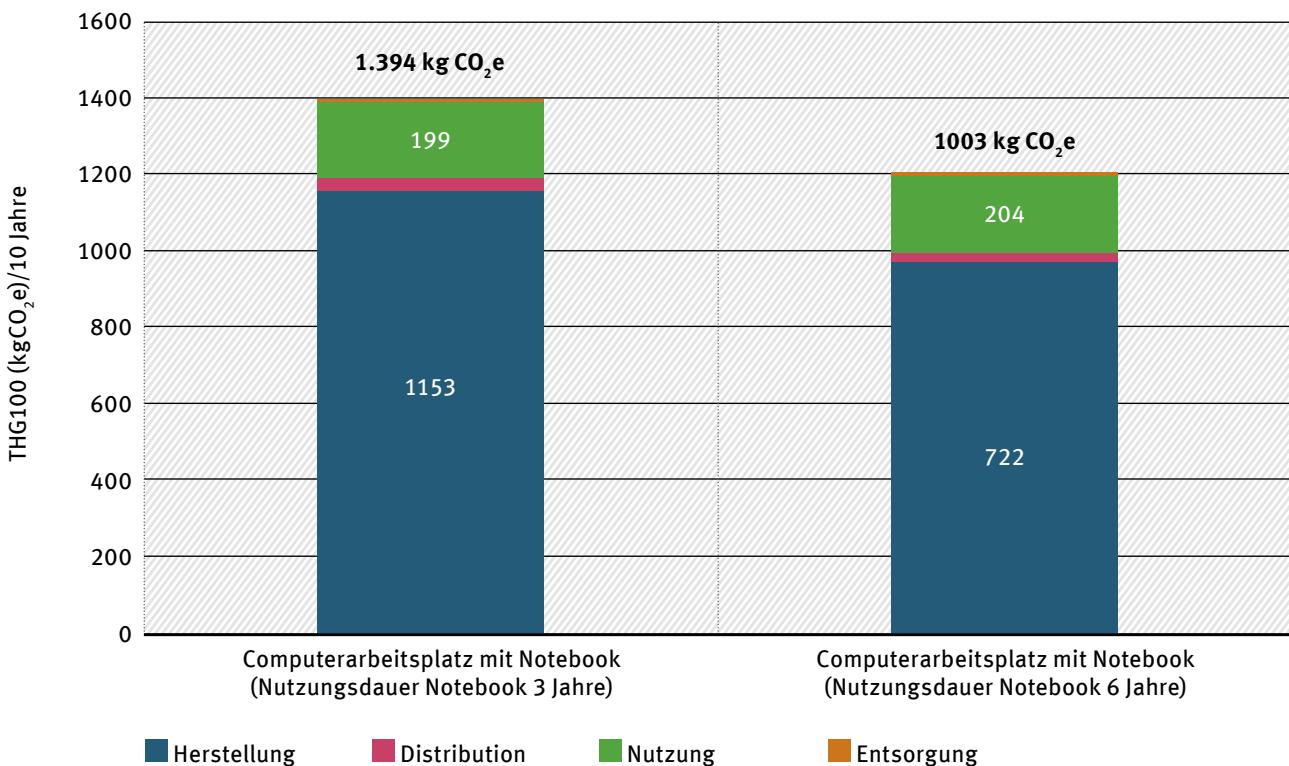
Der wichtigste Einflussfaktor für die Verschlechterung der Umweltauswirkungen sowie Erhöhung der Gesamtkosten der Computerarbeitsplätze ist die Verkürzung der Nutzungsdauer der IT-Geräte, insbesondere bei Notebooks. Zu diesem Ergebnis kommen die Berechnungen der Ökobilanz sowie der Lebenszykluskosten.

