

TEXTE

64/2023

Abschlussbericht

Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel, Rahmenvorhaben 2018 -2021

von:

Jens Gröger
Ina Rüdener
Clara Löw
Britta Stratmann
Dietlinde Quack
Katja Moch
Ran Liu
Felix Behrens
Öko-Institut, Freiburg

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 64/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3718 37

316 FB000724

Abschlussbericht

Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel, Rahmenvorhaben 2018 -2021

von

Jens Gröger

Ina Rüdener

Clara Löw

Britta Stratmann

Dietlinde Quack

Katja Moch

Ran Liu

Felix Behrens

Öko-Institut, Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

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

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V.
Merzhauser Str. 173
79100 Freiburg

Abschlussdatum

Oktober 2021

Redaktion:

Fachgebiet III 1.3; Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung
Elke Kreowski, Bettina Uhlmann, Martina Köhn, Kerim Zaidi, Lars Johannsen, Angela Kohls

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, April 2023

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel, Rahmenvorhaben 2018 - 2021

Dieses Forschungsvorhaben umfasst drei Arbeitsbereiche. Neue Umweltzeichen wurden entwickelt, bei bereits bestehenden Umweltzeichen die Kriterien weiterentwickelt und für eine Gruppe vorhandener Umweltzeichen Maßnahmen durchgeführt, um neue Zeichennehmer zu gewinnen.

Die Entwicklung neuer Umweltzeichen wurde für folgende Produkte und Dienstleistungen durchgeführt: Staubsaugerbeutel (DE-UZ 211), Server und Datenspeicherprodukte (DE-UZ 213), Klimaschonende Co-Location-Rechenzentren (DE-UZ 214), Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (DE-UZ 215).

Die Weiterentwicklung bestehender Umweltzeichen erfolgte für folgende vier Produktgruppen: Digitale Schnurlostelefone (DE-UZ 131), Voice-over-IP-Telefone (vormals DE-UZ 150), Telefonanlagen (vormals DE-UZ 183), die zu Telefonanlagen und schnurgebundene Voice-over-IP-Telefone zusammengefasst wurden (DE-UZ 220) sowie Einwegwindeln (DE-UZ 208).

Maßnahmen zur Gewinnung neuer Zeichennehmer bei bestehenden Umweltzeichen wurden für folgende Produktgruppen durchgeführt: Elektrofahrräder (DE-UZ 197), Waschmittel (DE-UZ 202), Shampoos, Duschgele und Seifen und weitere sogenannte Rinse-off-(abspülbare)-Kosmetikprodukte (DE-UZ 203) sowie Mehrwegsystemen to-go für Lebensmittel und Getränke (DE-UZ 210).

Abstract: Further development of the Blue Angel eco-label, framework project 2018 -2021

This research project covers three areas of work. New eco-labels were developed, the criteria of existing eco-labels were further enhanced, and measures were carried out for a group of existing eco-labels in order to attract new label applicants.

New eco-labels were developed for the following products and services: Vacuum Cleaner Bags (DE-UZ 211), Server and Data Storage Products (DE-UZ 213), Climate Friendly Co-Location Data Center (DE-UZ 214), Resource and Energy Efficient Software Products (DE-UZ 215).

Further development of existing eco-labels took place for the following four product groups: Digital Cordless Phones (DE-UZ 131), Voice-over-IP (formerly DE-UZ 150), Telephone Systems (formerly DE-UZ 183), which were combined to Telephone Systems and Corded Voice-over-IP Telephones (DE-UZ 220), and Disposable Diapers (DE-UZ 208).

Measures were carried out to attract new label applicants for existing eco-labels for the following product groups: Electric Cycles (DE-UZ 197), Laundry Detergents (DE-UZ 202), Shampoos, Shower Gels and Soaps and other so-called Rinse-off Cosmetic Products (DE-UZ 203) and Reusable Systems to-go for Food and Beverages (DE-UZ 210).

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Zusammenfassung.....	11
Summary.....	15
1 Hintergrund und Zielsetzung des Vorhabens.....	18
2 Entwicklung neuer Umweltzeichen.....	19
2.1 Staubsaugerbeutel (DE-UZ 211).....	19
2.1.1 Markt- und Umfeldanalyse.....	20
2.1.2 Technische Analyse.....	20
2.1.3 Analyse des regulativen Umfelds.....	21
2.1.4 Identifikation von Schwachstellen und beste verfügbare Technik.....	21
2.1.5 Kriterienentwicklung.....	22
2.2 Server und Datenspeicherprodukte (DE-UZ 213).....	23
2.2.1 Geltungsbereich.....	23
2.2.2 Technische Analyse.....	23
2.2.3 Kriterienentwicklung.....	24
2.3 Co-Location-Rechenzentren (DE-UZ 214).....	25
2.3.1 Geltungsbereich.....	26
2.3.2 Markt- und Umfeldanalyse.....	26
2.3.3 Identifikation von Umweltwirkungen.....	28
2.3.3.1 Energieverbrauch im Betrieb.....	28
2.3.3.2 Kälteanlage und Kältemittel.....	29
2.3.3.3 SF ₆ als Schutzgas für Schaltanlage.....	30
2.3.3.4 USV-Anlagen und Batterien.....	31
2.3.3.5 Wasserverbrauch.....	31
2.3.3.6 Flächenversiegelung.....	31
2.3.4 Kriterienentwicklung.....	32
2.4 Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (DE-UZ 215).....	33
2.4.1 Geltungsbereich.....	34
2.4.2 Ressourcen- und Energieeffizienz.....	34
2.4.3 Potenzielle Hardware-Nutzungsdauer.....	35
2.4.4 Nutzungsautonomie.....	35

2.4.5	Ausblick	36
3	Weiterentwicklung bestehender Umweltzeichen.....	37
3.1	Digitale Schnurlostelefone (DE-UZ 131).....	37
3.1.1	Geltungsbereich.....	38
3.1.2	Markttrends	38
3.1.3	Technische Analyse.....	39
3.1.4	Sicherheits- und Umweltaspekte.....	39
3.1.5	Regulatorisches Umfeld	40
3.1.6	Überarbeitung der Vergabekriterien	40
3.2	Voice-over-IP-Telefone (DE-UZ 150) und Telefonanlagen (DE-UZ 183) zusammengefasst als Telefonanlagen und schnurgebundene Voice-over-IP-Telefone (DE-UZ 220).....	42
3.2.1	Marktentwicklungen.....	43
3.2.2	Technische Trends	43
3.2.3	Umwelt- und Verbraucheraspekte	44
3.2.4	Regulatorisches Umfeld	44
3.2.5	Überarbeitung der Vergabekriterien	44
3.3	Einwegwindeln (DE-UZ 208).....	45
3.3.1	Kapitel 1: Einleitung	46
3.3.2	Kapitel 2 Geltungsbereich.....	46
3.3.3	Kapitel 3 Anforderungen.....	46
3.3.4	Anhänge	48
4	Gewinnung neuer Zeichennehmer bei bestehenden Umweltzeichen.....	49
4.1	Elektrofahrräder (DE-UZ 197)	49
4.2	Waschmittel (DE-UZ 202).....	50
4.3	Shampoos, Duschgele und Seifen und weitere sogenannte Rinse-off-(abspülbare)- Kosmetikprodukte (DE-UZ 203)	51
4.4	Mehrwegsystemen to-go für Lebensmittel und Getränke (DE-UZ 210).....	52
5	Quellenverzeichnis	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verteilung des Treibhausgaspotenzials (GWP) auf die unterschiedlichen Teilsysteme von vier verschiedenen Rechenzentren (RZ01 – RZ04)	24
--------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vergleich eines Referenz-Staubsaugerbeutels (100 % Primär-Kunststoffanteil) mit einem Recycling-Beutel (80 % Rezyklat-Anteil und 20 % Primär-Kunststoffe)	22
Tabelle 2:	Größeneinteilung von Rechenzentren und CO ₂ -Emissionen durch Strombedarf	28
Tabelle 3:	Chemische Zusammensetzung und Treibhausgaspotenzial (GWP) der in Rechenzentren eingesetzten Kältemittel	29
Tabelle 4:	Treibhausgaspotenzial (GWP) des Schutzgases Schwefelhexafluorid	31
Tabelle 5:	Materialzusammensetzung von Batterien	31

Abkürzungsverzeichnis

AOX	Adsorbierbare organische gebundene Halogene
BattG	Batteriegelgesetz
CAT-iq	Cordless Advanced Technology – internet and quality,
CLP	Classification, Labelling and Packaging
CPU	Central Processing Unit
DE-UZ	Deutsches Umweltzeichen (Nummerierung des Blauen Engels)
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications (Digitale Schnurlostelefone)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DSL	Digital Subscriber Line (Internetanschluss)
Eff _{ACTIVE}	Energieeffizienz von Servern im Aktivzustand
ElektroG	Elektro- und Elektronikgesetz
ElektroStoffV	Verordnung zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten
FTTB	Fibre to the Building
FTTH	Fibre to the Home
FuAG	Funkanlagengesetz
GWP	Global Warming Potential (Treibhausgaspotenzial)
HFC	Hybrid Fiber Coax
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISG	Information Services Group
JAZ	Jahresarbeitszahl
JMStV	Jugendmedienschutz-Staatsvertrag
NTP	Network Time Protocol
PAKs	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PBX	Private Branch eXchange (Telefonanlagen)
PCR	Post-Consumer-Rezyklat
PDU	Power Distribution Unit
ProdSG	Produktsicherheitsgesetz
PUE	Power Usage Effectivness
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RZ	Rechenzentrum
SAN	Storage Area Network (Netzwerkspeicher)
SAP	Super Absorbierendes Polymer
SAR	Spezifische Absorptionsrate von elektromagnetischen Feldern
SERT	Server Efficiency Rating Tool
SF ₆	Schwefelhexafluorid
SNIA	Storage Networking Industry Association

SRTP	Secure Real-time Transport Protocol (Signalverschlüsselung)
TLS	Transport Layer Security (Signalverschlüsselung)
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VoIP	Voice-over-Internet-Protocol

Zusammenfassung

Das Umweltzeichen Blauer Engel bietet Verbraucherinnen und Verbrauchern eine Orientierung beim umweltbewussten Einkauf. Die gekennzeichneten Produkte und Dienstleistungen müssen eine Reihe von ambitionierten ökologischen Vergabekriterien erfüllen, die sie gegenüber durchschnittlichen Produkten hervorheben. Damit ermöglicht das Umweltzeichen eine umweltbezogene Differenzierung des Marktes. Durch den technischen Fortschritt, neue Produkte am Markt und Veränderungen bei der Gesetzgebung sind die Vergabekriterien für ein Umweltzeichen nicht statisch. Sie müssen regelmäßig überprüft und aktualisiert werden.

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurden die Vergabekriterien für insgesamt vier neue Umweltzeichen entwickelt, für vier bereits bestehende Umweltzeichen wurden die Kriterien weiterentwickelt und für vier weitere Umweltzeichen wurden Maßnahmen durchgeführt, um neue Zeichennehmer für die Nutzung des Umweltzeichens zu gewinnen.

Entwicklung neuer Umweltzeichen

Die Entwicklung neuer Umweltzeichen wurde für folgende Produkte und Dienstleistungen durchgeführt:

- ▶ Staubsaugerbeutel (DE-UZ 211)
- ▶ Server und Datenspeicherprodukte (DE-UZ 213)
- ▶ Co-Location-Rechenzentren (DE-UZ 214)
- ▶ Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (DE-UZ 215)

Für die Entwicklung neuer Umweltzeichen werden wissenschaftlich-technische Untersuchungen entsprechend den Anforderungen von Typ I Umweltzeichen nach EN ISO 14024:2018 durchgeführt. Dies beinhaltet Untersuchungen zu den wesentlichen Umweltbelastungen durch eine Produktgruppe, eine Analyse der am Markt befindlichen Produkte und Dienstleistungen, Untersuchung des regulativen Umfelds und schließlich die Ableitung von ambitionierten Vergabekriterien. Diese Untersuchungen wurden für die vier oben genannten neuen Umweltzeichen durchgeführt. Diesen Untersuchungen schließt sich ein Prozess des Stakeholder-Dialoges an, in dem mit Herstellern, Anbietern und potenziellen Zeichennehmern das Anforderungsniveau diskutiert und weiter spezifiziert wird. Das Umweltzeichen selbst und die zugrunde liegenden Vergabekriterien werden schließlich von der unabhängigen Jury Umweltzeichen beschlossen und durch die vom Umweltministerium beauftragte RAL gGmbH veröffentlicht.

Im Rahmen des Vorhabens wurde ein neues Umweltzeichen für **Staubsaugerbeutel** entwickelt. Die Vergabekriterien fordern zur Ressourcenschonung einen hohen Anteil an Recyclingmaterialien von mindestens 60 Prozent, der ab dem 01.01.2022 auf mindestens 80 Prozent angehoben wird. Außerdem wird ein hohes Staubspeichervermögen, ein hoher Feinstaub-Abscheidegrad sowie weitere gute Gebrauchseigenschaften gefordert. Zum Gesundheitsschutz werden bestimmte Schadstoffe ausgeschlossen, die nicht im Produkt enthalten sein dürfen.

Das neue Umweltzeichen für **Server und Datenspeicherprodukte** baut seine Kriterien auf den Messvorschriften der Ökodesign-Verordnung für Server und Datenspeicher sowie den Anforderungen der Energieeffizienzkenzeichnung *Energy Star* auf. Es wurden ambitionierte Kriterien entwickelt, die sicher stellen, dass die mit dem Umweltzeichen gekennzeichnete Server

und Datenspeicherprodukte sehr energieeffizient arbeiten und durch fünfjährige Ersatzteillieferung lange genutzt werden können.

Weiterhin wurde ein Umweltzeichen für **Co-Location-Rechenzentren** entwickelt. Bei Co-Location-Rechenzentren handelt es sich um eine Dienstleistung, bei der ein Co-Location-Anbieter Rechenzentrumsfläche und Infrastruktur zur Verfügung stellt. Co-Location-Kunden nehmen auf dieser Fläche eigene IT-Geräte (Server und Speichersysteme) in Betrieb, die durch den Dienstleister mit ausfallsicherer Stromversorgung, Netzwerkanbindung, Sicherheitstechnik und Klimatisierung versorgt werden. Co-Location-Rechenzentren, die mit dem Umweltzeichen gekennzeichnet werden möchten, müssen besonders effiziente Gebäudetechnik betreiben (PUE $\leq 1,30$ für Inbetriebnahme ab 2019), sie müssen mit einem energieeffizienten Kühlsystem ausgestattet sein (JAZ > 8 für Inbetriebnahme ab 2019), ausschließlich halogenfreie Kältemittel verwenden (für Inbetriebnahme ab 2013) und erneuerbare elektrische Energie nutzen.

Das vierte neue Umweltzeichen für **Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte** legt Mindestanforderungen für Anwendungs-Software für Desktop- oder Laptop-Computer fest. Der Antragsteller muss den Energie- und Ressourcenverbrauch der Software messen und den Anwender*innen offenlegen. Das Softwareprodukt muss auch auf 5 Jahre alten Computern lauffähig sein und muss Anforderungen an Datenformate, Transparenz, Kontinuität, Deinstallierbarkeit, Offlinefähigkeit, Modularität, Werbefreiheit und Dokumentation der Lizenz- und Nutzungsbedingungen erfüllen.

Weiterentwicklung bestehender Umweltzeichen

Da die Gültigkeitsdauer der Vergabekriterien begrenzt ist, werden die Kriterien bestehender Umweltzeichen regelmäßig aktualisiert und weiterentwickelt. Dabei werden neue Marktentwicklungen untersucht, die technischen Entwicklungen berücksichtigt und neue regulative Rahmenbedingungen mit den bestehenden Vergabedokumenten abgeglichen. Auf der Grundlage dieser Untersuchungen werden überarbeitete Vergabekriterien abgeleitet und, wie auch bei neuen Umweltzeichen, durch einen Stakeholder-Dialog mit der Branche diskutiert und schließlich der Jury Umweltzeichen zum Beschluss vorgelegt.

Die Weiterentwicklung bestehender Umweltzeichen erfolgte für vier Produktgruppen:

- ▶ Digitale Schnurlostelefone (DE-UZ 131),
- ▶ Voice-over-IP-Telefone (DE-UZ 150) und Telefonanlagen (DE-UZ 183) zusammengefasst als Telefonanlagen und schnurgebundene Voice-over-IP-Telefone (DE-UZ 220),
- ▶ Einwegwindeln (DE-UZ 208).

Bei den **Digitalen Schnurlostelefonen** lag der Schwerpunkt der Überarbeitung auf der Berücksichtigung neuer Übertragungsprotokolle, der Reduzierung des maximal zulässigen Energieverbrauchs sowie der Anpassung der Materialanforderungen an geänderte rechtliche und normative Rahmenbedingungen. Die Anforderungen an die enthaltenen wiederaufladbaren Batterien (Akkumulatoren) wurden um Anforderungen für Li-Ionen-Batterien erweitert. Verwendete Akkumulatoren müssen für mindestens 6 Jahre nach Vermarktungsende des Gerätes durch den Hersteller als Ersatzteil zur Verfügung gestellt werden.

Die beiden bestehenden Umweltzeichen für **VoIP-Telefone** und **Telefonanlagen** wurden zu einem gemeinsamen neuen Umweltzeichen zusammengeführt. Hierzu wurden Recherchen und Herstellerbefragungen durchgeführt, Marktentwicklungen analysiert, technische Trends, regulatives Umfeld sowie Umwelt- und Verbraucheraspekte berücksichtigt. Im Ergebnis dieser Untersuchungen wurden überarbeitete Vergabekriterien abgeleitet. Die neuen Kriterien legen

insbesondere verschärfte Anforderungen an den maximal zulässigen Energieverbrauch fest, der sich nunmehr nur noch auf den Bereitschaftsmodus bezieht und damit einfacher gemessen werden kann. Weitere Kriterien definieren Anforderungen an den Ressourcenschutz und die Langlebigkeit sowie an den Gesundheitsschutz durch Anpassungen an aktuelle Regelwerke bei den Materialanforderungen.

Ein weiteres Umweltzeichen, das aktualisiert und überarbeitet wurde, ist das Umweltzeichen für **Einwegwindeln**. Der Geltungsbereich der Vergabekriterien wurde auf **absorbierende Hygieneprodukte** erweitert, der **Windeln, Damenhygiene- und Inkontinenzprodukte** umfasst. Durch die Ausweitung kamen viele unterschiedlichen Anforderungen an die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit der eingesetzten Materialien hinzu (Zellstoff, Baumwolle, Superabsorber, Klebstoffe, Kunststoffe, Verpackungsmaterialien). Für die Überarbeitung wurden deshalb umfassende Recherchen durchgeführt und ein intensiver Austausch mit bestehenden Zeichennutzern und potenziellen Antragstellern betrieben. Im Ergebnis wurden der Jury Umweltzeichen überarbeitete Vergabekriterien vorgelegt, die zusätzliche Anforderungen an die hinzu gekommenen Hygieneprodukte beinhalten und standardisierte Nachweisverfahren für die Einhaltung der Anforderungen beinhalten.

