



# UMWELTFREUNDLICHE BESCHAFFUNG

ÖKOLOGISCHE & WIRTSCHAFTLICHE  
POTENZIALE RECHTLICH  
ZULÄSSIG NUTZEN

Diese Broschüre fasst die Ergebnisse des Forschungsvorhabens mit dem Titel „Nationale Umsetzung der neuen EU-Beschaffungs-Richtlinien“ - FKZ 206 95 300 zusammen.

Der Endbericht wurde in der Texte-Reihe unter der Nummer 33/08 publiziert (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3666.pdf>).

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde zusätzlich das Rechtsgutachten „Nationale Umsetzung der neuen EU-Beschaffungs-Richtlinien“ in der Reihe „Texte“ unter der Nummer 41/08 veröffentlicht (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3661.pdf>).

#### Impressum

Herausgeber: Umweltbundesamt

Postfach 14 06

06844 Dessau-Roßlau

Telefax: (0340) 21 03 22 85

E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)

Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

Redaktion: Fachgebiet III 1.3  
David Hartmann  
Dagmar Kase  
Elisabeth Steingrübner

Gestaltung: Bernd Kreuzscher

Titelbild: RAL

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Rechtliche Rahmenbedingungen umweltfreundlicher Beschaffung</b>	<b>4</b>
2.1	Die relevanten Rechtsnormen	5
2.2	Umweltaspekte im Vergabeverfahren	6
2.3	Auswahl des Auftragsgegenstandes	6
2.4	Leistungsbeschreibung	7
2.5	Eignungsprüfung	8
2.6	Angebotswertung/ Zuschlagskriterien	9
2.7	Nebenangebote	11
2.8	Ausführungsbestimmungen	11
<b>3</b>	<b>Wirtschaftlichkeit und Umweltentlastungseffekte ausgewählter Produktgruppen</b>	<b>13</b>
3.1	<b>Arbeitsplatz-Computer</b>	<b>13</b>
3.1.1	Umweltauswirkungen von Arbeitsplatz-Computern	13
3.1.2	Kriterien für die umweltfreundliche Beschaffung von Computern	14
3.1.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Umweltentlastungseffekte	18
3.2	<b>Multifunktionsgeräte</b>	<b>22</b>
3.2.1	Umweltauswirkungen von Multifunktionsgeräten	23
3.2.2	Kriterien für die umweltfreundliche Beschaffung von Multifunktionsgeräten	24
3.2.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Umweltentlastungseffekte	29
3.3	<b>Bewässerungssysteme im Landschaftsbau</b>	<b>33</b>
3.3.1	Umweltauswirkungen von Bewässerungsanlagen	36
3.3.2	Kriterien für die Ausschreibung von Bewässerungsanlagen	36
3.3.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Analyse der Umweltentlastungseffekte	37
3.4	<b>Gebäude- und Glasreinigung</b>	<b>46</b>
3.4.1	Umweltauswirkungen durch Gebäude- und Glasreinigung	47
3.4.2	Maßnahmen und Kriterien für die umweltfreundliche Gebäude und Glasreinigung	47
3.4.3	Umweltentlastungseffekte und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	51

<b>4</b>	<b>Berechnungstool für Lebenszyklus-Kostenrechnung (LCC-Tool)</b>	<b>56</b>
4.1	Die Methode der Lebenszyklus-Kostenrechnung	56
4.2	Allgemeine Prinzipien und methodische Aspekte	56
4.3	LCC-Tool zur Berechnung der Lebenszykluskosten	59
4.4	Anwendungsbereich	59
4.5	Anwendbare Kostenkategorien	59
4.6	Berechnung und Ergebnisse	60
4.7	Nutzung des LCC-Tools	60

# 1 EINLEITUNG

Die Berücksichtigung von Umweltaspekten im öffentlichen Beschaffungswesen wird schon lange Zeit in Deutschland praktiziert. Sie ist rechtlich zulässig und birgt enorme ökologische und wirtschaftliche Potenziale.

Das öffentliche Beschaffungsvolumen in Deutschland kann für das Jahr 2004 mit einer statistisch gesicherten Untergrenze von 150 Mrd. Euro angegeben werden. Auch wenn der Anteil der umweltfreundlichen Beschaffung am gesamten Beschaffungsvolumen der öffentlichen Hand nicht genau bekannt ist, lässt sich auf Basis dieser Zahl das Potenzial umweltfreundlicher Beschaffung erahnen. Gleichzeitig muss aber davon ausgegangen werden, dass dieses Potenzial nicht voll ausgeschöpft wird. Als Gründe für die zurückhaltende Berücksichtigung von umweltfreundlichen Kriterien in der Beschaffung werden in wissenschaftlichen Untersuchungen u.a. genannt:

- ▶ die verbreitete Unsicherheit über die rechtlichen Rahmenbedingungen;
- ▶ mangelnde praktische Erfahrung bei der Gestaltung von umweltfreundlichen Beschaffungsprozessen;
- ▶ die (tatsächlichen oder angenommenen) höheren Kosten der umweltfreundlichen Produkte oder Dienstleistungen

Ziel dieser Broschüre ist es deshalb den Beschafferinnen und Beschaffern in Behörden und Kommunen Hilfestellung zu leisten, die ihnen die umweltfreundliche Auftragsvergabe erleichtert. Dazu wird über die vergaberechtlichen Grundlagen entlang der Phasen des Vergabeverfahrens informiert und zusammenfassende vergaberechtliche Empfehlungen zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 2).

Bei der Beschaffung spielt der Anschaffungspreis eine wichtige Rolle und führt dazu, dass konventionelle Produkte häufig günstiger erscheinen. Jedoch zeigt der Vergleich der jährlichen Gesamtkosten oftmals, dass bei Waren und Dienstleistungen die umweltfreundlichen Alternativen trotz eines zunächst höheren Anschaffungspreises insgesamt besser als die jeweiligen konventionellen Varianten abschneiden. Bei der Beschaffung sollten deshalb alle relevanten Kostenfaktoren einer Ware/einer Dienstleistung geprüft und quantifiziert werden. Dies wird in der Broschüre beispielhaft für folgende Produktgruppen/Dienstleistung beschrieben:

- ▶ Arbeitsplatz-Computer,
- ▶ Multifunktionsgeräte,
- ▶ Bewässerungssysteme im Landschaftsbau und
- ▶ Gebäude- und Glasreinigung.

In jeder der Gruppen werden zudem Vorschläge zur Berücksichtigung von Umweltkriterien vorgestellt, die sich am jeweiligen Kenntnisstand der Beschafferin / des Beschaffers orientieren. Es sind dies die folgenden drei Stufen:

- ▶ Auf dem Einsteigerniveau werden grundlegende Kriterien ausgewählt, die ohne vertiefte Kenntnisse der Eigenschaften der Ware/der Dienstleistung verwendet werden können.
- ▶ Das Fortgeschrittenenniveau zeichnet sich dadurch aus, dass es vor allem auf den technisch-materiellen Anforderungen von anerkannten Umweltzeichen basiert.
- ▶ Auf dem Expertenniveau muss die Beschafferin / der Beschaffer in der Lage sein, institutionelle und systematische Aspekte einzubeziehen und er/sie muss darüber hinaus auch gewisse vergaberechtliche Vorkenntnisse besitzen.

Auf den verschiedenen Ebenen sollen generell auch ökonomische Aspekte und insbesondere Lebenszykluskosten mit berücksichtigt werden. Damit werden Informationen generiert, die es ermöglichen, die Entscheidung durch ökonomische Aspekte zu stützen. Um bei Beschafferinnen und Beschaffern den Arbeitsaufwand zur Gegenüberstellung der Gesamtkosten konventioneller Produkte und den entsprechenden umweltfreundlicheren Alternativen zu minimieren, wurde ein LCC (Life Cycle Costing)-Tool auf Excel-Basis zur Berechnung der Lebenszykluskosten entwickelt (siehe Kapitel 4).

Für die in der Broschüre beschriebenen Produktgruppen und Dienstleistungen wurden auch Musterausschreibungsunterlagen erarbeitet. Diese können auf der Internetseite [www.beschaffung-info.de](http://www.beschaffung-info.de) heruntergeladen werden.

## 2 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN UMWELTFREUNDLICHER BESCHAFFUNG

Die umweltfreundliche öffentliche Auftragsvergabe hat in den letzten Jahren stetig an Bedeutung zugenommen. Von Seiten der EU-Kommission und anderer europäischer Institutionen wird die umweltfreundliche Vergabe zunehmend als wirksames Instrument zur Förderung des Umweltschutzes betrachtet. Demgegenüber wurde das Thema von der deutschen Rechtswissenschaft lange Zeit eher kritisch unter dem Stichwort „vergabefremde Aspekte“ diskutiert. Inzwischen kann an der grundsätzlichen Zulässigkeit der Berücksichtigung von Umweltkriterien bei Vergabeverfahren nicht mehr gezweifelt werden.

Das im Rahmen des UFOPLAN-Vorhabens „Nationale Umsetzung der neuen EU-Beschaffungs-Richtlinien - FKZ 206 95 300“ erarbeitete Rechtsgutachten untersucht detailliert verschiedene Möglichkeiten, Umweltaspekte in das Vergabeverfahren einfließen zu lassen. Das vollständige Gutachten kann unter folgender Adresse abgerufen werden: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/3631.pdf>. Die Untersuchung orientiert sich dabei praxisgerecht an den einzel-

nen Phasen des Vergabeverfahrens. Im Folgenden wird ein Überblick über die wesentlichen Ergebnisse des Rechtsgutachtens gegeben.

## 2.1 Die relevanten Rechtsnormen

Unter Vergaberecht versteht man die Gesamtheit der nationalen und internationalen Regeln und Vorschriften, die ein Träger der öffentlichen Verwaltung bei der Beschaffung von Waren und Dienstleistungen, die er zur Erfüllung seiner Verwaltungsaufgaben benötigt, zu beachten hat. Vorgaben auf europäischer Ebene enthalten die Vorschriften des EG-Vertrags sowie die Vergaberichtlinien (2004/17/EG und 2004/18/EG). Der nationale Rechtsrahmen umfasst insbesondere den 4. Teil des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (§§ 97 ff. GWB) und die dazu ergangene Vergabeverordnung (VgV) sowie die so genannten Verdingungsordnungen (VOB, VOL, VOF), die die Einzelheiten des Vergabeverfahrens konkret vorgeben.

### Schwellenwerte im Vergabeverfahren

Die Vergabeverordnung gilt für Vergaben oberhalb der Schwellenwerte. Die Schwellenwerte betragen derzeit:

- für Bauaufträge 5,150 Millionen Euro,
- für Liefer- und Dienstleistungsaufträge 206.000 Euro,
- für Liefer- und Dienstleistungsaufträge im so genannten Sektorenbereich 412.000 Euro sowie
- für Liefer- und Dienstleistungsaufträge Oberster oder Oberer Bundesbehörden 133.000 Euro.

War das deutsche Vergaberecht traditionell ein spezieller Teil des Haushaltsrechts und damit primär der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit verpflichtet, hat das europäische Vergaberecht vor allem die Marktöffnung zwischen den Mitgliedsstaaten und damit den Wettbewerb im Blick. Durch die Aufnahme von Umweltaspekten in die EU-Vergaberichtlinien und daraus resultierend nunmehr auch in das nationale Vergaberecht ist der Umweltschutz explizit als ein Ziel staatlichen Handelns in das Vergaberecht aufgenommen worden. Das deutsche Vergaberecht kann schon deshalb nicht mehr allein unter dem Blickwinkel der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit betrachtet werden, weil diese ursprünglichen Ziele durch die mit den EU-Vergaberichtlinien verfolgten Ziele überlagert werden. Folglich ist es nicht zeitgemäß, Umweltaspekte unter dem Stichwort „vergabefremde Kriterien“ zu diskutieren.

## 2.2 Umweltaspekte im Vergabeverfahren

Ein Vergabeverfahren gliedert sich in die folgenden Phasen: Auswahl des Auftragsgegenstandes, Erstellen der Leistungsbeschreibung, Bekanntmachung/Angebotsphase, Eignungsprüfung, Angebotsprüfung und -wertung sowie Zuschlag/Vertragsschluss mit dem Auftragnehmer. Dabei gelten für Vergaben oberhalb der Schwellenwerte strengere formale Anforderungen. Die Ausführungen des Gutachtens beziehen sich der Einfachheit halber auf die Bereiche unterhalb und oberhalb der Schwellenwerte, sofern nicht abweichend dargestellt. Insbesondere finden die aus dem EG-Vertrag unmittelbar abgeleiteten Anforderungen bez. Transparenz, Publizität und Diskriminierungsfreiheit auch für Vergaben unterhalb der Schwellenwerte Anwendung.

## 2.3 Auswahl des Auftragsgegenstandes

Bevor das Vergabeverfahren im engeren Sinne beginnt, muss die Vergabestelle zunächst entscheiden, was sie kaufen oder bauen will bzw. welche Dienstleistung sie benötigt. Dazu muss sie den Bedarf ermitteln und feststellen, ob und in welcher Form das Produkt oder die Dienstleistung auf dem Markt verfügbar ist. Erst danach kann sie festlegen, was beschafft werden soll.

Diese Phase des Vergabeverfahrens ist von besonderer Bedeutung für die umweltfreundliche Beschaffung. Wenn Umweltkriterien erfolgreich in das Vergabeverfahren einbezogen werden sollen, muss diese Entscheidung frühzeitig getroffen und das Verfahren entsprechend gestaltet werden. Nachträgliche, d.h. nach Bekanntmachung bzw. Versendung der Verdingungsunterlagen erfolgende Änderungen sind nicht zulässig. Zudem hat der öffentliche Auftraggeber bei der Auswahl des Auftragsgegenstands einen großen Spielraum, von vornherein einen umweltfreundlichen Beschaffungsgegenstand zu wählen. Der Auftraggeber kann den Auftragsgegenstand so auswählen, dass nur bestimmte Produkte oder Dienstleistungen angeboten werden können. Insbesondere verpflichtet das deutsche Vergaberecht - dessen Zweck von vielen immer noch allein darin gesehen wird - die ökonomische Verwendung von Haushaltsmitteln zu sichern, nicht dazu, bei der Beschaffung von vornherein die kostengünstigste Variante zu wählen.

### Beispiel für die Festlegung des Auftragsgegenstands

Die Vergabestelle kann „Ökostrom“ oder „Recyclingpapier“ ausschreiben. Bei dem Auftragsgegenstand „Ökostrom“ wird beispielweise festgelegt, welche konkreten Anforderungen an die Stromproduktion gestellt werden. Bei der Leistungsbeschreibung für den Auftragsgegenstand „Recyclingpapier“ kann der Auftraggeber z.B. festlegen, dass das Papier ungebleicht sein muss.

Allerdings kann das europäische Diskriminierungsverbot die Wahlfreiheit des Auftraggebers bei der Festlegung des Auftragsgegenstands einschränken. Problematisch könnte beispielsweise die Entscheidung sein, eine Ware oder Dienst-



leistung zu beschaffen, die nur von sehr wenigen oder gar nur einem einzigen Bieter, womöglich im eigenen Land, angeboten werden kann. Problematisch könnte auch die Auswahl eines Auftragsgegenstands sein, der so eng beschrieben ist, dass es sich eigentlich um eine vorweggenommene technische Spezifikation handelt. Das europäische Primärrecht gebietet dabei jedoch lediglich, den Auftragsgegenstand so zu definieren, dass die Produkthanforderungen nicht restriktiver sind als es zur Erfüllung der vom Auftraggeber festgelegten Aufgaben – zu denen auch der Umweltschutz gehören kann – erforderlich ist. Die Ausschreibung darf nicht auf bestimmte Erzeugnisse eingengt werden, ohne dabei gleichwertige Erzeugnisse zuzulassen.

### Beispiel zur Abgrenzung von zulässiger und unzulässiger Einengung des Auftragsgegenstandes

Will ein öffentlicher Auftraggeber für den öffentlichen Nahverkehr Busse beschaffen, die strenge Grenzwerte einhalten, so kann er in der Leistungsbeschreibung die Einhaltung der Grenzwerte zwingend fordern, indem er nur „Busse, die die Euronorm 4/5 einhalten“ ausschreibt und nicht allgemein „Busse“. Wenn er jedoch in der Leistungsbeschreibung eine bestimmte Technologie fordert, um dieses Ziel zu verwirklichen, müssen alle „gleichwertigen“ Angebote, die das Ziel erreichen, wenn auch mit anderer Technik, ebenfalls zugelassen werden.

## 2.4 Leistungsbeschreibung

Entsprechend der Festlegung des Auftragsgegenstandes können in die Leistungsbeschreibung Umwelanforderungen einfließen.

Unzulässig ist es, mit der Leistungsbeschreibung Produkte einer bestimmten Marke, eines bestimmten Ursprungs oder einer bestimmten Produktion zu fordern. Zulässig ist es aber, genaue Anforderungen – auch ökologischer Art – an die Ware oder Dienstleistung zu stellen. So kann der Auftraggeber beispielsweise verlangen, dass ein Produkt aus einem bestimmten Material (z.B. Holz statt Plastik) besteht oder bestimmte Inhaltsstoffe nicht enthält (z.B. bestimmte Chemikalien).

Zulässig ist es auch, bestimmte umweltfreundliche Produktionsverfahren zu fordern, wenn sie dazu beitragen, das Produkt sichtbar oder unsichtbar zu charakterisieren. So kann z.B. bei der Beschaffung von Strom gefordert werden, dass ein bestimmter Anteil aus erneuerbaren Energien stammen soll (s.o.). Entsprechend können auch andere Produktionsverfahren dazu beitragen, das Produkt (auch „unsichtbar“) zu charakterisieren.

In die Leistungsbeschreibung einbezogen werden können auch Lebenszykluskosten. Dabei handelt es sich um die Summe aller Kosten, die über die Dauer des gesamten Lebenszyklus eines Produkts (d.h. während Herstellung, Nutzung und Entsorgung) von einem oder mehreren Akteuren getragen werden. Dazu zählen beispielsweise der Energieverbrauch von Geräten, der Wasserverbrauch, der

Verbrauch von Hilfs- und Betriebsstoffen (z.B. Tonerkartuschen, Reinigungsmittel, Wasser, Benzinverbrauch) sowie die Aufwendungen zur Entsorgung der Produkte. Diese sind einerseits sehr umweltrelevant. Andererseits haben sie auch große Auswirkungen auf die Kosten, die der Auftraggeber zu tragen hat, wenn er das Produkt verwendet.

Der öffentliche Auftraggeber darf in der Leistungsbeschreibung nicht fordern, dass eine Ware oder eine Dienstleistung ein bestimmtes **Umweltzeichen** haben muss. Er kann aber Kriterien, die bei der Erteilung von Umweltzeichen herangezogen werden und die zur Beschreibung des Auftragsgegenstands geeignet sind, in seiner Leistungsbeschreibung verwenden. Dann kann das Umweltzeichen als Nachweis für die Einhaltung gelten. Allerdings muss das Umweltzeichen allgemein zugänglich und wissenschaftlich fundiert sein, sowie im Rahmen eines Verfahrens erlassen worden sein, an dem interessierte Kreise wie staatliche Stellen, Verbraucher, Hersteller, Händler und Umweltorganisationen teilnehmen konnten. Dies trifft auf Umweltzeichen zu, die durch die DIN EN ISO 14024 (Umweltkennzeichnung Typ I) zertifiziert sind: der Blaue Engel, der Nordische Schwan und das Europäische Umweltzeichen "Euro-Blume". Die Kriterien dieser Umweltzeichen sind öffentlich zugänglich auf den Internetseiten der Zeichensysteme. In der Ausschreibung müssen als Nachweis für die Einhaltung der Umweltkriterien neben dem Umweltzeichen auch ausdrücklich andere geeignete Beweismittel zugelassen werden, wie z.B. technische Unterlagen des Herstellers oder Prüfberichte anerkannter Stellen.

### Beispiel für Umweltkriterien, auf deren Basis ein Umweltzeichen vergeben wird

Der Blaue Engel wird nur an Arbeitsplatz-Computer verliehen, die bestimmten Umweltauflagen genügen. Im Fokus stehen die Vermeidung von Schadstoffen, Emissionen und Abfall und ein möglichst geringer Energiebedarf während der Nutzung sowie die Verwertung gebrauchter Produkte. Hierdurch soll ein Beitrag zur Ressourcenschonung werden und Schadstoffeinträge in die Umwelt vermieden werden. Es sollen Geräte mit niedrigem Energiebedarf ausgezeichnet werden, die außerdem geräuscharm arbeiten.

Gefordert ist deshalb z.B., dass die maximal zulässigen Leistungsaufnahmen der Systemeinheiten und der tragbaren Computer in energiesparenden Zuständen sowie wie die zulässigen Aktivierungszeiten dafür - die sich zudem vom Nutzer verringern lassen müssen - vorgegeben werden. Der Ein-Aus-Schalter muss sich an der Gerätevorderseite befinden und zumindest einen Schein-Aus-Zustand ermöglichen.

## 2.5 Eignungsprüfung

Nach Abschluss der Angebotsphase erfolgt die Angebotsprüfung und -wertung durch den Auftraggeber. Dabei überprüft der Auftraggeber im Rahmen der Eignungsprüfung zunächst, ob die Bieter die erforderliche Leistungsfähigkeit in finanzieller und wirtschaftlicher sowie in fachlicher und technischer Hinsicht besitzen. Die Eignung wird in Deutschland traditionell anhand der Eignungskri-

terien Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit beurteilt (vgl. § 97 Abs. 4 GWB). Relevant sind Umweltkriterien dabei insbesondere bei der Frage der technischen **Leistungsfähigkeit** der Bieter. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit kommt es vor allem darauf an, ob der Bieter über ausreichend personelle und maschinelle Ausstattung zur Erfüllung des Auftrags verfügt. Dies kann natürlich auch umweltrelevantes Know-how und umweltrelevante Ausrüstung betreffen, wenn dieses speziell in dem Vergabeverfahren von Interesse ist. Das gilt zum Beispiel für Aufträge, die den geschulten Umgang mit Umweltmedien erfordern. Für den Nachweis der technischen Leistungsfähigkeit kann der öffentliche Auftraggeber bei öffentlichen Bau- und Dienstleistungsaufträgen zudem verlangen, dass das Unternehmen bestimmte Normen für das Umweltmanagement erfüllt, wenn und soweit diese für die Ausführung des Auftrags relevant sind. Als Nachweis kann der Auftraggeber eine Zertifizierung nach EMAS oder nach anderen europäischen oder internationalen Normen verlangen. Gleichwertige Nachweise müssen jedoch ebenfalls akzeptiert werden.