Ein weiteres Szenario hat untersucht, wie es sich auswirkt, wenn Notebooks 6 statt 3 Jahre genutzt werden. Im Modell geschieht die Nutzungsdauerverlängerung, indem bei 50% der Notebooks der Arbeitsspeicher von 4 auf 8 GByte aufgerüstet, der Akku erneuert und die ursprüngliche HDD gegen SSD ausgetauscht wird.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Verlängerung der Nutzungsdauer des Notebooks das Treibhauspotenzial in einem Zeitraum von 10 Jahren um ca. 390 kg CO<sub>2</sub>e<sup>12</sup> (~28%) pro Computerarbeitsplatz verringert (Abbildung 3). Allerdings ist der Rückgang des Treibhauspotenzials nicht proportional zur Verlängerung der Nutzungsdauer. Denn die Herstellung der Ersatzteile (4 GByte DRAM, Ersatzakku und SSD) verursacht ebenfalls Treibhausgasemissionen. Der Herstellungsaufwand einer SSD ist sogar wesentlich höher als für HDD<sup>13</sup>.

Abbildung 3

**Ökologische Vergleichsrechnung (Treibhausgaspotenzial: kg CO<sub>2</sub>e) zwischen zwei Computerarbeitsplätzen mit Notebooks mit unterschiedlich langer Nutzungsdauer von Notebooks (Werte gerundet, Betrachtungszeitraum 10 Jahre)**



Wirtschaftlich gesehen lassen sich im selben Betrachtungszeitraum ca. 527 € (~28%) pro Computerarbeitsplatz einsparen, wenn die Nutzungsdauer des eingesetzten Notebooks auf 6 Jahre erhöht wird (Abbildung 4). Diese Kosteneinsparungen treten selbst dann ein, wenn bei 50% der Geräte Komponenten zur Erreichung einer 6-jährigen Nutzungsdauer aufgerüstet (z.B. +4 GByte DRAM) oder neu gekauft (z.B. SSD, Akku) werden müssten.

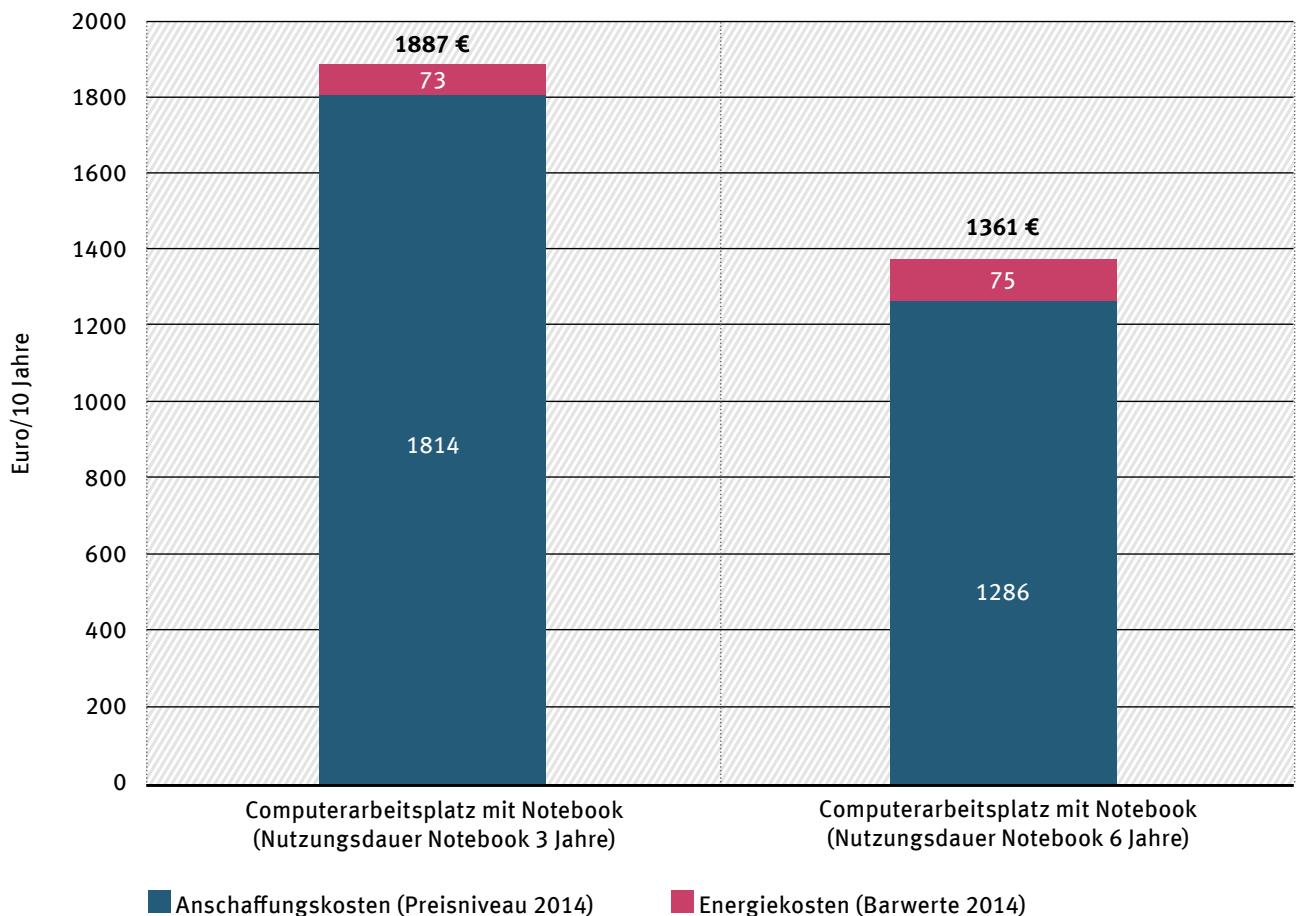
Bei einem Anteil von 33% der Computerarbeitsplätze mit Notebooks in der Bundesverwaltung ließen sich ca. 95 Millionen Euro und Treibhausgasemissionen von 71.000 Tonnen CO<sub>2</sub>e in 10 Jahren einsparen, wenn die Nutzungsdauer von Notebooks von 3 auf 6 Jahre verlängert würde.