Gewinnung neuer Zeichennehmer bei bestehenden Umweltzeichen

Die Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel sind oft sehr ambitioniert, komplex und für potenzielle Zeichennehmer nicht immer einfach anzuwenden. In diesem Teilarbeitspaket wurden deshalb Maßnahmen durchgeführt, die diese Hemmnisse reduzieren und damit zur Gewinnung neuer Zeichennehmer bei bestehenden Umweltzeichen beitragen sollen. Es wurden Maßnahmen für folgende Produktgruppen durchgeführt:

- ▶ Elektrofahrräder (DE-UZ 197),
- ▶ Waschmittel (DE-UZ 202),
- ▶ Shampoos, Duschgele und Seifen und weitere sogenannte Rinse-off-(abspülbare)-Kosmetikprodukte (DE-UZ 203),
- ▶ Mehrwegsystemen to-go für Lebensmittel und Getränke (DE-UZ 210).

Für die Produktgruppe **Elektrofahrräder** wurde als Maßnahme zur Gewinnung neuer Zeichennehmer am 12.11.2019 ein Fachgespräch mit Herstellern und Verbänden durchgeführt. Das bestehende Umweltzeichen für Elektrofahrräder (DE-UZ 197) wurde vorgestellt und die Erweiterung des Geltungsbereichs für E-Lastenräder diskutiert.

Für die Produktgruppe **Waschmittel** wurden zwei Informationsmaterialien erstellt. Erstens ein Informationsblatt für Hersteller und Handel, in dem die Vorteile des Blauen Engels dargestellt und die wesentlichen Vergabekriterien des Umweltzeichens DE-UZ 202 zusammengefasst werden. Zweitens ein tabellarischer Vergleich zwischen den Kriterien für die Vergabe des EU-Umweltzeichens für Waschmittel (2017/1218/EU) und dem Umweltzeichen Blauer Engel für Waschmittel (DE-UZ 202). Dieser Vergleich dient dazu, Antragstellern des EU-Umweltzeichens die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zum Blauen Engel aufzuzeigen und sie dazu zu motivieren, die zusätzlichen Anforderungen des Blauen Engels nachzuweisen.

Zur Gewinnung neuer Zeichennehmer bei dem Umweltzeichen für **Shampoos, Duschgele und Seifen und weitere sogenannte Rinse-off-(abspülbare)-Kosmetikprodukte** wurde ein Factsheet erstellt, in dem die Vorteile des Blauen Engels, die wichtigsten Vergabekriterien, die Nachweisführung und die Antragstellung beschrieben werden. Dargestellt wurden die Kriterien zur Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen, Anforderungen an Inhaltsstoffe, Vermeidung

gesundheits- und umweltschädlicher Substanzen und Anforderungen an die Verpackung von Produkten, die mit dem Umweltzeichen gekennzeichnet werden können.

Mit dem Blauen Engel für **Mehrwegsysteme to-go für Lebensmittel und Getränke** wurde ein Instrument dafür geschaffen, dass Cafés, Restaurants, Kantinen, Lieferdienste usw. sehr leicht auf Mehrwegsysteme umsteigen können. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Informationsmaterialien erstellt, die eine stärkere Nutzung von Mehrwegsystemen, die mit dem Umweltzeichen gekennzeichnet sind, fördern sollen. Die Materialien wurden für zwei Zielgruppen entwickelt: Ausschankbetriebe, die ein Mehrwegsystem für Speisen und Getränke „to-go“ einführen möchten. Und Kommunen und kommunale Initiativen, die Mehrwegsysteme zur Abfallvermeidung in ihren Kommunen etablieren möchten. Es wurden insgesamt fünf Arbeitsmaterialien erstellt, die das Umweltbundesamt bei seiner Aufklärungsarbeit für den Blauen Engel für Mehrwegsysteme unterstützen.

Summary

The Blue Angel eco-label offers consumers guidance on environmentally conscious purchasing. The labelled products and services have to fulfil a series of ambitious ecological award criteria that set them apart from average products. In this way, the eco-label enables environmental differentiation in the market. Due to technical progress, new products on the market and changes in legislation, the award criteria for an eco-label are not static. They must be regularly reviewed and updated.

In the present research project, the award criteria for a total of four new eco-labels were developed, the criteria for four existing eco-labels were further developed and measures were carried out for four other eco-labels in order to attract new label applicants to use the eco-label.

Development of new eco-labels

New eco-labels have been developed for the following products and services:

- ▶ Vacuum Cleaner Bags (DE-UZ 211),
- ▶ Server and Data Storage Products (DE-UZ 213),
- ▶ Climate Friendly Co-Location Data Center (DE-UZ 214),
- ▶ Resource and Energy Efficient Software Products (DE-UZ 215).

For the development of new eco-labels, scientific and technical investigations are carried out in accordance with the requirements of Type I eco-labels EN ISO 14024:2018 . This includes assessments on the main environmental impacts of a product group, an analysis of the products and services available on the market, an investigation of the regulatory framework and finally the derivation of ambitious award criteria. These studies were carried out for the four new eco-labels mentioned above. These studies are followed by a process of stakeholder dialogue in which the level of requirements is discussed and further specified with manufacturers, suppliers, and potential label applicants. The eco-label itself and the underlying award criteria are finally decided by the independent Eco-label Jury (Jury Umweltzeichen) and published by RAL gGmbH, which is commissioned by the Federal Ministry of the Environment.

A new eco-label for **vacuum cleaner bags** was developed as part of the project. In order to conserve resources, the award criteria require a high proportion of recycled materials of at least 60 percent, which will be increased to at least 80 percent from 01.01.2022 onwards. In addition, a high dust storage capacity, a high degree of fine dust separation and other good utility properties are required. For health protection, certain pollutants are excluded that must not be contained in the product.

The new eco-label for **servers and data storage products** builds its criteria on the measurement requirements of the Ecodesign Regulation for servers and data storage and the requirements of the *Energy Star energy efficiency label*. Ambitious criteria have been developed to ensure that labelled servers and data storage products are highly energy efficient and can be used for a long time with a five-year spare parts supply.

Furthermore, an eco-label for **co-location data centres** has been developed. Co-location data centres are a service in which a co-location provider makes data centre space and infrastructure available. Co-location customers operate their own IT equipment (servers and storage systems) on this space, which is supplied by the service provider with fail-safe power supply, network connectivity, security technology and air conditioning. Co-location data centres that wish to be labelled with the eco-label must operate particularly efficient building technology (PUE ≤ 1.30

for commissioning from 2019), they must be equipped with an energy-efficient cooling system (JAZ > 8 for commissioning from 2019), use exclusively halogen-free refrigerants (for commissioning from 2013) and use renewable electrical energy.

The fourth new eco-label for **resource and energy efficient software products** sets minimum requirements for application software for desktop or laptop computers.

The applicant must measure the energy and resource consumption of the software and disclose it to the users. The software product must also be able to run on 5-year-old computers and must meet requirements for data formats, transparency, continuity, uninstallability, offline capability, modularity, freedom from advertising and documentation of the license and usage conditions.

Further development of existing eco-labels

As the validity period of the award criteria is limited, the criteria of existing eco-labels are regularly updated and further developed. In doing so, new market developments were examined, technical developments are taken into account and new regulatory framework conditions are compared with the existing award documents. Based on these studies, revised award criteria are derived and, similar to new eco-labels, discussed with the industry through a stakeholder dialogue and finally submitted to the Eco-label Jury (Jury Umweltzeichen) for decision.

The further development of existing eco-labels was carried out for four product groups:

- ▶ Digital Cordless Phones (DE-UZ 131),
- ▶ Voice-over-IP (formerly DE-UZ 150) and Telephone Systems (formerly DE-UZ 183), which were combined to Telephone Systems and Corded Voice-over-IP Telephones (DE-UZ 220),
- ▶ Disposable Diapers (DE-UZ 208).

In the case of **digital cordless phones**, the focus of the revision was on the consideration of new transmission protocols, the reduction of the maximum energy consumption as well as the adaptation of the material requirements to changed legal and normative framework conditions. The requirements for the included rechargeable batteries (accumulators) were extended to include requirements for Li-ion batteries. Used rechargeable batteries must be made available as spare parts by the manufacturer for at least 6 years after the end of marketing of the device.

The two existing eco-labels for **VoIP telephones** and **telephone systems** were merged into a joint new eco-label. For this purpose, research and manufacturer surveys were conducted, market developments were analysed, and technical trends, regulatory framework, and environmental and consumer aspects were taken into account. As a result of these investigations, revised award criteria were derived. In particular, the new criteria set stricter requirements for the maximum energy consumption, which now only refers to standby mode and can thus be measured more easily. Further criteria define requirements for the protection of resources and durability as well as for health protection through adaptations to current regulations for material requirements.

Another eco-label that has been updated and revised is the eco-label for **disposable diapers**. The scope of the award criteria was extended to **absorbent hygiene products**, which includes **diapers, feminine hygiene and incontinence products**. The extension added many different requirements for the environmental and health compatibility of the materials used (cellulose, cotton, superabsorbents, adhesives, plastics, packaging materials). For the revision, extensive research was therefore carried out and a close exchange with existing label users and potential applicants took place. As a result, revised award criteria were submitted to the Eco-label Jury

(Jury Umweltzeichen), which include additional requirements for the hygiene products that have been added and standardised verification procedures for compliance with the requirements.

Recruitment of new label applicants for existing eco-labels

The award criteria of the Blue Angel eco-label are often very ambitious, complex and not always easy to apply for potential label applicants. In this work package, measures were therefore carried out to reduce these obstacles and thus contribute to the acquisition of new label applicants for existing eco-labels. Measures were carried out for the following product groups:

- ▶ Electric Cycles (DE-UZ 197),
- ▶ Laundry Detergents (DE-UZ 202),
- ▶ Shampoos, Shower Gels and Soaps and other so-called Rinse-off Cosmetic Products (DE-UZ 203),
- ▶ Reusable Systems to-go for Food and Beverages (DE-UZ 210).

For the product group **electric cycles**, a technical meeting with manufacturers and associations was held on 12.11.2019 as a measure to attract new label applicants. The existing eco-label for electric bicycles (DE-UZ 197) was presented and the extension of the scope for e-cargo-bikes was discussed.

Two information materials have been produced for the **detergent** product group. Firstly, an information sheet for manufacturers and retailers in which the advantages of the Blue Angel are presented and the essential award criteria of the DE-UZ 202 eco-label are summarised. Secondly, a tabular comparison between the EU Ecolabel criteria for laundry detergents (2017/1218/EU) and the Blue Angel eco-label for laundry detergents (DE-UZ 202). The purpose of this comparison is to show applicants of the EU Ecolabel the similarities and differences with the Blue Angel and to motivate them to apply for the Blue Angel by proving the additional requirements.

In order to attract new applicants for the eco-label for **shampoos, shower gels and soaps and other so-called rinse-off cosmetic products**, a fact sheet has been prepared describing the advantages of the Blue Angel, the most important award criteria, the verification process and the application procedure. The criteria for the use of renewable raw materials, requirements for ingredients, avoidance of substances that are harmful to health and the environment and requirements for the packaging of products that can be labelled with the eco-label were presented.

With the Blue Angel for **reusable systems to-go for food and beverages**, an instrument was created for cafés, restaurants, canteens, delivery services, etc. to switch very easily to reusable systems. As part of the research project, information materials were produced to encourage more use of reusable systems labelled with the eco-label. The materials were developed for two target groups: Cafes and restaurants that want to introduce a reusable system for food and beverages "to-go". And municipalities and local initiatives that want to establish reusable systems for waste prevention in their communities. A total of five working materials were produced to support the Federal Environment Agency in its awareness raising for the Blue Angel for reusable systems.

1 Hintergrund und Zielsetzung des Vorhabens

Das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ kennzeichnet seit dem Jahr 1978 Produkte und Dienstleistungen, die besonders umweltverträglich sind. Es ist nicht nur das älteste Umweltzeichen der Welt, es ist auch besonders glaubwürdig und bei deutschen Verbraucherinnen und Verbrauchern mit einem Bekanntheitsgrad von 90 Prozent sehr präsent. Im Jahr 2018, dem vierzigsten Jahr seit der Einführung des Blauen Engels, nutzten rund 1.600 Unternehmen das Umweltzeichen und kennzeichneten damit etwa 12.000 besonders umweltverträgliche Produkte und Dienstleistungen.¹ Das Zeichen trägt dazu bei, eine umweltverträgliche Kaufentscheidung zu erleichtern und dient damit vor allem der Konsumentenaufklärung.

Das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ hat jedoch auch weit über den Ladentisch hinaus eine erhebliche Bedeutung für die produktbezogenen Umweltpolitik Deutschlands. Die ökologischen Spitzenprodukte setzen den Standard für staatliche Fördermaßnahmen, für den öffentlichen Einkauf und für künftige Mindestanforderungen, beispielsweise im Rahmen der europäischen Ökodesign-Richtlinie. Die Kriterien des Umweltzeichens sind in Unternehmen oft die Blaupause für die Entwicklung von umweltverträglichen Produkten, die mit dem Ziel entwickelt werden, alle ökologischen Mindestkriterien zu erfüllen.

Produkte unterliegen einem ständigen Prozess der technischen Weiterentwicklung, Optimierung und der Funktionserweiterung. Zusätzlich ändert sich das regulative Umfeld fortlaufend. Dementsprechend sind die Anforderungen, die an ökologische Spitzenprodukte gestellt werden, ebenfalls dynamisch und müssen laufend überarbeitet werden. Das Umweltzeichen reagiert auf diese Änderungen durch eine befristete Laufzeit von in der Regel drei bis fünf Jahren und durch eine regelmäßige Aktualisierung der Vergabekriterien.

Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens ist vor diesem Hintergrund die Erarbeitung von Vergabekriterien auf Grundlage wissenschaftlich-technischer Untersuchungen für **neue Umweltzeichen** und die **Weiterentwicklung bestehender Umweltzeichen** an den aktuellen Stand von Technik, Markt, Standardisierung und Gesetzgebung. Zusätzlich soll die Wirksamkeit der Umweltzeichen dadurch erhöht werden, dass **Maßnahmen zur Gewinnung neuer Zeichennehmer** durchgeführt werden, damit „Der Blaue Engel“ auf noch mehr Produkten und Dienstleistungen sichtbar wird.

¹ <https://www.blauer-engel.de/de/blauer-engel/unser-zeichen-fuer-die-umwelt>

2 Entwicklung neuer Umweltzeichen

Innerhalb des Forschungsprojektes wurden Kriterien für vier neue Umweltzeichen entwickelt. Die Entwicklung erfolgt auf Grundlage wissenschaftlich-technischer Untersuchungen entsprechend den Anforderungen von Typ I Umweltzeichen nach EN ISO 14024:2018 (Umweltkennzeichnung und -deklaration – Umweltkennzeichnung Typ I - Grundsätze und Verfahren) und den von der Jury Umweltzeichen festgelegten Grundsätzen zur Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel². Bei den neuen Umweltzeichen handelt es sich um Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte, Server und Datenspeicher, Staubsaugerbeutel und Co-Location-Rechenzentren. Für jede dieser Produktgruppen bzw. Dienstleistungen wurden eigene Hintergrundberichte erstellt, in denen die Entwicklung der Vergabekriterien dokumentiert wurden. Nachfolgend werden die wesentlichen Eigenschaften der neuen Umweltzeichen im Überblick dargestellt.

2.1 Staubsaugerbeutel (DE-UZ 211)

Im Rahmen des Vorhabens wurden die Vergabekriterien für ein neues Umweltzeichen Blauer Engel für Staubsaugerbeutel entwickelt. Hierzu wurde ein Hintergrundbericht erstellt (Gröger et al. 2020) und auf dieser Grundlage Vergabekriterien abgeleitet (DE-UZ 211 2019). Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse des Hintergrundberichtes zusammengefasst.

Staubsaugerbeutel sind ein weit verbreitetes Produkt, das in nahezu allen Haushalten eingesetzt wird. Schätzungen gehen davon aus, dass in Deutschland etwa 140 Millionen Staubsaugerbeutel pro Jahr anfallen und über den Restmüll entsorgt werden. Die zur Herstellung der Beutel eingesetzten Rohstoffe gehen dadurch verloren. Um den Einsatz von Primärrohstoffen zu reduzieren, wird bei den Vergabekriterien für das Umweltzeichen ein Schwerpunkt auf den Einsatz von Recycling-Rohstoffen gelegt. Zusätzlich werden gute Gebrauchseigenschaften gefordert, um die Nutzungsdauer der Beutel und die technische Lebensdauer von Staubsaugern zu erhöhen.

Für die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen wird gemäß der Norm EN ISO 14024:2018 geprüft, welche Umweltauswirkungen bei der Herstellung, Anwendung und Entsorgung des Produktes relevant sind. Neben Energieverbrauch und Treibhauseffekt kommen Umweltauswirkungen wie Ressourcenverbrauch, Eutrophierungspotenzial, Toxizität, etc. in Betracht.

Im Rahmen der Projektarbeiten wurden folgende Teil-Untersuchungen durchgeführt:

- ▶ Markt- und Umfeldanalyse: Recherche der am Markt verfügbaren Produkte, die der Produktgruppe zuzuordnen sind, deren Preise und Marktdurchdringung,
- ▶ Technische Analyse: technische Eigenschaften und Funktionalitäten, Nutzeranforderungen zur Gebrauchstauglichkeit,
- ▶ Analyse des regulativen Umfelds: Identifikation der vom Produkt zu erfüllenden Gesetze, Ökodesign-Anforderungen, bestehende Normen, Umwelt- und Gütezeichen etc.,

² Grundsätze zur Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel:
<https://www.blauer-engel.de/sites/default/files/pages/downloads/der-blaue-engel-umweltzeichen-mit-markenwirkung/vergabegrundsätze-2010.pdf>

- ▶ Identifikation von Schwachstellen und beste verfügbare Technik: Recherche bestehender Ansätze zu Minimierung der Umweltauswirkungen, Analyse der Umweltbewertung, Identifikation von Hotspots,
- ▶ Aus den Ergebnissen wurden Kriterien für die Vergabe eines Umweltzeichens abgeleitet und im Rahmen einer Expertenanhörung mit den Herstellern diskutiert.

2.1.1 Markt- und Umfeldanalyse

Die wichtigsten Ergebnisse der Markt- und Umfeldanalyse sind, dass der Jahresumsatz mit Staubsaugerbeuteln in Deutschland bei über 220 Millionen Euro liegt. Die Anzahl der genutzten und entsorgten Beutel wird bundesweit auf zirka 140 Millionen Stück pro Jahr geschätzt. Die Preise für Staubsaugerbeuteln liegen zwischen 0,80 Euro und bis zu über 3,00 Euro pro Stück. Original-Beutel der jeweiligen Staubsauger-Hersteller sind dabei deutlich teurer als sogenannte „Fremdbeutel“. Staubsaugerbeutel können aus Papier oder Vlies bestehen. Die Beutel aus Vliesstoffen haben auf Grund ihrer besseren Gebrauchseigenschaften die Papierbeutel in den letzten Jahren fast vollständig vom Markt verdrängt.