Für die Frage der **Zuverlässigkeit** wird geprüft, ob vom Bieter die gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden und eine einwandfreie Ausführung des Auftrags erwartet werden kann. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage der Bedeutung von Umweltdelikten. Gegenwärtig können nach deutscher Rechtslage Bieter bei Vergaben oberhalb der Schwellenwerte im Rahmen der Eignungsprüfung nicht deshalb ausgeschlossen werden, weil sie ein **Umweltdelikt** begangen haben, da die entsprechende (optionale) Bestimmung der EU-Vergaberichtlinie bislang nicht in deutsches Recht umgesetzt worden ist.

## 2.6 Angebotswertung/Zuschlagskriterien

Wenn die Phase der Eignungsprüfung abgeschlossen ist, werden die verbleibenden Angebote formal und rechnerisch geprüft und sodann gewertet. Unter den verbliebenen Angeboten wird das „wirtschaftlichste“ Angebot ausgewählt. Dabei handelt es sich nicht zwingend um das Angebot mit dem niedrigsten Preis, sondern um dasjenige, das die vom Auftraggeber spätestens in den Vergabungsunterlagen festgelegten Zuschlagskriterien am besten erfüllt. Unter Wirtschaftlichkeit ist dementsprechend die günstigste Relation zwischen der zu erbringenden Leistung und den dafür einzusetzenden Finanzmitteln zu verstehen. Als Zuschlagskriterien kommen daher verschiedene Aspekte in Betracht. Neben Qualität, Preis, technischem Wert, Ästhetik, Zweckmäßigkeit, Betriebskosten, Rentabilität, Kundendienst und technische Hilfe, Lieferzeitpunkt und Liefer- oder Ausführungsfrist gehören dazu auch Umwelteigenschaften und Lebenszykluskosten (siehe das Hilfsmittel zur Berechnung der Lebenszykluskosten in Kapitel 4).

Umweltaspekte - auch mit Blick auf bestimmte Produktionsmethoden - sind als Zuschlagskriterien zulässig, wenn sie in Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand stehen. Dieser Zusammenhang ist immer gegeben, wenn es sich um Eigenschaften handelt, die der Ware oder der Dienstleistung unmittelbar anhaf-

ten. Das ist der Fall, wenn die Zuschlagskriterien beispielsweise den Energie- oder Kraftstoffverbrauch des Produkts betreffen. Zulässig sind auch Zuschlagkriterien, die sich nicht sichtbar im Produkt oder in der Dienstleistung niederschlagen. Dazu zählt beispielsweise die Herkunft von zu beschaffendem Strom aus erneuerbaren Energien. Da die Kriterien dem Auftraggeber keinen (betriebs-)wirtschaftlichen Vorteil bringen, mithin nicht werterhöhend sind, kann der Auftraggeber auch Kriterien wählen, die die Produktionsphase des Auftragsgegenstandes betreffen (Anforderungen hinsichtlich so genannter Prozess- und Produktionsmethoden, englisch PPMs), wenn ein Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand besteht. Das bedeutet, dass der Auftraggeber beispielsweise fordern kann, dass das Holz, aus dem Büromöbel sein sollen, aus „nachweislich legaler und nachhaltiger Waldbewirtschaftung stammt“<sup>1</sup>.

Nicht zulässig sind dagegen Kriterien, bei denen kein Zusammenhang mehr mit dem Auftragsgegenstand besteht, etwa weil sie sich ausschließlich auf das allgemeine Umweltverhalten des Bieters beziehen, das von seiner Ware oder Dienstleistung unabhängig ist. Beispiele dafür wären der Verzicht auf die Verwendung von Einweggeschirr in der Werkskantine oder die Verwendung von Recyclingpapier in den Büros des Bieters.

Die Zuschlagskriterien dürfen nicht gegen das Diskriminierungsverbot des EG-Vertrages verstoßen. Eine Bevorzugung inländischer Bewerber oder solcher, die in bestimmten Bezirken ansässig sind, ist nicht zulässig.

### Bevorzugung der regionalen Beschaffung - unzulässig?

Eine Diskriminierung ist nicht nur gegeben, wenn regionale Produkte (inkl. Bau- und Dienstleistungen) beschafft werden sollen. Eine - dann mittelbare - Diskriminierung kann auch vorliegen, wenn beispielsweise in der Ausschreibung vorgegeben wird, dass Bieter mit kurzen Transportwegen bevorzugt werden sollen.

So nachvollziehbar es erscheint, dass Politik und Verwaltung die regionale Produktion fördern möchten, so muss doch auf eine Förderung durch öffentliche Aufträge verzichtet werden. Der öffentliche Auftraggeber ist seinerseits nicht gehindert, die Umweltauswirkungen der Produktion in anderer Form einzubeziehen, die keine, auch keine indirekte Diskriminierung darstellt. So können beispielsweise bei der Beschaffung von Lebensmitteln oder der Vergabe von Catering-Dienstleistungen gezielt saisonale Lebensmittel gefordert werden. Oder Auftraggeber können spezifizieren, dass Lebensmittel beschafft werden sollen, die nicht in Gewächshäusern gezogen worden sind.

**Wichtig ist, dass die Zuschlagskriterien in der Bekanntmachung oder spätestens in den Verdingungsunterlagen ausdrücklich genannt werden!** Im Gegensatz zu einer Ausschreibung oberhalb der Schwellenwerte müssen die Kriterien bei der Vergabe unterhalb der Schwellenwerte nicht gewichtet werden.

<sup>1</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Gemeinsamer Erlass zur Beschaffung von Holzprodukten, 17.1.2007, Gemeinsames Ministerialblatt vom 29.1.2007, Heft 3, S. 67 - 68

## 2.7 Nebenangebote

Eine gute Möglichkeit für Auftraggeber, umweltfreundliche Varianten in das Verfahren einzubeziehen, stellt die Öffnung für sog. Nebenangebote dar. Bieter können z. B. neueste umwelttechnische Varianten anbieten, über die der Auftraggeber möglicherweise noch gar nicht informiert ist. Allerdings müssen Nebenangebote bei Vergaben oberhalb der Schwellenwerte in der Ausschreibung ausdrücklich zugelassen und Mindestanforderungen formuliert sein. Letzteres führt in der Praxis zu Problemen, weil die Auftraggeber Mindestanforderungen an Nebenangebote formulieren müssen, obwohl sie die Nebenangebote naturgemäß noch nicht kennen. Gerade im Bereich innovativer (Umwelt-)Techniken stellt dies ein beachtliches Hindernis für Nebenangebote dar.

## 2.8 Ausführungsbestimmungen

Umweltaspekte können auch bei der Ausführung von Verträgen, die die öffentliche Hand abschließt, eine Rolle spielen. Dazu gehören Anforderungen an die Lieferung von Waren und ihre Verpackung, z.B. die Recyclbarkeit von Verpackungsmaterial, die Rücknahme von Abfall oder nicht mehr brauchbaren Waren. Im Bereich der Bau- oder Dienstleistungen kommen Anforderungen an die Art der Leistungserbringung wie etwa die Dosierung von Putzmitteln bei der Reinigung öffentlicher Gebäude, den Transport von Waren und Werkzeugen zum Ort der Auftragsausführung, die Verwendung wieder verwendbarer Behälter für den Transport oder auch die Schulung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Auftragsnehmers über Umweltaspekte in Betracht. Bei Warenlieferungen können zusätzlich relevant sein: die Lieferung der Ware in angemessener Menge, zu bestimmten Zeiten sowie die Rücknahme von Verpackungsmaterial. Bei Vergaben oberhalb der Schwellenwerte muss es sich dabei entsprechend den europarechtlichen Vorgaben um Bedingungen handeln, die sich auf die Auftragsausführung beziehen und nicht etwa allgemein das Verhalten des Auftraggebers betreffen.

Die Anforderungen unterhalb der Schwellenwerte sind weniger restriktiv: Ausführungsbestimmungen sind danach regelmäßig zulässig, wenn sie dem legitimen Zweck der Verwirklichung des Umweltschutzes dienen.

Nicht zulässig sind Ausführungsklauseln generell dann, wenn sie Bieter diskriminieren, z.B. aufgrund von Anforderungen an den Transport von Waren oder Material. Wenn beispielsweise durch den Ausschluss des Transports per Flugzeug bestimmte Bieter in der EU nicht liefern können, weil sie nicht in der Lage sind, die Ware anders zu transportieren, würde es sich um eine diskriminierende Anforderung handeln, die gegen EG-Recht verstoßen würde.

Allgemein ist bei der Gestaltung der „umweltfreundlichen Beschaffung“ zu beachten, dass der öffentliche Auftraggeber das gesamte Vergabeverfahren in einem Vergabebericht nachvollziehbar dokumentieren muss, u.a. damit er spä-

ter nachweisen kann, dass von ihm verwendete Umweltkriterien nicht missbräuchlich verwendet worden sind.

## Zusammenfassende Empfehlungen

### Empfehlenswert

- Entscheidungsfreiräume bei der Auswahl des Beschaffungsgegenstandes für umweltfreundliche Produkte oder Dienstleistungen nutzen!
- Wo möglich, Lebenszykluskosten in die Leistungsbeschreibung einbeziehen – umweltfreundlich und kostenrelevant!
- Soweit relevant Rückgriff auf Kriterien, die bei der Erteilung von Umweltzeichen herangezogen werden; dies erleichtert den Inhabern des Umweltzeichens den Nachweis für die Einhaltung!
- Im Rahmen der Leistungsfähigkeit Anforderungen an die Einhaltung von Normen des Umweltmanagements stellen, die für die Ausführung des Auftrages relevant sind!
- Im Rahmen der Zuschlagskriterien ausdrückliche Nennung der Umweltaspekte in den Verdingungsunterlagen!
- Möglichkeit zur Abgabe von Nebenangeboten eröffnen, um Angebote neuer und umweltfreundlicher Produkte zu ermöglichen, die dem Auftraggeber evtl. noch nicht bekannt sind!
- Umweltbezogene Anforderungen auch an die Ausführung stellen; diese müssen sich auf den Leistungsgegenstand beziehen (oberhalb der Schwellenwerte) bzw. dem legitimen Zweck der Verwirklichung des Umweltschutzes dienen (unterhalb der Schwellenwerte)!
- Die Verwendung der Umweltkriterien im Vergabevermerk dokumentieren, um Nachweis über nicht missbräuchliche Verwendung führen zu können!

### Zu vermeiden

- Keine Diskriminierung bei der Auswahl des Leistungsgegenstandes – Auftragsgegenstand nicht enger definieren, als dies zur Erfüllung der vom Auftraggeber festgelegten Aufgaben – einschließlich des Umweltschutzes – erforderlich ist!
- Keine Festlegung auf Produkte bestimmter Marken, eines bestimmten Ursprungs oder einer bestimmten Produktion!
- Keine Forderung eines bestimmten Umweltzeichens!
- Kein Ausschluss anderer Nachweise, wenn Umweltzeichen als Nachweis für bestimmte Anforderungen zugelassen werden!
- Kein Ausschluss von Bietern, die ein Umweldelikt begangen haben bei Vergaben oberhalb der Schwellenwerte!
- Keine Verwendung von Zuschlagskriterien, bei denen kein Zusammenhang zum Auftragsgegenstand besteht!
- Keine Beschränkung auf regionale Produkte (inkl. Bau- und Dienstleistungen) – auch keine Bevorzugung von Waren/Dienstleistungen mit kurzen Transport-/Anfahrtswegen (indirekte Diskriminierung)!
- Keine Diskriminierung durch Anforderungen an die Ausführung!

## 3 WIRTSCHAFTLICHKEIT UND UMWELT-ENTLASTUNGSEFFEKTE AUSGEWÄHLTER PRODUKTGRUPPEN

### 3.1 Arbeitsplatz-Computer

Arbeitsplatz-Computer haben sich zu einem weit verbreiteten Arbeitsgerät auch an Arbeitsplätzen der öffentlichen Hand entwickelt. Da sie eine vergleichsweise kurze Lebensdauer besitzen, die Literatur spricht hier von zwei bis sechs Jahren, müssen relativ häufig neue Geräte beschafft werden.

In den letzten Jahren lässt sich sowohl im privaten Bereich als auch im Bürobereich ein Trend hin zu mobilen Geräten und weg von stationären Desktop-Computern beobachten. Aufgrund der höheren Anschaffungspreise für Notebook-Computer ist allerdings anzunehmen, dass dieser Trend für den Bereich der öffentlichen Beschaffung nur sehr bedingt Gültigkeit hat.

Die nachfolgenden Ausführungen und Empfehlungen beziehen sich auf die öffentliche Beschaffung von Computern für den Bürobereich. Darunter fallen die folgenden beiden Produktgruppen:

- ▶ **Desktop-Computer** sind für den stationären Gebrauch bestimmte Arbeitsplatzrechner (PC), deren Gehäuse auf (flache Gehäuseformen) oder neben bzw. unter dem Schreibtisch (so genannte Towergehäuse, z.B. Midi-Tower) Platz findet.
- ▶ **Notebook-Computer** sind für den mobilen Einsatz bestimmte Arbeitsplatzrechner, die ein flaches Gehäuse und einen integrierten Monitor besitzen.

In der Untersuchung nicht näher betrachtet wurde/n so genanntes Server Based Computing/Thin Clients, letzteres sind Endgeräte eines Netzwerkes, deren funktionale Ausstattung auf die Ein- und Ausgabe beschränkt ist, die z.B. keine eigene Festplatte oder eigene Laufwerke besitzen. Zu den jeweiligen Thin Clients gehört ein zentraler Server, der u.a. die Rechenkapazität sowie die Software für die zugehörigen Thin Clients bereitstellt.

#### 3.1.1 Umweltauswirkungen von Arbeitsplatz-Computern

Die Umweltauswirkungen von Computern umfassen die **Herstellung der Geräte**: Mit der Produktion von elektronischen Geräten, wie z.B. Computern, ist der Verbrauch an Ressourcen (z.B. Energie, metallische Ressourcen) sowie der Einsatz von umweltschädlichen Substanzen (z.B. Lösungsmittel, Flammschutzmittel) verbunden. Die Herstellungsphase hat dabei – verglichen mit anderen elektrischen Geräten wie Kühlschränken, Waschmaschinen etc. – ein relativ hohes Gewicht. Dies ist bedingt zum einen durch die relativ großen Umweltauswirkungen die-

ser Phase im Vergleich zur Nutzungsphase, aber auch durch die kurze Zeitspanne von in der Regel nur wenigen Jahren, in der diese Geräte genutzt werden.

Die **Umweltauswirkungen von Computern in der Nutzungsphase** werden durch den Stromverbrauch der Geräte bestimmt. Dieser wiederum hängt sowohl von den Geräteeigenschaften (Leistungsaufnahme in den verschiedenen Betriebszuständen, Wirkungsgrad des Netzteils) als auch vom jeweiligen Nutzungsmuster ab (für wie viele Stunden wird das Gerät in welchen Betriebszuständen genutzt). Prozessor und Grafikkarte sind neben den hier nicht einbezogenen Bildschirmen diejenigen Komponenten, die den Stromverbrauch eines Computer-Arbeitsplatzes am stärksten beeinflussen. Bei Prozessor und Grafikkarte ist es also besonders wichtig, eine Ausstattung zu wählen, die genau den Nutzungsanforderungen entspricht. Notebook-Computer haben bei gleicher Leistungsfähigkeit typischerweise einen 70 % geringeren Stromverbrauch als Desktop-Computer und stellen damit eine energieeffiziente Alternative dar.

**End-of-Life:** Am Ende des Lebensweges von Computern ist es wichtig, dass die in den Geräten enthaltenen Ressourcen möglichst hochwertig wieder gewonnen werden. Hierfür ist eine das Recycling möglichst begünstigende Konstruktion anzustreben (z.B. leichte Trennbarkeit der Komponenten).

## 3.1.2 Kriterien für die umweltfreundliche Beschaffung von Computern

### Einsteigerniveau

Auf Einsteigerniveau wurden Kriterien zugrunde gelegt, die auch für einen Beschafferinnen und Beschaffer leicht umsetzbar sind, der sich noch nicht näher mit den Umweltaspekten bei der Auswahl von Computern befasst hat. Es sind dies:

#### (1) Beschaffung energieeffizienter Geräte – Erfüllung der Kriterien des Energy Star bezüglich Energieeffizienz

Die Richtlinien des Energy Star legen gerätespezifische Grenzwerte für den Energieverbrauch von Computern fest. Seit dem 20. Juli 2007 gelten neue, strengere Grenzwerte, die erstmals auch den so genannten Idle-Mode, d.h. einen Zustand, wenn der Computer aktiv ist, berücksichtigen. Bislang wurde in Energie- und Umweltzeichen für Computer nur die Leistungsaufnahme im Ruhezustand (auch als Sleep-Mode bezeichnet) und im Aus-Zustand (auch als Standby-Modus bezeichnet) begrenzt. In Abhängigkeit von der Art des Geräts und seiner Ausstattung werden unterschiedliche Grenzwerte festgelegt:

Für Desktop-Computer werden im Energy Star die drei Kategorien A, B und C definiert. Die Kategorie B umfasst Geräte, die einen Mehrkernprozessor oder mehrere Einzelkernprozessoren besitzen sowie über mindestens 1 GB Systempeicher verfügen. Die Kategorie C umfasst Geräte die besser ausgestattet sind und z.B. über einen Grafikprozessor mit mindestens 128 MB fest zugeordneter Speicherkapazität verfügen. Die Kategorie A ist für Geräte gedacht, die weder in B noch in C passen.



Notebook-Computer und Tablet-Computer teilen sich in die Kategorien B (Geräte mit Grafikprozessor mit mindestens 128 Megabyte fest zugeordneter Speicherkapazität) und A (Geräte, die nicht unter B fallen).

Nachfolgende Tabelle zeigt die nach Energy Star erlaubte maximale Leistungsaufnahme von Desktop-, Notebook- und Tablet-Computern in den verschiedenen Betriebszuständen Idle-Modus, Ruhe-Modus und Standby-Modus (Einheit: Watt). Für bestimmte Zusatzfunktionen sind zusätzliche Aufschläge erlaubt.

	Idle-Modus	Ruhe-Modus	Standby-Modus
Desktop-Computer			
Kategorie A	50	4	2
Kategorie B	65	4	
Kategorie C	95	4	
Notebook- und Tablet-Computer			
Kategorie A	14	1,7	1
Kategorie B	22	1,7	1

**Tabelle 1: Nach Energy Star in den verschiedenen Betriebszuständen erlaubte maximale Leistungsaufnahme von Desktop-, Notebook- und Tablet-Computern**

Zusätzlich zu den genannten Grenzwerten werden im Energy Star außerdem Vorgaben für die Effizienz von internen und externen Netzteilen gemacht.

Da der Energy Star für die berücksichtigten Gerätetypen ein am Markt akzeptiertes und – auch in der seit 20. Juli 2007 geltenden strengeren Fassung – verbreitetes Energiesparlabel ist, ist seine Anwendung unproblematisch.

## **(2) Abschluss eines Vor-Ort-Service-Vertrags mit 5 Jahren Laufzeit**

Da die Herstellung einen relativ hohen Anteil an den Umweltbelastungen auf dem gesamten Lebensweg von Computer besitzt, besteht ein wirksamer Ansatz zur Reduktion der Umweltauswirkungen in einer möglichst langen Lebens- und Nutzungsdauer der Geräte. Das Erreichen einer langen Lebensdauer kann dadurch unterstützt werden, dass mit dem Gerät selbst ein Servicevertrag über einen Zeitraum von fünf Jahren beschafft wird, der die zeitnahe Reparatur der Geräte im Vertragszeitraum sicherstellt. Um dies zu realisieren, empfiehlt sich in der Regel die Vereinbarung eines Vor-Ort-Services (On-Site-Service), bei dem die Geräte beim Nutzer verbleiben können und direkt vor Ort repariert werden oder ggf. durch ein Ersatzgerät substituiert werden.

Dieses Kriterium lehnt sich an die Vorgaben des Blauen Engel an, der die Reparatursicherheit der Geräte für einen Zeitraum von fünf Jahren ab Kauf sichergestellt wissen will.

### **Fortgeschrittenenniveau**

Beim Fortgeschrittenenniveau wird vorausgesetzt, dass sich die Beschafferinnen und Beschaffer schon mit Umweltaspekten von Computern auseinandergesetzt haben und entsprechend differenziertere Vorgaben machen können.

#### **(1) Beschaffung energieeffizienter Geräte – Erfüllung der Kriterien des Energy Star bezüglich Energieeffizienz**

Beschreibung siehe bei Einsteigerniveau

#### **(2) Abschluss eines Vor-Ort-Service-Vertrags mit 5 Jahren Laufzeit**

Beschreibung siehe bei Einsteigerniveau

#### **(3) Erweiterung der Leistungsfähigkeit**

Um einen Computer auch bei veränderten Anforderungen an seine Leistungsfähigkeit weiter nutzen zu können und so seine Lebensdauer zu verlängern, ist es erforderlich, dass diese in gewissem Umfang erweitert werden kann. Dies kann durch den direkten Austausch von Komponenten wie Grafikkarte oder Laufwerk im Gerät geschehen oder aber durch den Anschluss externer Komponenten, z.B. einer externen Festplatte oder eines externen Laufwerks. Der Blaue Engel, RAL-UZ 78 (Vergabegrundlage, S. 15 ff.) macht für Desktop-Computer folgende Vorgaben:

„Die Systemeinheit muss modular aufgebaut sein und den Austausch der Module durch den Benutzer ohne Verwendung von Spezialwerkzeug gestatten. Das Gerät muss so aufgebaut sein, dass eine Erweiterung der Leistungsfähigkeit (Upgrading) möglich ist durch:

- ▶ Erweiterung der Kapazität des Arbeitsspeichers,
- ▶ Einbau, Austausch und Erweiterung eines Massenspeichers,
- ▶ Aufrüsten der Grafikkarte,
- ▶ Einbau und Austausch von CD-ROM, DVD oder Diskettenlaufwerk,
- ▶ Vorhandensein von mindestens zwei zusätzlichen Schnittstellen für externe Laufwerke/Peripheriegeräte (zusätzlich zu den obligatorische Anschlussmöglichkeiten für Maus, Tastatur, Bildschirm und Drucker).“

Für Notebook-Computer lauten die Vorgaben aus der RAL-UZ 78 (Vergabegrundlage, S. 16) folgendermaßen:

Tragbare Computer müssen folgende Erweiterungsmöglichkeiten bieten:

- ▶ Erweiterung der Kapazität des Arbeitsspeichers,
- ▶ Vorhandensein von mindestens zwei zusätzlichen Schnittstellen für externe Laufwerke/Peripheriegeräte (außer den obligatorischen Anschlussmöglichkeiten für Maus, Tastatur, Bildschirm und Drucker).“

#### **(4) Rücknahme der Geräte durch den Anbieter und Zuführung der Geräte zum Recycling**

Um ein möglichst hochwertiges Recycling von Computern und die optimale Wiedergewinnung der Ressourcen sicherzustellen, muss ein möglichst hoher Anteil der Geräte wiederverwendet oder einem werkstofflichen Recycling zugeführt werden.