12 Das entspricht ungefähr einer 10-jährigen Nutzung eines 42 Zoll Fernsehers mit LED-Hintergrundbeleuchtung und Energieeffizienzklasse A+ (Annahme: 4 Stunden Betrieb pro Tag).

13 Die im Rahmen des Vorhabens „Öko-APC“ durchgeföhrten Modellierungen haben gezeigt, dass die Herstellung eines SSD ca. 65,6 kg CO<sub>2</sub>e verursacht, wobei die Herstellung eines 2,5“ Zoll HDD für lediglich 6,2 kg CO<sub>2</sub>e zuständig ist.

Abbildung 4

**Ökonomische Vergleichsrechnung (Lebenszykluskosten in €) zwischen zwei Computerarbeitsplätzen mit Notebooks mit unterschiedlich langer Nutzungsdauer von Notebooks (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)**



Offensichtlich ist es sinnvoller, Notebooks so lange wie möglich zu nutzen und gegebenenfalls aufzurüsten oder zu reparieren, als in kurzen Intervallen neue Notebooks zu beschaffen. Dadurch verzögern sich die erneute Belastung der Umwelt sowie des Haushaltes. Neue, womöglich energieeffizientere Computergenerationen werden dadurch erst später in Betrieb genommen. Dadurch wird zwar in der Nutzung geringfügig mehr Strom verbraucht – über zehn Jahre macht das ca. 2 € Stromkosten und ca. 6 kg CO<sub>2</sub>e pro Gerät aus. Dieser Mehraufwand an Kosten und Treibhausgasemissionen wird allerdings durch die Nutzungsdauerverlängerung der Hardware überkompenziert, wie die Berechnungen bestätigen.