Der Markt wird nach Expertenaussage überwiegend von folgenden fünf Unternehmen bedient: Arwed Löseke Papierverarbeitung u. Druckerei GmbH, BRANOfilter GmbH, Electrolux, Eurofilters NV, Wolf PVG GmbH & Co. KG. Den höchsten Marktanteil von zirka 70 Prozenten hält dabei die Forma Wolf PVG, die eine hundertprozentige Tochter der Melitta Unternehmensgruppe ist und u. a. Staubsaugerbeutel mit der Markenbezeichnung Swirl® produziert.

2.1.2 Technische Analyse

Die **Technische Analyse** von Staubsaugerbeuteln (Gröger et al. 2020) fokussiert sich auf die überwiegend genutzten Beutel aus Vliesstoffen. Der Beutel ist bei einem Staubsauger in der Regel vor dem Motor platziert. Dadurch muss er, anders wie bei einem Müllbeutel beispielsweise, der den Abfall nur auffangen muss, auch luftdurchlässig sein. Gleichzeitig muss er aber den Staub, in dem sich kleinste Partikel Feinstaub befinden, aus der angesaugten Luft aufnehmen und speichern. Darüber hinaus muss ein solcher Beutel sehr stabil sein, da aufgesaugte Teile, wie z.B. Glassplitter, mit einer sehr hohen Geschwindigkeit auf seine Innenwände treffen. Ein Staubsaugerbeutel besteht daher aus mehreren verschiedenen Schichten, die unterschiedliche Funktionen aufweisen. So filtern die inneren Lagen zunächst die groben Partikel. Die feineren Partikel werden von den äußeren Schichten gefiltert. Diese sorgen auch dafür, dass der Beutel nicht reißt. Sehr feine Partikel werden von dazwischen liegenden Schichten aufgenommen, die elektrostatisch aufgeladen sind und die Partikel so an sich binden.

Neben der technischen Zusammensetzung von Staubsaugerbeuteln wurden auch die Parameter zur Bestimmung der Gebrauchstauglichkeit untersucht:

- ▶ **Staubspeichervermögen:** Die Fähigkeit des Beutels (während der Dauer des Beladungsvorgangs) Staub bis zu einer bestimmten Druckdifferenz über dem Beutel einzulagern. Das Staubspeichervermögen ist ein entscheidender Indikator für die Nutzungsdauer des Beutels.
- ▶ **Feinstaub-Abscheidegrad:** Dieser gibt an, wie hoch das Abscheidevermögen des Beutels für Feinstaub ist. Je höher dieser ist (Angabe in %), desto mehr kann der austretende Luftstrom gereinigt werden. Der Abscheidegrad ist damit ein Parameter, der angibt, wie viel von einer bestimmten Menge Feinstaub, die in den Beutel eingesaugt wird, im Beutel verbleibt.

- ▶ **Allergen- und Keimabscheidegrad:** Hierbei handelt es sich um sogenannte Reinluftgehalte. D.h. hier wird geprüft wie hoch die Luft, die wieder aus dem Staubsaugerbeutel austritt, mit Allergenen oder Keimen belastet ist.
- ▶ **Festigkeit der Schweißnähte:** Dieser Parameter ist für den Gebrauch sehr wichtig, da ein geplatzter Beutel auch den Motor des Staubsaugers beschädigen kann.
- ▶ **Abzugsfestigkeit der Halteplatte:** Auch dieser Parameter ist aus den oben genannten Gründen relevant.
- ▶ **Dichtigkeit des Verschlussdichtringes:** Hierbei handelt es sich um die Dichtigkeit des Verschlusses von der Beutelöffnung hin zum Saugrohr.
- ▶ **Dichtigkeit des geschlossenen Tütenverschlusses:** Hierbei handelt es sich um die Dichtigkeit des Beutel-Verschlusses unter Druckbelastung nach Entnahme des Beutels.

2.1.3 Analyse des regulativen Umfelds

Die **Analyse des regulativen Umfelds** hat die vom Produkt zu erfüllenden Gesetze, Ökodesign-Anforderungen und Normen sowie existierende Umwelt- und Gütezeichen aufgeführt. Bei der Analyse wurde deutlich, dass für Staubsaugerbeutel keine direkten Ökodesign- oder Energieverbrauchskennzeichnungs-Anforderungen gelten. Anforderungen in diesem Bereich beziehen sich nur auf die Staubsauger selbst. Dagegen gibt es eine Vielzahl von Normen, die einen Bezug zu Staubsaugerbeuteln und deren Gebrauchseigenschaften haben. Diese Normen wurden bei der Entwicklung der Vergabekriterien für das Umweltzeichen genutzt, um einheitliche Messverfahren festzulegen.

Im Rahmen der Hintergrundstudie zu Staubsaugerbeuteln (Gröger et al. 2020) wurden internationale Umweltzeichen dahingehend überprüft, ob sie Anforderungen an Staubsaugerbeutel stellen. Als einziges Umweltzeichen, das Anforderungen an Staubsaugerbeutel formuliert, wurde dabei das japanische Eco Mark-Zeichen identifiziert. Die japanischen Anforderungen beziehen sich auf Staubsaugerbeutel aus Papier.

Auf dem deutschen Markt gibt es verschiedene Gütezeichen, die Aussagen über die Gebrauchstauglichkeit von Staubsaugerbeuteln machen. Diese wurden übersichtsartig zusammengestellt und beschrieben. Eine Gemeinsamkeit haben die Gütezeichen darin, dass sie jeweils die Filterwirkung der Staubsaugerbeutel untersuchen und damit Gesundheitsaspekte adressieren.

2.1.4 Identifikation von Schwachstellen und beste verfügbare Technik

Der Hintergrundbericht zu Staubsaugerbeuteln (Gröger et al. 2020) untersucht in einem Kapitel zur **Identifikation von Schwachstellen und beste verfügbare Technik** bestehende Ansätze zur Minimierung der Umweltauswirkungen. Es wurden Hotspots (Problemstellen) im Zusammenhang mit Staubsaugerbeuteln identifiziert. Bei marktverfügbaren Produkten bestehen derzeit folgende Ansätze zur Minimierung der Umweltauswirkungen: wiederverwendbare Staubsaugerbeutel, Beutel mit höherem Staubspeichervermögen und Einsatz von Materialien aus Rezyklaten oder nachwachsenden Rohstoffen. Diese Ansätze zielen sowohl auf eine längere Nutzungsdauer als auch auf die Materialzusammensetzung der Produkte.

Im Rahmen der Studie wurden orientierende Ökobilanzen für Staubsaugerbeutel aus 100% Primär-Kunststoff und Staubsaugerbeutel aus 80 % Rezyklat durchgeführt. Der Vergleich beider Varianten ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 1: Vergleich eines Referenz-Staubsaugerbeutels (100 % Primär-Kunststoffanteil) mit einem Recycling-Beutel (80 % Rezyklat-Anteil und 20 % Primär-Kunststoffe)

Umweltauswirkungen	Einheit pro Beutel	Referenzbeutel (100% Primär-Kunststoff)	Recycling-Beutel (80% Rezyklat-Anteil)	Prozentuale Minderung ggü. Referenz
Kumulierter Energieaufwand	MJ	4,5	1,9	-58 %
Treibhauspotenzial	kg CO ₂ - Äquivalente	0,149	0,077	-48 %
Versauerungspotenzial	kg SO ₂ - Äquivalente	0,00054	0,00032	-41 %
Eutrophierungspotenzial	kg PO ₄ - Äquivalente	0,00018	0,00017	-8 %
Abiotischer Rohstoffverbrauch	kg Sb-Äquivalente	0,00189	0,00074	-61 %
Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial	kg C ₂ H ₄ - Äquivalente	0,000032	0,000016	-48 %

Quelle: Öko-Institut e.V.

Der Recycling-Staubsaugerbeutel weist bei allen Umweltauswirkungen deutliche Vorteile auf: beim Kumulierten Energieaufwand können 58 Prozent eingespart werden, beim Abiotischen Rohstoffverbrauch sogar 61 Prozent. Die geringsten Einsparungen treten bei der Wirkungskategorie Eutrophierungspotenzial mit 8 Prozent auf. Aus den Ergebnissen wird abgeleitet, dass ein mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ zertifizierter Staubsaugerbeutel einen bestimmten Rezyklat-Anteil aufweisen sollte.

2.1.5 Kriterienentwicklung

Nach den oben durchgeführten Voruntersuchungen erfolgte die **Ableitung der Vergabekriterien für ein Umweltzeichen** für Staubsaugerbeutel. Die Kriterien wurden in einem offenen Stakeholder-Prozess mit den interessierten Kreisen diskutiert und zur Vorlage bei der Jury Umweltzeichen finalisiert.

Die im Dezember 2019 von der Jury Umweltzeichen beschlossenen Vergabekriterien für das Umweltzeichen „Blauer Engel“ (DE-UZ 211 2019) umfassen Anforderungen an:

- ▶ die Gebrauchstauglichkeit von Staubsaugerbeuteln (Staubspeichervermögen, Feinstaub-Abscheidegrad, Festigkeit der Schweißnähte, Abzugsfestigkeit der Halteplatte),
- ▶ den Rezyklat-Anteil von mindestens 60 Prozent, der ab dem 01.01.2022 auf mindestens 80 Prozent angehoben wird,
- ▶ weitere der eingesetzten Materialien: Ausschluss von bestimmten Schadstoffen und Stoffen, die auf der sogenannten Kandidatenliste der REACH-Verordnung (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) gelistet sind,
- ▶ den Ausschluss antibakteriell wirkender Stoffen,
- ▶ die Holzherkunft bei der Zellstoffproduktion aus nachhaltiger Forstwirtschaft,

- ▶ die Dokumentation des Einsatzes nachwachsender Rohstoff,
- ▶ die Unterlassung irreführender Werbeaussagen sowie
- ▶ den Einsatz von Altpapier in Umverpackungen.

2.2 Server und Datenspeicherprodukte (DE-UZ 213)

In dieser Teilaufgabe innerhalb des Forschungsprojektes wurden Vergabekriterien für ein gemeinsames Vergabedokument für Server und Datenspeicherprodukte entwickelt (DE-UZ 213 2020). Die Kriterien bauen auf den Ökodesign-Vorstudien sowie der Ökodesign-Verordnung 2019/424 (2019/424/EU) und den Anforderungen der Energieeffizienzkennzeichnung Energy Star auf. Es wurde ein Hintergrundbericht erstellt (Gröger et al. 2021), der folgende Teilanalysen umfasst:

- ▶ Technische Analyse,
- ▶ Markt- und Umfeldanalyse,
- ▶ Umweltwirkungen,
- ▶ Beste verfügbare Technik,
- ▶ Ableitung der Vergabekriterien für ein Umweltzeichen.

2.2.1 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich des neuen Umweltzeichens wurde auf Server und Datenspeicherprodukte, die zum Einsatz in Serverräumen oder Rechenzentren bestimmt sind, festgelegt.

Dabei gelten folgende Begriffsbestimmungen (DE-UZ 213 2020):

- ▶ Server: Datenverarbeitungsgerät, das Dienste bereitstellt und Netzressourcen für Client-Geräte verwaltet. Der Zugang zu einem Server erfolgt hauptsächlich über Netzverbindungen und nicht direkt über Benutzereingabegeräte wie Tastatur oder Maus.
- ▶ Datenspeicherprodukt: voll funktionsfähiges Speichersystem, das Datenspeicherdienste für direkt angeschlossene oder über ein Netz verbundene Clients und Geräte bereitstellt. Komponenten und Teilsysteme, die fester Bestandteil der Architektur des Datenspeicherprodukts sind (die beispielsweise die interne Kommunikation zwischen Controllern und Festplatten abwickeln), werden als Teil des Datenspeicherprodukts betrachtet. Komponenten, die normalerweise einer Speicherumgebung auf der Ebene des Rechenzentrums zugeordnet werden (z. B. Geräte, die für den Betrieb eines externen SAN (Speichernetz — Storage Area Network) erforderlich sind), werden nicht als Teil des Datenspeicherprodukts betrachtet. Ein Datenspeicherprodukt kann sich aus integrierten Speichercontrollern, Datenspeichergeräten, eingebetteten Netzelementen, Software und anderen Geräten zusammensetzen.

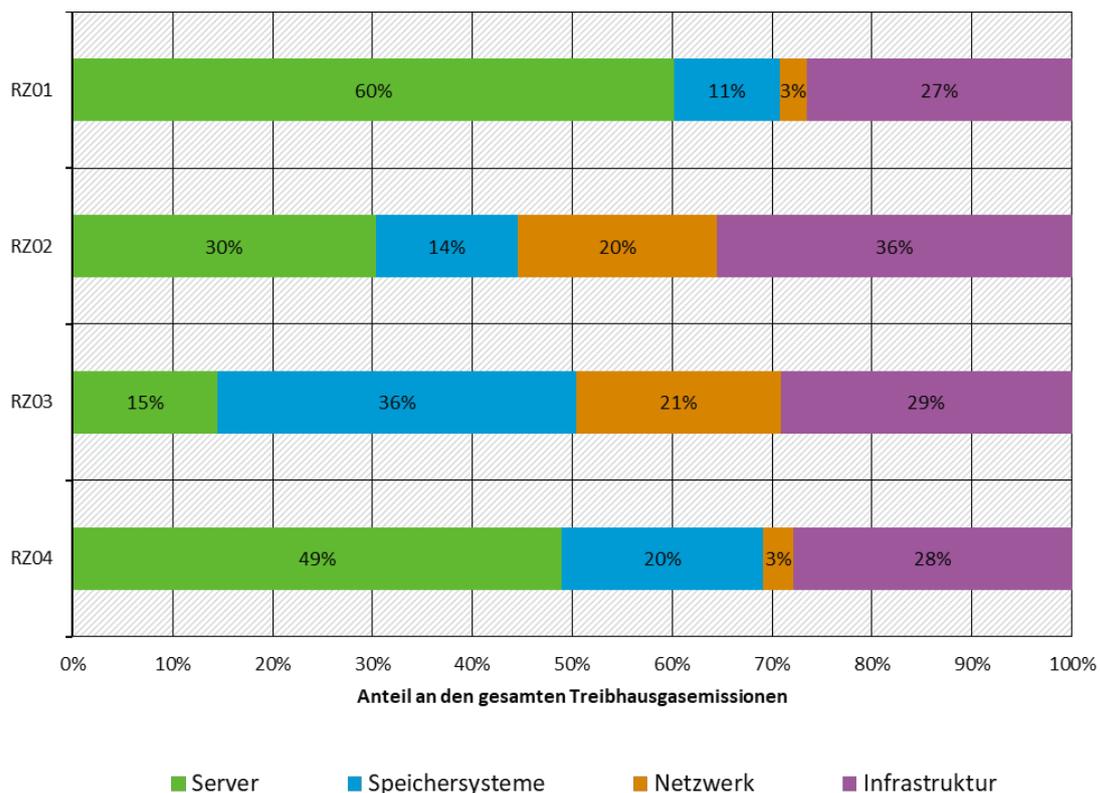
2.2.2 Technische Analyse

Beide Produktgruppen sind essenzielle Bestandteile von Rechenzentren. Ihre Effizienz steht immer auch im Zusammenhang mit der Gesamteffizienz des Rechenzentrums, in denen sie betrieben werden. Dabei spielt für das Rechenzentrum die Effizienz des Kühlsystems eine entscheidende Rolle, die Möglichkeiten zur Nutzung von Freier Kühlung, Nutzung von Abwärme

und zulässige Betriebstemperaturen, mit denen Server und Speicherprodukte ausfallsicher betrieben werden können. Die technische Analyse kommt zu dem Ergebnis, dass Server und Datenspeicherprodukte für den größten Anteil des Energieverbrauchs innerhalb von Rechenzentren verantwortlich sind und den größten Anteil am Kühlbedarf haben.

Bezogen auf die Treibhausgasemissionen, die durch die Teilsysteme Server, Speichersysteme, Netzwerk und Infrastruktur entstehen, haben die beiden Produktgruppen gemeinsam einen Anteil von 44 bis 69 Prozent der Gesamtemissionen von vier beispielhaften Rechenzentren (siehe Abbildung 1), die innerhalb eines parallel durchgeführten Forschungsprojektes zu den Umweltwirkungen von Cloud-Computing untersucht wurden (Gröger und Liu 2021).

Abbildung 1: Verteilung des Treibhausgaspotenzials (GWP) auf die unterschiedlichen Teilsysteme von vier verschiedenen Rechenzentren (RZ01 – RZ04)



Quelle: eigene Darstellung, Öko-Institut auf der Grundlage von Daten aus Gröger und Liu (2021)

2.2.3 Kriterienentwicklung

Zur Ableitung von Kriterien für das Umweltzeichen wurden vor diesem Hintergrund für beide Produktgruppen ambitionierte Anforderungen an die Energieeffizienz entwickelt.

Server und Datenspeicherprodukte müssen als Grundvoraussetzung die Anforderungen der Energieeffizienz-Kennzeichnung „Energy Star“ in der zum Zeitpunkt der Antragstellung gültigen Version erfüllen.

Beim Energy Star für Computer Server (Energy Star for Computer Servers 2018) werden Mindestanforderungen unter anderem in folgenden Bereichen gestellt:

- ▶ Energieeffizienz der Netzteile,
- ▶ Energiemanagement,

- ▶ Energieeffizienz im aktiven Betriebszustand,
- ▶ Leistungsaufnahme im Leerlaufzustand,
- ▶ Berichterstattung.

Darüber hinaus muss die Energieeffizienz der Server im Aktivzustand (Eff_{ACTIVE}) nach der Methodik Server Efficiency Rating Tool (SERT) in der jeweils zum Zeitpunkt der Antragstellung aktuellen Version (derzeit SPEC SERT 2.0.2) bestimmt werden. Sie muss abhängig von der Anzahl der CPU-Sockel folgende Anforderungen erfüllen:

- ▶ 1-Sockel-Server: $Eff_{ACTIVE} \geq 15$
- ▶ 2-Sockel-Server: $Eff_{ACTIVE} \geq 25$
- ▶ 4-Sockel-Server oder mehr: $Eff_{ACTIVE} \geq 27$

Beim Energy Star für Datenspeicherprodukte (Energy Star for Data Center Storage 2018) werden Mindestanforderungen unter anderem in folgenden Bereichen gestellt:

- ▶ Energieeffizienz der Netzteile,
- ▶ Power Modeling Tool,
- ▶ Energieeffizienz-Features,
- ▶ Leistungsdatenmessung und Leistungsanforderungen,
- ▶ Berichterstattung.