Das Kriterium „Rücknahme der Geräte“ aus dem Blauen Engel berücksichtigt dies, indem es die Zeichennehmer bzw. in der Ausschreibung die jeweiligen Anbieter verpflichtet, ihre Geräte nach Ende der Lebensdauer zurückzunehmen und einer Wiederverwendung oder einem werkstofflichen Recycling im Sinne des ElektroG zuzuführen.

#### **(5) Beschaffung von Geräten, die recyclinggerecht konstruiert sind**

Um die in einem Computer befindlichen Ressourcen wie z.B. verschiedene Metalle und Kunststoffe optimal wiedergewinnen zu können, ist es notwendig, dass die Geräte recyclinggerecht konstruiert sind. Die recyclinggerechte Konstruktion umfasst die Aspekte Baustruktur und Verbindungstechnik (z.B. Vermeidung nichtlösbare Verbindungen, wie verklebte oder verschweißte Verbindungen), ebenso wie die Werkstoffwahl (z.B. müssen Kunststoffteile ab einer Größe von 25 Gramm aus nur einem Material bestehen) und die Erleichterung der Verwertung der Geräte nach der Gebrauchsphase (z.B. müssen Kunststoffteile ab einer Größe von 25 Gramm und einer geraden Fläche von mehr als 200 mm mit der Materialbezeichnung gekennzeichnet sein).

Für eine detaillierte Darstellung der Kriterien für die recyclinggerechte Konstruktion wird auf die Vergabegrundlage des Blauen Engel RAL-UZ 78 (S. 5 ff.) verwiesen.

#### **(6) Beschaffung von Geräten aus möglichst umweltverträglich gestalteten Kunststoffen**

Um den Eintrag von Schadstoffen in die Geräte zu minimieren, ist es notwendig, Einschränkungen in Bezug auf die verwendeten Kunststoffe zu machen. Die Vergabegrundlage des Blauen Engel RAL-UZ 78 umfasst dabei u. a. folgende Kriterien:

- ▶ Halogenhaltige Polymere und Zusätze von halogenorganischen Verbindungen als Flammenschutzmittel sind nicht zulässig (Ausnahmen sind definiert.).
- ▶ Dem Trägermaterial der Leiterplatten dürfen keine PBB (polybromierte Biphenyle), PBDE (polybromierte Diphenylether) oder Chlorparaffine zugesetzt sein.

Für eine detaillierte Darstellung der Kriterien für die Gestaltung der Kunststoffe wird auf die Vergabegrundlage des Blauen Engel RAL-UZ 78 (S. 7 ff.) verwiesen.

#### **(7) Geräuschemissionen**

Der Schallleistungspegel sollte auf höchstens 45 dB(A) im Leerlaufbetrieb und 48 dB(A) im Betrieb (Aktivierung des Festplattenlaufwerkes) begrenzt werden (Werte nach ITI TC6).

Angestrebt werden sollte aber darüber hinaus ein noch geringerer Schalleistungspegel, wie er den Anforderungen des Blauen Engel RAL-UZ 78 (Vergabegrundlage, S. 13 ff.) entspricht: Beim PC werden im Leerlaufbetrieb 40 dB(A) und im Betrieb (Aktivierung des Festplattenlaufwerkes) 44 dB(A) nicht überschritten.

### Expertenniveau

Neben den bereits unter Einsteiger- und Fortgeschrittenenniveau genannten Kriterien stellt die Berücksichtigung aller Kriterien der Vergabegrundlage des Blauen Engel (RAL-UZ 78) und der Energieeffizienzkriterien des Energy Star Version 4.0 sowie die Einbeziehung der Variante Server Based Computing/Thin Clients ein Beschaffungskriterium auf Expertenniveau dar. Die Verwendung von so genannten Thin Clients mit einem zentralen Server (Server Based Computing) kann nach einer aktuellen Studie des Fraunhofer Instituts Umsicht (UMSICHT 2008) zu erheblichen Kosteneinsparungen und Reduktionen der Umweltbelastungen führen. Wie groß diese im konkreten Fall tatsächlich sind, muss im Einzelfall genau analysiert werden. Wichtig sind dabei die Parameter Art der Tätigkeit, Größe des Arbeitsbereiches (z.B. der Behörde), Personalausstattung im IT-Bereich, Homogenität der Softwarelandschaft.

### Ergänzende Empfehlungen

Grundsätzlich kommt es bei der Beschaffung von Computern darauf an, dass die Ausstattung der Geräte so gewählt wird, dass sie den Anforderungen der vorgesehenen Nutzung entspricht. Wird der Computer leistungsstärker beschafft als eigentlich erforderlich, fallen Anschaffungskosten, Stromverbrauch sowie Stromkosten in der Nutzungsphase höher aus als nötig. Welche Ausstattung konkret erforderlich ist, muss im Einzelfall geprüft werden. Allgemeine Vorgaben machen an dieser Stelle keinen Sinn, da der Einsatzbereich und damit die erforderliche Ausstattung sehr unterschiedlich sein können.

Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob Geräte, die am aktuellen Einsatzort nicht mehr zweckmäßig sind, an anderer Stelle eingesetzt werden können und dadurch Neubeschaffungen vermieden werden können.

## 3.1.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Umweltentlastungseffekte

### Rahmenbedingungen und Festlegungen

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und die Berechnung der Umweltentlastungseffekte wurden exemplarisch für einen Desktop-Computer durchgeführt.

In die Berechnungen wurden dabei folgende Elemente einbezogen:

- ▶ die Anschaffung des Computers,
- ▶ der Betrieb des Computers über eine Lebensdauer von drei Jahren, dabei wurden Stromverbrauch und Energiebereitstellung berücksichtigt.

Die verglichenen Geräte verfügen alle über eine ähnliche Konfiguration: einen aktuellen Doppelkernprozessor mit einer Geschwindigkeit zwischen 1,5 und 2,3 GHz, einen Arbeitsspeicher mit 1 GB RAM, einer Festplatte zwischen 120 und 160 GB sowie ein DVD-Laufwerk; die Alternative „konventionelles Notebook“ (Einsteiger 2) verfügt zudem über einen Bildschirm von 14,1 Zoll.

Für die konventionelle Alternative (Basis) wurde angenommen, dass sie weder die Kriterien des Energy Star (Version 4.0) noch die Kriterien des Blauen Engel erfüllt.

Für die umweltfreundliche Alternative auf Einsteigerniveau wurde zum einen ein Desktop-Computer ausgewählt, der mit dem Energy Star ausgezeichnet ist (Einsteiger 1). Als zweite Alternative wurde ein konventioneller Notebook-Computer (Einsteiger 2) gewählt, der zwar nicht mit dem Energy Star ausgezeichnet ist, aber aufgrund seiner Eigenschaft als mobiles Gerät vergleichsweise energieeffizienter ist als ein Desktop-Computer vergleichbarer Leistungsfähigkeit.

Für die umweltfreundliche Alternative auf Fortgeschrittenenniveau wurde ein Desktop-Computer ausgewählt, der mit dem Energy Star und dem Blauen Engel ausgezeichnet ist.

Alternative	Kurzname	Energy Star	Blauer Engel
Basis	Konventioneller Desktop-PC	Nein	Nein
Einsteiger 1	Desktop-PC mit Energy Star	Ja	Nein
Einsteiger 2	Konventionelles Notebook	Nein	Nein
Fortgeschrittenen 1	Desktop-PC mit Blauem Engel	Ja	Ja

**Tabelle 2: Überblick über die betrachteten Alternativen**

Für das Expertenniveau, das die Optimierung des Gesamtsystems unter Einbeziehung der Variante „Thin Clients“ umfasst, wurde kein Rechenbeispiel erstellt.

### Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden die Kosten erfasst, die für die Beschafferin / den Beschaffer mit der Anschaffung und dem Betrieb eines Computers über die gesamte Lebensdauer des Computers verbunden sind. Zusätzlich werden die Annuitäten bestimmt, um die Ergebnisse mit denen der Berechnung der Umweltentlastungseffekte vergleichbar zu machen.

Generell nicht einbezogen wurden die Kosten für Installation und Wartung der Geräte. Ebenfalls unberücksichtigt blieben Kosten für die über ein Betriebssystem hinausgehende Ausstattung der Geräte mit Software und deren Pflege. Letztere sind sehr individuell und außerdem unabhängig von der Wahl einer konventionellen oder einer umweltfreundlichen Geräte-Alternative.

### Lebenszykluskosten der betrachteten Alternativen

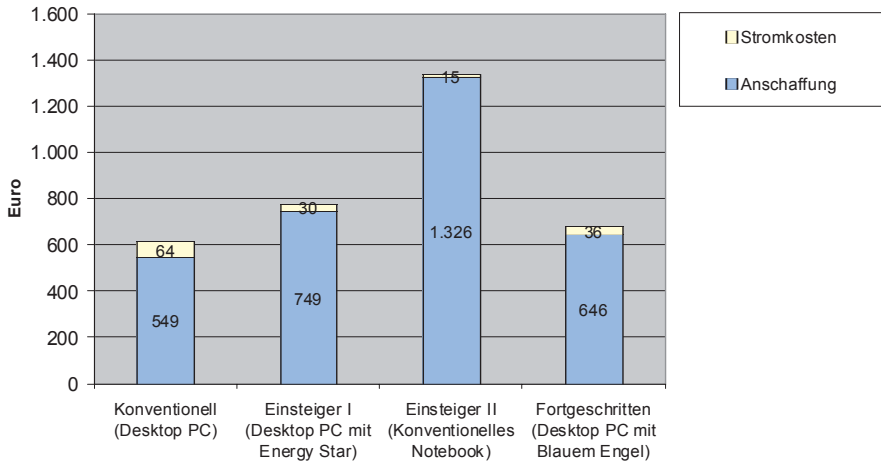


Abbildung 1: Lebenszykluskosten (Lebensdauer: 3 Jahre)

	Konventionell (Desktop PC)	Einsteiger I (Desktop PC mit Energy Star)	Einsteiger II (Konventionelles Notebook)	Fortgeschritten (Desktop PC mit Blauem Engel)
Anschaffung	549,- €	749,- €	1.326,- €	646,- €
Stromkosten	64,- €	30,- €	15,- €	36,- €
Summe	613,- €	779,- €	1.341,- €	681,- €

Tabelle 3: Lebenszykluskosten von Arbeitsplatz-Computern (Kapitalwerte in Euro pro Nutzungsdauer)

Die Lebenszykluskosten sind deutlich von den Anschaffungskosten dominiert, die zwischen 90 % und nahezu 100 % der Gesamtkosten ausmachen. Die Stromkosten können durch die Wahl einer umweltfreundlicheren Alternative signifikant reduziert werden. Da diese jedoch nur bis zu 10 % der Gesamtkosten ausmachen, können dadurch die Mehrkosten bei der Anschaffung nicht ausgeglichen werden. Die jährlichen Stromkosten lassen sich um ca. 50 % (Ein-

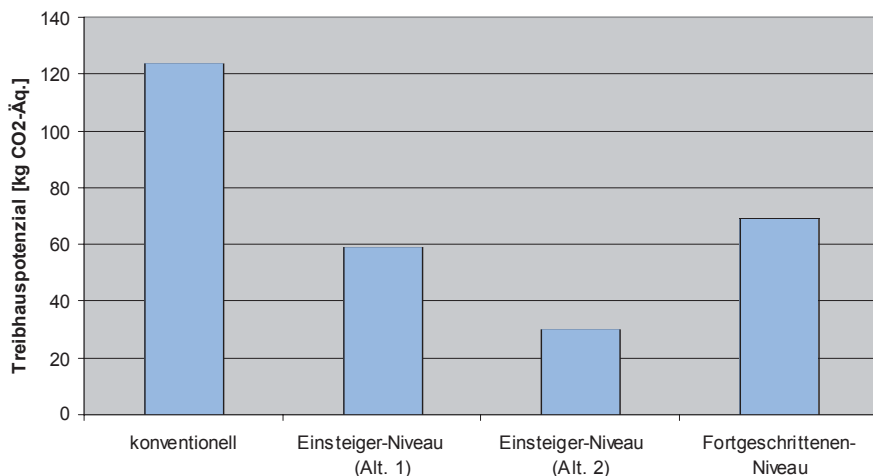
steiger I und Fortgeschrittenen-Niveau) bzw. um knapp 75 % reduzieren (Einsteiger II-Niveau). Interessant ist dabei, dass die Beschaffung eines Notebooks ohne Umweltzeichen die größte Einsparung gegenüber einem konventionellen Desktop-PC bewirkt. Würde man ein Notebook mit Umweltzeichen beschaffen, so könnte man den Stromverbrauch noch weiter reduzieren.

Nimmt man statt einer Lebensdauer von drei eine Lebensdauer von fünf Jahren an, so fällt der Vergleich der Lebenszykluskosten nur geringfügig anders aus als oben beschrieben.

### Umweltentlastungseffekte

Die Umweltentlastungseffekte werden für den Betrieb der betrachteten Computer über den Zeitraum von einem Jahr ermittelt. Zusätzlich werden die Umweltentlastungseffekte auf die gesamte Lebensdauer hochgerechnet.

Einschränkend muss angemerkt werden, dass für die Berechnung der Umweltentlastungseffekte weder die Herstellung noch die Entsorgung der Computer in die Betrachtung einbezogen wurde. Hierfür stehen aktuell keine hinreichend differenzierten Daten zur Verfügung, die eine Unterscheidung von konventioneller und umweltfreundlicher Alternative ermöglichen würden. Aus den gleichen Gründen konnte der Effekt des Servicevertrages nicht abgebildet werden.



**Abbildung 2: Umweltentlastungseffekte beim Betrieb eines Rechners über ein Jahr am Beispiel des Treibhauspotentials**

Wirkungskategorie	Einheit	konventionell	Einsteiger-niveau (Alt. 1)	Einsteiger-niveau (Alt. 2)	Fortgeschrittenen-Niveau
Kumulierter Energie-Aufwand	MJ	2010	957	487	1123
Treibhauspotenzial	kg CO <sub>2</sub> -Äq.	124	59	30	69
Versauerungspotenzial	kg SO <sub>2</sub> -Äq.	0,196	0,094	0,047	0,11
Eutrophierungspotenzial	kg PO <sub>4</sub> -Äq.	0,022	0,011	0,005	0,013
Photooxidantienpotenzial	kg Eth.-Äq.	0,008	0,004	0,002	0,005

**Tabelle 4: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung für Arbeitsplatz-Computer für alle betrachteten Wirkungskategorien (Betrieb eines Rechners über ein Jahr)**

Beim Treibhauspotenzial beträgt das Einsparpotential auf Einsteiger-Niveau ca. 50 % gegenüber der Basisvariante. Bei Wahl eines Notebooks (Einsteiger, Alt. 2) reduzieren sich die Treibhausmissionen um rund drei Viertel. Bezogen auf die gesamte Lebensdauer von drei Jahren summieren sich die Einsparungen beim Treibhauspotenzial auf ca. 200 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Alt. 1) bzw. ca. 280 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Alt. 2).

Auf Fortgeschrittenen-Niveau gehen die ökobilanziell messbaren Umweltentlastungseffekte nicht über die bereits im Einsteiger-Niveau (Alt. 1) erzielte Größenordnung hinaus. Die leicht höheren Werte beim Treibhauspotenzial könnten auf die etwas bessere Rechenleistung des Systems zurückzuführen sein (2,33 GHz vs. 1,5 GHz). Die Geräte erfüllen aber auf beiden Niveaus die Richtlinien des Energy Star. Die zusätzlichen Umweltvorteile des Fortgeschrittenen-Niveaus (z.B. recyclinggerechte Konstruktion, Schadstoffminimierung bei den Kunststoffen, Rücknahme der Geräte durch den Anbieter) konnten im Rahmen der orientierenden Ökobilanz nicht erfasst werden.

## 3.2 Multifunktionsgeräte

Multifunktionsgeräte verfügen über verschiedene Funktionen in einem einzigen Gerät. Neben der Druckfunktion kann man mit ihnen auch scannen und kopieren. Einige Multifunktionsgeräte verfügen zudem über eine integrierte Faxfunktion. Der Vorteil dieser Kombigeräte ist, dass sie Platz und Kabel sparen. Sie sind in der Regel einfacher zu installieren, zu bedienen und sind meist auch



günstiger als drei oder vier entsprechende Einzelgeräte (Scanner, Drucker, Kopierer, Faxgerät) – sofern man alle Funktionen benötigt und den Bedarf ansonsten über vergleichbare Einzelgeräte gedeckt hätte.

Es ist zu beobachten, dass der Anteil an Multifunktionsgeräten im Vergleich zu Geräten mit nur einer Funktion stetig zunimmt. Ebenso gibt es einen Trend hin zu Geräten mit mehrfarbigem Druck und höheren Geschwindigkeiten. Beides ist mit einem höheren Stromverbrauch verbunden.

Während im Privatbereich fast ausschließlich Multifunktionsgeräte auf Tintenstrahlbasis zu finden sind, werden im Bürobereich in aller Regel elektrofotografische Geräte genutzt.

Die nachfolgenden Ausführungen und Empfehlungen beziehen sich auf die öffentliche Beschaffung von Multifunktionsgeräten für den Bürobereich. Darunter fallen:

- ▶ elektrofotografische (LED- oder Lasertechnik) Multifunktionsgeräte, die mit Toner arbeiten, für den einfarbigen (schwarz) oder mehrfarbigen Druck mit Druck- und Kopierfunktion sowie evt. Scan- und/oder Faxfunktion.
- ▶ tintenstrahlbasierte Multifunktionsgeräte, die mit Tinte (bzw. Gel oder Wachs) arbeiten, für den mehrfarbigen Druck mit Druck- und Kopierfunktion, sowie evt. Scan- und/oder Faxfunktion.

Da der Papierverbrauch eine wesentliche Rolle bei den Umweltauswirkungen spielt, wird er in die Betrachtung mit einbezogen, auch wenn die spezifischen Geräteeigenschaften hier nur bedingt Einfluss haben. Beispielsweise ermöglicht eine automatische Duplexeinheit am Gerät dem Nutzer zwar den bequemen doppelseitigen Ausdruck und kann so zu Papiereinsparungen führen. Ob Nutzer die Duplexfunktion allerdings tatsächlich verwenden, ist damit noch nicht garantiert.

### 3.2.1 Umweltauswirkungen von Multifunktionsgeräten

Mit **der Produktion von elektronischen Geräten**, wie z.B. Multifunktionsgeräten, sind der Verbrauch an Ressourcen (z.B. Energie, metallische Ressourcen) sowie der Einsatz von umweltschädlichen Substanzen (z.B. Lösungsmittel, Flamm- schutzmittel) verbunden. Die Herstellungsphase hat dabei ein – verglichen mit anderen elektrischen Geräten wie Kühlschränken, Waschmaschinen etc. – relativ hohes Gewicht. Dies ist zum einen bedingt durch die relativ großen Umweltauswirkungen dieser Phase im Vergleich zur Nutzungsphase, aber auch durch die kurze Zeitspanne von in der Regel nur wenigen Jahren, die diese Geräte genutzt werden. Es gilt aber auch: Je intensiver die Geräte genutzt werden, umso geringer wird der relative Beitrag der Herstellungsphase im Vergleich zur Nutzungsphase.

Die **Umweltauswirkungen in der Nutzungsphase** werden durch den Stromverbrauch des Geräts sowie die verschiedenen Verbrauchsmaterialien (Papier, Tinte bzw. Toner inkl. Kartuschen) bestimmt. Einen wesentlichen Einfluss hat dabei

das Nutzungsmuster (z.B. wie viele Druckaufträge erfolgen in welchem Zeitabstand) und das Nutzerverhalten (z.B. Anteil doppelseitiger Ausdrücke).

Der Stromverbrauch wird im Wesentlichen durch die spezifische Leistungsaufnahme eines Geräts in den verschiedenen Betriebszuständen festgelegt. Je nach Technologie haben die verschiedenen Betriebszustände eine unterschiedlich große Relevanz: Bei elektrofotografischen Geräten spielt die Leistungsaufnahme während des so genannten Ready-Mode die wesentliche Rolle, d.h. wenn sich das Gerät nach einem Druck- oder Kopierauftrag auf einem relativ hohen Energielevel befindet und auf den nächsten Auftrag wartet bzw. noch nicht in einen energiesparenderen Modus zurückgekehrt ist. Bei Geräten auf Tintenstrahlbasis ist demgegenüber die Leistungsaufnahme während des Sleep-Modus relevanter.

Verbrauchsmaterialien: Der Papierverbrauch ist vom konkreten Nutzerverhalten abhängig, trägt in der Regel aber erheblich zur Gesamtumweltbelastung eines Geräts bei.

Tinte und Toner inkl. Kartuschen spielen nach Ergebnissen aktueller Analysen demgegenüber nur eine untergeordnete Rolle bei den Gesamtumweltauswirkungen über den Lebensweg.

End-of-Life: Am Ende des Lebensweges von Multifunktionsgeräten ist es wichtig, dass die in den Geräten enthaltenen Ressourcen möglichst hochwertig wieder gewonnen werden.

### 3.2.2 Kriterien für die umweltfreundliche Beschaffung von Multifunktionsgeräten

#### Einsteigerniveau

Auf Einsteigerniveau wurden Kriterien zugrunde gelegt, die auch für eine Beschafferin / einen Beschaffer leicht umsetzbar sind, der sich noch nicht näher mit den Umweltaspekten bei der Auswahl von Multifunktionsgeräten befasst hat.