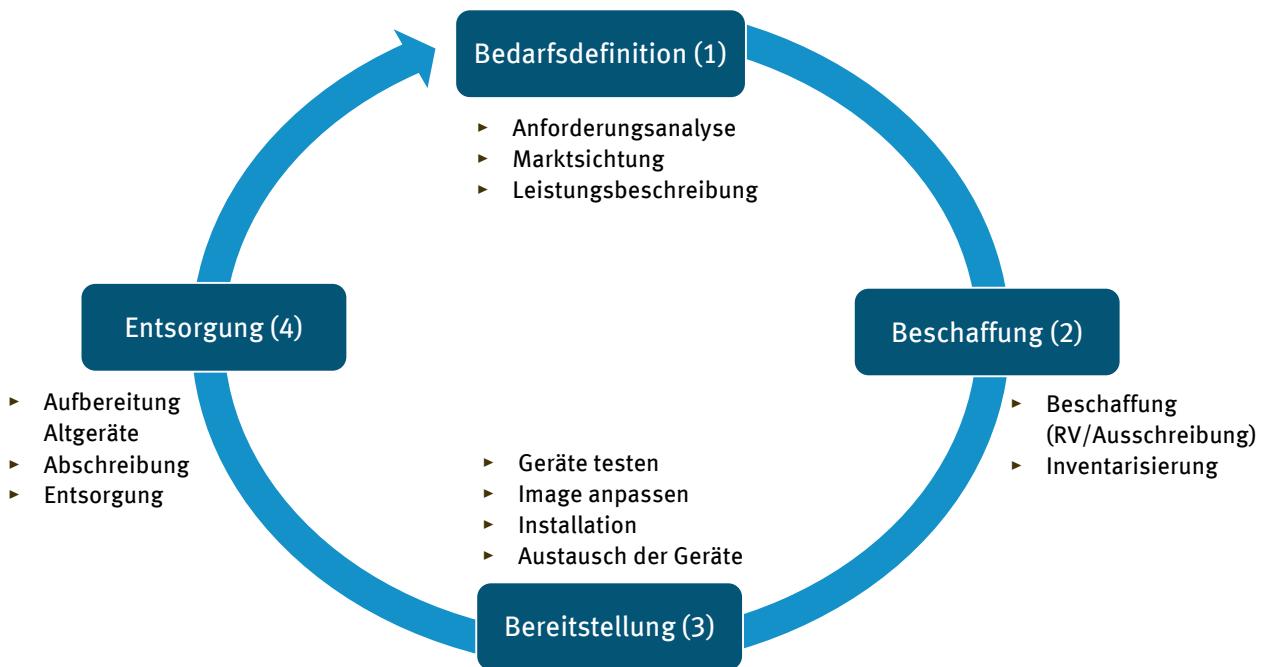
**Befund 3: Eine kürzere Mindestnutzungsdauer von Notebooks verursacht zusätzlichen Verwaltungsaufwand und somit zusätzliche Kosten**

Wenn eine Behörde mit neuen IKT-Geräten ausgestattet wird, fallen Kosten für die Verwaltung der Endgeräte an. Diese Kosten sind in diesen Berechnungen (z.B. Abbildung 4) noch nicht enthalten. Sie fallen zusätzlich an.

Der Verwaltungsaufwand entsteht durch die verschiedenen Stufen des Lebenszyklus, die jedes Hardwaregerät durchläuft (vgl. Abbildung 5). Zur Vorbereitung der Beschaffung ist für ein entsprechendes Endgerät zunächst der konkrete Bedarf zu definieren. Erst danach wird das Gerät beschafft und für den Endanwender bereitgestellt. In der letzten Phase wird das auszutauschende Gerät entsorgt. In jeder dieser Phasen entstehen für die einzelnen Aufgaben Aufwände für Beschäftigte der Behörde – und damit Personalkosten.

Abbildung 5

## Beispiel des Beschaffungslebenszyklus von Notebooks in der Bundesverwaltung



Quelle: Arbeitsgruppe Green IT des IT-Rats (2015)

Grafik: Umweltbundesamt

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 23.347,48 Euro für 500 Notebooks. Eine genaue Auflistung der durchschnittlichen Aufgaben und Aufwände ist in Tabelle 4 dargestellt. Dabei dienen die vom BMF veröffentlichten Personalkostensätze (inklusive der Sach- und Gemeinkosten) von 2015 als Grundlage zur Berechnung der Personalkosten.

Betrachtet man nun die Verwaltungsaufwände auf einen Zeitraum von 10 Jahren bei einer Charge von 500 Notebooks, so entstehen abhängig von der Nutzungsdauer unterschiedliche Aufwände und Kosten. Dabei basiert die Berechnung auf der Annahme, dass nach Ablauf der Nutzungsdauer stets neue Geräte in gleicher Anzahl beschafft werden und ein frühzeitiger Austausch oder eine längere Gerätenutzung nicht stattfindet.