Die Energieeffizienz der Datenspeicherprodukte muss nach der Methodik SNIA Emerald Power Efficiency Measurement (Storage Networking Industry Association (SNIA) 2018) in der jeweils zum Zeitpunkt der Antragstellung aktuellen Version (derzeit V3.0.3) bestimmt und angegeben werden.

Neben den Anforderungen an die Energieeffizienz wurden auch Kriterien für die Schadstofffreiheit und die Langlebigkeit der Produkte entwickelt. Zur Langlebigkeit gehören dabei die Ersatzteilversorgung für mindestens 5 Jahre ab Produktionseinstellung und die Bereitstellung einer Funktion oder einer Software, die es ermöglichen, die Geräte für die Wiederverwendung auf den Auslieferungszustand zurück zu setzen.

2.3 Co-Location-Rechenzentren (DE-UZ 214)

Ein weiteres neues Umweltzeichen, für das innerhalb des vorliegenden Forschungsprojektes Kriterien entwickelt wurde, zeichnet Klimaschonende Co-Location-Rechenzentren aus (DE-UZ 214 2020). Bei Co-Location-Rechenzentren handelt es sich um eine Dienstleistung, bei der ein Co-Location-Anbieter Rechenzentrumsfläche und Infrastruktur zur Verfügung stellt. Co-Location-Kunden nehmen auf dieser Fläche eigene IT-Geräte (Server und Speichersysteme) in Betrieb, die durch den Dienstleister mit ausfallsicherer Stromversorgung, Netzwerkanbindung, Sicherheitstechnik und Klimatisierung versorgt werden.

Bereits seit dem Jahr 2012 gibt es das Umweltzeichens Blauer Engel für energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (DE-UZ 161). Dieses umfasst das komplette Rechenzentrum, also auch die IT-Technik. Das bestehende Umweltzeichen konnte jedoch nicht für Co-Location-Rechenzentren genutzt werden, da die vom Kunden aufgestellte IT-Technik außerhalb des Einflussbereichs des Anbieters liegt. Vor diesem Hintergrund war es erforderlich, das

Umweltzeichen weiter zu entwickeln und spezielle Anforderungen an den Betrieb von Co-Location-Rechenzentren zu formulieren.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde ein Hintergrundbericht erstellt (Gröger und Behrens 2021), in dem die Dienstleistung entsprechend den Anforderungen der Norm EN ISO 14024:2018 untersucht und die relevantesten Umweltauswirkungen identifiziert wurden. Ausgehend von diesen Analysen wurden Vergabekriterien für das Umweltzeichen abgeleitet. Folgende Teilanalysen wurden durchgeführt:

- ▶ Definition des Geltungsbereichs
- ▶ Markt- und Umfeldanalyse
- ▶ Identifikation von Umweltwirkungen
- ▶ Ableitung der Vergabekriterien für ein Umweltzeichen

2.3.1 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich des Umweltzeichens (DE-UZ 214 2020) wurde auf solche Rechenzentren festgelegt, deren Hauptzweck die Bereitstellung von Co-Location-Dienstleistungen ist. Der Hauptzweck ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens 50% der IT-Fläche oder der IT-Gesamtleistung durch die Informationstechnik der Co-Location-Kunden genutzt wird oder vorgesehen ist. Für Rechenzentren, die nicht unter diesen Geltungsbereich fallen, ist das Umweltzeichen DE-UZ 161 „Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb“ anzuwenden.

Zur weiteren Beschreibung des Geltungsbereichs wurden in den Vergabekriterien (DE-UZ 214 2020) die verwendeten Begriffe weitergehend definiert:

- ▶ **Co-Location** bezeichnet eine Dienstleistung zur Bereitstellung von Rechenzentrumsfläche zur Aufstellung kundeneigener Informationstechnik. Die bereitgestellte Rechenzentrumsfläche wird mit Klimatisierung, ausfallsicherer Energieversorgung, Netzwerkanschluss und Sicherheitstechnik sowie ggf. mit leeren Datenschränken angeboten. Eine andere Bezeichnung für Co-Location ist *Housing*.
- ▶ **Co-Location-Rechenzentrum** ist der physische Ort, an dem die Co-Location-Dienstleistung erbracht wird. Bei einem Co-Location-Rechenzentrum handelt es sich um eine Gebäudefläche, auf der die infrastrukturelle Dienstleistung und die Betriebsunterstützung für kundeneigene Informationstechnik bereitgestellt wird.
- ▶ **IT-Fläche** (englisch: *White-Space*) wird die Fläche innerhalb eines Rechenzentrums bezeichnet, in der die eigentliche Informationstechnik des Co-Location-Kunden und des Co-Location-Anbieters (Server, Switches und Datenspeicherung) untergebracht sind. Die Serviceflächen zwischen den einzelnen Datenschränken sind Teil der IT-Fläche.
- ▶ **IT-Gesamtleistung** ist die maximale IT-Leistung, für die das Rechenzentrum errichtet wurde, oder auf die es im Rahmen eines modularen Konzepts bisher ausgebaut wurde.

2.3.2 Markt- und Umfeldanalyse

Der Markt an Rechenzentren in Deutschland wächst beständig. Während Rechenzentren im Jahr 2010 noch rund 1,5 Millionen Quadratmeter IT-Fläche bereit gestellt haben, waren es im Jahr 2020 bereits 2,3 Millionen Quadratmeter (Hintemann und Clausen 2018). Dies entspricht einer jährlichen Steigerungsrate von 4,4 Prozent. Innerhalb dieses Flächenzuwachses machen Co-Location-Rechenzentren den größten Anteil aus. Ihre IT-Fläche ist von rund 400 Tausend

Quadratmeter im Jahr 2010 mit einer jährlichen Wachstumsrate von 5,8 Prozent auf mehr als 1 Million Quadratmeter im Jahr 2020 angestiegen (Hintemann und Clausen 2018). Damit machen Co-Location-Rechenzentren im Jahr 2020 bereits rund 45 Prozent der gesamten IT-Fläche von Rechenzentren in Deutschland aus.

Eine Marktstudie der ISG Information Services Group (2018) nennt für Deutschland als wichtigste Co-Location Anbieter die Firmen e-shelter, Equinix, Interxion, Telehouse, BT und QSC. Neben den großen Anbietern steigen auch zunehmend mittelständische Unternehmen in den Co-Location Markt ein, da die Nachfrage nach Cloud-Lösungen in allen Branchen weiterhin zunimmt. Als führend in dem mittelständischen Marktsegment werden von der Marktstudie folgende Firmen genannt: PlusServer, DARZ, EMC Hostco und Pfalzkom Manet.

Für die Errichtung und den Betrieb von Rechenzentren gelten derzeit keine nationalen oder europäischen Gesetze und Vorschriften, die speziell auf Rechenzentrum als Ganzes abzielen. Stattdessen gelten für einzelne Komponenten, die in Rechenzentren eingesetzt werden, separate Verordnungen: Ökodesign-Verordnung für Kälteanlagen (2016/2281/EU) , F-Gas-Verordnung für Kältemittel (517/2014/EU) sowie Ökodesign-Verordnung für Server und Datenspeicherprodukte (2019/424/EU). Zusätzlich gelten nationale und regionale Vorschriften zur Errichtung von Gewerbegebäuden und deren sicheren Betrieb.

Die Rechenzentrumsbranche hat zur einheitlichen Beurteilung der Qualität und der Umwelteigenschaften von Rechenzentren zusammen mit Normungsgremien die Normenreihe EN 50600 „Informationstechnik - Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren“ aufgelegt. Die Norm wird derzeit noch kontinuierlich weiterentwickelt und um weitere Aspekte ergänzt. Folgende Teile der Norm sind vom Deutschen Institut für Normung (DIN) und dem Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) bereits in deutscher Sprache veröffentlicht:

- ▶ Teil 1: Allgemeine Konzepte
- ▶ Teil 2-1: Gebäudekonstruktion
- ▶ Teil 2-2: Stromversorgung
- ▶ Teil 2-3: Regelung der Umgebungsbedingungen
- ▶ Teil 2-4: Infrastruktur der Telekommunikationsverkabelung
- ▶ Teil 2-5: Sicherungssysteme
- ▶ Teil 3-1: Informationen für das Management und den Betrieb
- ▶ Teil 4-1: Überblick über und allgemeine Anforderungen an Leistungskennzahlen
- ▶ Teil 4-2: Kennzahl zur eingesetzten Energie
- ▶ Teil 4-3: Anteil erneuerbarer Energien
- ▶ Teil 4-6: Faktor der Energiewiederverwendung
- ▶ Teil 4-7: Wirkungsgrad der Kühlung (CER)
- ▶ Teil 99-1: Empfohlene Praktiken für das Energiemanagement
- ▶ Teil 99-3: Anwendungsleitfaden für die Normenreihe EN 50600

Für das Umweltzeichen für energieeffiziente Co-Location-Rechenzentren ist aus der Normenreihe derzeit vor allem die Effizienzkennzahl PUE (Power Usage Effectiveness) aus dem Teil 4-2: Kennzahl zur eingesetzten Energie nutzbar.

2.3.3 Identifikation von Umweltwirkungen

Ziel dieses Arbeitsschrittes war es, die wesentlichen Umweltwirkungen zu ermitteln, die mit dem Betrieb von Co-Location-Rechenzentren einhergehen. Ausgehend von dem Zuständigkeitsbereich des Betreibers eines Co-Location-Rechenzentrums wurden folgende Bereiche identifiziert, bei denen relevante Umweltwirkungen auftreten:

- ▶ Energieverbrauch im Betrieb,
- ▶ Kälteanlage und Kältemittel,
- ▶ Schaltanlagen,
- ▶ Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV),
- ▶ Wasserverbrauch im Betrieb,
- ▶ Flächenversiegelung.

2.3.3.1 Energieverbrauch im Betrieb

Um eine Größenordnung der Umweltwirkungen von Rechenzentren zu bekommen, wird in Tabelle 2 die Einteilung verschiedener Rechenzentren in Größenklassen dargestellt (Bilsen et al. 2021). Co-Location Rechenzentren können dabei in dem Bereich der großen Rechenzentren zugeordnet werden (Salom et al. 2017), die eine IT-Fläche von tausend bis zehntausend Quadratmeter aufweisen, zweihundert bis zweitausend Datenschränke umfassen und eine IT-Gesamtleistung zwischen einem und zehn Megawatt elektrische Leistung bereit stellen.

Tabelle 2: Größeneinteilung von Rechenzentren und CO₂-Emissionen durch Strombedarf

Größeneinheit	Kleines Rechenzentrum	Großes Rechenzentrum (z.B. Co-Location-RZ)	Hyperscale Rechenzentrum
IT-Fläche	100 m ² bis 1000 m ²	1.000 m ² bis 10.000 m ²	Mehr als 10.000 m ²
Anzahl an Datenschränken (Racks)	6 bis 200 Racks	200 bis 2.000 Racks	Mehr als 2.000 Racks
IT-Gesamtleistung	50 kW _{el} bis 1 MW _{el}	1 MW _{el} bis 10 MW _{el}	Mehr als 10 MW _{el}
CO _{2e} -Emissionen im Betrieb (50% der IT-Gesamtleistung, PUE: 1,5, deutscher Strommix 2018)	150 bis 3.000 t CO _{2e} /a	3.000 bis 30.000 t CO _{2e} /a	> 30.000 t CO _{2e} /a

Quelle: eigene Berechnungen Öko-Institut mit Größeneinteilung nach Bilsen et al. (2021)

Abhängig von der IT-Gesamtleistung, der Auslastung und den Verlusten in der Gebäudetechnik benötigen die Rechenzentren unterschiedlich viel Strom. In Tabelle 2 werden die mit dem Stromverbrauch zusammenhängenden Treibhausgasemissionen abhängig von der Größenklasse des Rechenzentrums exemplarisch dargestellt. Für die hier relevanten Co-Location-Rechenzentren liegen die Emissionen unter den in der Tabelle genannten Annahmen dabei

zwischen dreitausend und dreißigtausend Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente pro Jahr bzw. 3.000 t CO₂e/a pro Megawatt IT-Leistung.

Ökobilanzen, die komplette Rechenzentren inklusive der Gebäudehüllen und der Herstellung von IT-Technik bilanziert haben, zeigen, dass die Betriebsphase von Rechenzentren in allen Wirkungskategorien dominiert (Schödwell et al. 2018). Den wesentlichen Anteil daran hat der Energieverbrauch im Betrieb von Rechenzentren. Ein Co-Location-Anbieter hat seinerseits wenig Einfluss auf die vom Kunden aufgestellte IT-Technik, dafür umso mehr Einfluss auf das Gebäude, die Gebäudetechnik, die Energieversorgung und die Kälteanlagen. Bei der Ableitung von Exzellenzkriterien für ein Umweltzeichen muss daher ein Schwerpunkt auf der Energieeffizienz der Anlagen im Einflussbereich des Anbieters liegen.

2.3.3.2 Kälteanlage und Kältemittel

Kälteanlagen haben die Aufgabe, die Wärme, die im Rechenzentrum bei der Datenverarbeitung entsteht, abzuführen und rund um das Jahr ein für die Technik und das Servicepersonal verträgliches Raumklima (Temperatur und Luftfeuchte) aufrecht zu halten. Die Effizienz der Kälteanlage hat einen wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch des gesamten Rechenzentrums. Entscheidend ist dabei die Wahl eines effizienten Klimatisierungskonzepts (z.B. Nutzung von Freier Kühlung, Nutzung von Abwärme, Wasserkühlung, Zulassung von hohen Raumtemperaturen). Durch die Nutzung des Kennwerts Jahresarbeitszahl (JAZ), die das Zahlenverhältnis zwischen abgeführter Wärme und eingesetzter elektrischer Energie beschreibt, kann die Effizienz des Kühlsystems beurteilt werden.

Als weitere Umweltwirkung von Kälteanlagen wurden die in den Anlagen verwendeten Kältemittel identifiziert. Die Kältemittel stellen in Kompressionskälteanlagen durch den Phasenwechsel von flüssig nach gasförmig die jeweilige Kälteenergie (Verdampfungsenthalpie) zur Verfügung und kühlen damit ein Wärmeträgermedium (z.B. die Raumluft) ab. Für Kältemittel gibt es eine große Bandbreite an verschiedenen Chemikalien und Gemischen, die in Kälteanlagen eingesetzt werden. In Tabelle 3 werden die häufigsten in Rechenzentren eingesetzten Kältemittel mit ihrer technischen Bezeichnung und ihrer chemischen Zusammensetzung dargestellt.

Tabelle 3: Chemische Zusammensetzung und Treibhausgaspotenzial (GWP) der in Rechenzentren eingesetzten Kältemittel

Bezeichnung Kältemittel	Chemische Zusammensetzung	GWP Herstellung [kg CO ₂ e/kg]	GWP Atmosphäre [kg CO ₂ e/kg]	GWP gesamt [kg CO ₂ e/kg]
R134a	C ₂ H ₂ F ₄ (1,1,1,2-Tetrafluorethan)	16	1.430	1.446
R290	C ₂ H ₆ (Propan)	1	3	4
R32	CH ₂ F ₂ (Difluormethan)	8	975	983
R404a	R143a: C ₂ H ₂ F ₂ (52%), R125: CHF ₂ CF ₂ (44%), R134a: C ₂ H ₂ F ₄ (4%)	9	3.922	3.931
R407a	R32: CH ₂ F ₂ (20%), R125: CHF ₂ CF ₂ (40%),	12	2.107	2.119

Bezeichnung Kältemittel	Chemische Zusammensetzung	GWP Herstellung [kg CO ₂ e/kg]	GWP Atmosphäre [kg CO ₂ e/kg]	GWP gesamt [kg CO ₂ e/kg]
R407c	R134a: C ₂ H ₂ F ₄ (40%), R32: CH ₂ F ₂ (23%), R125: CHF ₂ CF ₂ (25%), R134a: C ₂ H ₂ F ₄ (52%)	12	1.774	1.786
R410a	R32: CH ₂ F ₂ (50%), R125: CHF ₂ CF ₂ (50%),	9	2.088	2.097
R717	NH ₂ (Ammoniak)	2	0	2
R718	H ₂ O (Wasser)	0	0	0
R744	CO ₂ (Kohlendioxid)	0,8	1	1,8

Quelle: eigene Darstellung Öko-Institut nach Gröger und Liu (2021)

Die Kältemittel unterscheiden sich deutlich in ihrem Treibhausgaspotenzial (GWP). In Tabelle 3 ist sowohl das Treibhausgaspotenzial für die Herstellung der Kältemittel dargestellt als auch das Treibhausgaspotenzial für den Fall, dass die Substanzen aus der Kälteanlage entweichen und in die Atmosphäre gelangen. Während die „natürlichen Kältemittel“ Wasser, Kohlendioxid und Ammoniak und Propan ein Treibhausgaspotenzial zwischen 0 und 4 aufweisen, sind es bei den in Rechenzentren regelmäßig eingesetzten fluorierten Kältemitteln zwischen rund 1000 und 4000 Treibhausgasäquivalente, also das Tausendfache.

In einer Studie zu den Umweltwirkungen des Cloud-Computing (Gröger und Liu 2021) wurden die Kälteanlagen von 4 kleineren Rechenzentren genauer untersucht. In den Kälteanlagen aller 4 Rechenzentren wurde das Kältemittel R134a eingesetzt und die Kälteleistung variierte zwischen 60 und 850 Kilowatt. Die Kälteanlagen enthielten zwischen rund 0,2 und 0,6 Kilogramm Kältemittel pro Kilowatt thermischer Nennleistung. Ein Teil der Kältemittelmenge geht während des Betriebes regelmäßig verloren und muss nachgefüllt werden. Der durchschnittliche Kältemittelverlust liegt etwa bei 3 – 5% pro Jahr (Schödwel et al. 2018). Die untersuchten Rechenzentren hatten dadurch ein jährliches Treibhausgaspotenzial durch die Kältemittelverluste von durchschnittlich 16 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Megawatt thermische Nennleistung. Setzt man die thermische Nennleistung, mit der durch die IT-Leistung erzeugte Wärme gleich, so müssen Co-Location-Rechenzentren mit Kälteleistungen von 1 bis 10 Megawatt gekühlt werden (vgl. Tabelle 2). Das Treibhauspotenzial durch Verluste von F-Gas-Kältemitteln innerhalb von Co-Location-Rechenzentren liegt damit pro Rechenzentrum zwischen 16 und 160 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr.

2.3.3.3 SF₆ als Schutzgas für Schaltanlage

Eine weitere umweltrelevante Chemikalie, die in Rechenzentren eingesetzt wird, ist Schwefelhexafluorid (SF₆). Das Gas wird in Schaltanlagen zur Isolierung und in Löschmitteln verwendet.