#### **(1) Beschaffung energieeffizienter Geräte – Erfüllung der Kriterien des Energy Star bezüglich Energieeffizienz**

Die Energy-Star-Richtlinien legen gerätespezifische Grenzwerte für den Energieverbrauch so genannter bildgebender Geräte (u.a. Drucker, Scanner, Kopierer, Multifunktionsgeräte und Faxgeräte) fest. In Abhängigkeit von der verwendeten Markierungstechnologie (u.a. Elektrofotografie und Tintenstrahl) werden zwei unterschiedliche Verfahren angewendet:

Für elektrofotografische Geräte gilt, dass in Abhängigkeit von der Geräteschwindigkeit unterschiedliche tägliche Nutzungsmuster der Geräte während eines Arbeitstages angenommen werden und auf dieser Basis der wöchentliche Energieverbrauch eines Geräts hochgerechnet wird (Annahme: eine Woche hat fünf Arbeitstage). Dieser so genannte TEC-Wert (kWh/Woche) – TEC steht dabei

für Typical Electricity Consumption Test Procedure – dient als Vergleichsgröße zwischen unterschiedlichen Geräten. Dabei gilt es allerdings zu beachten, dass die angenehme Nutzungsintensität mit der Gerätegeschwindigkeit steigt, bei einem Gerät mit höherer Ausgabegeschwindigkeit also unter Messbedingungen mehr Seiten gedruckt oder kopiert werden als bei einem Gerät mit niedrigerer Geschwindigkeit. Insofern sind Geräte unterschiedlicher Geschwindigkeit nur bedingt vergleichbar. Zudem muss angemerkt werden, dass die im Messverfahren angenommenen Ausgabemengen für viele Einsatzbereiche untypisch hoch sind.

Für tintenstrahlbasierte Geräte wird in den Energy-Star-Richtlinien ein anderes Verfahren angewendet. Hier kommt das so genannte Operational-Mode (OM)-Testverfahren zum Einsatz. Dabei werden Grenzwerte für die beiden Betriebsmodi Off-Mode (ausgeschaltetes, aber am Stromnetz befindliches Gerät; in der Richtlinie auch Standby genannt) und Sleep-Mode (energiesparender Modus, in den das Gerät automatisch eine bestimmte Zeit nach einem Auftrag eintritt) festgelegt. Zusätzlich wird ein Grenzwert für die Zeit vorgegeben, die das Gerät braucht, um nach einem Druckauftrag o.ä. in den Sleep-Modus einzutreten. Allerdings lassen sich diese Zeitvorgaben z.T. vom Nutzer später wieder ausschalten bzw. verlängern.

Da der Energy Star ein am Markt akzeptiertes und weit verbreitetes Energiesparlabel ist, ist seine Anwendung unproblematisch. Auch für eine Beschafferin/einen Beschaffer, der sich wenig mit Umweltkriterien für Multifunktionsgeräte beschäftigt, ist dieses Kriterium leicht anwendbar.

## **(2) Ausstattung des Geräts mit einer automatischen Duplexeinheit**

Aufgrund des hohen Umweltentlastungspotentials, das mit der Nutzung des doppelseitigen Druckens (oder Kopierens) verbunden ist, wird an dieser Stelle empfohlen, für elektrofotografische Multifunktionsgeräte mit einer Geschwindigkeit von 20 Seiten und mehr nur Geräte mit automatischer Duplexeinheit zu beschaffen. Bei Geräten mit geringerer Geschwindigkeit sowie bei Multifunktionsgeräten auf Basis der Tintenstrahltechnologie muss die jeweilige Geräte-Software den manuellen Duplexdruck unterstützen.

Hintergrund: Die Vergabegrundlage des Blauen Engel geben vor, dass alle Geräte mit einer Geschwindigkeit von 45 Seiten pro Minute oder höher eine automatische Duplexeinheit besitzen müssen. Für elektrofotografische Geräte wird bei einer Geschwindigkeit zwischen 21 und 44 Seiten pro Minute ebenfalls das Vorhandensein einer automatischen Duplexeinheit vorgeschrieben, zumindest als optionales Ausstattungsmerkmal. Die Richtlinien des Energy Star schreiben dies auch schon für Geräte mit einer Geschwindigkeit von 20 Seiten pro Minute vor. Bei Geräten mit geringeren Geschwindigkeiten oder auf Basis von Tintenstrahltechnologie wird von einem geringeren Output an Seiten ausgegangen, damit auch von einem geringeren Papiereinsparpotential, weswegen hier vom Verschreiben der automatischen Duplexfunktion abgesehen wurde. Allerdings wird die softwarebasierte Unterstützung des manuellen Duplexdrucks verlangt.

### **(3) Vereinbarung eines Servicevertrags für 5 Jahre**

Da die Herstellung einen relativ hohen Anteil an den Umweltbelastungen auf dem gesamten Lebensweg von Computer besitzt, besteht ein wirksamer Ansatz zur Reduktion der Umweltauswirkungen in einer möglichst langen Lebens- und Nutzungsdauer der Geräte. Das Erreichen einer langen Lebensdauer kann dadurch unterstützt werden, dass mit dem Gerät selbst ein Servicevertrag über einen Zeitraum von fünf Jahren beschafft wird, der die zeitnahe Reparatur der Geräte im Vertragszeitraum sicherstellt. Um dies zu realisieren empfiehlt sich in der Regel die Vereinbarung eines Vor-Ort-Services (On-Site-Service), bei dem die Geräte beim Nutzer verbleiben können und direkt vor Ort repariert werden oder ggf. durch ein Ersatzgerät substituiert werden.

Dieses Kriterium lehnt sich an die Vorgaben des Blauen Engel an, der die Reparatursicherheit der Geräte für einen Zeitraum von fünf Jahren ab Kauf sicherstellt wissen will.

### **Fortgeschrittenenniveau**

Beim Fortgeschrittenenniveau wird vorausgesetzt, dass sich die Beschafferin / der Beschaffer schon mit Umweltaspekten von Multifunktionsgeräten auseinandergesetzt hat und entsprechend differenziertere Vorgaben machen kann.

#### **(1) Beschaffung energieeffizienter Geräte – Erfüllung der Kriterien des Energy Star und des Blauen Engel bezüglich Energieeffizienz**

Zur Beschreibung der Richtlinien des Energy Star vgl. Einsteigerniveau.

Die Ergänzung um die Kriterien des Blauen Engel zur Energieeffizienz liegt darin begründet, dass sie durch die explizite Berücksichtigung der verschiedenen Energieniveaus (z.B. Active, Ready, Sleep) nach einem Druck- oder Kopierauftrag eine so genannte Grenzkurve für die jeweilige Leistungsaufnahme der Geräte sowie maximale Zeiträume zum Erreichen dieser definierten niedrigeren Energielevels definieren. Damit wird durch die Grenzkurve – unabhängig von individuellen Geräteeinstellungen durch den jeweiligen Nutzer – eine Obergrenze bei den jeweiligen Leistungsaufnahmen und letztlich des Energieverbrauchs gesetzt. Dies ist beim Energy Star so nicht der Fall.

#### **(2) Ausstattung des Geräts mit einer automatischen Duplexeinheit**

Beschreibung vgl. Einsteigerniveau

#### **(3) Vereinbarung eines Servicevertrags für 5 Jahre**

Beschreibung vgl. Einsteigerniveau

#### **(4) Rücknahme der Geräte nach Ende ihrer Lebensdauer**

Um ein möglichst hochwertiges Recycling von Multifunktionsgeräten und die optimale Wiedergewinnung der Ressourcen sicherzustellen, muss ein möglichst hoher Anteil der Geräte wiederverwendet oder einem werkstofflichen Recycling zugeführt werden.

Das Kriterium „Rücknahme der Geräte“ aus dem Blauen Engel berücksichtigt

dies, indem es die Zeichennehmer bzw. in der Ausschreibung die jeweiligen Anbieter verpflichtet, ihre Geräte nach Ende der Lebensdauer zurückzunehmen und einer Wiederverwendung oder einem werkstofflichen Recycling im Sinne des ElektroG zuzuführen.

#### **(5) Beschaffung von Geräten, die recyclinggerecht konstruiert sind**

Beschreibung siehe das Kapitel zu Computern, Punkt (5) unter Fortgeschrittenenniveau.

Für eine detaillierte Darstellung der Kriterien für die recyclinggerechte Konstruktion wird auf die Vergabegrundlagen des Blauen Engel für Bürogeräte mit Druckfunktion, RAL-UZ 122 (S. 6 ff.) sowie für Wiederaufbereitete Druckmodule mit Toner, RAL-UZ 55 (S. 14 ff.) verwiesen.

#### **(6) Beschaffung von Geräten aus möglichst umweltverträglich gestalteten Kunststoffen**

Beschreibung siehe das Kapitel zu Computern, Punkt (6) unter Fortgeschrittenenniveau.

Für eine detaillierte Darstellung der Kriterien für die Gestaltung der Kunststoffe wird auf die Vergabegrundlage des Blauen Engel RAL-UZ 122 (S. 8 ff.) verwiesen.

#### **(7) Beschaffung von Geräten, die in der Nutzungsphase geringe Emissionen an die Raumluft abgeben (z.B. Ozon, Staub)**

Auch Multifunktionsgeräte geben – wie andere elektronische Geräte auch – flüchtige organische Substanzen an die Innenraumluft ab. Die Emission dieser Stoffe wird während ihres Betriebs durch die damit verbundene Erwärmung noch verstärkt. Dazu können, in Abhängigkeit von der verwendeten Technik, Ozonemissionen kommen sowie Staubemissionen durch das Papier.

Vor diesem Hintergrund legt die Vergabegrundlage des Blauen Engel RAL-UZ 122 hier Messverfahren und Grenzwerte für flüchtige organische Verbindungen (als Summenparameter TVOC (Total Volatile Organic Compounds)) und darüber hinaus für Benzol und Styrol als Einzelstoffe sowie Ozon und Staub fest.

Für eine detaillierte Darstellung der Kriterien und Messverfahren zu den Emissionen wird auf die Vergabegrundlage des Blauen Engel RAL-UZ 122 (S. 18 ff.) verwiesen.

#### **(8) Anforderungen an Toner und Tinten bez. Schadstoffgehalt**

Um den Schadstoffeintrag durch Tinten und Toner möglichst gering zu halten, machen die Vergabegrundlagen des Blauen Engel bestimmte Vorgaben bezüglich der in Tinten und Tonern enthaltenen Gefahrstoffe, Schwermetalle, Azofarbstoffe sowie Biozide in Tinten.

Für eine detaillierte Darstellung der Kriterien zum Schadstoffgehalt von Tinten und Tonern wird auf die Vergabegrundlage des Blauen Engel RAL-UZ 122 (S. 8 ff.) verwiesen.

## (9) Geräuschemissionen

Die Anforderungen des Blauen Engel RAL-UZ 122 (Vergabegrundlage, S. 41 ff.) bezüglich der Geräuschemissionen sind einzuhalten.

### Expertenniveau

Zu den oben genannten Kriterien kommt neben der Berücksichtigung aller Kriterien der Vergabegrundlage des Blauen Engel (RAL-UZ 122) und der Energieeffizienzkriterien des Energy Star auf Expertenniveau ein an Umweltgesichtspunkten orientiertes Flottenmanagement hinzu. Es handelt sich hierbei um eine das Gesamtsystem der betroffenen Arbeitsplätze einbeziehende Optimierung. Dies setzt eine umfassende Analyse dieser Arbeitsplätze voraus:

- ▶ Welche Qualität der Drucke und Kopien wird an welchem Arbeitsplatz jeweils benötigt? (z.B. Schwarz-Weiß oder Farbe)
- ▶ Wie viele Druck- und Kopieraufträge werden voraussichtlich pro Woche ausgegeben?
- ▶ In welchem Zeitraum sind sie jeweils zu erbringen? Gibt es zu bestimmten (Tages-)Zeiten einen besonders großen Bedarf?
- ▶ Können mehrere Arbeitsplätze ein gemeinsames Gerät nutzen? Wenn ja, welche und wie viele Arbeitsplätze sind das?

Im Ergebnis können eine optimierte Anzahl Geräte mit einer möglichst gut an die Nutzerbedürfnisse angepassten Performance angeschafft werden. Dies spart Ressourcen, reduziert die Umweltauswirkungen und sollte sich auch auf der Kostenseite positiv niederschlagen. Verschiedene Hersteller bieten den Service Flottenmanagement an, allerdings unter dem primären Gesichtspunkt der Kostenoptimierung.

### Ergänzende Empfehlungen

Da sich die Umweltauswirkungen durch das verbrauchte Papier als wesentlich für die Gesamtumweltauswirkungen von Druckern und Multifunktionsgeräten erwiesen haben, liegt es nahe, auf die hier möglichen Reduktionsansätze hinzuweisen:

- ▶ Die tatsächliche Verwendung des doppelseitigen Ausdrucks – die ja letztlich vom Nutzer individuell entschieden wird – wird erleichtert, wenn der Duplexdruck in den Druckereinstellungen der jeweiligen Computer als Standard vorgesehen ist und am Gerät selbst einfach zu nutzen ist. Zudem ist es denkbar, innerhalb einer Behörde o.ä. Vorgaben zu machen, die den doppelseitigen Druck als Standard vorgeben, es sei denn, es gibt hinreichende Gründe für den einseitigen Druck.
- ▶ Weiterhin spielt die Auswahl des Papiers, auf dem Dokumente ausgegeben werden, eine wesentliche Rolle. Frischfaserpapier verursacht hier eine deutlich höhere Umweltbelastung als Recyclingpapier. Vor diesem Hintergrund

sollte die Nutzung von Recyclingpapier erste Priorität haben, es sei denn, der mit einem Dokument zu erzielende Zweck kann nur mit Frischfaserpapier erreicht werden.

- ▶ Eine weitere Empfehlung bezieht sich auf die Grundeinstellungen der Geräte bezüglich des Energiemanagements. Anzustreben ist eine möglichst schnelle Rückkehr der Geräte in ein möglichst geringes Energieniveau nach Abschluss eines Druck- oder Kopierauftrags. Bevor ein Gerät den nächsten Druckauftrag ausführen kann, muss es dann allerdings wieder von dem niedrigen Energieniveau in den druckbereiten Zustand kommen. Dies dauert je nach Gerät unterschiedlich lange und ist entsprechend mit Wartezeiten für den Nutzer verbunden. Da die Toleranz der Nutzer für Wartezeiten sehr begrenzt ist, ist damit zu rechnen, dass die Grundeinstellungen der Geräte durch Nutzer z.T. manuell in einer Weise verändert werden, wobei die Geräte lange auf einem hohen Energieniveau verbleiben (Ready-Mode). Dies kann den Energieverbrauch signifikant erhöhen. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, die Geräteeinstellungen regelmäßig kontrollieren zu lassen, z.B. durch den jeweils zuständigen Systemadministrator.

### 3.2.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Umweltentlastungseffekte

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und die Berechnung der Umweltentlastungseffekte wurden exemplarisch für ein ausgewähltes Multifunktionsgerät durchgeführt. In die Berechnungen wurden dabei folgende Elemente einbezogen:

- ▶ die Anschaffung des Multifunktionsgeräts,
- ▶ der Betrieb des Multifunktionsgeräts über eine Lebensdauer des Geräts von fünf Jahren; berücksichtigt wurden dabei Stromverbrauch und Energiebereitstellung.
- ▶ die Nutzung von Verbrauchsmaterialien über eine Lebensdauer des Geräts von fünf Jahren; berücksichtigt wurden dabei Papier und Toner.

Für die Berechnung des Rechenbeispiels wurde angenommen, dass ein elektrofotografisches Multifunktionsgerät mit folgenden Eigenschaften beschafft werden soll:

- ▶ Funktionen: Drucken, Kopieren, Scannen,
- ▶ Druckgeschwindigkeit zwischen 21 und 26 Seiten pro Minute,
- ▶ Ausgabe: Schwarz-Weiß.

Für die konventionelle Alternative (Basis) wurde angenommen, dass sie weder die aktuellen Kriterien des Energy Star noch die Kriterien des Blauen Engel erfüllt und keine Unterstützung für doppelseitiges Drucken und Kopieren erfolgt. Aufgrund des begrenzten Projektumfangs wurde die Zertifizierung mit dem Energy Star bez. dem Blauen Engel als Auswahlkriterium für die zu analysierenden Geräte verwendet und nicht bei Herstellern im Detail die Erfüllung dieser Kriterien, die ggf. auch ohne offizielle Zertifizierung gegeben sein kann, abgefragt.

Für die umweltfreundliche Alternative auf Einsteigerniveau wurde ein Multifunktionsgerät ausgewählt, welches mit dem Energy Star ausgezeichnet ist und über eine automatische Duplexeinheit verfügt (Einsteiger).

Für die umweltfreundliche Alternative auf Fortgeschrittenenniveau wurde ein Multifunktionsgerät ausgewählt, welches mit dem Energy Star und dem Blauen Engel ausgezeichnet ist sowie über eine automatische Duplexeinheit verfügt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Alternativen nochmals im Überblick.

Alternative	Kurzname	Automatische Duplexeinheit	Energy Star	Blauer Engel
Basis	Konventionelles Multifunktionsgerät	Nein	Nein	Nein
Einsteiger	Multifunktionsgerät mit Energy Star	Ja	Ja	Nein
Fortgeschritten	Multifunktionsgerät mit Energy Star und Blauem Engel	Ja	Ja	Ja

**Tabelle 5: Überblick über die betrachteten Alternativen**

Nicht berechnet wurde ein Beispiel auf Expertenniveau.

Da es sich bei den ausgewählten Geräten um Multifunktionsgeräte mit leicht unterschiedlichen Gerätegeschwindigkeiten handelt und die Anzahl gedruckter Seiten nach Energy Star mit der Gerätegeschwindigkeit steigt, musste in Annäherung ein mittlerer Wert für den Output von „50.000 Seiten pro Jahr“ festgelegt werden, auf den sich die Angaben zum Stromverbrauch sowie Papier- und Tonerverbrauch beziehen.

Für die beiden Alternativen mit automatischer Duplexeinheit (Einsteiger- und Fortgeschrittenen-Niveau) wurde angenommen, dass sie so verwendet werden, dass der Papierverbrauch gegenüber der konventionellen Alternative um 25 % reduziert wird (d.h. etwa die Hälfte der ausgegebenen Seiten wird doppelseitig gedruckt).

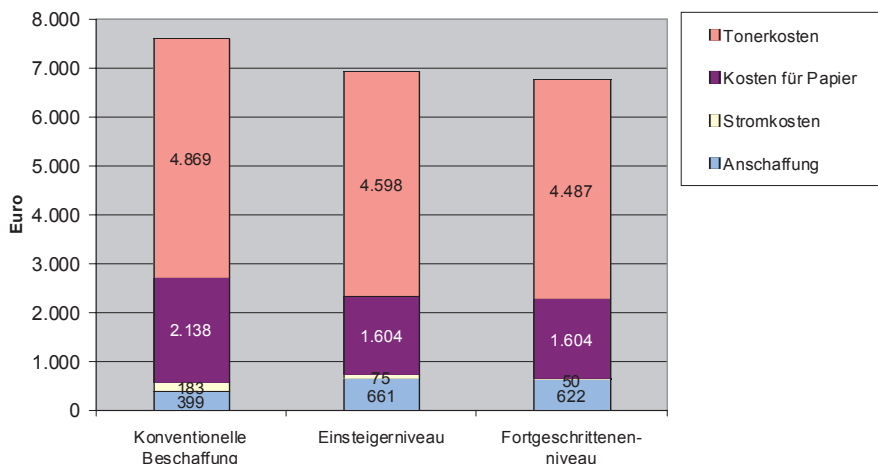
### **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Generell nicht einbezogen wurden die Kosten für Installation und Wartung der Geräte.

Die Lebenszykluskosten von Multifunktionsgeräten sind stark von den Kosten für Toner (ca. 65 %) und von den Kosten für Papier (23 % bis 38 %) bestimmt.



### Lebenszykluskosten der betrachteten Alternativen



**Abbildung 3: Lebenszykluskosten von Multifunktionsgeräten (Kapitalwerte in Euro pro Nutzungsdauer)**

Stromkosten machen mit 1 % bis 2 % nur einen geringeren Anteil aus. Auch die Herstellung hat mit 5 % bis 10 % nur einen relativ geringen Anteil. Vor allem da bei den beiden umweltfreundlicheren Alternativen der Papierverbrauch und damit die entsprechenden Kosten durch die automatische Duplexfunktion wesentlich reduziert werden kann, können die höheren Anschaffungskosten durch niedrigere Betriebskosten ausgeglichen werden. Auch die Stromkosten reduzieren sich erheblich (um nahezu drei Viertel im Fortgeschrittenen-Niveau).

	Konventionelle Multifunktionsgeräte	Einsteiger-Niveau (mit Energy Star)	Fortgeschrittenen-Niveau (mit Energy Star und Blauem Engel)
Anschaffung	399,- €	661,- €	622,- €
Stromkosten	183,- €	75,- €	50,- €
Kosten für Papier	2.138,- €	1.604,- €	1.604,- €
Tonerkosten	4.869,- €	4.598,- €	4.487,- €
Summe	7.589,- €	6.937,- €	6.763,- €

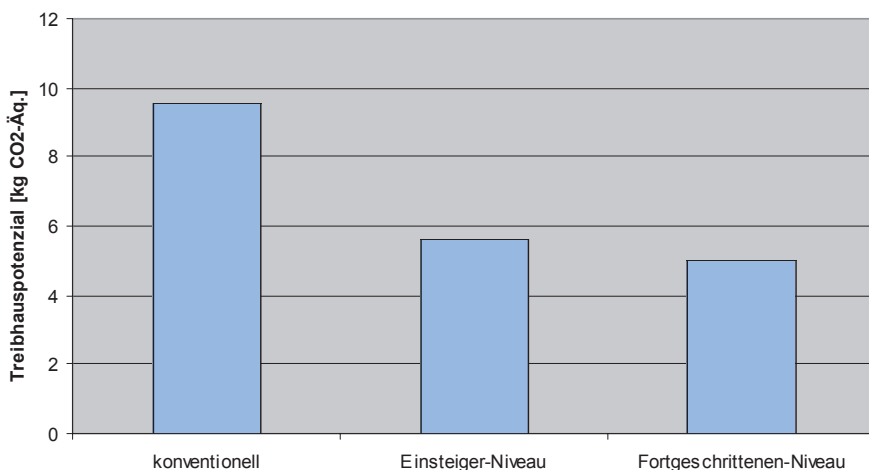
**Tabelle 6: Lebenszykluskosten von Multifunktionsgeräten (Kapitalwerte in Euro pro Nutzungsdauer)**

Über die gesamte Lebensdauer von fünf Jahren (bei 50.000 ausgegebenen Seiten pro Jahr) werden im Einsteiger-Niveau rund 650,- Euro, im Fortgeschrittenen-Niveau knapp 830,- Euro gegenüber der konventionellen Alternative eingespart.

Pro 1.000 ausgegebene Seiten können im Einsteiger-Niveau 2,- Euro, im Fortgeschrittenen-Niveau 3,- Euro gegenüber der konventionellen Alternative eingespart werden.