Tabelle 4

### Durchschnittlicher Verwaltungsaufwand eines Beschaffungszyklus von 500 Notebooks in der Bundesverwaltung

Aufwand pro Lebenszyklus (in Personentagen)		500 Notebooks		
		Höherer Dienst	Gehobener Dienst	Mittlerer Dienst
1	Anforderungsanalyse	2,25	0,74	
	Marktsichtung	0,38	0,67	0,13
	Leistungsbeschreibung	2	2,78	
2	Beschaffung (Rahmenvertrag)	0,68	2,36	0,22
	Inventarisierung		3,10	7,20
3	Geräte testen / Image anpassen		10,75	3,96
	Installation Betriebssystem		19	19,15
	Austausch der Geräte		2,43	46,55
4	Altgeräteaufbereitung	0,5	0,75	15
	Abschreibung / Entsorgung		1,25	
Zwischensumme		5,8	43,81	92,15
<b>Summe</b>			<b>141,76</b>	

Im Zeitraum von 10 Jahren werden bei einer Nutzungsdauer von 3 Jahren 3,33 Lebenszyklen durchlaufen. Dies verursacht einen Aufwand von insgesamt 472,36 Personentagen und Kosten in Höhe von 77.747,10 Euro. Bei einer höheren Nutzungsdauer von 6 Jahren werden im selben Zeitraum nur 1,67 Beschaffungszyklen mit einem Verwaltungsaufwand von 236,89 Personentagen und Kosten in Höhe von insgesamt 38.990,29 Euro verursacht. Dies entspricht einer Verringerung der Aufwände um mehr als 235 Personentage und einer Einsparung der Kosten um fast 39.000,00 Euro. Diese Kosteneinsparung um fast 50% kann durch eine Verlängerung der Nutzungsdauer auf 6 Jahre gewährleistet werden.

Die folgende Tabelle 5 zeigt, wie die unterschiedlichen Nutzungsdauern auf den Verwaltungsaufwand der Beschaffungszyklen von 500 Notebooks in der Bundesverwaltung auswirken. Somit zeigt sich deutlich, dass sich durch eine niedrige Nutzungsdauer von IKT-Geräten die Personalaufwände und -kosten erheblich erhöhen. Je länger die Nutzungsdauer, desto geringer der Verwaltungsaufwand.

Tabelle 5

### Auswirkungen der Nutzungsdauerverlängerung (Zeitraum 10 Jahre) – Beschaffungszyklus von 500 IKT-Geräten

Nutzungsdauer	Aufwand (PT)	Kosten (€)	Veränderung (%)
3 Jahre	472,36	77.747,10 €	0%
5 Jahre	283,70	46.694,95 €	- 40%
6 Jahre	236,89	38.990,29 €	- 50%