Tabelle 4: Treibhausgaspotenzial (GWP) des Schutzgases Schwefelhexafluorid

Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung	GWP Atmosphäre [kg CO ₂ e/kg]
Schwefelhexafluorid	SF ₆	23.900

Quelle: Öko-Institut nach Greenhouse Gas Protocol (2016)

Schwefelhexafluorid weist ein sehr hohes Treibhausgaspotenzial von 23.900 Kilogramm Kohlendioxid-Äquivalente pro Kilogramm der Chemikalie auf (siehe Tabelle 4). Das Gas ist damit um den Faktor Tausend klimaschädlicher als die ohnehin schon klimaschädlichen fluorierten Kältemittel aus Tabelle 3. Für Schwefelhexafluorid gibt es genau wie bei den Kältemitteln technische Alternativen, beispielsweise die Luft- und Vakuumtechnologie, die ein Treibhausgaspotenzial von nahezu null haben.

2.3.3.4 USV-Anlagen und Batterien

Neben dem Energieverbrauch im Betrieb haben Anlagen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV-Anlagen) und die darin enthaltenen Batterien aufgrund ihrer Materialzusammensetzung sowohl in der Herstellung als auch in der Entsorgung eine relevante Umweltwirkung. Die Inhaltsstoffe von Batterien werden in Tabelle 5 aufgelistet. Blei und Schwefelsäure, stellen eine Umweltgefahr dar, wenn diese nicht sachgemäß entsorgt werden. Werden die Batterien dagegen einem geordneten Recycling zugeführt, so können deren Bestandteile zu nahezu 100 Prozent recycelt werden (Boulos et al 2014).

Tabelle 5: Materialzusammensetzung von Batterien

Material	Gewichtsanteil
Blei / Bleioxid, primär	24%
Blei / Bleioxid, sekundär	36%
PP / Polypropylen	10%
Schwefelsäure	10%
Wasser	16%
Glas	2%
Antimon	1%

Quelle: (Schödwell et al. 2018) nach (Boulos et al 2014)

2.3.3.5 Wasserverbrauch

Arbeitet das Kühlsystem mit der Verdunstungskälte von Wasser, wird dabei eine große Menge an Wasser benötigt, verdampft und in die Umgebungsluft abgelassen. Ein durchschnittlicher Wasserverbrauch des Kühlsystems liegt dabei zwischen zirka 1,8 bis 2,3 Litern pro Kilowattstunde Energiebedarf des Rechenzentrums (Shehabi et al. 2016). Wird das Rechenzentrum in geografischen Lagen betrieben, in denen Wassermangel herrscht, stellt dies ebenfalls eine relevante Umweltwirkung dar.

2.3.3.6 Flächenversiegelung

Wie alle Gebäude benötigen auch Rechenzentren Aufstellfläche und tragen zur Flächenversiegelung bei. Neben dem steigenden Energie- und Ressourcenverbrauch durch

Rechenzentren ist auch die durch diese beanspruchte Fläche eine relevante Umweltgröße. Durch höhere Leistungsdichten und intelligente Nutzungskonzepte (z.B. Kombination von Rechenzentren mit Wärmeabnehmern) kann der jeweilige Flächenbedarf gesenkt werden und die spezifische Flächenversiegelung reduziert werden.

2.3.4 Kriterienentwicklung

Ausgehend von den wesentlichen Umweltwirkungen von Co-Location-Rechenzentren wurden die besten Praktiken und die beste verfügbare Technik identifiziert. Für das Umweltzeichen Blauer Engel wurden daraus Mindestanforderungen abgeleitet, die ein energie- und ressourceneffizientes Co-Location-Rechenzentrum erfüllen muss.

Die Vergabekriterien des Umweltzeichens wurden im Dezember 2019 von der Jury Umweltzeichen beschlossen und durch die RAL gGmbH veröffentlicht (DE-UZ 214 2020).

Die wesentlichen Punkte aus dem Anforderungskatalog (DE-UZ 214 2020) sind nachfolgend aufgelistet:

- ▶ Erstellung von Energieeffizienzberichten bei Antragstellung und zur Abschlussevaluation
- ▶ Energieeffiziente Gebäudetechnik und Energiebereitstellung
 - Power Usage Effectiveness (PUE): $PUE \leq 1,30$ für Inbetriebnahme ab 2019
 - Energieeffizienz des Kühlsystems: $JAZ > 8$ für Inbetriebnahme ab 2019
 - Halogenfreie Kältemittel für Inbetriebnahme ab 2013
 - Nutzung erneuerbarer elektrischer Energie
- ▶ Nennung Flächeneffizienz
- ▶ Nutzung eines Energiemanagementsystems
- ▶ Kunden-Anreize zur Energieeinsparung
 - Informationspflichten zum Energieverbrauch gegenüber Kunden
 - Verbrauchsabhängige Abrechnung
- ▶ Monitoring elektrischer Energie und Wasser
- ▶ Effizienz- und Umweltaforderungen bei der Neuanschaffung von
 - Komponenten des Kühlsystems
 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)
 - Schaltanlagen
 - Intelligente Power Distribution Units (PDUs)
- ▶ Berücksichtigung von Lebenszykluskosten bei der Beschaffung

2.4 Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (DE-UZ 215)

Für die Ableitung von Vergabekriterien für ein Umweltzeichen für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (DE-UZ 215 2020) wurde geprüft, welche Umweltauswirkungen über den Lebenszyklus eines Softwareproduktes relevant sind. Die Grundlagen für die Kriterienentwicklung waren die Methode zur umweltgerechten Softwareentwicklung GREENSOFT (vgl. Naumann et al. 2011) und die in einem Projekt des Umweltbundesamtes entwickelte Methode zur Bewertung von Softwareprodukten (Gröger et al. 2018).

Es wurde ein Hintergrundbericht erstellt, in dem die Kriterienentwicklung dokumentiert wurde (Naumann et al. 2021). Die nachfolgende Beschreibung ist in gekürzter Form aus der Zusammenfassung des Hintergrundberichtes entnommen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden folgende Teil-Untersuchungen durchgeführt:

- ▶ Eingrenzung geeigneter Softwareprodukte,
- ▶ Feldanalyse unter Einbezug von Softwareunternehmen, Beschaffungswesen als auch Nutzer und Nutzerinnen,
- ▶ Ausarbeitung von Vergabekriterien und Nachweismethoden,
- ▶ (Weiter-) Entwicklung einer Bewertungsmethodik für Softwareprodukte.

Zur Erarbeitung der Vergabekriterien wurde geprüft, welche Kriterien für Umweltzeichen im Hardwarebereich existieren und wie diese sich auf den Softwarebereich übertragen lassen. Es wurden weitere Bewertungssysteme für Software sowie verschiedene wissenschaftliche Veröffentlichungen mit der Frage von Charakteristika nachhaltiger Softwareprodukte berücksichtigt. Die resultierende Sammlung an möglichen Kriterien wurde dann entsprechend folgender Aspekte konkretisiert:

1. Fokus auf ökologische Nachhaltigkeitsaspekte (nicht soziale oder ökonomische),
2. Kriterien beziehen sich auf das Produkt in der Nutzungsphase (nicht Entwicklung und Vertrieb),
3. Mit den Kriterien werden die Eigenschaften des Produkts analysiert, nicht Effekte, die durch die Nutzung des Softwareproduktes ausgelöst werden (sog. "Green in Software"-Aspekte, nicht "Green by Software", indirekte Wirkungen bzw. Effekte zweiter Ordnung wie bspw. Energieeinsparungen durch die Anwendung von Software).

Die Auswahl wurde dann hinsichtlich

- ▶ Relevanz: „Ist der Aspekt für Softwareprodukte relevant?“,
- ▶ Messbarkeit oder Überprüfbarkeit: „Ist es möglich den Aspekt mit aktuell verfügbaren Methoden zu messen oder können Anforderungen überprüft werden?“,
- ▶ Umsetzbarkeit: „Ist es möglich Informationen über die Erfüllung des Aspektes für Softwareprodukte bereitzustellen?“ und
- ▶ Unterscheidungsmöglichkeit: „Unterscheidet sich der Aspekt ausreichend von anderen möglichen Aspekten?“ bewertet (Mazijn et al. 2004).

Nach Eingrenzung der Kriterien wurden sie auf Eignung für Vergabekriterien für ein Umweltzeichen gemäß Norm EN ISO 14024:2018 geprüft. Für geeignete Kriterien wurden entsprechende Nachweismethoden entwickelt, die im Rahmen von Fallbeispielen evaluiert und

in einem Feldtest mit Softwareunternehmen auf Praxistauglichkeit geprüft wurden. Zur Bewertung der gesellschaftlichen Relevanz wurden Befragungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Teil-Untersuchungen basieren auf eigenen Recherchen, Interviews mit Expertinnen und Experten, die aus der Wissenschaft und weiteren Praxisbereichen stammen, bspw. Software-Beschaffer und -Beschafferinnen, -Entwickler und Entwicklerinnen und -Nutzer und Nutzerinnen. Aus den Ergebnissen wurden Anforderungen für ein Umweltzeichen definiert.

2.4.1 Geltungsbereich

Für die Vergabekriterien für einen Blauen Engel für Softwareprodukte wurde der Untersuchungsgegenstand, nach Einbezug von Praxis-Akteurinnen und -Akteure sowie Expertinnen und Experten, zunächst auf **Anwendungssoftware** eingegrenzt (DE-UZ 215 2020):

„Die vorliegenden Vergabekriterien des Umweltzeichens für energie- und ressourceneffiziente Softwareproduktbeziehen sich auf Anwendungssoftware, die über eine Benutzerschnittstelle verfügt und die auf einem der [...] Referenzsysteme lauffähig ist.“

Anwendungssoftware sind Softwareprogramme, die einen endbenutzerbezogenen Nutzen erbringen. Die erarbeiteten Vergabekriterien beziehen sich daher auf **Desktop-Anwendungssoftware**, die über eine **Benutzerschnittstelle** verfügen.

Nicht unter den Geltungsbereich fallen beispielhaft:

- ▶ Treiber,
- ▶ Plugins,
- ▶ Systemsoftware,
- ▶ Betriebssysteme,
- ▶ Softwareprodukte, bei denen der überwiegende Anteil der Rechenarbeit nicht auf dem lokalen Computer erbracht, sondern auf einen entfernten Server ausgelagert wird.

Die Begrenzung erfolgte, da die Erfassung und Abgrenzung der Energieverbräuche und Hardwareinanspruchnahmen auf verteilter Software nicht ohne weiteres möglich sind.

Um zu verhindern, dass jugendgefährdende Software mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet werden kann, wurde als Einschränkung des Geltungsbereiches weiterhin festgelegt (DE-UZ 215 2020):

„Zudem muss die Anwendungssoftware, auf die die Vergabekriterien anwendbar sind, die Anforderungen des Jugendmedienschutz-Staatsvertrages (JMStV) in der jeweils aktuellen Fassung erfüllen und darf keine der im JMStV § 4 Unzulässige Angebote genannten Eigenschaften aufweisen.“

2.4.2 Ressourcen- und Energieeffizienz

Je nach Eigenschaft und Konfiguration des Softwareproduktes kann die Erfüllung einer bestimmten Funktionalität zu unterschiedlicher Beanspruchung von Hardwareressourcen und damit zu unterschiedlich umfangreichen Umweltwirkungen führen. Dabei wird die Funktionalität durch ein Standardnutzungsszenario definiert. Angestrebt wird ein Softwareprodukt mit möglichst hoher Energie- und Ressourceneffizienz, d. h. die Erbringung der Funktionalität mit einem möglichst minimalen Energie- und Ressourcenaufwand.

Daher müssen folgende Aspekte erfasst werden:

- ▶ Erforderliche minimale Systemvoraussetzungen,
- ▶ Hardware-Auslastung und elektrische Leistungsaufnahme im Leerlauf,
- ▶ Hardware-Inanspruchnahme und Energiebedarf bei Ausführung eines Standardnutzungsszenarios,
- ▶ Unterstützung des Energiemanagements.

2.4.3 Potenzielle Hardware-Nutzungsdauer

Durch die wachsenden Anforderungen der Software an die Hardware muss zunehmend Hardware ersetzt werden, d. h. die Hardware-Nutzungsdauer wird verkürzt. Es stellt sich die Frage, wie die Erneuerungszyklen von Hardware von denen der Software entkoppelt werden können. Eine möglichst lange Nutzungsdauer sollte angestrebt werden, um die einzusetzenden Ressourcen für die Bereitstellung neuer Hardware zu minimieren. Mit dem Kriterium der

- ▶ Abwärtskompatibilität

ist daher vom Softwarehersteller zu bestätigen, dass das zu kennzeichnende Softwareprodukt auf einem Referenzsystem aus einem Kalenderjahr, das mindestens fünf Jahre vor Antragsstellung liegt, lauffähig ist.

In der ursprünglichen Version des Kriterienkatalogs aus dem vorangehenden Forschungsprojekt zur Entwicklung der Bewertungsmethodik (Gröger et al. 2018) waren zudem die Kriterien

- ▶ Plattformunabhängigkeit und Portabilität: „Kann das Softwareprodukt auf verschiedenen aktuell verbreiteten produktiven Systemumgebungen (Hardware und Software) betrieben werden und können die Nutzenden zwischen diesen ohne Nachteil wechseln“ und
- ▶ Hardwaresuffizienz: „Bleibt die Menge an beanspruchter Hardwarekapazität bei Weiterentwicklung des Softwareprodukts auch bei Funktionserweiterungen über die Zeit konstant?“ genannt.

Diese wurden nicht in die Vergabekriterien für den Blauen Engel übernommen, weil das Umweltzeichen für ein Softwareprodukt einerseits auf einer bestimmten Plattform (Referenzsystem) beantragt wird. Andererseits wären für den Nachweis der Hardwaresuffizienz Werte über einen längeren Zeitraum notwendig, da sich die Suffizienz auf die Weiterentwicklung der Software bezieht. Der Aspekt wird in den Vergabekriterien unter den „Anforderungen während der Vertragslaufzeit“ aufgegriffen, die festlegen, dass die Software auf demselben Referenzsystem lauffähig bleiben muss und der Energiebedarf sich nicht um mehr als 10 Prozent gegenüber den Werten bei Antragsstellung erhöhen darf.

2.4.4 Nutzungsautonomie

Wird davon ausgegangen, dass viele Nutzenden an einem ressourcenschonenden Einsatz von Software interessiert sind, müssen diesen die Möglichkeit für einen solchen Einsatz haben, d. h. Einblicke in das Produkt, Handlungsspielraum, um beanspruchte Kapazitäten zu reduzieren und entsprechende Informationen. Die Optionen sollen so niedrigschwellig verfügbar sein, dass auch technikerne Nutzende autonom handeln können. Folgende Aspekte sind dafür nachzuweisen bzw. zu ermöglichen:

- ▶ Datenformate,

- ▶ Transparenz des Softwareprodukts,
- ▶ Kontinuität des Softwareproduktes,
- ▶ Deinstallierbarkeit,
- ▶ Offlinefähigkeit,
- ▶ Modularität,
- ▶ Werbefreiheit,
- ▶ Dokumentation des Softwareprodukts, der Lizenz- und Nutzungsbedingungen.

Darüber hinaus wurden im ursprünglichen Kriterienkatalog (Gröger et al. 2018) noch die Aspekte

- ▶ Transparenz des Prozessmanagements: „Macht das Softwareprodukt die Nutzenden darauf aufmerksam, dass es im Hintergrund automatisch Prozesse startet oder weiterlaufen lässt, die möglicherweise nicht genutzt werden?“,
- ▶ Lösbarkeit der Daten: „Werden Nutzende ausreichend darin unterstützt, die während des Betriebs des Softwareprodukts generierten Daten, die sie nicht explizit angelegt haben, nach Bedarf zu löschen?“ und
- ▶ Wartungsfunktionen: „Bietet das Softwareprodukt einfach zu benutzende Funktionen, die es erlauben, eingetretene Schäden an Daten und Programmen zu beheben?“ genannt.

Diese sind aufgrund ihrer Komplexität beim Nachweis und aufgrund von Rückmeldungen aus dem Feldtest gestrichen worden. Hinzugekommen sind, nach dem Praxisworkshop, die Aspekte „Modularität“ und „Werbefreiheit“.

Eine ausführlichere Herleitung einzelner Kriterien und ihrer Operationalisierungen sind dem Abschlussbericht „Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourcen-effiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik“ (Gröger et al. 2018) zu entnehmen.

2.4.5 Ausblick

Bei einer künftigen Überarbeitung der Vergabekriterien für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte wird empfohlen, folgende Anforderungen zu überprüfen bzw. neu aufzunehmen:

- ▶ quantitative Mindestanforderungen,
- ▶ Geltungsbereich: Server-Client-Softwareprodukte und Systemsoftware,
- ▶ Vorgegebene Standardnutzungsszenarien,
- ▶ Prüflabore für Messungen.

3 Weiterentwicklung bestehender Umweltzeichen

Durch das Umweltzeichen sollen die, aus Umweltsicht, besten am Markt verfügbaren Produkte gekennzeichnet werden. Da sich der Markt fortwährend weiterentwickelt, sich die Produkte durch den technischen Fortschritt oder neue Nutzungsgewohnheiten verändern und auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen nicht konstant bleiben, haben die Vergabekriterien der Umweltzeichen eine begrenzte Gültigkeitsdauer. Abhängig von der Dynamik einer Produktgruppe liegt die typische Gültigkeitsdauer der Vergabedokumente zwischen 3 und 5 Jahren. Ein Jahr bevor die Dokumente ihre Gültigkeit verlieren, wird daher in der Regel eine Überarbeitung und Weiterentwicklung der Kriterien erforderlich.

Bei der Weiterentwicklung wird geprüft, ob die identifizierten Umweltwirkungen immer noch relevant sind, ob neue ökologische Hot-Spots hinzugekommen sind, ob die Vergabekriterien verschärft werden müssen, um nach wie vor eine Differenzierung der Produkte zu ermöglichen, ob es neue Produkttypen innerhalb des Geltungsbereichs mit neuen ökologischen Fragestellungen gibt, ob es bei den bestehenden Zeichennehmern Unklarheiten oder Schwierigkeiten im Vergabeprozess gab und ob sich die normativen und gesetzlichen Rahmenbedingungen geändert haben.

Im vorliegenden Forschungsprojektes wurden insgesamt vier bestehende Umweltzeichen untersucht und weiterentwickelt:

- ▶ Digitale Schnurlostelefone (DE-UZ 131)
- ▶ Voice-over-IP-Telefone (DE-UZ 150)
- ▶ Telefonanlagen (DE-UZ 183)
- ▶ Einwegwindeln (DE-UZ 208)

Die beiden Produktgruppen Voice-over-IP-Telefone und Telefonanlagen wurden dabei zu einem gemeinsamen Vergabedokument zusammengefasst, da beiden Produkte auch als Produktkombination angeboten werden. In den nachfolgenden Kapiteln werden die wichtigsten Neuerungen und die entwickelten Vergabekriterien vorgestellt.