### Umweltentlastungseffekte

Bei der Berechnung der Umweltentlastungseffekte konnten weder die Herstellung noch die Entsorgung der Multifunktionsgeräte in die Betrachtung einbezogen werden. Hierfür stehen aktuell keine hinreichend differenzierten Daten zur Verfügung, die eine Unterscheidung von konventioneller und umweltfreundlicher Alternative ermöglichen würden. Ebenso wurde der Verbrauch von Toner nicht in die ökologische Betrachtung einbezogen. Hierzu liegen ebenfalls keine aussagekräftigen Ökobilanz-Daten vor. Generell wird die Bedeutung des Toners aber als gering eingeschätzt (z.B. IZM 2007).



**Abbildung 4: Ergebnisse der Wirkungskategorie „Treibhauspotenzial“ für Multifunktionsgeräte (funktionelle Einheit: 1.000 Seiten)**

Bezogen auf das Treibhauspotential beträgt das Einsparpotential des Einsteiger-Niveaus im Vergleich zur konventionellen Lösung ca. 40 %; beim Fortgeschrittenen-Niveau reduzieren sich die Treibhausemissionen sogar auf rund die Hälfte.

Bei 50.000 ausgegebenen Seiten pro Jahr summieren sich so beim Treibhauspotential die Einsparungen über die gesamte Lebensdauer eines Multifunktionsgeräts von fünf Jahren auf ca. 1.000 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (im Einsteiger-Niveau) bzw. ca. 1.150 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (im Fortgeschrittenen-Niveau).

Wirkungskategorie	Einheit	konventionell	Einsteiger-niveau	Fortgeschrittenen-Niveau
Kumulierter Energie-Aufwand	MJ	157	94	84
Treibhauspotenzial	kg CO <sub>2</sub> -Äq.	9,57	5,61	5,01
Versauerungspotenzial	kg SO <sub>2</sub> -Äq.	0,018	0,011	0,01
Eutrophierungspotenzial	kg PO <sub>4</sub> -Äq.	0,004	0,0027	0,0026
Photooxidantienpotenzial	kg Eth.-Äq.	0,0014	0,001	0,0009

**Tabelle 7:** Ergebnisse der Wirkungsabschätzung für Multifunktionsgeräte für alle betrachteten Wirkungskategorien (funktionelle Einheit: 1.000 Seiten)

### 3.3 Bewässerungssysteme im Landschaftsbau

In vielen Regionen der Erde sind Wasserknappheit und Wassermanagement bereits heute bedeutende Themen auf der politischen Agenda. Dies betrifft nicht nur Entwicklungs- und Schwellenländer, sondern auch die Industrieländer. In den USA z.B. geht eine jüngst erstellte Studie davon aus, dass der Trinkwasserverbrauch weiter ansteigen wird und bis zum Jahr 2013 mindestens 36 Bundesstaaten mit lokalen bzw. regionalen Wasserknappheiten konfrontiert werden. Als eine der wichtigsten Ursachen für den hohen Trinkwasserverbrauch wird die Bewässerung im Garten- und Landschaftsbau genannt. Folglich haben in den USA zahlreiche Kommunen begonnen, sich mit den Herausforderungen im Hinblick auf die Versorgungssicherheit und die Wasserinfrastruktur auseinanderzusetzen. Darüber hinaus wurden seitens der EPA (Environmental Protection Agency) innerhalb des Programms „WaterSense“ bereits landesweite Maßnahmen zu Einsparung und effizienteren Nutzung von Trinkwasser initiiert.

Bewässerungsmaßnahmen werden angesichts des drohenden Klimawandels voraussichtlich auch in den gemäßigten Breiten Europas immer mehr an Bedeutung gewinnen. Dies gilt nicht nur für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen, sondern auch für die Bewässerung im Landschaftsbau. Untersuchungen des Umweltbundesamtes zeigen, dass es in Deutschland bei den Niederschlägen zu einer Verstärkung regionaler Engpässe kommen wird. Voraussichtlich ist mit einer deutschlandweiten Abnahme der Niederschlagsmengen in den Sommermonaten sowie das ganze Jahr über in den östlichen Bundesländern zu rechnen. Für Brandenburg zeigen beispielsweise die Szena-

rien zur regionalen Klimaentwicklung ein Sinken der jährlichen Niederschläge auf unter 400 Millimeter. Eine Beeinträchtigung der Trinkwassergewinnung wegen häufiger Niedrigwasserstände und fallender Grundwasserspiegel ist nicht auszuschließen.

Vor diesem Hintergrund gewinnen effiziente Bewässerungssysteme besondere Bedeutung. Die öffentliche Beschaffung kann hier ihrer Vorbildfunktion gerecht werden und mit der Beschaffung von effizienten Anlagen die Entwicklung und den Einsatz umweltfreundlicher Lösungen auch im privaten Sektor befördern.

Die nachfolgenden Analysen, Ergebnisse und Empfehlungen beziehen sich auf ausgewählte Objekte, deren Betrieb und Unterhaltung typischerweise in der Obhut der öffentlichen Hand liegt. Bei diesen Objekten handelt es sich in erster Linie um

- ▶ öffentliche Grünanlagen, Blumenbeete und Parks,
- ▶ straßenbegleitende Grünflächen (z.B. Verkehrsinseln, Mittel- und Randstreifen von Fahrbahnen),
- ▶ Straßenbäume,
- ▶ Schwimm- und Freibäder,
- ▶ Bewässerung von Deponien sowie
- ▶ Friedhöfe.

### **Bewässerungsverfahren**

Im Landschaftsbau existieren im Wesentlichen zwei Bewässerungsverfahren. Dabei handelt es sich um die Verfahren der Überkopf-Beregnung und der Tropfbewässerung, die im Folgenden jeweils kurz erläutert werden.

Die **Überkopf-Beregnung** ist ein Verfahren, beim dem das Wasser nicht direkt auf oder in den Boden gebracht wird, sondern mittels Sprinkleranlagen über dem Bestand verregnet wird.

Konstruktiv bestehen Beregnungsanlagen in erster Linie aus den Komponenten Zufuhrleitung, Pumpe und Beregnungsleitung. Bei den auf dem Markt verfügbaren Systemen wird unterschieden in vollbewegliche Anlagen, teilortsfeste Anlagen und ortsfeste Anlagen.

Bei den **vollbeweglichen** Anlagen sind alle Anlagenkomponenten, d.h. auch das Pumpwerk und die Zufuhrleitungen, flexibel einsetzbar. Typisches Beispiel für eine vollbewegliche Anlage ist ein Viereck-Regner, mit dem eine zumeist stufenlos einstellbare viereckige Grundfläche beregnet werden kann.

Bei den **teilortsfesten** Anlagen sind Pumpwerk und Zufuhrleitungen fest installiert, die Regnerleitungen lassen sich aber flexibel im Bestand bewegen. Hierzu zählen auch Verfahren wie die Kreisberegnung oder Systeme, bei denen ein Regnerwagen an Seilen oder ein Regnerschlitten am Wasserschlauch durch den Bestand gezogen werden.

Bei den **ortsfesten** Anlagen sind sowohl das Pumpwerk, als auch die Zufuhr- und Regnerleitungen fest installiert. Häufig sind die Zuleitungsrohre unterirdisch verlegt. Die Beregnung erfolgt entweder durch feststehende Sprinkler bzw. Düsen oder durch im Boden versenkbare Sprinkler, so genannte Versenkgrenner.

Bei der **Tropfbewässerung** werden die Bewässerungsschläuche entweder ober- oder unterirdisch im Bestand verlegt und an jeder Pflanze ein Tropfer installiert. Das führt dazu, dass immer nur der direkte Wurzelraum einer Pflanze befeuchtet wird und kein Wasser aus dem übrigen Boden versickern oder verdunsten kann. Entsprechend der unterschiedlichen Verlegung der Bewässerungsschläuche wird in Oberflächen-Tropfbewässerung und Unterflur-Tropfbewässerung unterschieden.

Bei der **Oberflächen-Tropfbewässerung** werden die Bewässerungsleitungen oberirdisch verlegt. Die Wasserabgabe erfolgt durch Tropfstellen in den Leitungen bzw. spezielle Tropfer gezielt bei den zu bewässernden Pflanzen. Einsatzbereiche der Oberflächen-Tropfbewässerung sind v.a. Pflanzenbeete, Büsche, Stauden, Blumenkästen und Pflanztröge.

Bei der **Unterflur-Tropfbewässerung** wird das Wasser durch ein unterirdisches Netzwerk von Tropfschläuchen verteilt. Da durch die unterirdische Wasserzufuhr sowohl Vandalismus und externe Umwelteinflüsse wie starker Wind ausgeschlossen werden können, eignet sich die Unterflur-Tropfbewässerung besonders für öffentliche Rasenflächen. Darüber hinaus können aber auch Blumen, Sträucher und Hecken zielgerichtet bewässert werden. Die optimale Lösung ist die Unterflur-Tropfbewässerung, wenn

- ▶ die zu bewässernde Fläche für die Installation von Beregnungssystemen zu schmal oder zu verwinkelt ist,
- ▶ Beregnungssysteme nasse Fahrbahnen oder Fußwege verursachen bzw. den Straßenverkehr gefährden oder
- ▶ die zu bewässernde Fläche ein stärkeres Gefälle hat und deshalb für Beregnungsanlagen ungeeignet sind.

Weiterhin zeichnen sich Unterflur-Tropfbewässerungen durch weitestgehende Wartungsfreiheit und lange Lebensdauer (20 Jahre und mehr) aus.

Da die unterirdischen Rohrleitungen nicht nur mit Wasser, sondern beispielsweise auch mit Luft, Dünger und anderen Flüssigkeiten beschickt werden können, können mittels Unterflur-Tropfbewässerung prinzipiell auch folgende Zusatzfunktionen realisiert werden:

- ▶ Belüftung,
- ▶ Entlüftung,
- ▶ Düngung,
- ▶ Temperierung/Beheizung und
- ▶ Schadstoffabbau.

### 3.3.1 Umweltauswirkungen von Bewässerungsanlagen

Die wichtigste Umweltauswirkung durch Bewässerung bzw. Bewässerungsanlagen ist der Wasserverbrauch. Da Bewässerungsanlagen üblicherweise an das öffentliche Leitungsnetz (z.B. Hydranten) angeschlossen werden, handelt es sich bei dem verwendeten Wasser um Trinkwasser, das zuvor z.T. aufwändig aufbereitet werden muss.

Darüber hinaus sind bei Bewässerungsanlagen weitere Umweltaspekte zu berücksichtigen, die im Folgenden aufgeführt werden:

- ▶ Stromverbrauch beim Betrieb (v.a. Pumpen, Steuerungseinheiten),
- ▶ Schadstoffeintrag aus Anlagenkomponenten in Boden und Grundwasser (z.B. Weichmacherbestandteile der PVC-Bewässerungsleitungen),
- ▶ Auswaschung von Nährstoffen ins Grundwasser (bei Überwässerung),
- ▶ Versalzungsgefahr des Bodens (bei Überwässerung),
- ▶ Verschlammungsgefahr des Bodens (bei Überwässerung),
- ▶ Verbrauch von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie Energie während der Herstellung, dem Transport und der Installation der Bewässerungssysteme,
- ▶ Verbrauch von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie Energie zur Instandhaltung der Bewässerungssysteme,
- ▶ Entsorgung defekter Bewässerungssysteme am Ende der Nutzungsdauer.

### 3.3.2 Kriterien für die Ausschreibung von Bewässerungsanlagen

Um geeignete Umweltkriterien für Bewässerungssysteme entwickeln zu können, wurde zunächst eine breit angelegte Recherche der ökologischen Optimierungspotenziale vorgenommen. Dazu wurden relevante Publikationen, Handbücher, Leitfäden und Umweltzeichen in Hinblick auf Kriterien oder Maßnahmen für umweltfreundliche Bewässerungssysteme ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass sich die Optimierungspotenziale in erster Linie auf den Umweltaspekt „Wasserverbrauch“ beziehen.

Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene mögliche Maßnahmen zur umweltfreundlichen Beschaffung von Bewässerungssystemen in Hinblick auf ihre Wirksamkeit, Praktikabilität und Kompatibilität mit dem öffentlichen Beschaffungsprozess hin untersucht. Dies führte zu dem Ergebnis, dass drei Maßnahmen bzw. Kriterien in besonderem Maße dazu geeignet sind. Diese lassen sich in drei unterschiedliche Niveaus unterteilen und werden im Anschluss näher beschrieben.

#### Einsteigerniveau

Beim Einsteigerniveau wurde mit der Verwendung von Regen- und Oberflächenwasser ein Kriterium gewählt, welches offensichtlich ist und verwendet werden kann, auch wenn man sich zuvor noch nicht vertieft mit Bewässerungsanlagen beschäftigt hat. Der Umweltnutzen dieses Kriteriums (Einsparung von

Trinkwasser, Schonung von kostbarem Grundwasser, Verzicht auf aufwändige Aufbereitung) ist eindeutig, allgemein bekannt und einfach zu kommunizieren. Über den Umweltnutzen hinaus ergibt sich auch der Zusatznutzen, dass v.a. das im Vergleich zu Trinkwasser i.d.R. weichere Regenwasser von vielen Pflanzen deutlich besser vertragen wird. Auch hinsichtlich der Kostenaspekte ist damit zu rechnen, dass sich etwaige Investitionskosten für ein Regen-/Brauchwasser-rückhaltesystem (z.B. Behälter, Zisterne) innerhalb kurzer Zeiträume amortisieren. Außerdem zeigen Erfahrungen aus der Praxis, dass alternativ zu dem Bau von Rückhaltesystemen vor Ort ein LKW mit Wassertank verwendet werden kann, der die einzelnen Verbrauchsstellen regelmäßig beliefert. Das dabei zum Einsatz kommende Wasser kann entweder bei zentral errichteten Regen-/Brauchwasserzisternen oder aus Oberflächengewässern (z.B. Seen, Flüssen, Kanälen) aufgenommen werden.

### Fortgeschrittenenniveau

Für das Fortgeschrittenenniveau wird die Beschaffung eines vollautomatischen Beregnungssystems mit Bodenfeuchtesensor vorgeschlagen. Da derzeit in Deutschland keine allgemein anerkannten Labels für Bewässerungsanlagen existieren, wurde ein technologiebezogenes Anforderungskriterium gewählt. Die dabei genannten Aspekte „vollautomatisch“ und „Bodenfeuchtesensor“ sind bereits existierenden Empfehlungen bzw. Labellingansätzen aus Österreich und den USA entnommen worden.

### Expertenniveau

Auch beim Expertenniveau wurde in Ermangelung allgemein anerkannter Labels auf technologiebezogene Anforderungskriterien rekurriert. Mit dem Vorschlag einer Tropfbewässerung mit Bodenfeuchtesensor wurde ebenfalls ein Technologiekriterium gewählt, das in Labelling-Ansätzen bereits vorhanden ist. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Installation einer Tropfbewässerung mit hohen Investitionskosten verbunden ist, insbesondere wenn es sich um eine unterirdische Anlage handelt. Aus diesem Grund wird die Anwendung des Expertenniveaus vor allem bei der Neuanlage von öffentlichen Grünflächen empfohlen. Außerdem kommen für eine Tropfbewässerung in erster Linie Grünflächen in Frage, die eine hohe mechanische Beanspruchung aufweisen bzw. für die hohe repräsentative Anforderungen bestehen.

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass sowohl das Fortgeschrittenenniveau als auch das Expertenniveau jeweils mit dem Einsteigerniveau kombiniert werden kann. Durch die zusätzliche Verwendung von Regen- oder Brauchwasser ergibt sich dann jeweils eine weitere Umweltentlastung.

### 3.3.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Analyse der Umweltentlastungseffekte

Als funktionelle Einheit (Vergleichseinheit) für die zu untersuchenden Bewässerungssysteme wurde die **Bewässerung einer Grünfläche von 100 m<sup>2</sup>** angenom-

men. Es wird davon ausgegangen, dass in einer durchschnittlichen Kommune mehrere solcher eher kleineren Flächen bewässert werden müssen. Aufgrund der methodischen Unterschiede zwischen der Lebenszyklus-Kostenrechnung und dem Ökobilanz-Ansatz werden bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Berechnung der Lebenszykluskosten mit Hilfe der Kapitalwertmethode) die Ergebnisse auf die gesamte Lebensdauer (10 Jahre) bezogen, während bei der ökologischen Analyse die Bewässerung der Grünfläche während eines Jahres als prägnantere Ergebnisdarstellung erachtet wurden. Um Quervergleiche zwischen den beiden Analysen zu ermöglichen, werden ausgesuchte Ökobilanzergebnisse jedoch auch für die gesamte Lebensdauer ausgewiesen.

Sowohl im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als auch der ökologischen Analyse von Bewässerungssystemen wurden der konventionellen Lösung umweltfreundliche Varianten auf Einsteiger-, Fortgeschrittenen- und Experten-Niveau zum Vergleich gegenübergestellt und wie folgt weiter konkretisiert:

Bei der konventionellen Variante handelt es sich um eine vollautomatische Beregnung, d.h. eine ortsfeste Anlage zur Überkopf-Beregnung mit integrierter Zeitschaltuhr.

Auf dem Einsteigerniveau wurde davon ausgegangen, dass für den Betrieb der vollautomatischen Beregnungsanlage der konventionellen Variante anstelle von Trinkwasser ausschließlich Regen- oder Oberflächenwasser zum Einsatz kommt. Dabei wird ferner angenommen, dass hierfür erforderliche Rückhalteeinrichtungen (z.B. Regenwasserzisterne, Löschwasserteich) bereits existieren und nicht eigens für das Bewässerungssystem errichtet werden müssen.

Das Fortgeschrittenenniveau zeichnet sich dadurch aus, dass die vollautomatische Beregnungsanlage der konventionellen Variante technisch um einen Bodenfeuchtesensor erweitert wird. Diese zusätzliche Komponente verhindert, dass eine unnötige Beregnung der Grünfläche bei Niederschlagsereignissen erfolgt.

Auf dem Expertenniveau wurde als Bewässerungssystem eine Tropfbewässerung mit Bodenfeuchtesensor zu Grunde gelegt. Da es sich bei der funktionellen Einheit um eine (meist begehbare) Grünfläche handelt, wurde eine Unterflur-Tropfbewässerung angenommen.

Bei den **Systemgrenzen** der Untersuchung muss hinsichtlich der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und der ökologischen Untersuchung unterschieden werden.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden sowohl die Anschaffung (Beschaffung und Installation) als auch die Nutzung der Bewässerungsanlagen in die Untersuchung einbezogen. Die Berücksichtigung der Anschaffung beruht auf der Tatsache, dass die Anschaffungs- und Installationskosten im Vergleich zu den nutzungsbezogenen Betriebs- und Wartungskosten eine hohe Relevanz besitzen. Hinzu kommt, dass sich die Anschaffungs- und Installationskosten zwischen den untersuchten Vergleichsobjekten z.T. erheblich unterscheiden (vgl. dazu unter Tabelle 8). Im Gegensatz dazu werden die Umweltauswirkungen der Bewässerungsanlage in erster Linie vom Wasserverbrauch während der Nut-



zung dominiert. Außerdem wird davon ausgegangen, dass sich die untersuchten Systeme in Hinblick auf die Umweltauswirkungen während der Herstellung nur unwesentlich unterscheiden und bei der Differenzbildung zur Ermittlung der Umweltentlastungspotenziale nicht sensitiv sind. Insofern fokussiert sich die ökobilanzielle Analyse nicht zuletzt auch aufgrund des Screeningcharakters der Untersuchung auf den Verbrauch von Trink- bzw. Regen-/Oberflächenwasser. Die Umweltauswirkungen in der Vorkette der Trinkwasseraufbereitung wurden allerdings berücksichtigt.

In der nachfolgenden Tabelle werden die **Daten** zusammengefasst, die der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und die ökologischen Analyse zugrunde gelegt wurden.

Kosten	Einheit	konventionell	Einsteiger-niveau	Fortgeschrit-tenen-Niveau	Experten-Niveau
		Vollauto-matische Bere-gung	Vollautoma-tische Beregung mit Regen-/ Brauch-wasser	Vollautoma-tische Beregung mit Bodenfeuch-tesensor	Unterflur-Tropfbewä-serung mit Bodenfeuch-tesensor
Anschaffung	EUR	259,10	371,10	309,10	911,71
Installation	EUR	40,00	40,00	60,00	140,00
Wasserverbrauch	m <sup>3</sup> /Jahr	360	360	180	27
Ersatzteile (Batterie)	EUR/Jahr	4,10	4,10	4,10	4,10
Personalkosten - Arbeitszeit p. Jahr - Personalkosten	Stunden/Jahr EUR/Stunde	1 20	1 20	1 20	1 20
Lebensdauer	Jahre	10	10	10	10

**Tabelle 8: Datengrundlage für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und die ökologischen Analyse**

Den verwendeten Daten liegt eine Reihe von Annahmen zu Grunde, die im Folgenden kurz skizziert werden:

Die **Materialkosten** setzen sich bei den verschiedenen Bewässerungssystemen im Wesentlichen zusammen aus dem jeweiligen Bewässerungsaggregat (z.B. Versenkregner bzw. Bewässerungsschlauch), einer vollautomatischen Steuerungseinheit, Zusatzaggregaten (z.B. Bodenfeuchtesensor) und ggf. Zuleitungen.

Beim Einsteigerniveau wurde außerdem berücksichtigt, dass im Falle eines (zeitweisen) Einsatzes von Oberflächenwasser eine gebührenpflichtige Erlaubnis zur Entnahme von Wasser zu entrichten ist. Bei allen anderen Alternativen wurde weiterhin von der Anschaffung eines Wasserzählers ausgegangen, um im Gegenzug beim Wasserverbrauch eine Befreiung von den Abwassergebühren annehmen zu können. Die Daten wurden bei konkreten Herstellern recherchiert und werden in Tabelle 8 aggregiert wiedergegeben.

Bei den **Installationskosten** wurden die Personalkosten zur Installation des jeweiligen Bewässerungssystems modelliert. Es wurde davon ausgegangen, dass bezogen auf die funktionelle Einheit bei der konventionellen Variante und ebenso wie beim Einsteiger-Niveau zwei Arbeitsstunden anfallen, während die Installation der Anlage auf dem Fortgeschrittenen-Niveau mit drei und auf dem Experten-Niveau mit sieben Stunden zu veranschlagen sind. Die Arbeitsstunde wurde pauschal mit 20 Euro kalkuliert.

Die **Lebensdauer** aller Anlagen wurde in erster Näherung als identisch angenommen und auf zehn Jahre quantifiziert.