## Befund 4: Eine verkürzte Nutzung von Notebooks verschwendet Ressourcen

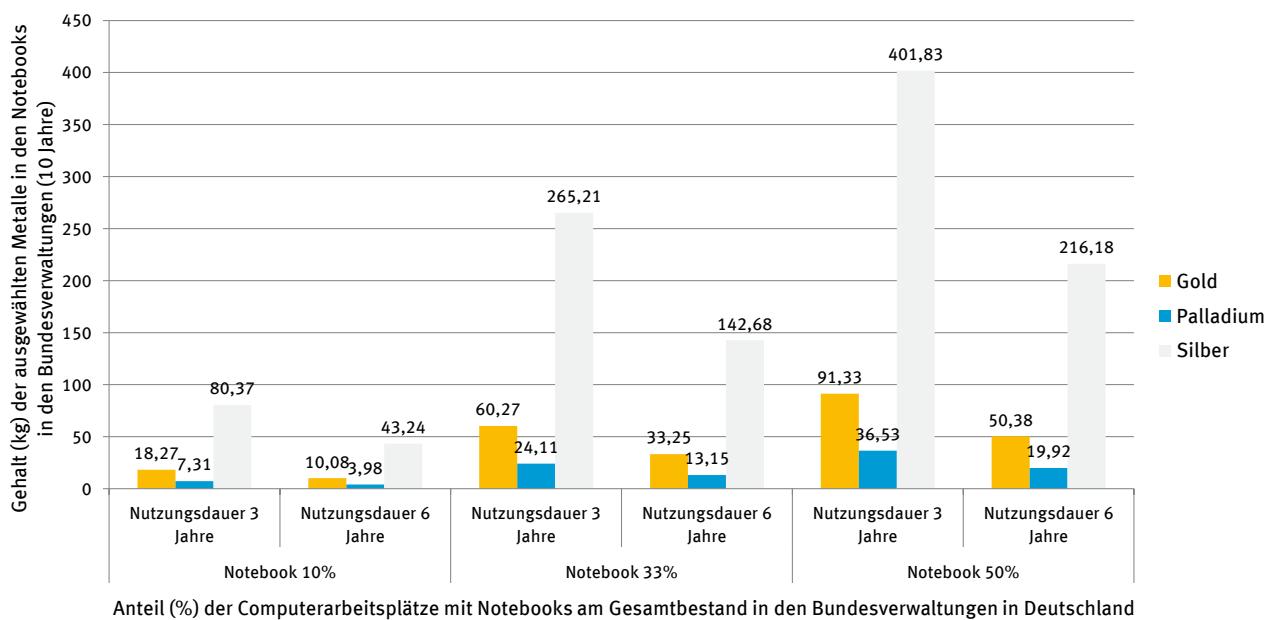
Die Herstellung von IKT-Geräten erfordert den Abbau von Primärrohstoffen, deren Gewinnung und Verarbeitung mit erheblichem Materialaufwand, Flächen- und Energieverbrauch verbunden ist. Biodiversitätsverluste, Grundwasservergiftung und Bodenversauerung gehören zu den Folgen.

Eine verkürzte Nutzung von IKT-Geräten führt dazu, dass mehr Rohstoffe abgebaut werden müssen, womit der Druck auf die Abbaugebiete kontinuierlich zunimmt und die Umweltbedingungen sowie die menschenrechtlichen Standards oft missachtet werden.

Die folgende Abbildung 6 zeigt beispielhaft den Verbrauch von Gold, Palladium und Silber in den Notebooks der Bundesverwaltung in Deutschland. Dabei wird zwischen zwei unterschiedlichen Nutzungsdauern von Notebooks unterschieden. Die Berechnungen zeigen deutlich, dass eine längere Nutzungsdauer der eingesetzten Notebooks den Rohstoffverbrauch in der Bundesverwaltung erheblich reduzieren könnte. Nimmt man beispielsweise an, dass 33% der Computerarbeitsplätze in der Bundesverwaltung mit Notebooks ausgestattet sind, dann wird auf zehn Jahre gerechnet 27 kg Gold weniger verbraucht, wenn die Notebooks 6 statt 3 Jahre genutzt werden. Im gleichen Szenario würden mit einer Nutzungsdauerverlängerung ca. 122 kg weniger Silber und 11 kg weniger Palladium benötigt. Bei Kobalt käme es sogar zu einer Einsparung von ca. 19,5 t in 10 Jahren.

Abbildung 6

### Vergleich der verbrauchten Metalle (kg) in den Notebooks mit unterschiedlich hohen Nutzungsdauern in der Bundesverwaltung in Deutschland (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)



Vielfach herrscht die Annahme, dass die Rohstoffe im Recyclingprozess zum größten Teil zurückgewonnen würden. Leider stimmt das nicht, denn bei der Sammlung und in den Vor- und Nachbehandlungsprozessen treten enorme Rohstoffverluste auf. Dass die Bundesbehörden mit ihren gebrauchten Geräten verantwortungsbewusst umgehen, löst das Problem also leider nicht.

Öko-Institut e.V.<sup>14</sup> hat in einer Studie im Auftrag des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen gezeigt, dass ein großer Teil der in den Notebooks eingesetzten Rohstoffe komplett verloren gehen. Bei nur vier Rohstoffen sind immerhin marginale bis geringe Rückgewinnungsraten zu verzeichnen. Die Studie des Öko-Instituts bezog sich allerdings auf privat genutzte Notebooks im Jahr 2010 in Deutschland. Dabei wurde angenommen, dass bei allen Rohstoffen pauschal Verluste in der Größenordnung von 50% bei der Sammlung der Altgeräte auftreten.