3.1 Digitale Schnurlostelefone (DE-UZ 131)

Aufgrund der technischen Weiterentwicklungen, neuer Rechtsvorschriften sowie weiteren Funktionalitäten von digitalen Schnurlostelefonen war es erforderlich, die geltenden Vergabekriterien für das Umweltzeichen „Digitale Schnurlostelefone“ (DE-UZ 131, Ausgabe April 2014) zu prüfen und zu aktualisieren. Hierzu wurden wissenschaftlich-technische Untersuchungen entsprechend den Anforderungen von Typ I Umweltzeichen nach EN ISO 14024:2018 durchgeführt und aktualisierte Vergabekriterien entwickelt. Das überarbeitete Vergabedokument wurde im Dezember 2019 von der Jury Umweltzeichen beschlossen und auf der Webseite des Blauen Engels veröffentlicht (DE-UZ 131 2020).

Die durchgeführten Teiluntersuchungen wurden in einem Hintergrundbericht dokumentiert und beim Umweltbundesamt veröffentlicht (Löw und Gröger 2021a). Die nachfolgende Zusammenfassung der Ergebnisse ist in weiten Teilen diesem Hintergrundbericht entnommen.

Folgende Teiluntersuchungen wurden durchgeführt:

- ▶ Festlegung des **Geltungsbereichs**,

- ▶ Recherche zu den **Markttrends** von DECT-Telefonen,
- ▶ **technische Analyse** zu den Übertragungsstandards, typischen Netzanschlüssen und den Zusatzfunktionen von DECT-Geräten,
- ▶ Prüfung der zu überarbeitenden Kriterien im Hinblick **auf Sicherheits- und Umweltaspekte**,
- ▶ Aktualisierung der **regulatorischen Grundlagen** und
- ▶ die dadurch resultierende **Überarbeitung der Vergabekriterien**.

3.1.1 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich des Blauen Engels für digitale Schnurlostelefone der bisherigen Versionen 1 bis 3 bleibt bestehen. Geräte, die in den Geltungsbereich des Umweltzeichens DE-UZ 131 fallen, müssen hauptsächlich für die Übertragung von Telefonanrufen und Nachrichten ausgelegt sein. Darüber hinaus können diese aber auch zusätzliche Funktionen bereitstellen (z. B. Anrufbeantworter, Organisator oder Datenübertragung über Bluetooth oder WLAN). Die Vergabekriterien gelten für digitale Schnurlostelefone, die nach DECT, DECT/CAT-iq oder ähnlichem Standard arbeiten. Im Geltungsbereich der Vergabekriterien liegen Geräte oder Gerätekombinationen, die aus den folgenden Komponenten bestehen:

- Mobilteil und Ladeschale,
- Mobilteil und Basisstation mit integrierter Ladefunktion,
- Mobilteil, Ladeschale und Basisstation.

Schnurgebundene Tischtelefone mit integrierten DECT-Stationen ohne Mobilteile sind vom Geltungsbereich ausgeschlossen. Ebenfalls ausgeschlossen sind Mobiltelefone, die unter den Geltungsbereich der Vergabekriterien DE-UZ 106 fallen, sowie Router, die unter die Vergabekriterien DE-UZ 160 fallen.

3.1.2 Markttrends

Die absolute Anzahl der verkauften Geräte und die Absatzzahlen zeigen, dass Festnetztelefone in Deutschland weiterhin genutzt werden. Im Jahr 2018 wurden in Deutschland rund 4,8 Millionen Festnetztelefon-Geräte an Endverbraucher verkauft (Statista 2019a, 2019b). Ein Vergleich mit den Mobiltelefonen bzw. Smartphones macht hingegen deutlich, dass Festnetztelefone nur einen sehr geringen Anteil am gesamten Umsatz des Telefonsektors spielen. Für das betrachtete Umweltzeichen sind nur schnurlose Festnetztelefone von Bedeutung. DECT-Telefone finden häufig Anwendung als Familientelefon, wobei mehrere Mobilteile über die Wohnung oder verschiedenen Etagen verteilt sind (faz.net 2017). Die geführten Gesprächsminuten geben Auskunft über das Nutzungsverhalten in Bezug auf die Schnurlostelefonie. Generell lassen sich zwei Trends erkennen:

- ▶ **Trend zum Mobilfunk.** Daten zeigen, dass in Deutschland zukünftig mehr über das Mobiltelefon telefoniert wird als mit herkömmlichen Festnetzgeräten
- ▶ **Trend der asynchronen Kommunikation.** Es wird grundsätzlich weniger telefoniert, d. h. nicht nur im Festnetz, sondern auch im Mobilfunknetz. Stattdessen werden vermehrt Nachrichten und E-Mails verschickt, die keine unmittelbare Interaktion erfordern

Die drei Anbieter Gigaset, Panasonic und die Deutsche Telekom machen in Deutschland im Oktober 2019 über 50 % der erhältlichen DECT-Telefonmodelle aus. Namhafte Hersteller wie AVM, der unter anderem die sogenannte Fritzbox vertreibt, haben nur einen geringen Marktanteil. Mehr als ein Drittel der Telefonmodelle werden von einer Vielzahl von Herstellern vertrieben, die aber jeweils nur 1 bis 2 Prozent des Gesamtangebots ausmachen (idealo 2019).

3.1.3 Technische Analyse

Ab 2006 wurde der DECT-Standard zunächst als New Generation DECT weiterentwickelt. Die Abkürzung CAT-iq wurde im kommerziellen Umfeld synonym verwendet (ETSI 2020). Die Technologie ermöglicht die Bündelung mehrerer (DECT) Sprachkanäle, was zu einer verbesserten Sprachqualität und größeren Interoperabilität zwischen Geräten verschiedener Hersteller führt. Aufgrund der höheren Bandbreite, die mit CAT-iq möglich ist, können auch andere Angebote als Telefonate mit höherer Sprachqualität, wie Podcasts oder Internetradio unterstützt werden.

Die bei einer bestehenden Telefonverbindung zulässige maximale Sendeleistung beträgt 250 mW pro Sendepuls (NTP). Durch die zeitlich versetzten Sendepulse ergibt sich während eines Telefongesprächs eine mittlere abgestrahlte Leistung von 10 mW. Nach DIN EN 50360 muss der SAR-Wert nicht vom Hersteller ermittelt und angegeben werden, um die Einhaltung der Grenzwerte (100 mW/kg) nachzuweisen, wie dies bei Mobiltelefonen üblich ist.

Im Jahr 2017 hatte über die Hälfte der Deutschen einen DSL-Anschluss, was ihn zu dem relevantesten Anschluss macht. IP-basierte Telefonzugänge (VoIP über DSL, HFC, FTTB/FTTH), haben im Laufe der Jahre im Bestand zugenommen. Demgegenüber steht die Anzahl der klassischen Telefonverbindungen (analog / ISDN), welche an Bedeutung abgenommen hat (BNetzA 2017).

Aktuell erhältliche digitale Schnurlostelefone enthalten häufig Energiesparfunktionen, die jedoch nicht harmonisiert sind. Energie kann im Wesentlichen in der Strahlungsleistung der Basisstation sowie in der "Kommunikation" zwischen der Basisstation und dem Mobilteil eingespart werden. Die Energiesparfunktion, die der CAT-iq-Standard unabhängig vom Hersteller bietet, ist der sogenannte emissionsfreie Modus. Dies ist die Konfiguration, in der die Funksignale der Basisstation und der Mobilteile (oder des Mobilteils) ausgeschaltet sind. Heutzutage wird häufig der CAT-iq-Funkstandard anstelle des DECT-Standards für schnurlose Telefone verwendet. Die Deutsche Telekom gibt z.B. an, dass der von der Firma kommunizierte „Full Eco mode“ bei DECT-Geräten dem „No-Emission-Modus“ von CAT-iq-Geräten entspricht.

3.1.4 Sicherheits- und Umweltaspekte

Für Festnetztelefone können die Sicherheitsaspekte (Sicherheit im Sinne von gesundheitlicher Vorsorge) auf die Betrachtung der Strahlung beschränkt werden. Eine Studie des Öko-Instituts aus dem Jahr 2017 (Gröger et al. 2017) bewertet die gesundheitlichen Risiken der Strahlung so, dass bei Einhaltung der aktuell geltenden Grenzwerte keine wissenschaftlich belegten Gesundheitsrisiken bestehen. Nachteilige gesundheitliche Auswirkungen, die bisher einerseits nicht wissenschaftlich nachgewiesen sind, andererseits nach derzeitigem Kenntnisstand aber auch nicht vollkommen ausgeschlossen werden können, wird im Allgemeinen durch Vorsorge begegnet (Gröger et al. 2017). Im Fall der elektromagnetischen Strahlung besteht die Vorsorge darin, den zulässigen Abstrahlwert noch weiter unter die gesetzlichen Mindestanforderungen abzusenken.

Aus Umweltsicht sollten außerdem auf Materialeigenschaften von Gerät, Verpackung und Bedienungsanleitung, auf den Energieverbrauch des Geräts sowie auf Ersatzteilanforderungen im Hinblick auf Langlebigkeit geachtet werden.

3.1.5 Regulatorisches Umfeld

Die gesetzlichen Vorschriften in Bezug auf die zulässige **elektromagnetische Strahlung** wird durch die Richtlinie 2014/53/EU („Funkanlagenrichtlinie“) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 geregelt und nicht wie zuvor in der 1. Version des Umweltzeichens durch die Richtlinie 1999/5/EG. Das Funkanlagengesetz (FuAG) ist die deutsche Umsetzung der aktuellen Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU. Vier der Kriterien in DE-UZ-131 verweisen auf diese Richtlinie.

Die **stofflichen Anforderungen** werden durch die REACH-Verordnung (Nr. 1907/2006) und die CLP-Verordnung (Nr. 1272/2008) der EU definiert. Diese müssen in DE-UZ-131 für das Kriterium 3.8 „Materialanforderungen an die Kunststoffe in Gehäuse und Gehäuseteilen“ berücksichtigt werden. Adressiert werden Stoffe, die eine schädigende Wirkung für Mensch und Umwelt haben.

Die „Standby-Verordnung“ (EG Nr. 1275/2008) und die „Netzteil-Verordnung“ (EG Nr. 278/2009) sind die relevanten erlassenen Verordnungen zur Durchführung der „Ökodesign“-Richtlinie. Auf erstere wird indirekt in Kriterium 3.1 des Umweltzeichens DE-UZ-131 Bezug genommen. Die dort genannten maximalen Leistungsaufnahmen in verschiedenen Betriebszuständen leiten sich aus den Grenzwerten der Standby-Verordnung ab. Die Netzteil-Verordnung spielt dann eine Rolle, wenn ein Gerät mit externem Netzteil ausgeliefert wird.

Nicht direkt im Text der Vergabekriterien beschrieben, aber durch den Zeichennehmer trotzdem zu berücksichtigen, sind die folgenden rechtlichen Grundlagen:

Das Elektro- und Elektronikgesetz (ElektroG) sowie die Verordnung zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroStoffV).

Die durch das Batteriegesetz (BattG) in deutsches Recht umgesetzte EU-Batterie-Richtlinie (2013/56/EU).

Die durch das Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG) in deutsches Recht umgesetzte Richtlinie 2001/95/EG über die allgemeine Produktsicherheit.

3.1.6 Überarbeitung der Vergabekriterien

Überarbeitung des Kap. 1 „Einleitung“ und Kap. 2 „Geltungsbereich“

Im Rahmen des Umweltzeichens DE-UZ-131, 2020, wurde aufgrund der Entwicklungen der Technik für das Kap. 1 „Einleitung“ begriffliche Anpassungen vorgenommen. Der in Kap. 2 beschriebene „Geltungsbereich“ der Version 4 bleibt im Vergleich zur vorhergegangenen Version 3 aus 2019 derselbe, wie bereits zuvor beschrieben. Dies gilt trotz der Änderungen im Bereich der Gerätetechnik von insbesondere DECT-Basisstationen (DECT-fähige Router) sowie immer häufigeren Zusatzfunktionen der Geräte.

Überarbeitung des Kap. 3.1 bis 3.4 „Energieverbrauch“ & „Sendeleistung“

In der überarbeiteten Version wird für den Betriebszustand des Mobilteils plus Basis eine Erhöhung der Leistungsaufnahme von 0,5 W dann zugestanden, wenn die Basis über einen optischen Hinweisgeber verfügt. Bei WLAN-fähigen Mobilteilen wurde die erlaubte maximale Leistungsaufnahme von 1,2 W auf nun 1,0 W gesenkt.

Die Änderungen der Kriterien unter 3.2 bis 3.3 dienen der Harmonisierung von DECT & CAT-iq Geräten. Dabei wurden zunächst im Kriterium 3.2 („Manuelle Reichweitenbegrenzung“) beide Übertragungsstandards textlich zusammengefasst ohne dass dies inhaltliche Auswirkungen hat. Die Ausnahme, die in 3.3 („Automatische Anpassung der Sendeleistung“) in den vorhergehenden

Kriterien noch Basisstationen von CAT-iq Geräten zugestanden wurde, besteht nicht mehr. Das Kriterium „Abschalten der Sendesignale im Standby-Betrieb“ (3.4) bezieht sich auf die Energiesparfunktionen von DECT-Geräten bzw. für den No-Emission-Modus für CAT-iq Geräte. Hierfür wurden textliche Veränderungen vorgenommen, um eine Gleichbehandlung von DECT und CAT-iq Geräten hinsichtlich dieses Kriteriums klarzustellen. Inhaltlichen wurden keine Veränderungen durchgeführt.

Exposition/ SAR-Wert Kap. 3.7

Der Grenzwert für die maximale Spezifische Absorptionsrate (SAR-Wert) wurde in den Kriterien in der Version 4 gegenüber den vorherigen Versionen abgesenkt. Die Spezifische Absorptionsrate eines DECT-Telefons darf daher nun maximal 0,10 Watt pro Kilogramm betragen. Die Änderung ist eine Anpassung an Strahlungsmaxima, die Geräte heutzutage schon erreichen können. Alle Funksignale (DECT, Bluetooth, WLAN) dürfen zusammen diesen Grenzwert nicht überschreiten.

Weitere Überarbeitung der Kap. 3.8 bis 3.12

- ▶ Kapitel 3.8 „Materialanforderungen an die Kunststoffe der Gehäuse und Gehäuseteile“ wurde an Änderungen der Rechtstexte und Normen angepasst.
- ▶ In Kapitel 3.9 (vormalig Kapitel 3.10) wurden nun wiederaufladbare Li-Ionen-Batterien mit abgedeckt. Verwendete Akkumulatoren sollen seit der Überarbeitung mindestens 6 Jahre nach Vermarktungsende des Gerätes als originales Ersatzteil durch den Hersteller zur Verfügung gestellt werden.
- ▶ In Kapitel 3.11 „Anforderungen an die Verkaufsverpackungen“ wurde der Umwelt- und Ressourcenschutz verstärkt. Diese müssen ausschließlich aus Papier oder Kartonage mit einem Minimumgehalt an Recyclingfasern von $70 \pm 5 \%$ bestehen
- ▶ Im Kapitel 3.12 „Bedienungsanleitung“ wird derselbe Anteil an Recyclingmaterial festgelegt wie für die Verpackung (s.o.). Die Bedienungsanleitung muss für den Zeitraum der Markteinführung des Geräts bis mindestens 6 Jahre nach Vermarktungsende im Internet zur Verfügung stehen. Angaben zu einem optimalen Aufstellungsort der Basisstation, um die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern möglichst gering zu halten, müssen ebenfalls gemacht werden.

Einfügung des Kapitels 3.13 „Ausblick auf mögliche zukünftige Anforderungen“

Die Harmonisierung von CAT-iq und DECT-Geräten soll angestrebt werden mit dem Ziel, dass die Kriterien des DE-UZ-131 möglichst keine Ausnahmen mehr für CAT-iq gegenüber DECT-Geräten beinhalten müssen.

Eine zukünftige Überarbeitung der Kriterien soll eine Beurteilung von Überschneidungen von digitalen Schnurlostelefonen, Telefonanlagen (DE-UZ-183) und VoIP-Geräten (DE-UZ-150) enthalten. Mögliche Konsequenzen für die jeweiligen Vergabekriterien sind zu prüfen und abzuleiten. Das Ergebnis könnte beispielsweise eine Änderung des Geltungsbereichs sein. Die Vergabekriterien für Mobiltelefone (DE-UZ 106 2017) zum Vorbild nehmend, soll die Aufnahme von Kriterien zur sozialen Verantwortung von Unternehmen geprüft werden.

Ausblick der Produktgruppe

Der DECT-Funkstandard scheint auch in Zukunft wichtig zu sein. Im Zeitraum, für den die Kriterien nun verabschiedet wurden, werden weitreichende Änderungen bei Produkten, die mit dem DECT Standard operieren, erwartet. Daher wird für zukünftige Überarbeitungen der Vergabekriterien empfohlen, insbesondere den Geltungsbereich des Umweltzeichens DE-UZ-131

vor dem Hintergrund der Änderungen beim DECT Standard zu prüfen. Die Entscheidung darüber, ob die Trennung der Produktgruppen von schnurgebundenen VoIP- und schnurlosen DECT- oder WLAN-Geräten weiterhin sinnvoll ist, geht über die Überarbeitung der hier betrachteten Vergabekriterien hinaus. Gleiches gilt für Überlegungen zur Ausweitung des Geltungsbereiches auf weitere DECT-basierte Haushaltsgegenstände.

3.2 Voice-over-IP-Telefone (DE-UZ 150) und Telefonanlagen (DE-UZ 183) zusammengefasst als Telefonanlagen und schnurgebundene Voice-over-IP-Telefone (DE-UZ 220)

Innerhalb dieser Teilleistung im vorliegenden Forschungsvorhaben sollten die Vergabekriterien der beiden bestehenden Umweltzeichen Telefonanlagen (DE-UZ 183) und VoIP-Telefone (DE-UZ 150) zu einem gemeinsamen neuen Umweltzeichen zusammengeführt werden. Hierzu wurden Recherchen und Herstellerbefragungen durchgeführt und parallel dazu ein Hintergrundbericht erstellt, der beim Umweltbundesamt veröffentlicht wurde (Löw et al. 2021a). Dieses Kapitel dokumentiert die wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Teiluntersuchungen und zitiert dabei aus der Zusammenfassung des Hintergrundberichts. Das überarbeitete Vergabedokument wurde im Dezember 2020 von der Jury Umweltzeichen beschlossen und wurde auf der Webseite des Blauen Engels veröffentlicht (DE-UZ 220 2021).