Hinsichtlich des **Wasserverbrauchs** wurde als Basisannahme zu Grunde gelegt, dass eine Bewässerung nur in der Vegetationszeit (von Mitte April bis Mitte Oktober) erforderlich ist. Es wird davon ausgegangen, dass während dieses Zeitraums von sechs Monaten oder rund 180 Tagen das konventionelle Bewässerungssystem täglich (d.h. unabhängig von etwaigen Regenereignissen) aktiviert wird und somit pro Quadratmeter zu bewässernde Fläche täglich 20 Liter Wasser ausgebracht werden. Daraus resultiert ein Jahresverbrauch von 360 Kubikmeter ( $\text{m}^3$ ). Gleiches gilt für das Einsteiger-Niveau, wobei hier jedoch anstelle von Trinkwasser Regen- oder Oberflächenwasser zum Einsatz kommt. Beim Fortgeschrittenen-System wird angenommen, dass der Bodenfeuchtesensor alle auftretenden Niederschlagsereignisse (ca. 90 Regentage während der Vegetationsperiode) korrekt signalisiert und sich folglich die Anzahl der Bewässerungstage von ursprünglich 180 Tagen auf 90 Tage reduziert. Dies führt letztendlich zu einem Jahresverbrauch von 180  $\text{m}^3$  im Fortgeschrittenen-Niveau. Beim Experten-Niveau wird dann noch zusätzlich berücksichtigt, dass sich aufgrund der höheren Effizienz der Unterflur-Tropfbewässerung (Reduzierung der Verdunstungsverluste) der spezifische Wasserverbrauch auf 3  $\text{l/m}^3$  und somit der jährliche Gesamtverbrauch auf 27  $\text{m}^3$  reduziert. In der vorliegenden Studie wurde für die Lebenszyklus-Kostenrechnung von Bewässerungssystemen 1,85 Euro/m als Preis für die Trinkwasserbereitstellung angenommen. Bei Regenwassernutzung wurde davon ausgegangen, dass diese keine laufenden Kosten verursacht. Im Falle des Einsatzes von Oberflächenwasser ist zunächst eine einmalige gebührenpflichtige Erlaubnis erforderlich. Diese wurde im Rahmen der Anschaffungskosten der Bewässerungsanlage berücksichtigt (einmalig 180,- Euro). Die darüber hinaus anfallenden Entnahmegebühren belaufen sich auf unter 1 ct/ $\text{m}^3$  und wurden aufgrund ihrer geringen Relevanz vernachlässigt.

Im Rahmen der **Wartung** der Bewässerungssysteme wurde davon ausgegangen, dass bei allen betrachteten Alternativen für die funktionelle Einheit Personalko-

sten in Höhe von jeweils einer Stunde à 20 Euro anfallen. Zusätzlich fallen für die Steuerungseinheit pro Jahr 4,10 Euro Batteriekosten an.

### Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Folgende Tabelle und Abbildung zeigen die Ergebnisse der Lebenszyklus-Kostenrechnung für die betrachteten Bewässerungssysteme unter den oben beschriebenen Bedingungen.

	konventionell	Einsteiger-niveau	Fortgeschritten-Niveau	Experten-Niveau
	Überkopf-bewässerung	Überkopf-bewässerung mit Regen-/ Brauchwassernutzung	Bodenfeuchte-sensor	Unterflurbewässerung mit Bodenfeuchte-sensor
Anschaffung	299,- €	411,- €	369,- €	1052,- €
Folgekosten	36,- €	36,- €	36,- €	36,- €
Wasserkosten	5965,- €	0,- €	2983,- €	447,- €
Personalkosten	175,- €	175,- €	175,- €	175,- €
<i>Summe</i>	<i>6475,- €</i>	<i>621,- €</i>	<i>3562,- €</i>	<i>1709,- €</i>

**Tabelle 9: Lebenszyklus-Kostenrechnung von Bewässerungssystemen (Kapitalwerte in Euro pro Lebensdauer)**

Die Lebenszykluskosten werden bei der konventionellen Variante und im Fortgeschrittenen-Niveau von den Wasserkosten dominiert (84 % bzw. 92 %). Im Expertenniveau liegen die Wasserkosten mit einem Anteil von 26 % an den Gesamtkosten deutlich unter den Anschaffungskosten. Dies resultiert zum einen aus den erheblich höheren Anschaffungskosten, zum anderen aus dem deutlich niedrigeren Wasserverbrauch. Geht man von bereits existierenden und nicht eigens für das Bewässerungssystem zu errichtenden Rückhalteeinrichtungen für Regen- oder Oberflächenwasser aus, so schneidet das Einsteiger-Niveau (Nutzung von Regen- oder Oberflächenwasser) unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten am besten ab. Dies liegt v.a. daran, dass bei dieser Variante keine nennenswerten Verbrauchskosten anfallen. Gegenüber der konventionellen Alternative ist in 10 Jahren das Einsteiger-Niveau rund 5.800,- Euro günstiger. Trotz der höheren Anschaffungskosten der Unterflurbewässerung mit Bodenfeuchtesensor schneidet jedoch auch das Experten-Niveau unter Lebenszyklus-Kostenperspekti-

ve sehr gut ab. Gegenüber der konventionellen Alternative können hier insgesamt rund 4.800,- Euro in zehn Jahren eingespart werden.

Die konventionelle Alternative ist aufgrund des hohen Wasserverbrauchs die teuerste Variante.

### Lebenszykluskosten der betrachteten Alternativen

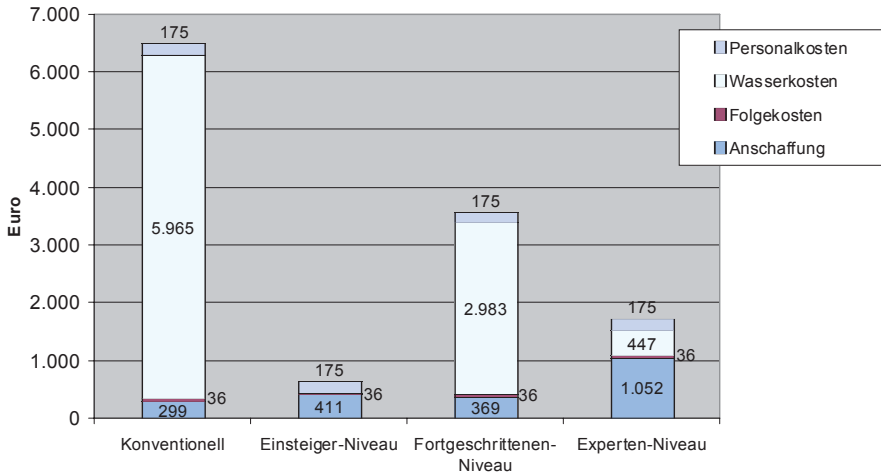


Abbildung 5: Lebenszyklus-Kostenrechnung von Bewässerungssystemen (Kapitalwerte in Euro pro Lebensdauer)

### Annuitäten der betrachteten Alternativen

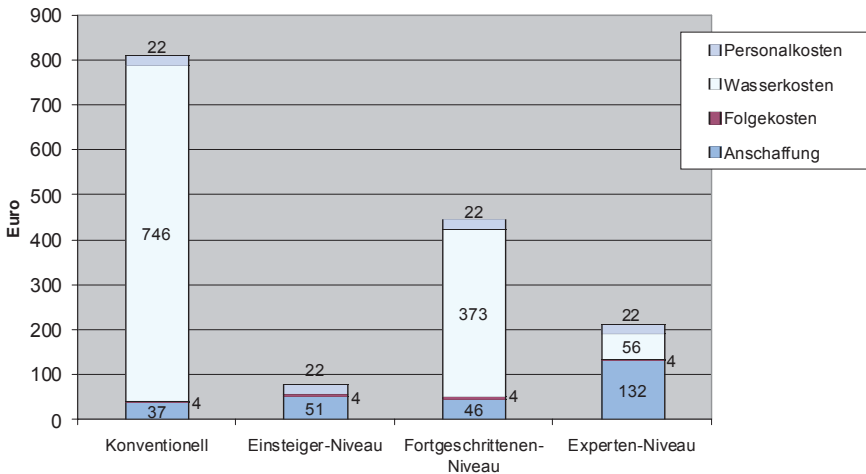


Abbildung 6: Lebenszyklus-Kostenrechnung von Bewässerungssystemen (Annuitäten in Euro)

Betrachtet man die Annuitäten (vgl. Abbildung 6), so sieht man, dass sich jährlich nahezu 600,- Euro (Experten-Niveau), 360,- Euro (Fortgeschrittenen-Niveau), bzw. rund 700,- Euro (Einsteiger-Niveau) einsparen lassen.

### Ergebnisse für die Umweltentlastungseffekte

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der ökologischen Wirkungsabschätzung für unterschiedliche Bewässerungssysteme im Landschaftsbau.

Wirkungskategorie	Einheit	konventionell	Einsteiger-niveau	Fortgeschrittenen-Niveau	Experten-Niveau
Kumulierter Energie-Aufwand	MJ	2437	883	1218	183
Treibhauspotenzial	kg CO <sub>2</sub> -Äq.	106	54	53	7,9
Versauerungspotenzial	kg SO <sub>2</sub> -Äq.	0,77	0,09	0,39	0,06
Eutrophierungspotenzial	kg PO <sub>4</sub> -Äq.	0,036	0,010	0,018	0,002
Photooxidantienpotenzial	kg Eth.-Äq.	0,013	0,004	0,006	0,001
Wasserverbrauch	m <sup>3</sup>	360	360	180	27

**Tabelle 10: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung für Bewässerungssysteme im Landschaftsbau (funktionelle Einheit: Bewässerung von 100 m<sup>2</sup> Grünfläche über ein Jahr)**

Die Ergebnisse hinsichtlich Wasserverbrauch und Treibhauspotenzial werden in den nachfolgenden Abbildungen für die verschiedenen betrachteten Alternativen graphisch separat dargestellt.

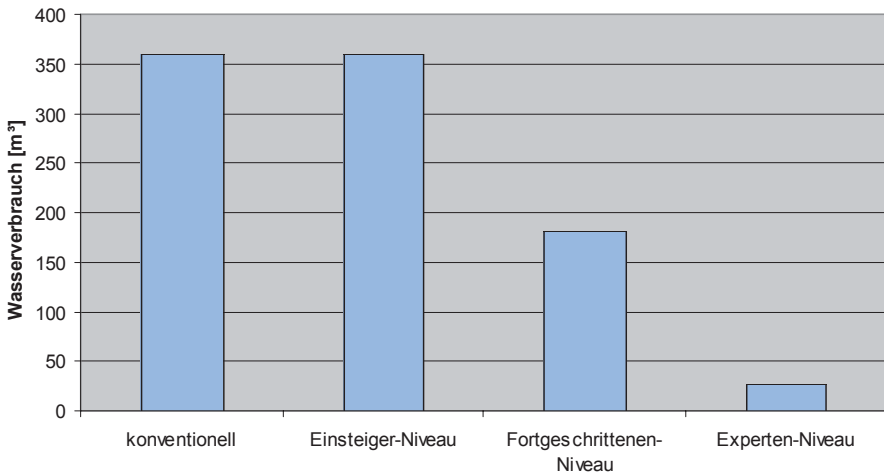


Abbildung 7: Wasserverbrauch der Bewässerungssysteme im Landschaftsbau (Bewässerung von 100 m<sup>2</sup> Grünfläche über ein Jahr)

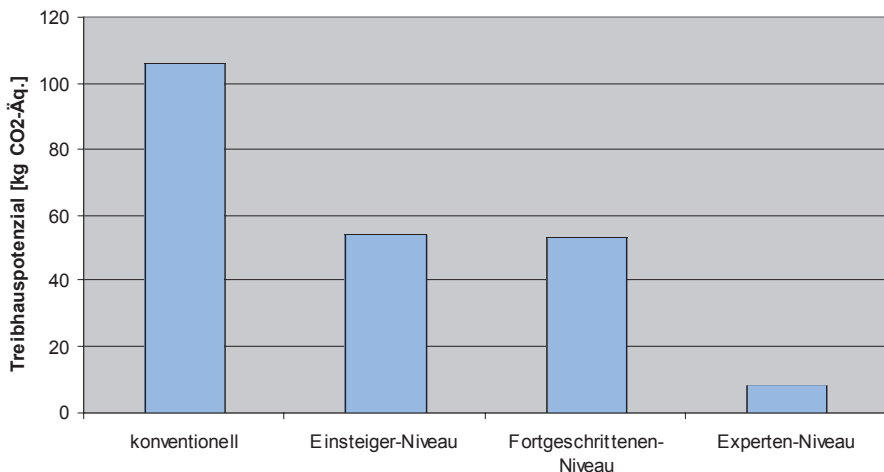


Abbildung 8: Ergebnisse der Wirkungskategorie „Treibhauspotenzial“ für Bewässerungssysteme im Landschaftsbau (Bewässerung von 100 m<sup>2</sup> Grünfläche über ein Jahr)

### Einsteiger-Niveau

Beim rein physikalischen Wasserverbrauch ist kein Einsparpotenzial des Einsteiger-Niveaus im Vergleich zur konventionellen Lösung vorhanden. Allerdings können beim Einsteiger-Niveau aufgrund der nicht erforderlichen Trinkwasseraufbereitung ca. 50 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr eingespart werden. Da beim

Einsteiger-Niveau das Regen-/Oberflächenwasser mit einer Pumpe auf die zu beregnende Fläche ausgebracht werden muss, reduziert sich das Treibhauspotenzial nicht auf Null, sondern um ca. 50 %. Die verbleibenden Treibhausgasemissionen werden durch den Betrieb der Pumpe verursacht.

### Fortgeschritteniveau

Beim Fortgeschrittenenniveau reduziert sich der Wasserverbrauch auf rund die Hälfte.

### Expertenniveau

Beim Expertenniveau reduziert sich der Wasserverbrauch sogar auf rund ein Zehntel im Vergleich zur konventionellen Alternative. Gleiches gilt beim Fortgeschrittenen- bzw. Expertenniveau im Hinblick auf das Treibhauspotenzial.

Bezogen auf die gesamte Lebensdauer eines Bewässerungssystems (10 Jahre) summieren sich so die Einsparungen beim Wasserverbrauch auf ca. 1.800 m<sup>3</sup> (Fortgeschrittenenniveau) bzw. ca. 3.300 m<sup>3</sup> (Expertenniveau) respektive auf ca. 500 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Einsteiger- und Fortgeschrittenenniveau) bzw. ca. 980 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Expertenniveau).

### Ergänzenden Empfehlungen

Bei der Recherche nach ökologischen Optimierungspotenzialen wurden auch eine Reihe von verhaltensbezogenen Empfehlungen identifiziert. Obwohl es nicht möglich war, diese in allgemeine Umweltkriterien bei der Beschaffung von Bewässerungssystemen zu transformieren, wird dennoch empfohlen, diese im Einzelfall zu beachten. Zielgruppe für diese Empfehlungen sind in erster Linie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Kommunen, die vor Ort für den Betrieb und die Unterhaltung der Bewässerungssysteme zuständig sind.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Empfehlungen:

- ▶ Bewässerung nur zwischen 18.00 und 7.00 Uhr
- ▶ Vermeidung der Bewässerung an windigen Tagen,
- ▶ Wartung vorhandener Bewässerung und Reparatur von Lecks, Kontrolle bestehender Anlagen auf Lecks und Fehlfunktionen,
- ▶ Kontrolle der Positionierung vorhandener Sprinkler (Vermeidung der Bewässerung versiegelter Flächen),
- ▶ Installation eines Regensensors (als Mindestmaßnahme, falls Bodenfeuchtesensoren zu teuer erscheinen),
- ▶ Berücksichtigung der Regeln eines wassereffizienten Landschaftsbaus (z.B. Verwendung von Mulch zur Reduzierung der Evaporation, Verwendung wassereffizienter/trockenheitsresistenter Pflanzen, Minimierung der Düngung sowie Vergrößerung der Schnitthöhe beim Rasenmähen),
- ▶ Information der Bürgerinnen und Bürger über ökologische Optimierungspotenziale bei der Bewässerung privater Gärten und Grünflächen,
- ▶ Förderung umweltfreundlicher Bewässerungssysteme.

### 3.4 Gebäude- und Glasreinigung

Die Gebäude- und Glasreinigung umfasst eine **Vielzahl unterschiedlicher Prozesse**. Allein die Gebäudeinnenreinigung beinhaltet viele unterschiedliche Arbeitsschritte, wie beispielsweise die Reinigung und Pflege der Bodenbeläge, der Decken und Wände, der Heizkörper, der sanitären Anlagen sowie der Gegenstände der Raumausstattung in bestimmten Zeitabständen. Zusätzlich kann die Gebäudeinnenreinigung Arbeiten mit besonderen Behandlungsmitteln oder besondere Dienstleistungen (z.B. Austauschen von Handtüchern, Abfallbeseitigung etc.) erfassen. Unter Glasreinigung fallen Tätigkeiten wie die Reinigung von Verglasungen sowie ggf. die Reinigung und Pflege der Einfassungen, Rahmen, Bekleidungen und Zargen sowie Falze und Blenden. Daneben gibt es weitere Reinigungsprozesse, wie die Fassadenreinigung, die Hof- und Wegreinigung, die Reinigung von Büromaschinen oder Computern, die Reinigung von Produktionsmaschinen oder Abluftanlagen oder die besonders hygienisch sensible Reinigung bzw. Desinfektion von z.B. Schwimmbädern, Küchen oder Krankenhäusern.

Darüber hinaus können je nach Zeitpunkt und Häufigkeit **verschiedene Reinigungsarten** identifiziert werden. Dabei hat die Unterhaltsreinigung, bei der die Reinigungsarbeiten in regelmäßigen Abständen erfolgen, die größte Bedeutung. Andere Reinigungsarten, wie beispielsweise die Bauschlussreinigung, Grund- oder Intensivreinigungen, werden seltener durchgeführt.

Eine besondere Bedeutung in Bezug auf die Gebäudereinigung kommt **baulichen Maßnahmen** zu, denn der Umfang und damit die Umweltauswirkungen und Kosten der Gebäude- und Glasreinigung sind in großem Maße auch von baulichen Gegebenheiten abhängig. Die Reinigungsfreundlichkeit sollte daher bereits bei Bau und Planung von Gebäuden eine Rolle spielen. Allerdings lassen sich die baulichen Gegebenheiten bei bestehenden Gebäuden nicht oder nur schwierig verändern und werden daher bei der vorliegenden Diskussion der umweltfreundlichen Gebäude- und Glasreinigung nicht berücksichtigt. (siehe den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: [http://www.bmvbs.de/Bauwesen/Arbeitshilfen\\_Leitfaden\\_Ric\\_1777/Nachhaltiges-Bauen.htm](http://www.bmvbs.de/Bauwesen/Arbeitshilfen_Leitfaden_Ric_1777/Nachhaltiges-Bauen.htm))

#### Reinigung in Eigenregie oder durch externe Dienstleister

Die Gebäudeinnen- und Glasreinigung wird durch die beschaffende Stelle **entweder in Eigenregie durchgeführt oder als Ganzes oder in Teilen an externe Dienstleister** vergeben. Im Falle der Eigenreinigung muss die Behörde oder Verwaltungseinheit die Reinigungsarbeiten selbst organisieren und entsprechende Reinigungsmittel, -materialien und -geräte beschaffen. Sowohl die Organisation der Arbeiten als auch die Beschaffung der Reinigungsmittel können umweltfreundlich gestaltet werden. Wird die Gebäude- und Glasreinigung an externe Dienstleister vergeben, so können an die Bieter Anforderungen bezüglich der Organisation und Durchführung der Arbeiten, aber auch bezüglich der einge-



setzten Reinigungsmittel, -materialien und -geräte gestellt werden. In beiden Fällen können also teilweise die gleichen Kriterien im Beschaffungsvorgang verwendet werden.

### 3.4.1 Umweltauswirkungen durch Gebäude- und Glasreinigung

Wesentliche Umweltauswirkungen die durch eine umweltfreundliche Ausgestaltung der Gebäude- und Glasreinigung reduziert werden können, sind z.B. Umweltauswirkungen durch die Inhaltsstoffe von Reinigungsmitteln, die während und nach der Reinigung ins Abwasser gelangen und Umweltauswirkungen durch den Energie- und Wasserverbrauch während der Reinigung, durch den Energieverbrauch bei Transporten von Reinigungsmitteln, Geräten und Personal zum und vom zu reinigenden Objekt und durch die Verpackung der Reinigungsmittel.

### 3.4.2 Maßnahmen und Kriterien für die umweltfreundliche Gebäude- und Glasreinigung

Es gibt allerdings eine Reihe von Maßnahmen und Kriterien, die über die gesetzlichen Anforderungen hinaus zur Reduktion der Umweltauswirkungen und oft auch der Kosten für die Reinigungsprozesse beitragen. Diese Maßnahmen beziehen sich auf unterschiedliche Phasen der Reinigungsleistung, angefangen von Schmutzvermeidungsmaßnahmen über die Auswahl der Reinigungsmittel, die generelle Organisation oder Planung bis hin zur tatsächlichen Durchführung der Reinigung.

Wird die Reinigung durch die beschaffende Stelle in Eigenregie durchgeführt, beschränkt sich der Beschaffungsvorgang auf die Beschaffung von Reinigungsmitteln. Soll die Reinigung durch einen externen Dienstleister durchgeführt werden, können zusätzlich zu Anforderungen bezüglich der vom Dienstleister einzusetzenden Reinigungsmittel noch Kriterien bezüglich der Organisation und Durchführung der Reinigung angewendet werden. Diese Kriterien sind bei der Reinigung in Eigenregie nicht ausschreibungsrelevant, können jedoch als Hinweise auch hier zu einer Reduzierung der Umweltauswirkungen führen.

Neben den für die Ausschreibung relevanten Kriterien gibt es noch weitere sinnvolle Maßnahmen, die wesentlich zu verringerten Umweltauswirkungen durch die Gebäudereinigung beitragen. Beispielsweise hilft bereits die **Schmutzvermeidung**, Umweltauswirkungen zu verringern. Dazu zählt z.B. die regelmäßige Reinigung der Außenbereiche (z.B. Höfe und Parkplätze), weil damit der Schmutzeintrag in die zu reinigenden Gebäude verringert wird oder die Einrichtung ausreichend großer Schmutzfangzonen oder Schmutzschleusen im Eingangsbereich, an Seiten- und Hintereingängen oder in der Umgebung von Getränkeautomaten. Schmutzfangzonen sollten regelmäßig gesäubert werden. Zu weniger Reinigungsaufwand trägt außerdem ein Abfallkonzept bei.