Unter idealen Bedingungen würden diese Sammelverluste in der Bundesverwaltung nicht auftreten (optimistische Annahme), denn die Bundesbehörde verpflichtet in der Regel ihre Dienstleister, alle Altgeräte lückenlos zu sammeln. Nichtsdestotrotz gibt es große Verluste in den Vor- und Nachbehandlungsprozessen, die ebenfalls in Bereich der Bundesverwaltung vorkommen. Diese sind folgendermaßen beispielhaft dargestellt (Tabelle 6):

Tabelle 6

### Rückgewinnung von wichtigen Rohstoffen am Beispiel von Notebooks (Deutschland) – Optimistisches Szenario

	Verluste bei der Sammlung	Verluste bei der Vorbehandlung	Verluste bei der Nachbehandlung	Rückgewinnungsrate
Gallium	0%	40%	100%	0%
Gold	0%	70%	5%	29%
Indium	0%	20%	100%	0%
Kobalt	0%	20%	4%	77%
Palladium	0%	70%	5%	29%
Silber	0%	70%	5%	29%

Viele weitere wichtige Rohstoffe, wie z.B. Tantal, Dysprosium, Gadolinium, Neodym, Praseodym und Yttrium gehen in den Vor- und Nachbehandlungsprozessen zu 100% verloren.

## Fazit und Empfehlungen

Kürzere Nutzungszeiten erhöhen die Kosten, die Umweltbelastung und den Personalaufwand. Das ist unnötig, denn längere Nutzungszeiten als vom IT-Rat empfohlen sind aus technischer und funktionaler Sicht möglich. In diesem Zusammenhang zeigt die Obsoleszenzstudie<sup>15</sup> des Umweltbundesamtes, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von privaten Notebooks in Deutschland, die in den Jahren 2010-2012 aufgrund eines Defektes ersetzt wurden, zwischen 5,7 und 5,4 Jahren lag (Prakash et al. 2016)<sup>7</sup>. Die Erst-Nutzungsdauer umfasst die Zeitspanne der Nutzung nur durch den Erstnutzer. Das heißt, die Erst-Nutzungsdauer beinhaltet nicht eine weitere Nutzung des Geräts nach möglichen Reparaturen. Die Business-Notebooks sind in der Regel robuster und haltbarer als die privaten Consumer-Notebooks. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass die Business-Notebooks eine noch längere Nutzungsdauer erreichen können. Die Erfahrungen in den letzten Jahren zeigen, dass bei einem Wechsel der Software ein Austausch der Geräte aufgrund von technischen Anforderungen nicht mehr notwendig erscheint. Das kürzlich auf dem Markt angebotene Betriebssystem Windows 10 stellt beispielsweise keine hohen Anforderungen an die technischen Anforderungen<sup>16</sup> der Systeme, somit können auch viele ältere Computer und Notebooks mit dem neuen Betriebssystem ausgestattet werden.

<sup>14</sup> 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 Landesamts 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)

<sup>15</sup> UfoPLAN-Vorhaben 2015: „Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einfluss-der-nutzungsdauer-von-produkten-auf-ihre>

<sup>16</sup> Voraussetzungen für Windows 10: Prozessor mindestens 1 Gigahertz, Arbeitsspeicher 1 Gigabyte, Display Auflösung von 1024 x 600 Pixeln.

Die Ergebnisse des Vorhabens „Öko-APC“ haben deutlich gezeigt, dass eine längere Mindestnutzungsdauer von mobilen IT-Geräten sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile hat. Wir schlagen einen 6-Punkte-Plan für den Einsatz von Computerarbeitsplätzen in den Bundesbehörden vor, durch den Bundeshaushaltsumittel eingespart und die angekündigten Ziele der Bundesregierung im Rahmen der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, der Digitalen Agenda 2014-2017 und des Deutschen Ressourceneffizienzprogrammes unterstützt werden:

**Maßnahme 1: Erhöhung der empfohlenen Mindestnutzungsdauer in der Bundesverwaltung**

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

**Maßnahme 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.*

**Maßnahme 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.*

**Maßnahme 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.*

**Maßnahme 5: Kaskadennutzung als Mittel zur Verlängerung der Nutzungsdauer**

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

**Maßnahme 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.*



► **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)