Der Blaue Engel für **Voice-over-IP-Telefone** (DE-UZ 150) existierte seit 2010, der Blaue Engel für **Telefonanlagen** (DE-UZ 183) existierte seit 2013. Die Kriterien wurden bis Ende 2021 ohne weitreichende Änderung verlängert. Einige technische Entwicklungen der Geräte sowie Veränderungen des Nutzungsspektrums sowohl von VoIP-Telefone als auch von Telefonanlagen haben es notwendig gemacht, die geltenden Vergabekriterien neu zu prüfen und zu aktualisieren. Damit sollte das Ziel umgesetzt werden, den Blauen Engel für die adressierten Geräte auch weiterhin als anspruchsvolles Umweltzeichen zu erhalten. Die Überarbeitung der beiden Kriterien wurde wegen der möglicherweise gemeinsamen Anschaffung, der Erwartung von Nutzerinnen und Nutzern, dass alle dem „Telefon“ zugerechneten Geräte beispielsweise die gleichen Materialkriterien, Entsorgungs- oder Software-Updatemöglichkeiten erfüllen, und ähnlichen technischen Voraussetzungen in einem gemeinsamen Umweltzeichen konsolidiert. Händler können dadurch ein „Gesamtpaket“ für Telefonsysteme (Telefonanlage + Endgeräte) mit Blauem Engel anbieten. Trotzdem ist es auch möglich, einzelne VoIP-Endgeräte sowie separate Telefonanlagen mit dem Umweltzeichen anzubieten.

In dem Hintergrundbericht (Löw et al. 2021a) werden die Änderung der Vergabekriterien des Blauen Engels für die Produktgruppen VoIP-Telefone (DE-UZ 150) und Telefonanlagen (DE-UZ 183) beschrieben. Auf der Basis der jeweils fünften Versionen der Kriterien für beide Einzelproduktgruppen wurde ein gemeinsamer Vergabekriterienkatalog für einen „neuen“ Blauer Engel für umweltfreundliche Telefonanlagen und schnurgebundene Voice-over-IP-Telefone (DE-UZ 220) entwickelt. Der Bericht enthält alle eingeflossenen Informationen, Argumentationen sowie die jetzt schon absehbaren zukünftigen Entwicklungen der Produktgruppe.

Bei den „Telefonanlagen“ sind im Speziellen die Hardware-Geräte gemeint, die bei den Herstellern auch „*Private Branch eXchange*“ genannt werden (PBX). Cloud-basierte Telefonanlagen, die ohne lokale Vermittlungsstelle auskommen, da diese in externe Rechenzentren verlagert sind, sind nicht Gegenstand des Geltungsbereichs, auch wenn erwartet wird, dass ihr Marktanteil in Zukunft steigt.

„Schnurgebundene Voice-over-IP-Telefone“ sind stationäre Geräte, bei denen die Gesprächsdaten über das Ethernet oder WLAN, d.h. das Internet-Protokoll (IP), weitergegeben

werden. Alle Geräte, deren Datenübertragung nicht IP-basiert funktioniert, sind aus dem Geltungsbereich ausgeschlossen, ebenso alle Router, für die es einen eigenen Blauen Engel gibt. Die Sprachübertragung wurde als primär relevant eingestuft, d.h. VoIP-Geräte mit Videokonferenz-Funktion waren kein expliziter Untersuchungsgegenstand dieser Überarbeitung der Kriterien. Sie sind jedoch nicht ausgeschlossen, sofern sie die Kriterien erfüllen.

Zu Beginn der Arbeiten wurde das Produktumfeld der Telefonanlagen und VoIP-Telefone im Hinblick auf vier Schwerpunkte untersucht:

- ▶ Marktentwicklungen,
- ▶ technische Trends bzw. die Funktionsweise der Geräte,
- ▶ Umwelt- und Verbraucheraspekte und
- ▶ das regulatorische Umfeld.

Die Studie enthält ein Kapitel zur methodischen Vorgehensweise, die hier nicht zusammengefasst wird. Es folgt die Zusammenfassung der Rechercheergebnisse je Schwerpunkt.

3.2.1 Marktentwicklungen

Das deutsche Unternehmen Unify hat auf dem Weltmarkt einen Anteil von 5% für physische PBX-Systeme, in Deutschland – je nach Größe der Telefonanlage – liegt der Marktanteil dieses Unternehmens bei 35 % bis 42 %. Das Unternehmen war bei der Expertenanhörung vertreten. Die Marktanteile der weiteren dort anwesende Unternehmen (Auerswald, Snom & Innovaphone) sind in der entsprechenden Statistik unter „sonstige“ subsummiert. „Sonstige“ haben Anteile von 5 % bis 13 %, je nach Anlagengröße. In Deutschland sind die Festnetze fast vollständig auf IP-basierte Übertragung umgestellt, am häufigsten erfolgt die Übertragung von IP-Daten im deutschen Festnetz über DSL. Der ISDN-Standard soll laut Bundesnetzagentur 2022 abgeschaltet werden.

3.2.2 Technische Trends

Die Hauptfunktion von PBX-Systemen ist eine „Call Center“ Funktion, d.h. dort läuft die Kommunikation von angeschlossenen Endgeräten zusammen. Es gibt eine hohe Variabilität von Funktionen von Telefonanlagen, insbesondere aufgrund des Konzepts der „Unified Communication“. Auf dem Markt wurden Anlagen mit bis zu 700 Schnittstellen gefunden. In Kürze wird anhand einiger Begriffe die Funktionsweise von Telefonanlagen und angeschlossenen (VoIP-)Geräten erklärt: An Schnittstellen geht die Datenübertragung von Endgeräten ein, sie können Port- oder Funk-Schnittstellen, etwa für WLAN oder den DECT Standard, sein. Ports sind physische Schnittstellen, an denen Kabel eingesteckt werden. Teilnehmer sind physische Endgeräte, die mit der Telefonanlage gekoppelt sind und durch eine eigene IP-Adresse angesprochen werden. Eine gleichbedeutende Bezeichnung ist daher IP-Device. Auch andere Kommunikationsgeräte (z.B. Türsprechanlagen, Signalgeber, Aktoren, Sensoren) sind IP-Devices. Die IP-Telefone können über eine verzweigte Netzwerkstruktur mit LAN-Kabeln, beispielsweise durch zwischengeschaltete Switches (Verteiler) auf unterschiedlichen Stockwerken eines Büros, angesprochen werden. Ein IP-Device muss also nicht direkt in die Telefonanlage eingesteckt werden können. Auch der Strombedarf der IP-Devices kann über das LAN gedeckt werden, was man Power-over-Ethernet (PoE) nennt. Im Extremfall hat die Telefonanlage nur eine einzige IP-Schnittstelle, die alle IP-geführten Gespräche und Signale bündelt. In einem Gespräch werden zwei Gesprächskanäle benötigt (pro Teilnehmer einer), Wie

viele Gesprächskanäle eine Schnittstelle bündeln kann, ist technologieabhängig. Die Leistungsfähigkeit der Telefonanlage entscheidet sich über die Anzahl der maximal gleichzeitig möglichen Gesprächskanäle. Die Variabilität von Funktionen ist nicht nur für die Telefonanlagen, sondern auch für die VoIP-Telefone sehr groß, d.h. es gibt Geräte mit sehr verschiedenen Ausstattungen. Eine wichtige Variable für den Energieverbrauch ist die Art und Größe des Displays.

3.2.3 Umwelt- und Verbraucheraspekte

Für die vorliegende Produktgruppe sind Energieverbrauch und Langlebigkeit die wichtigsten Umweltaspekte. Datensicherheit und Garantie sind Verbrauchern und Verbraucherinnen wichtig. Die Anlagen, Endgeräte, Netzteile und Switches bzw. Schnittstellen verbrauchen Energie. Es wird davon ausgegangen, dass das größtmögliche Potential für die Energieeffizienz einer Telefonanlage darin steckt, den Bereitschaftsmodus, der zeitlich gesehen am häufigsten und längsten vorliegt, effizient zu gestalten. Für die VoIP-Geräte ergaben ausgewertete Marktdaten eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von 3,9 Watt. Der Grenzwert für VoIP-Geräte, die mit dem Energy Star – ein Umweltlabel aus den USA – ausgezeichnet werden dürfen, beträgt 3,7 Watt, der sogenannte „EU Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Equipment“ (Bertoldi 2019) erlaubt maximal 3,4 Watt im Bereitschaftsmodus. Eine Auswertung von technischen Datenblättern von Telefonanlagen ließ keinen solch übersichtlichen Schluss zu. Die Anforderung an die Langlebigkeit der Produkte drückt sich insbesondere in der Kompatibilität von Geräten und Anlagen auf Hardware- sowie Softwareebene aus, für weiteres müssen die Geräte bestimmte Protokolle und Übertragungsstandards unterstützen. Ein zweiter Aspekt von Langlebigkeit ist die Reparierbarkeit, wofür Ersatzteile und Software-Updates zur Verfügung stehen müssen.

3.2.4 Regulatorisches Umfeld

Hier sind insbesondere das Ökodesign und die Chemikaliengesetzgebung zu nennen. Zweitere ist die Grundlage für die Materialanforderungen an die Anlagen und Geräte. Die Umfeldanalyse listet außerdem die untersuchten Produktsiegel/-standards und weitere konkrete Gesetze, auf der Basis derer die Hersteller arbeiten.

3.2.5 Überarbeitung der Vergabekriterien

Die Vergabekriterien (DE-UZ 220 2021) sind in vier Abschnitte aufgeteilt: Energieverbrauchsanforderungen, Anforderungen an den Ressourcenschutz und die Langlebigkeit, Materialanforderungen und weitere Kriterien. In dieser Reihenfolge beschreibt diese Zusammenfassung jetzt die Überarbeitungen, die an den Kriterien durchgeführt wurden.

Im Abschnitt **Energieverbrauch** wurden die meisten Änderungen durchgeführt. Das Kriterium zur maximal erlaubten Leistungsaufnahme wurde komplett überarbeitet. Im Unterschied zu den alten Versionen der Vergabekriterien beziehen sich die Anforderungen für den Energieverbrauch nur noch auf den Bereitschaftsmodus. Für alle anderen Modi, in denen sich Telefonanlage oder Telefon befinden können, gab es keine der Realität nahekommende und gesicherte Datengrundlage, um Grenzwerte für den Energieverbrauch abzuleiten. Neu sind ein Informationskriterium zu Leistungsaufnahmen in verschiedenen Betriebszuständen und Anforderungen an die Netzteile, wobei ersteres die Vergleichbarkeit von verfügbaren Daten zur Leistungsaufnahme von TK Anlagen sicherstellen soll. Im Kriterium zum Powermanagement gab es keine inhaltlichen Änderungen für die VoIP-Geräte. Die zunächst vorgeschlagene Erweiterung des Kriteriums für Telefonanlagen wurde in der Expertenanhörung abgelehnt.

Fünf Kriterien gruppieren sich zu den Anforderungen an **den Ressourcenschutz und die Langlebigkeit**: Durch eine Neustrukturierung der Kapitel wurde die neue Überschrift „Protokolle“ eingefügt, die Anforderung selbst, dass die zertifizierten Geräte bestimmte Übertragungsstandards unterstützen müssen, ist jedoch nicht neu. Die Kriterien zur Erweiterungsfähigkeit, Reparierbarkeit und Bereitstellung von Ersatzteilen ist eine Kombination aus den Texten der vorherigen Kriterien, enthält jedoch auch neue inhaltliche Aspekte. Die Kriterien zur Rücknahme der Geräte und die recyclinggerechte Konstruktion wurden nicht wesentlich verändert.

Die Änderungen in den **Materialanforderungen** waren weniger inhaltlich weniger umfangreich und es gab wenig Diskussionsbedarf in der Anhörung. Die Anforderungen an Kunststoffe in Gehäuseteilen wurden in Konformität mit der Formulierung des Kriteriums in ähnlichen Geräten geändert, die Änderung ist auf Änderungen der Rechtstexte und Normen im Chemikalienrecht zurückzuführen. Ein Anhang B wurde den Kriterien angefügt, um die angesprochenen Gefahrenkategorien den sogenannten H-Sätzen entsprechend der CLP-Verordnung zuzuordnen. Neu für beide Produktgruppen ist ein weiteres Informationskriterium über den Anteil an Kunststoff-Post-Consumer-Rezyklat-Gehalt für Gehäuse und Gehäuseteile. Anforderungen zu sogenanntem PCR Kunststoff werden nach und nach in mehreren Produktgruppen des Blauen Engels eingefügt. Die Kriterien zum Display, Systemen mit biozidem Silber, Leiterplatten und elektronischen Bauelementen entsprechen den Kriterien aus Version 5 der VoIP-Telefone. Sie sind neu für die Telefonanlagen. Das Erfüllen dieser stellt offenbar die Hersteller nicht vor Herausforderungen. Die Chlorparaffine, die für Leiterplatten ausgeschlossen sind, wurden mit ihren CAS-Nummern spezifiziert. Das Verpackungskriterium wurde in Anlehnung an das entsprechende Kriterium in der Vergabekriterien für DECT-Telefone (DE-UZ 131) entwickelt. Im Unterschied werden für die DE-UZ 220, jedoch nur ein Anteil von 90% (anstelle von 95%) Papierverpackung gefordert. Die Formulierung ist neu für beide Produktgruppen.

Folgende Änderungen gab es in der Gruppe der **weiteren Anforderungen**: Die Anforderung an die Sprachqualität galt bisher nur für die VoIP-Geräte und gilt jetzt neu für Telefonanlagen, wobei das Kriterium bis auf die Unterstützung bestimmter Standards möglicherweise nur wenig Relevanz für Telefonanlagen hat. Es gab keine inhaltlichen Änderungen. Sprach- und Signalisierungsverschlüsselung via TLS/SRTP fanden bereits Anwendung im Datensicherheitskriterium der Vorläuferversionen beider Produktgruppen, weitere Aspekte der Datensicherheit, z.B. das Fernwartungswebsites https verschlüsselt sein müssen, sind neu. Genau umgekehrt zur Sprachqualitätsanforderung galten die Qualitäts- und Komfortanforderungen bisher nur für die Telefonanlagen und trifft jetzt erweitert auch für VoIP zu. In Bezug auf Informationspflichten gab es keine Änderungen gegenüber den jeweiligen Vorläuferversionen der Kriterien.

Der **Ausblick** regt an, die Produktabgrenzung verschiedener Blauer Engel im Bereich der Telekommunikation dahingehend zu überdenken, ob eine Teilung zukünftiger Vergabekriterien in Gruppen Telefone (Endgeräte), VoIP-Systeme inkl. Cloud-basierte Telefonanlagen und Funk-Geräte mit jeweils eigenen Schwerpunkten sinnvoll ist.

3.3 Einwegwindeln (DE-UZ 208)

Als weiteres Umweltzeichen wurde der Blaue Engel für Einwegwindeln aktualisiert und überarbeitet (DE-UZ 208 2021). Der Geltungsbereich der Vergabekriterien wurde auf absorbierende Hygieneprodukte erweitert und umfasst damit Windeln, Damenhygiene- und Inkontinenzprodukte. Durch die Ausweitung kamen viele unterschiedlichen Anforderungen an die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit der eingesetzten Materialien hinzu oder mussten ergänzt werden (Zellstoff, Baumwolle, Superabsorber, Klebstoffe, Kunststoffe, Verpackungsmaterialien). Für die Überarbeitung wurden deshalb umfassende Recherchen durchgeführt und

ein intensiver Austausch mit bestehenden Zeichennutzern, potenziellen Antragstellern und deren Interessenvertretungen betrieben. Im Ergebnis wurden der Jury Umweltzeichen im Dezember 2020 überarbeitete Vergabekriterien vorgelegt, die zusätzliche Anforderungen an die hinzu gekommenen Hygieneprodukte beinhalten und standardisierte Nachweisverfahren für die Einhaltung der Anforderungen beinhalten.

Die im Rahmen der Revision von DE-UZ 208 Einwegwindeln (Version 1 (01/2018)) erfolgten Änderungen sind nachfolgend zusammengefasst. Der Name der überarbeiteten Vergabekriterien lauten nach der Überarbeitung „Windeln, Damenhygiene- und Inkontinenzprodukte (Absorbierende Hygieneprodukte)“ (DE-UZ 208 2021). Die Kriterien wurden Anfang 2021 veröffentlicht (Version 1 (01/2021): Neuausgabe, Laufzeit bis 31.12.2025).

3.3.1 Kapitel 1: Einleitung

Hintergrund: Kapitel 1.2 wurde entsprechend des erweiterten Geltungsbereichs um Inhalte zu absorbierenden Hygieneprodukten ergänzt. Außerdem wurde ergänzt, dass der Blaue Engel Mindestanforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und Qualität der zertifizierten Produkte stellt.

Zielsetzung: Im Kap. 1.3 wurde ein neuer Spiegelstrich „Verwendung von Biobaumwolle“ ergänzt, Geruchsbindern wurden beim Spiegelstrich zur Vermeidung kosmetischer Zusatzstoffe gestrichen und das Feld zur Erklärung der wichtigsten Kriterien („Erklärungsfeld“) geändert. Es lautet neu:

- ▶ schadstoffgeprüft und ohne Kosmetikzusätze;
- ▶ 100% Zellstoff aus zertifizierter Forstwirtschaft;
- ▶ hohe Gebrauchstauglichkeit.

Begriffsbestimmungen: Im Kapitel 1.4 wurden aufgrund des geänderten Geltungsbereichs der Begriff *Damenhygieneprodukte* sowie Begriffe aus dem Bereich Verpackung (*Umverpackung*, *Transportverpackung*, *Verbundverpackung*) und der Begriff *Lufttrocken-Tonne* ergänzt.

3.3.2 Kapitel 2 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich wurde von ursprünglich *Einwegwindeln* auf *absorbierende Hygieneprodukte* erweitert. Neu umfasst er Einweg-Hygieneprodukte mit absorbierender Funktion für Körperausscheidungen, die eine gewisse Zeit am oder im Körper verbleiben. In den Geltungsbereich fallen dabei Babywindeln (z.B. Höschenwindeln, Windelslips, Schwimmwindeln und Pants), Inkontinenzprodukte (z.B. Vorlagen, Einmalschlüpfer, Inkontinenzslips oder Analtampons), Damenhygieneprodukte (Slipereinlagen, Binden, Tampons, Stilleinlagen) sowie Achsel Pads. Explizit ausgeschlossen sind Mund-Nasenschutz-Masken, Verbandsstoffe, Feuchttücher, Taschen- und Kosmetiktücher, Wickelunterlagen und Watte pads.

3.3.3 Kapitel 3 Anforderungen

Produktbeschreibung: In Kapitel 3.1 wurden die Anforderungen an die Produktbeschreibung um die Einstufung der Absorptionskapazität der Hygieneprodukte ergänzt. Im Nachweis wurde neu auf Anhang F im Fall von Nachmeldungen und/oder Materialänderungen verwiesen.

Genereller Ausschluss von Stoffen mit bestimmten Eigenschaften: In Kapitel 3.2 wurde in Analogie zum Nordic Swan H318 gestrichen. Die H-Sätze zu krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen wurden vereinfacht: H350i, H360D, H360F, H360FD, H360Fd, H361f, H361d und H361fd werden nicht mehr extra

aufgeführt; sie sind durch die übergeordneten H-Sätze H350, H360 und H361 abgedeckt. Es wurde eine Ausnahme für Titandioxid eingefügt, da sich die Einstufung H351 nur auf einatembare Staube bezieht. Für einen in Schmelzklebstoffen als Nässeindikator (bei Inkontinenzprodukten) enthaltenen Stoff Dipropylenglykoldibenzoat (CAS 27138-31-4) wird eine Abweichung zum Stoffausschluss eingefügt.