## Kriterien für die Ausschreibung von Reinigungsmitteln

Die Kriterien für die Ausschreibung von Reinigungsmitteln wurden in zwei Schwierigkeitsgrade eingeteilt, die sowohl das Wissen und die Erfahrung der Beschaffer / Beschafferinnen, als auch die unterschiedlich anspruchsvolle Gestaltung einer Ausschreibung widerspiegeln. Die Kriterien des Einsteigniveaus müssen einfach anwendbar und leicht verständlich sein. Im Fortgeschritteneniveau kommen zusätzliche Kriterien zur Anwendung, zu deren Beurteilung eine größere Sachkenntnis der beschaffenden Stelle benötigt wird. Für beide Schwierigkeitsgrade werden hauptsächlich Kriterien des Europäischen Umweltzeichens (EG-Umweltzeichen) vorgeschlagen, um Bietern die Möglichkeit zu geben, die Einhaltung der Kriterien über das EG-Umweltzeichen nachzuweisen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die **Kriterien, die bei einer Ausschreibung von Reinigungsmitteln** einfließen können.

Kriterium	Einsteiger-Niveau	Experten-Niveau
<b>Verringerung der Produktvielfalt und Verzicht auf bestimmte Reinigungsmittel</b>		
Auf folgende Reinigungsmittel wird verzichtet: <ul style="list-style-type: none"> <li>chlorhaltige Sanitärreiniger und WC- und Badreiniger mit anorganischen Säuren;</li> <li>Spülkastenzusatzstoffe und WC- und Spülkasteneinhänger, z.B. para-dichlorbenzohaltige WC-Steine;</li> <li>Luffterfrischer / Duftspender für WC und Waschräume;</li> <li>Chemische Abflussreiniger;</li> <li>Desinfektionsmittel bzw. Desinfektionsreiniger (außer in speziellen Bereichen);</li> <li>Spezialreinigungsmittel, wie bspw. Abrasivreiniger, Reinigungsemulsionen oder Entstaubungsmittel.</li> </ul>	X	
<b>Allgemeine Anforderungen an die zu beschaffenden Reinigungsmittel</b>		
Soweit verfügbar werden Konzentrate oder Hochkonzentrate verwendet.	X	
So weit technisch möglich werden lösemittelarme oder lösemittelfreie Reinigungsmittel bevorzugt.	X	
Es werden möglichst duftstofffreie Reinigungsmittel eingesetzt.	X	
Es werden möglichst keine stark sauren oder stark alkalischen Reinigungsmittel eingesetzt.	X	
<b>Anforderungen an die Inhaltsstoffe der zu beschaffenden Reinigungsmittel</b>		
<i>Toxizität der Inhaltsstoffe:</i> Die Summe der kritischen Verdünnungsvolumina darf folgende Grenzwerte nicht überschreiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sanitärreiniger: 100 000 l/100 g Produkt</li> <li>- Fensterreiniger: 5 000 l/100 g Produkt</li> <li>- Allzweckreiniger: 20 000 l/Einheitmenge</li> </ul>		X
<i>Biozide Wirkung:</i> Weder auf der Verpackung noch auf andere Weise darf behauptet oder suggeriert werden, das Produkt habe eine antimikrobielle Wirkung.	X	
<i>Biozide:</i> Das Produkt darf Biozide nur zur Haltbarmachung und lediglich in der dafür notwendigen Dosierung enthalten.	X	
<i>Biozide und Bioakkumulation:</i> Biozide als Teil der Zusammensetzung oder als Teil einer in der Zusammensetzung enthaltenen Zubereitung, die der Haltbarmachung des Produkts dienen und denen gemäß der Richtlinie 67/548/EWG und ihren Änderungen bzw. der Richtlinie 1999/45/EG und ihren Änderungen die R-Sätze R50/53 oder R51/53 zugewiesen wurden, dürfen nicht potenziell bioakkumulierbar sein, d.h. $\log P_{ow} \geq 3,0$ , wenn nicht experimentell bestimmter BCF $\leq 100$ .	X	
<i>Farbstoffe:</i> Es dürfen in dem Produkt nur Farbstoffe verwendet werden, die gemäß der Kosmetikrichtlinie (76/768/EWG inkl. Änderungen), gemäß der Lebensmittelfarbstoffrichtlinie (94/36/EG inkl. Änderungen) zugelassen sind. Oder Farbstoffe mit Umwelteigenschaften, die keine Zuweisung der R-Sätze R50/53 oder R51/53 gemäß der Richtlinie 67/548/EWG (inkl. Änderungen) erforderlich machen.	X	

<p><b>Duftstoffe:</b> Das Produkt darf keine Duftstoffe mit Nitromoschus- oder polyzyklischen Moschusverbindungen enthalten, wie z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moschus-Xylol (= Moskusxylen, CAS-No: 81-15-2)</li> <li>- Moskusambrette (CAS-No: 83-66-9)</li> <li>- Moskene (CAS-No:116-66-5)</li> <li>- Moskustibetin (CAS-No: 145-39-1)</li> <li>- Moskusketone (CAS-No: 81-14-1)</li> <li>- HHCB (CAS-No: 1222-05-5)</li> <li>- AHTN (CAS-No: 1506-02-1)</li> </ul>	X	
<p><b>Duftstoffe:</b> Alle dem Produkt als Duftstoff zugefügten Inhaltsstoffe müssen nach dem Verfahrenskodex des internationalen Verbands der Duftstoffindustrie IFRA hergestellt bzw. behandelt worden sein.</p>		X
<p><b>Sensibilisierende Stoffe:</b> Dem Produkt dürfen nicht die R-Sätze R42 (Sensibilisierung durch Einatmen möglich) und/oder R43 (Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich) zugewiesen sein. Bei Stoffen und Inhaltsstoffen, denen diese R-Sätze zugewiesen wurden, darf die Konzentration einen Massenanteil von 0,1 % des Endprodukts nicht übersteigen.</p>	X	
<p><b>Phosphor:</b> Der Gesamtgehalt an elementarem Phosphor im Produkt darf folgende Grenzwerte nicht übersteigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sanitärreiniger: 1,0 g/100 g des Produkts</li> <li>- Fensterreiniger: müssen phosphorfrei sein</li> <li>- Allzweckreiniger: 0,02 g/Einheitsmenge.</li> </ul>		X
<p>Folgende Inhaltsstoffe dürfen nicht enthalten sein (weder als Teil der Zusammensetzung noch als Teil einer in der Zusammensetzung enthaltenen Zubereitung):</p>	X	
- APEO (Alkylphenoethoxylyate) und Derivate	X	
- EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) und ihre Salze	X	
- NTA (Nitrioloessigsäure)	X	
- Nitromoschus- und polyzyklische Moschusverbindungen, vgl. Kriterium zu Duftstoffen.	X	
- Nicht biologisch leicht abbaubare, quartäre Ammoniumsalze	X	
- Inhaltsstoffe (Massenanteil > 0,01%), denen gemäß der Richtlinien 67/548/EWG (inkl. Änderungen) bzw. 1999/45/EG (inkl. Änderungen) einer oder mehrere der folgenden R-Sätze zugeordnet wurden: R31, R40, R45, R46, R49, R50/53, R51/53, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R68.	X	
<b>Anforderungen an die Verpackung der zu beschaffenden Reinigungsmittel</b>		
Sprühmittel dürfen keine kohlenwasserstoffhaltigen <sup>3</sup> Treibgase enthalten	X	
Für die Primärverpackung verwendete Kunststoffe sind gemäß Richtlinie 94/62/EG (Verpackungsrichtlinie) oder gemäß DIN 6120 Teile 1 und 2 in Verbindung mit DIN 7728 Teil 1 gekennzeichnet.	X	
Besteht die Primärverpackung aus verwerteten Altstoffen, müssen alle entsprechenden Angaben auf der Verpackung der ISO-Norm 14021 entsprechen.	X	
Die Primärverpackung muss sich leicht in ihre Einzelstoffe zerlegen lassen.	X	
Das Verpackungsmaterial muss PVC-frei sein.		X
<b>Anforderungen an die Verbraucherinformation der zu beschaffenden Reinigungsmittel und die Unterstützung des umweltfreundlichen Gebrauchs</b>		
Jedem Reinigungsmittel muss ein Sicherheitsdatenblatt und ein technisches Datenblatt mit Hinweisen zu den Inhaltsstoffen, sowie eine Gebrauchsanweisung (mit Beschreibung der Funktion und der Dosierung, inkl. der Möglichkeit von Dosierhilfen) beigelegt sein.	X	
Für jedes Reinigungsmittel, das nicht unverdünnt verwendet wird, müssen auf Nachfrage des Beschaffers geeignete Dosierhilfen geliefert werden können.	X	

**Tabelle 11: Kriterien für die Ausschreibung von Reinigungsmitteln**

<sup>3</sup> Das entsprechende Kriterium des EG Umweltzeichens schließt alle Treibgase aus. Da nicht kohlenwasserstoffhaltige Treibgase (z.B. CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, etc.) nicht als besonders umweltschädlich angesehen werden, ist dieses Kriterium hier etwas weniger streng gefasst. Reinigungsmittel, die das EG Umweltzeichen einhalten, halten dieses Kriterium jedoch auf jeden Fall ein.

Neben den aufgeführten Kriterien gibt es noch einen detaillierten **„Anbieterfragebogen für Reinigungsmittel“** der Anfang der 1990er-Jahre vom UVP-Kreis niedersächsischer Städte in Zusammenarbeit mit dem Industrieverband Hygiene und Oberflächenschutz (IHO) entwickelt wurde. Ziel der Entwicklung des Fragebogens war die Bereitstellung eines einheitlichen Systems zur Beurteilung bestimmter Wasch-, Reinigungs- und Pflegemittel durch die öffentliche Beschaffung. Im Fragebogen muss der Anbieter Angaben zur Konzentration von Inhaltsstoffen, zur Dosierung des Produkts, zur Produktverpackung, zur Entsorgung der Transport- und Produktverpackung sowie zu Aspekten des Gesundheits- und Arbeitsschutzes machen. Entsprechend einer vorgegebenen Bewertungsmatrix werden die Angaben anschließend durch die Beschafferin / den Beschaffer bewertet. Da der Fragebogen aufgrund der rechtlichen, wissenschaftlichen und technischen Entwicklung mittlerweile veraltet ist, wird er derzeit (April 2008) durch den IHO und das Umweltbundesamt aktualisiert. Die Überarbeitung soll bis Mitte des Jahres 2008 abgeschlossen sein. Entsprechend der ersten Version soll der überarbeitete Fragebogen die in Reinigungsmitteln enthaltenen Inhaltsstoffe bewerten und zu einem Gesamtpunktwert für das geprüfte Reinigungsmittel führen. Je nach Art des Reinigungsmittels gelten verschiedene hohe Schwellenwerte, die ein Reinigungsmittel einhalten muss, um als umweltfreundliches Reinigungsmittel eingestuft zu werden.

Alternativ zu dem Set an Kriterien im Einsteigerniveau ist vorgesehen, dass für die angebotenen Reinigungsmittel das Beantworten des (derzeit in Überarbeitung befindlichen) Anbieterfragebogens und die Einhaltung des jeweiligen Schwellenwerts gefordert werden kann.

Für weitere Informationen: Industrieverband Hygiene und Oberflächenschutz (IHO, [www.iho.de](http://www.iho.de)); Umweltbundesamt ([www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)).

### **Kriterien für die Ausschreibung von Reinigungsdienstleistungen**

Bei der Beschaffung von Reinigungsdienstleistungen können zum einen die Kriterien bezüglich der Beschaffung von Reinigungsmitteln (Einsteiger- oder Expertenniveau) für die Anforderungen bezüglich der vom Bieter zu verwendenden Reinigungsmittel übernommen werden.

Darüber hinaus können weitere Anforderungen an die Durchführung der Reinigungsdienstleistung gestellt werden. Auch hier werden zwei Schwierigkeitsgrade unterschieden:

Kriterien des Einsteigerniveaus sollen einerseits eine hohe Effektivität bezüglich der Reduktion möglicher Umweltauswirkungen gewährleisten, andererseits aber auch einfach nachprüfbar sein. Kriterien des Expertenniveaus sind etwas anspruchsvoller hinsichtlich der Überprüfung durch die beschaffende Stelle.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Kriterien, die bei einer Ausschreibung von Reinigungsdienstleistungen für Unterhalts- und Glasreinigung einfließen können.

Kriterium	Einsteiger-Niveau	Experten-Niveau
<b>Schulungsmaßnahmen</b>		
Einführende und regelmäßige Schulung des Reinigungspersonals (ggf. in Fremdsprachen) bzgl. <ul style="list-style-type: none"> <li>• umweltschonender Reinigungsmittel und entsprechender Methoden;</li> <li>• sparsamen und bestimmungsgemäßen Einsatzes von Reinigungsmitteln, inkl. Dosieranleitungen und Handhabung von Dosierhilfen;</li> <li>• ökologischer und gesundheitlicher Risiken der Inhaltsstoffe;</li> <li>• ggf. Schutzausrüstung.</li> </ul>	X	
Die Schulungen sind zu protokollieren und die Protokolle dem Auftraggeber in regelmäßigen Abständen vorzulegen.	X	
Der Bieter verfügt über präzise schriftliche Arbeitsanweisungen bzgl. Umweltschutz und Gesundheits- und Sicherheitsstandards für sein Arbeitspersonal und macht diese Reinigungspersonal und Auftraggeber zugänglich. Die Standardanweisungen sind möglichst einfach zu halten (ggf. mit Piktogrammen) und immer im Objekt vorzuhalten und ggf. auszuhängen (z.B. im Putzmittelraum mit Dosierstation).	X	
<b>Verwendung bestimmter Geräte und Beachtung von Verhaltensregeln</b>		
Nutzung moderner Reinigungsgeräte und -materialien, z.B. energieeffiziente Reinigungsmaschinen, Staubsauger mit Mikrofilter oder Mikrofasern zur Unterhaltsreinigung von harten elastischen Böden, glatten Oberflächen im Sanitärbereich, zur Glas- und Fensterreinigung und zur Reinigung des Mobiliars.	X	
Es sollten geeignete Dosierhilfen beschafft und korrekt eingesetzt werden. Die Dosierung der Reinigungsmittel sollte möglichst einfach sein (z.B.: bei jedem einzusetzenden Reinigungsmittel die gleiche Menge Reinigungsmittel pro Menge Anwendungslösung).	X	
Beleuchtung nur in den Räumen einschalten, die gerade geputzt werden und nach Beendigung der Reinigung wieder ausschalten.	X	
<b>Zusätzliche Anforderungen an die Reinigungsdienstleistungsunternehmen</b>		
Der Bieter muss ein Umweltmanagementsystem haben (EMAS, ISO 14000 oder äquivalentes UMS mit entsprechender Zertifizierung) oder vergleichbare Maßnahmen.		X
Der Auftragnehmer bilanziert die verwendeten Mengen aller genutzten Reinigungsmittel quantitativ. Die erste Bilanz soll 6 Monate nach Vertragsstart aufgestellt werden, anschließend jährlich und dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden.	X	

Tabelle 12: Kriterien für die Ausschreibung von Reinigungsdienstleistungen

### 3.4.3 Umweltentlastungseffekte und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Anforderungen an die Gebäude- und Glasreinigung sind extrem unterschiedlich, je nach baulicher Gestaltung, Nutzungsart der Gebäude, Baumaterialien, Raumtypen, Überstellung der Bodenfläche, Schmutzeintrag und etlichen weiteren Einflussfaktoren. Zur Bestimmung der Unterschiede hinsichtlich der Umweltauswirkungen und der Kosten zwischen zwei Reinigungsmitteln oder -verfahren müssen alle sonstigen Parameter identisch sein. Darüber hinaus muss auch der Nutzen, d.h. das erzielte Reinigungsergebnis der betrachteten Alternativen (weitgehend) äquivalent sein.

Dies bedeutet, dass es zumindest für Reinigungsdienstleistungen nahezu unmöglich ist, quantitative Aussagen zu Umweltentlastungseffekten oder bezüglich der Wirtschaftlichkeit zu treffen, ohne experimentell durchgeführte, vergleichende Versuche an konkreten Objekten. Für Reinigungsmittel kann angenommen werden, dass, bei gleichem Anwendungsgebiet, die Reinigungsleistung der Anwendungslösungen unterschiedlicher Reinigungsmittel vergleichbar ist. Hier kann daher von einem identischen Nutzen ausgegangen werden.

Die folgenden Ausführungen zeigen beispielhaft die Umweltentlastungseffekte durch zwei Aspekte umweltfreundlicher Gebäude- und Glasreinigung und die entsprechende Kostenbetrachtung.

### Reinigungsmittel mit EG-Umweltzeichen im Vergleich zu Reinigungsmitteln ohne EG-Umweltzeichen

Für die Bestimmung der Umweltentlastungseffekte durch Reinigungsmittel mit EG-Umweltzeichen wurde die Aquatoxizität der Reinigungsmittel mit Hilfe des Indikators „Kritisches Verdünnungsvolumen“ (KVV) entsprechend den Vorgaben des EG-Umweltzeichens berechnet.

Folgende Abbildung zeigt typische Werte für das kritische Verdünnungsvolumen von Allzweckreinigern, Wischpflegeprodukten für die Bodenreinigung und von Sanitärreinigern, jeweils für die in den Vorgaben des EG-Umweltzeichens angegebene Einheitsmenge und den Grenzwert, den Reinigungsmittel (neben anderen Kriterien) einhalten müssen, um mit dem EG-Umweltzeichen ausgezeichnet zu werden.

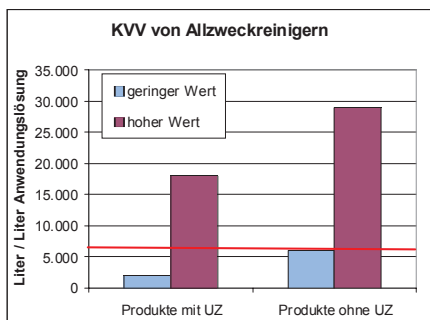


Abbildung 9: Kritische Verdünnungsvolumina (KVV) von Reinigungsmitteln mit und ohne Umweltzeichen

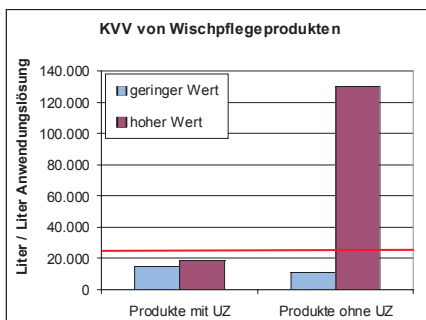


Abbildung 10: Kritische Verdünnungsvolumina (KVV) von Wischpflegeprodukten mit und ohne Umweltzeichen

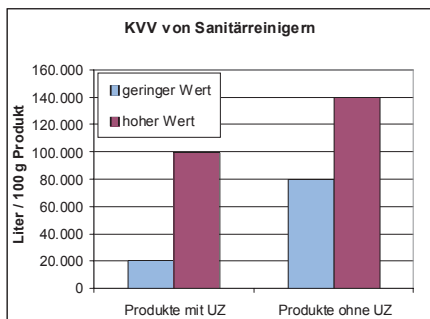
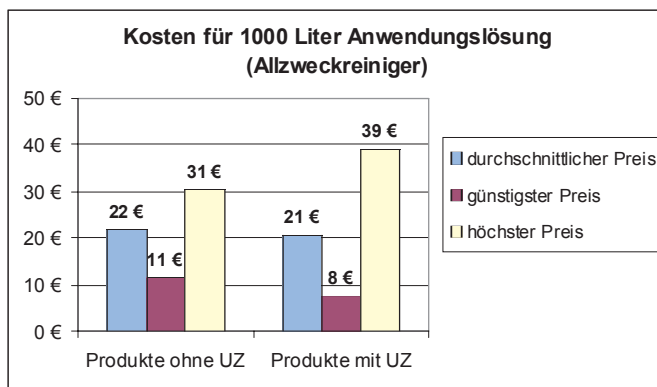


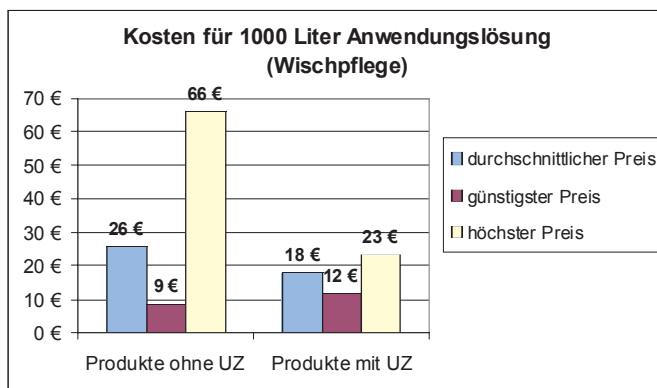
Abbildung 11: Kritische Verdünnungsvolumina (KVV) von Sanitärreinigern mit und ohne Umweltzeichen

Insgesamt gibt es v.a. bei den Produkten ohne EG-Umweltzeichen große Spannbreiten bezüglich des ermittelten KVV. Bemerkenswert ist, dass teilweise auch die KVV-Werte von Produkten ohne EG-Umweltzeichen unterhalb des dort gesetzten Grenzwertes liegen. Allerdings liegen viele Werte auch weit darüber. Die KVV-Werte von Produkten mit EG-Umweltzeichen liegen auf jeden Fall unter dem geforderten Grenzwert.

Folgende Abbildungen zeigen die durchschnittlichen **Kosten für Allzweckreiniger und Wischpflegeprodukte für die Bodenreinigung** (für jeweils 1.000 Liter Anwendungslösung) sowie von Sanitärreinigern (für 1.000 kg Produkt).



**Abbildung 12: Durchschnittliche Kosten für Allzweckreiniger für die Bodenreinigung**



**Abbildung 13: Durchschnittliche Kosten für Wischpflegeprodukte für die Bodenreinigung**

Die Spannbreiten bei den Anschaffungskosten sind sowohl bei Produkten mit als auch solchen ohne EG-Umweltzeichen recht groß. Die durchschnittlichen Preise für Allzweckreiniger liegen nahezu gleichauf, bei den gelabelten Produkten ist die Spannweite der möglichen Preise etwas größer als bei nicht-gelabelten Produkten.

Bei Wischpflegeprodukten liegt der durchschnittliche Preis gelabelter Produkte um knapp 30 % unter dem nicht gelabelter Produkte. Sanitärreinigern mit Umweltzeichen sind im Durchschnitt deutlich teurer als solche ohne Umweltzei-

chen. Allerdings gibt es auch hier Produkte, die günstiger sind als entsprechende nicht gelabelte Produkte.

### Wischpflegeprodukte unterschiedlicher Konzentration

Ein wesentliches Kriterium umweltfreundlicher Reinigungsmittel ist eine möglichst hohe Konzentration, da hierdurch v.a. Verpackungsmaterial und Transporte vermieden werden können. Die wesentlichen Umweltentlastungspotenziale resultieren hierbei durch die geringere Verpackungsmenge von Konzentraten und Hochkonzentraten und einem entsprechend geringeren Herstellungsaufwand, sowie durch die vermiedenen Transporte, da pro Liter Anwendungslösung (und somit vergleichbarer Reinigungsleistung) bei (hoch-)konzentrierten Produkten weniger Produkt und weniger Verpackung transportiert werden muss.

Für die beispielhafte Berechnung der Umweltentlastungseffekte und der entsprechenden Kosten wurden Wischpflegeprodukte in drei Konzentrationsstufen (normal, konzentriert, hochkonzentriert) miteinander verglichen.

Für die **Berechnung der Umweltentlastungseffekte** von Wischpflegeprodukten unterschiedlicher Konzentration wurde eine typische Dosierung der Wischpflegeprodukte von 70 ml (für wenige konzentrierte Produkte), von 30 ml (für konzentrierte Produkte) und von 20 ml (für hochkonzentrierte Produkte) zugrunde gelegt. Für alle drei Alternativen wurden die Aufwendungen für die Herstellung der Verpackung (10-Liter-Kanister aus Polyethylen bei gering konzentrierten Produkten, 1-Liter-Flasche aus Polyethylen bei konzentrierten und hochkonzentrierten Produkten) und der Transport der Reinigungsmittel über 500 km per LKW berücksichtigt.

Folgende Abbildung zeigt die durch den verringerten Verbrauch an Verpackungsmaterialien, sowie durch die vermiedenen Transporte resultierenden Umweltentlastungseffekte am Beispiel des Indikators „Treibhauspotenzial“.

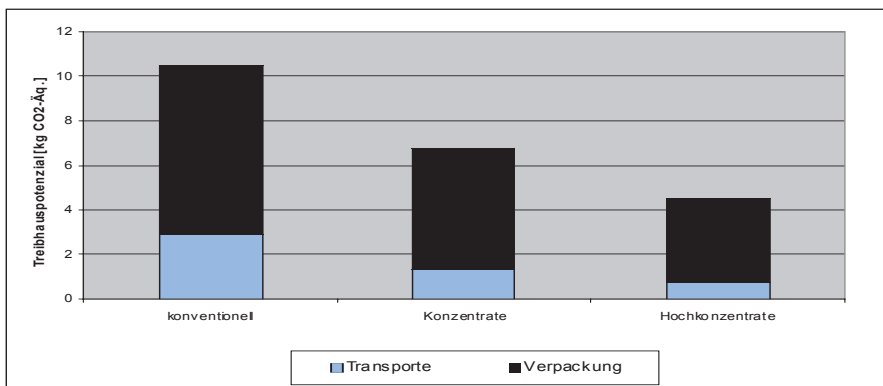


Abbildung 14: Umweltentlastungseffekte durch den Einsatz von Konzentraten und Hochkonzentraten



Durch konzentrierte Produkte können gegenüber gering konzentrierten Produkten etwa ein Drittel der durch die Herstellung der Verpackung und durch den Transport der Reinigungsmittel verursachten Umweltauswirkungen vermieden werden. Bei Hochkonzentraten liegt das Einsparpotenzial sogar bei knapp 60 %.

Für die **Bestimmung der Anschaffungskosten** wurden mit Hilfe der Dosierempfehlungen für durchschnittlich verschmutzte Böden bei manueller Reinigung die Preise von Wischpflegeprodukten pro 1.000 Liter Anwendungslösung berechnet. Die Reinigungsmittel wurden anschließend gemäß ihrer Dosierempfehlung in die drei Kategorien (gering konzentriert, konzentriert, hochkonzentriert) eingeteilt und für jede Kategorie der Durchschnittspreis pro 1.000 Liter Anwendungslösung bestimmt. Dabei wurden für die drei Kategorien folgende Spannbreiten bei der Dosierung festgelegt: 60 bis 100 ml pro 10 Liter Anwendungslösung für gering konzentrierte Produkte, 30 bis 50 ml pro 10 Liter Anwendungslösung für konzentrierte Produkte und 20 ml pro 10 Liter Anwendungslösung für hochkonzentrierte Produkte.

Folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse.

### Preis pro 1000 Liter Anwendungslösung (Wischpflege)

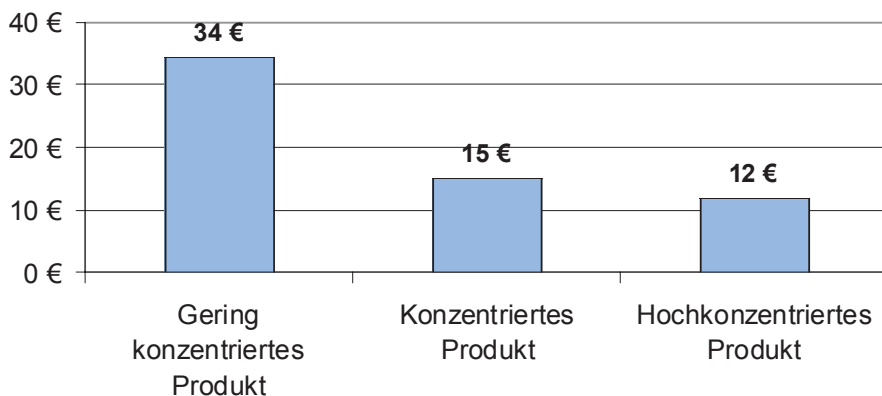


Abbildung 15: Kosten für unterschiedlich konzentrierte Wischpflegeprodukte

Im Vergleich zu gering konzentrierten Produkten kann man durch konzentrierte Produkte über 50 % der Anschaffungskosten einsparen. Durch die Beschaffung von Hochkonzentraten können darüber hinaus noch einmal knapp 10 % eingespart werden.

## 4 BERECHNUNGSTOOL FÜR LEBENSZYKLUS-KOSTENRECHNUNG (LCC-TOOL)

### 4.1 Die Methode der Lebenszyklus-Kostenrechnung

Die **Methode der Lebenszyklus-Kostenrechnung** (englisch: ‚Life Cycle Costing‘, LCC) ist eine Methode zur Berechnung der Kosten unterschiedlicher Alternativen (z.B. konventioneller und ökologischer Produkte bei der öffentlichen Beschaffung), die Kosten während des gesamten Lebenswegs einbezieht. LCC kann allgemein definiert werden als die Berechnung und Bewertung aller Kosten, die mit einem bestimmten Produkt verbunden sind und die direkt durch einen oder mehrere Akteure im Lebenszyklus dieses Produkts getragen werden. In den letzten Jahren erhielt das Konzept der Lebenszyklus-Kostenrechnung zunehmend größere Aufmerksamkeit. LCC wird dabei als ein bedeutendes Mittel zur Förderung der umweltfreundlichen Beschaffung angesehen, da entsprechende Produkte auf der einen Seite zwar häufig einen höheren Anschaffungspreis haben, andererseits aber oft auch mit niedrigeren Folgekosten aufgrund geringerer Kosten für Instandhaltung, Energie- oder Wasserverbrauch oder Entsorgung verbunden sind.

### 4.2 Allgemeine Prinzipien und methodische Aspekte

Die Lebenszyklus-Kostenrechnung wird unter dem **Blickwinkel der verantwortlichen Beschafferin / des verantwortlichen Beschaffers** durchgeführt. Dies bedeutet, dass alle relevanten Kosten, die mit dem Produkt zusammenhängen und von der verantwortlichen Behörde getragen werden, in den Lebenszykluskosten enthalten sind. Im Allgemeinen werden Kosten für Anschaffung und Installation, für die Nutzung (z.B. Kosten für Energie, Wasser, Instandhaltung) und für die Entsorgung einbezogen.

Für jedes Produkt werden die **relevanten Kostenelemente** berücksichtigt. Relevant sind zum einen solche Kosten, die für die konventionelle und die umweltfreundlichere Alternative unterschiedlich sind. Zum anderen sind solche Kosten relevant, die einen beträchtlichen Anteil der Gesamtkosten ausmachen, die mit der Ware oder der Dienstleistung verbunden sind.

Eine Lebenszyklus-Kostenrechnung wird immer für einen bestimmten, zu erfüllenden Nutzen durchgeführt. Dieser Nutzen (die Funktion des Produktsystems) wird mit Hilfe der so genannten **„funktionellen Einheit“** quantifiziert, die als Bezugspunkt dient und auf die alle Daten bezogen werden. Die funktionelle Einheit muss für beide Alternativen (die konventionelle und die umweltfreundliche) der zu analysierenden Waren oder Dienstleistungen gleich sein. Dieses Prinzip ist sehr wichtig, da sonst Alternativen verglichen würden, die nicht vergleichbar sind. Es macht z.B. keinen Sinn, einen kleinen PKW, der meist nur

eine Person mit wenigen Gütern über kurze Distanzen transportiert, mit einem über 2,8-Tonnen-Transportfahrzeug zu vergleichen.

Die **Systemgrenzen** definieren, für welche geographische Region die Lebenszyklus-Kostenrechnung durchgeführt wird oder welche Kostenelemente einbezogen werden. Ähnlich wie bei der funktionellen Einheit müssen die Systemgrenzen für alle zu analysierenden Versionen der zu betrachtenden Ware oder der Dienstleistung identisch sein.

Daten über Kosten sind häufig vertraulich und daher manchmal schwierig zu ermitteln. Ebenso können Kostendaten **hohe Unsicherheiten oder Schwankungsbreiten** aufweisen, z.B. auf Grund der Schwankungen zwischen verschiedenen Regionen (z.B. unterschiedliche Wasserpreise innerhalb Deutschlands), zwischen Anschaffungspreisen von Produkten unterschiedlicher Marken oder durch zeitliche Entwicklungen (gerade die Energiepreise sind innerhalb der letzten Jahre stark angestiegen). Wie die zukünftige Entwicklung aussieht, kann man allerhöchstens grob abschätzen, jedoch nicht mit endgültiger Sicherheit prognostizieren. Auf Grund dessen ist es wichtig, diese Unsicherheiten und Schwankungsbreiten transparent zu machen und ihre Relevanz für die Ergebnisse der LCC zu analysieren.

**Externe Effekte** können als Wertveränderungen durch eine wirtschaftliche Tätigkeit definiert werden, die nicht in deren Preis enthalten ist, oder als Nebeneffekt wirtschaftlicher Aktivität. Beispiele sind Schäden an Gebäuden durch sauren Regen, Auswirkungen auf Ökosysteme oder die menschliche Gesundheit durch Schadstoffemissionen, aber auch soziale Auswirkungen wie z.B. Arbeitsplatzeffekte. Durch die ökonomische Bewertung (d.h. Monetarisierung) der externen Effekte erhält man die externen Kosten. Diese externen Kosten fließen nicht in den Preis der wirtschaftlichen Aktivität mit ein und werden definitionsgemäß nicht vom Verursacher (d.h. weder vom Produzenten noch vom Konsumenten) direkt getragen. Sie stellen i.d.R. keine realen Geldflüsse dar, zumindest nicht für die direkt beteiligten Akteure. Externe Kosten können in einer Lebenszyklus-Kostenrechnung berücksichtigt werden. Dies sollte aber möglichst transparent erfolgen. Das heißt, zum einen sollten die verwendeten Faktoren zur Monetarisierung beschrieben und begründet werden, zum anderen sollten die externen Kosten separat dargestellt werden, um zu verdeutlichen, welche Kosten für den Auftraggeber selbst entstehen und welche Kosten extern sind, d.h. der Gesellschaft aufgebürdet werden. In der vorliegenden Studie wurden die externen Kosten nicht berücksichtigt, u.a. da die Umweltauswirkungen separat erfasst wurden. Eine Berücksichtigung externer Kosten würde daher eine Doppelzählung der Umweltauswirkungen bedeuten.

Für die Berechnung der Lebenszykluskosten werden auch die **Kosten, die durch den Verbrauch von Betriebsstoffen**, wie z.B. Strom, Wasser, Papier, Toner, etc. verursacht werden, berücksichtigt. Hierfür müssen sowohl die gegenwärtigen Preise ermittelt als auch deren zukünftige Entwicklung abgeschätzt werden. Die zukünftige Preisentwicklung kann nicht exakt prognostiziert werden, sondern ist eher eine grobe Abschätzung. Sie basiert auf den vergangenen Entwicklun-

gen und wichtigen zukünftigen Einflüssen auf die Preisbildung. Vor allem im Energiesektor unterliegen die Einschätzungen einem hohen Grad an Ungewissheit.

In der vorliegenden Studie wurden die Lebenszykluskosten mit Hilfe der **Kapitalwert- bzw. der Annuitätenmethode** berechnet. Beide Methoden sind dynamische Verfahren der Investitionsrechnung, d.h. alle Geldflüsse (Ein- oder Auszahlungen) werden dem Zeitpunkt ihres Anfalls zugeordnet und mit Hilfe eines Zinsfaktors auf einen einheitlichen Zeitpunkt vergleichbar gemacht. Diesen Vorgang nennt man Abzinsung oder Diskontierung.

Gewöhnlich werden alle Kosten, die mit dem zu untersuchendem System verbunden sind, auf den aktuellen Zeitpunkt, meist den Zeitpunkt des Beschaffungsvorgangs, bezogen. Die Investitionskosten werden daher nicht diskontiert, da sie sofort, d.h. zum Zeitpunkt des Beschaffungsvorgangs, anfallen.

Mit der **Kapitalwertmethode** ermittelt man dabei den gesamten, aktuellen Wert einer Investition (den Kapitalwert) über deren gesamte Nutzungsdauer. Mit der **Annuitätenmethode** werden die Kapitalwerte in so genannten „Annuitäten“, d.h. in jährliche Zahlungen umgerechnet, die in der Summe und unter Berücksichtigung von Zins und Zinseszins dem Kapitalwert entsprechen.

Bei beiden Methoden wird also der **Zeitpunkt, an dem die Kosten anfallen, berücksichtigt**. Dies ist vor dem Hintergrund relevant, dass umweltfreundlichere Alternativen oft höhere Anschaffungskosten, dafür aber geringere Betriebskosten haben. Muss aber zu Beginn einer Investition mehr Geld ausgegeben werden, so müssen ggf. auch mehr Zinsen gezahlt werden, oder es kann weniger Geld anderweitig (gewinnbringend) angelegt werden. Diese Umstände werden durch die Abzinsung zukünftiger Geldflüsse auf einen einheitlichen Zeitpunkt berücksichtigt. Der Zinsfaktor (auch: Diskontsatz) wird meist entsprechend des üblichen Kapitalmarktzinses angenommen.

Durch die Diskontierung der zukünftigen Kosten wird auch dem Umstand Rechnung getragen, dass durch die Berücksichtigung der Lebenszykluskosten, anstatt ausschließlich des Anschaffungspreises, zu Beginn einer Beschaffung eventuell höhere Kosten für die beschaffende Behörde anfallen können. Bei gegebenem Jahresbudget kann dies zu **Liquiditätsengpässen** führen, da das zunächst zusätzlich benötigte Kapital vom Kapitalmarkt aufgenommen werden muss. Durch die dynamische Lebenszykluskostenrechnung wird der hierfür aufzubringende Zins und Zinseszins mit berücksichtigt. Die Ergebnisse sind somit trotz einer eventuell notwendigen Kreditaufnahme gültig.

Bei beiden Methoden ist diejenige **Alternative vorteilhaft**, die den geringsten Wert aufweist, die also entweder den geringsten Kapitalwert oder die geringste Annuität hat. Die Ergebnisse können sich jedoch unterscheiden, je nachdem, ob die Alternativen die gleiche Nutzungsdauer haben oder nicht:

- ▶ Haben alle Alternativen die gleiche Nutzungsdauer, so erhält man mit beiden Methoden das gleiche Ergebnis, d.h. die gleiche Alternative weist bei

beiden Methoden den geringsten Wert auf. Die absoluten Ergebnisse sind jedoch unterschiedlich.

- ▶ Haben die Alternativen (teilweise) eine unterschiedliche Nutzungsdauer, so liefert die Annuitätenmethode die aussagekräftigeren Ergebnisse, wenn gleichzeitig davon ausgegangen wird, dass nach Ende der Nutzungsdauer eine Reinvestition erfolgt (dies ist bei den meisten Beschaffungen der Fall).
- ▶ Handelt es sich um eine einmalige Beschaffung, so sollte auch im Falle unterschiedlicher Nutzungsdauern die Ergebnisse der Kapitalwertmethode zur Entscheidung herangezogen werden. Dies ist bei den in der vorliegenden Studie betrachteten Produktgruppen jedoch nicht anzunehmen.

### 4.3 LCC-Tool zur Berechnung der Lebenszykluskosten

Um bei Beschafferinnen und Beschaffern den Arbeitsaufwand zur Gegenüberstellung der Gesamtkosten konventioneller Produkte und den entsprechenden umweltfreundlicheren Alternativen zu minimieren, wurde ein LCC-Tool auf Excel-Basis zur Berechnung der Lebenszykluskosten entwickelt (dies kann unter [www.beschaffung-info.de](http://www.beschaffung-info.de) heruntergeladen werden). Mit dem Berechnungswerkzeug können bis zu fünf verschiedene Beschaffungsalternativen hinsichtlich der jeweils anfallenden Lebenszykluskosten bewertet werden.

### 4.4 Anwendungsbereich

Das LCC-Tool lässt sich für Produkte aus den Bereichen „Computer“, „Multifunktionsgeräte“, „Bewässerungsanlagen“ sowie für „Reinigungsdienstleistungen“ anwenden. Darüber hinaus können auch Produkte aus anderen Produktgruppen berechnet werden, hier können sich allerdings Einschränkungen ergeben.

### 4.5 Anwendbare Kostenkategorien

Wesentliche Kostenkategorien, die berücksichtigt werden können, sind:

- ▶ Anschaffungskosten (z.B. für den Kauf und die Inbetriebnahme),
- ▶ Folgekosten (z.B. Versicherung, Wartung etc.),
- ▶ Betriebskosten (z.B. Kosten für Strom, Wasser oder sonstige Betriebsmittel),
- ▶ Personalkosten und
- ▶ Entsorgungskosten (hier können entweder Kosten entstehen, die vom Beschaffer zu tragen sind, oder Restwerte, die zu Erlösen führen).

Für viele Elemente sind bereits Werte vorgegeben. Dies sind i.d.R. allgemeine Durchschnittswerte, z.B. von Preisen für bestimmte Betriebsstoffe oder von Zinssätzen. Falls keine spezifischen Zahlen vorliegen, die die eigene Situation widerspiegeln, können diese vorgegebenen Werte genutzt werden. Aussagekräftiger

wird das Ergebnis jedoch, wenn eigene Werte eingegeben werden. Beispielsweise variieren die Kosten für die Trinkwasserbereitstellung und Abwasserentsorgung innerhalb Deutschlands sehr stark. Falls ein Beschaffer einen sehr hohen Preis bezahlt, so werden sich wassersparende Alternativen trotz ggf. höherer Anschaffungskosten finanziell eher lohnen, als in einem Gebiet mit durchschnittlichem oder niedrigem Wasserpreis. Die Berechnung könnte bei Nutzung des Durchschnittspreises daher zu anderen Ergebnissen kommen als bei Nutzung des tatsächlichen Preises.

Zusätzlich müssen noch die erwarteten Einkaufspreise für die Alternativen und die jeweiligen Verbrauchswerte für die Betriebsstoffe oder Arbeitszeiten eingegeben werden, um die Lebenszykluskosten zu berechnen.

## 4.6 Berechnung und Ergebnisse

Die Berechnung der Lebenszykluskosten erfolgt automatisch mit Hilfe der oben beschriebenen Kapitalwert- bzw. der Annuitätenmethode.

Die Ergebnisse der Lebenszyklus-Kostenrechnung werden sowohl für die Kapitalwert- als auch für die Annuitätenmethode zunächst tabellarisch ausgegeben. Hierbei erfolgt eine Differenzierung der Lebenszykluskosten nach den wesentlichen Kostenkategorien oder sogar einzelnen Kostenelementen.

Zusätzlich wurden zur leichteren visuellen Darstellung bereits Abbildungen angelegt. Diese sind in der gleichen Differenzierungstiefe aufgegliedert wie die tabellarischen Ergebnisse und beinhalten alle fünf angelegten Alternativen. Manchmal sind jedoch nicht alle Kostenelemente für eine Berechnung relevant, oder es werden weniger als fünf Alternativen betrachtet. In diesem Fall können nach Eingabe aller Daten die nicht relevanten Kostenelemente bzw. Alternativen aus den Abbildungen gelöscht werden.

## 4.7 Nutzung des LCC-Tools

Zur rascheren Orientierung auf den Blättern sind Zellen des LCC-Tools in unterschiedlichen Farben hinterlegt. Kommentare geben direkt an den Zellen Hilfestellung zu den einzugebenden Werten. Im Blatt „Erläuterungen“ werden der Inhalt und die Nutzung des Werkzeugs sowie der verwendete Farbcode beschrieben. Ein Glossar und ein Blatt für Hilfsrechnungen erhöhen die Nutzerfreundlichkeit.

# LITERATURVERZEICHNIS

- IZM 2007      EuP Preparatory Studies “Imaging Equipment” (Lot 4) Final Reports on Task 1-7, Draft Final Report on Task 8. Fraunhofer Institut Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM), BioIs, Öko-Institut e.V., Deutsche Umwelthilfe Berlin. 2007
- Umsicht 2008      Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik (Fraunhofer UMSICHT). Ökologischer Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten 2008. Oberhausen April 2008. Die Studie kann heruntergeladen werden unter: [it.umsicht.fraunhofer.de/TCecology/docs/TCecology2008\\_de.pdf](http://it.umsicht.fraunhofer.de/TCecology/docs/TCecology2008_de.pdf)
- Blauer Engel      Die Vergabegrundlagen des Blauen Engel können unter [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de) eingesehen werden.
- EU-Umweltzeichen      Informationen zum europäischen Umweltzeichen finden Sie unter [www.eco-label.com/german](http://www.eco-label.com/german)











**Kontakt:**

Umweltbundesamt

Postfach 14 06

06844 Dessau-Roßlau

Telefax: (0340) 21 03 22 85

E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)

Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier.

© 2008 Umweltbundesamt

**Umwelt  
Bundes  
Amt**



Für Mensch und Umwelt



**Kontakt:**

Umweltbundesamt

Postfach 14 06

06844 Dessau-Roßlau

Telefax: (0340) 21 03 22 85

E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)

Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier.

© 2008 Umweltbundesamt

**Umwelt  
Bundes  
Amt**



Für Mensch und Umwelt