Prüfung bestimmter chemischer Stoffe am Endprodukt: Im Kapitel 3.3 wurde der Hinweis auf die Probenvorbereitung wie folgt angepasst: „Die Probenvorbereitung für das Testobjekt "Produkt ohne Saugkörper“ erfolgt in Anlehnung an das EDANA Standardverfahren NWSP 351.“ Außerdem wurden die Grenzwerte teilweise angepasst, so dass eine möglichst große Übereinstimmung mit anderen Labeln, insbesondere OEKO-TEX® Standard 100 erreicht wird, ohne aber Lockerungen der bisherigen Grenzwerte des Blauen Engels zuzulassen.

Zellstoff – Herkunft des Zellstoffs: In Kapitel 3.4.1 wurde spezifiziert, dass 100 % der eingesetzten Holzfasern zertifiziert sein müssen und der Nachweis mit Verkaufsdokumenten erfolgen muss. Es erfolgte eine entsprechende Umformulierung von Kriterium und Nachweis.

Zellstoff – Auditor/in für die Überprüfung der Kriterien zur Herstellung des Zellstoffs: In Kapitel 3.4.2.1 wurde ergänzt, dass auch internationale Akkreditierungsstellen anerkannt werden sollen, um auch außereuropäischen Unternehmen den Zugang zu ermöglichen.

Zellstoff – Abwasseremissionen: In Kapitel 3.4.2.2 erfolgte neu eine Zusammenfassung von Luft- und Wasseremissionen in einer gemeinsamen Rechnung analog zum EU-Ecolabel.

Zellstoff – Bleichverfahren des Zellstoffs: In Kapitel 3.4.2.4 wurde der Grenzwert für adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) von 0,14 auf 0,12 kg AOX/Tonne lufttrocken verschärft.

Baumwolle: Es wurde das ein Kapitel 3.5 Baumwolle aufgenommen und mit folgenden Unterkapiteln spezifiziert:

Baumwolle – Herkunft der Baumwolle: In Kapitel 3.5.1 wurde festgelegt, dass die Baumwollfasern zu 100 % aus kontrolliert biologischem Anbau stammen müssen. Einzig die Rückholbändchen bei Tampons sind von dieser Anforderung ausgenommen, da sie eine große Reißfestigkeit aufweisen müssen.

Baumwolle – Bleichverfahren: Kapitel 3.5.2 legt fest, dass als Bleichverfahren nur total-chlorfreien Bleiche (TCF) zugelassen ist. Dies entspricht auch den Anforderungen des Global Organic Textile Standard Standards (GOTS).

Allgemeine Anforderungen an Kunststoffe im Produkt und der Verpackung: In den Unterkapiteln von Kapitel 3.6 wurden redaktionelle Änderungen vorgenommen. In Kapitel 3.6.2 Herkunft von nachwachsenden Rohstoffen für biobasierte Kunststoffe wurde „Rainforest Alliance (SAN)“ als zulässiges Zertifikat gestrichen, jedoch „Öko-Landbau-Siegel (deutsches Bio-Siegel oder EU-Bio-Siegel "Euro-Blatt")“ aufgenommen. Insgesamt wurde deutlicher hervorgehoben, welche Zertifikate nicht akzeptiert werden.

Anforderungen an spezielle Kunststoffe: Das Kapitel 3.7.1.2 **Herstellungsverfahren von SAP** wurde ergänzt. Es soll dazu dienen Herstellerdaten zu erheben und in einer späteren Revision ggf. die Entwicklung von Mindestkriterien erleichtern. Kapitel 3.7.5 Silikon wird spezifiziert und Dodecamethylcyclohexasiloxan D6 (CAS 540-97-6) in die Liste der ausgeschlossenen Chemikalien aufgenommen.

Klebstoffe: In Kapitel 3.8 wird die Bezeichnung für Kolophonium an den Nordic Swan angeglichen.

Färbung und Aufdrucke: In Kapitel 3.10 wurden neu Nässeindikatoren zugelassen.

Zugesetzte Stoffe: In Kapitel 3.11 wurden geruchsbindende/-vermeidende Stoffe unter bestimmten Voraussetzungen ausschließlich für Inkontinenzprodukte zugelassen: Die Stoffe müssen benannt werden, fest eingeschlossen/gebunden sein und dürfen nicht mehr als 1,5 Gewichtsprozent des Saugkörpers ausmachen. Die Geruchskaschierung, z.B. durch den Einsatz von Duftstoffen, ist ausgeschlossen.

Verpackung: Das Kapitel 3.12 wurde neu strukturiert und Unterkapitel mit Anforderungen an Verkaufsverpackungen, Umverpackungen und Transportverpackungen eingefügt. Insbesondere wurden Mindestkriterien für den für ein Recycling verfügbaren Wertstoffgehalt, den Anteil an Recyclingfasern sowie Informationspflichten eingefügt.

Qualität und Gebrauchstauglichkeit: Im Kapitel 3.14 erfolgten Anpassungen bei den geforderten Tests: ergänzt wurden Tests zur Absorptionsgeschwindigkeit und zur Hauttrockenheit. Die Anforderungen an den Test zur Hautverträglichkeit wurden spezifiziert. Tampons wurden vom Rücknässetest ausgenommen. Außerdem wurden konkrete Mindestanforderungen an die Bedingungen von Anwendungstests gestellt. Dies betrifft z.B. Anzahl der Proband*innen sowie die abgefragten Parameter. Außerdem wurde das Bewertungsschema des Anwendungstests konkreter definiert, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Neu wurden Mindestkriterien zur Gebrauchstauglichkeit aufgenommen: Mindestens 80 % der Proband*innen müssen die Leistung des Produktes (darunter Auslaufsicherheit, Absorption, Tragekomfort, Hauttrockenheit, Gesamtleistung) als zufriedenstellend einstufen. Anwendungstests und klinisch-dermatologischen Tests wurden von der Anforderung der Akkreditierung des Labors ausgenommen.

3.3.4 Anhänge

Messungen der Abluftemissionen: Im Anhang E wurden die Vorgaben zur Messfrequenz flexibilisiert.

Änderungen am Produkt (während der Vertragslaufzeit): Es wurde ein neuer Anhang F ergänzt, in dem das Vorgehen bei Nachmeldungen und/oder Materialänderungen festgelegt ist.

4 Gewinnung neuer Zeichennehmer bei bestehenden Umweltzeichen

Die Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel sind oft sehr ambitioniert, komplex und für potenzielle Zeichennehmer nicht immer einfach anzuwenden. In einer Recherche im Auftrag der RAL gGmbH haben Rüdener et al. (2020) Hemmnisse ermittelt, die dazu führen, dass das Umweltzeichen bei einigen Produktgruppen nur wenig genutzt wird. Ausgehend von den identifizierten Hemmnissen wurden Maßnahmen vorgeschlagen, die zur Gewinnung neuer Zeichennehmer beitragen können.

- ▶ Für das Umweltzeichen für **Elektrofahrräder (DE-UZ 197)** wurde unter anderem vorgeschlagen, dass ein Fachgespräch innerhalb der Branche das Umweltzeichen und seine Vorteile bei den Herstellern weiter bekannt machen könnte.
- ▶ Für das Umweltzeichen für **Waschmittel (DE-UZ 202)** wurden Überschneidungen zum Europäischen Umweltzeichen identifiziert, die Vorteile bei der Antragstellung bieten. Durch geeignete Informationsmaterialien zu den gemeinsamen Vergabekriterien können Waschmittel-Anbieter weiter dazu motiviert werden, beide Umweltzeichen parallel zu nutzen.
- ▶ Für das Umweltzeichen für **Shampoos, Duschgele und Seifen und weitere sogenannte „Rinse-off“- (abspülbare) Kosmetikprodukte (DE-UZ 203)** wurde vorgeschlagen, den potenziellen Antragstellern (Herstellern und Handel) Informationsmaterial zur Verfügung zu stellen, welches die Vorteile des Blauen Engels, die Vergabekriterien und die Nachweisführung beschreibt.

Zu diesen drei Umweltzeichen wurden innerhalb des vorliegenden Forschungsvorhabens Maßnahmen durchgeführt, die zur Gewinnung neuer Zeichennehmer dienen.

Als weiteres Umweltzeichen für das Maßnahmen zur Gewinnung neuer Zeichennehmer umgesetzt wurden, ist Umweltzeichen für **Mehrwegsysteme to-go für Lebensmittel und Getränke (DE-UZ 210)**. Hierfür wurden insgesamt 5 Informationsmaterialien erstellt, die die Anwendung des Umweltzeichens bei Ausschankbetrieben und innerhalb von Kommunen unterstützen.

4.1 Elektrofahrräder (DE-UZ 197)

Für die Produktgruppe Elektrofahrräder wurde als Maßnahme zur Gewinnung neuer Zeichennehmer am 12.11.2019 ein Fachgespräch mit Herstellern und Verbänden durchgeführt. Das bestehende Umweltzeichen für Elektrofahrräder (DE-UZ 197) wurde vorgestellt und die Erweiterung des Geltungsbereichs für E-Lastenräder diskutiert. Folgende Aspekte wurden dabei besprochen:

- ▶ Stand der Normung für Lastenräder, DIN 79010,
- ▶ Mechanische Sicherheit (Rahmen, Bremsen, etc.),
- ▶ Elektrische Sicherheit (vor allem auch bezüglich Akkus und Ladegerät),
- ▶ Anforderungen an die Lebensdauer des Akkus oder ggf. Einführung eines Akku-Mietsystems,
- ▶ Kompatibilität der elektronischen Komponenten,

- ▶ Ausschluss von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) und ggf. Weichmachern in Schaltgriffen, Sattel und Reifen,
- ▶ Recyclinggerechte Konstruktion,
- ▶ Informationen zur Verlängerung der Akkulebensdauer, seiner Entsorgung etc.

Als Ergebnis des Fachgesprächs wurde deutlich, dass der Markt für Elektrofahrräder eine hohe Wachstumsdynamik aufweist. Aufgrund der insgesamt hohen Nachfrage stellt eine Differenzierung zwischen den Produkten mit Hilfe eines Umweltzeichens aus Sicht der Hersteller derzeit keinen Wettbewerbsvorteil dar. Es finden häufige Modellwechsel mit technischen Neuerungen statt, die eine Zertifizierung mit dem Umweltzeichen zusätzlich erschweren. Eine Option zur Weiterentwicklung des Umweltzeichens könnte die Ausweitung des Geltungsbereiches auf E- Lastenräder sein. Diese Option wurde der Jury Umweltzeichen im Dezember 2019 vorgestellt.

4.2 Waschmittel (DE-UZ 202)

Zur Unterstützung des Umweltzeichens für Waschmittel wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens zwei Informationsmaterialien erstellt.

Als erstes Material zur Gewinnung neuer Zeichennehmer wurde ein **Informationsblatt für Hersteller und Handel** erstellt, in dem die Vorteile des Blauen Engels dargestellt und die wesentlichen Vergabekriterien des Umweltzeichens DE-UZ 202 zusammengefasst werden:

- ▶ Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen:
 - Tenside müssen zu einem bestimmten Anteil aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sein.
 - Bei der Verwendung von palmöl- und palmkernölbasierten Rohstoffen muss der nachhaltige Anbau der Ölpflanzen auf zertifizierten Plantagen nachgewiesen werden.
- ▶ Anforderungen an die biologische Abbaubarkeit von Inhaltsstoffen:
 - Tenside müssen nicht nur aerob, sondern auch unter anaeroben Bedingungen biologisch abbaubar sein.
 - Schwer abbaubare organische Stoffe dürfen nur in einer begrenzten Menge eingesetzt werden.
- ▶ Begrenzung der Toxizität gegenüber Wasserorganismen durch Begrenzung des kritischen Verdünnungsvolumens.
- ▶ Vermeidung gesundheits- und umweltschädlicher Substanzen, z.B. durch:
 - Ausschluss gefährlicher Stoffe, wie u.a. krebserregender Stoffe,
 - Strenge Regulierung von Konservierungsstoffen, Farb- und Duftstoffen,
 - Strenge Mengenbegrenzung von Phosphor.
- ▶ Hohe Anforderung an Verbraucherinformation, damit das Produkt effizient und mit möglichst geringen Folgen für die Umwelt verwendet wird.
- ▶ Sicherstellung der Waschleistung durch Prüfung der Gebrauchstauglichkeit in Waschtests.

- ▶ Umweltverträgliche Verpackung z.B. durch Gewichtsbegrenzung und geforderte Recyclingfähigkeit

Das Informationsblatt soll auf der Webseite des Blauen Engels (www.blauer-engel.de) veröffentlicht und als Informationsmaterial an die Waschmittelhersteller weitergegeben werden.

Als zweites Material wurde ein **tabellarischer Vergleich zwischen den Kriterien** für die Vergabe des EU-Umweltzeichens für Waschmittel (2017/1218/EU) und dem Umweltzeichen Blauer Engel für Waschmittel (DE-UZ 202) erstellt und dem Umweltbundesamt als Arbeitsmaterial zur Verfügung gestellt. Dieser Vergleich dient dazu, Antragstellern des EU-Umweltzeichens die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zum Blauen Engel aufzuzeigen und sie dazu zu motivieren, die zusätzlichen Anforderungen des Blauen Engels nachzuweisen. Für die sich überschneidenden Kriterien können für den Blauen Engel die gleichen Nachweise verwendet werden, wie für die Antragstellung beim EU-Umweltzeichen (und umgekehrt). So wird das Antragsprozedere vereinfacht und die Kosten für die Nachweisführung gesenkt. Das Material soll nach Verabschiedung der im Jahr 2021 aktualisierten Vergabekriterien angepasst und interessierten Zeichennehmern zur Verfügung gestellt und auf der Webseite des Blauen Engels veröffentlicht werden.

4.3 Shampoos, Duschgele und Seifen und weitere sogenannte Rinse-off-(abspülbare)-Kosmetikprodukte (DE-UZ 203)

Zur Gewinnung neuer Zeichennehmer für Shampoos, Duschgele und Seifen und weitere sogenannte Rinse-off-(abspülbare)-Kosmetikprodukte wurde ein **Factsheet** erstellt, in dem die Vorteile des Blauen Engels, die wichtigsten Vergabekriterien, die Nachweisführung und die Antragstellung beschrieben werden.

Als wichtigste Kriterien des Umweltzeichens DE-UZ 203 wurden in dem Factsheet aufgeführt:

- ▶ Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen:
 - Tenside müssen überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sein, nämlich 70% regenerativer Kohlenstoffanteil am Gesamtkohlenstoff des Tensid-Systems.
 - Bei der Verwendung von palmöl(kern)ölbasierten Rohstoffen muss der nachhaltige Anbau der Ölpflanzen auf zertifizierten Plantagen nachgewiesen werden.
- ▶ Anforderungen an die biologische Abbaubarkeit von Inhaltsstoffen:
 - Tenside müssen nicht nur aerob, sondern auch unter anaeroben Bedingungen biologisch abbaubar sein.
 - Für synthetische Polymere gibt es spezielle Vorgaben zur biologischen Abbaubarkeit.
 - Schwer abbaubare organische Stoffe dürfen nur in einer begrenzten Menge eingesetzt werden.
- ▶ Begrenzung der Toxizität gegenüber Wasserorganismen.
- ▶ Vermeidung gesundheits- und umweltschädlicher Substanzen, z.B. durch
 - Ausschluss als gefährlich eingestufte Stoffe über die geltenden gesetzlichen Vorgaben hinaus.

- strenge Regulierung von Konservierungs-, Farb- und Duftstoffen.
- Ausschluss von Mikroplastik.
- ▶ Anforderungen an die Verpackung
 - Gewichtsbegrenzung bei der Materialmenge und
 - Anforderungen an eine gute Recyclingfähigkeit.
 - Das Design soll eine sparsame Dosierung und eine vollständige Entleerung ermöglichen.

Das Factsheet wurde auf der Webseite des Blauen Engels³ auf Deutsch und auf Englisch veröffentlicht und steht damit den interessierten Kreisen zur Verfügung.

4.4 Mehrwegsystemen to-go für Lebensmittel und Getränke (DE-UZ 210)

Die Umsetzung der EU-Einwegkunststoffrichtlinie im deutschen Verpackungsgesetz verpflichtet Ausschankbetriebe ab dem Jahr 2023 dazu, Speisen und Getränke für den Außerhaus-Verzehr auch in Mehrwegverpackungen anzubieten. Eine freiwillige Umstellung von Einweg- zu Mehrwegverpackungen ist jedoch auch schon heute leicht möglich. Mit dem Blauen Engel für Mehrwegsysteme to-go für Lebensmittel und Getränke (DE-UZ 210) wurde der Standard dafür gesetzt, was ein umweltverträgliches Mehrwegsystem auszeichnet. Cafés, Restaurants, Kantinen und Lieferdienste können die zukünftigen Anforderungen des Verpackungsgesetzes schon jetzt umsetzen, indem sie auf Mehrwegsysteme mit dem Blauen Engel setzen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Informationsmaterialien erstellt, die eine stärkere Nutzung von Mehrwegsystemen, die mit dem Umweltzeichen gekennzeichnet sind, fördern sollen. Die Materialien wurden für zwei Zielgruppen erstellt:

- ▶ Betreiber von Cafés, Bäckereien, Restaurants und Kantinen, die ein Mehrwegsystem für Speisen und Getränke „to-go“ einführen möchten.
- ▶ Kommunen und kommunale Initiativen, die Mehrwegsysteme zur Abfallvermeidung in ihren Kommunen etablieren möchten.

Für die Gastronomie wurden folgende Informationsmaterialien erstellt:

- ▶ Broschüre: Mehrweg für Speisen und Getränke zum Mitnehmen – Informationen für die Gastronomie (Löw et al. 2021c)
 - <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/mehrweg-fuer-speisen-getraenke-mitnehmen>
 - Die Broschüre richtet sich an Ausschankbetriebe und gibt Hinweise zur hygienischen Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umweltschutz und regulatorischen Entwicklungen. Es werden verschiedene Anbieter von Mehrwegsystemen, die Kriterien und die Vorteile des Blauen Engels vorgestellt.
- ▶ Plakat: Mehrweg zum Mitnehmen – Hygienisch befüllen und zurücknehmen (Löw und Gröger 2021c)

³ <https://www.blauer-engel.de/de/news-infos/publikationen>

- <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/mehrweg-mitnehmen>
- Das Plakat dient zum Aufhängen in Ausschankbetrieben und informiert das Personal über das hygienische Befüllen und Zurücknehmen von Mehrwegbehältnissen.
- ▶ Flyer: Mehrweg bewegt mehr (Löw und Gröger 2021b)
 - <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/mehrweg-bewegt-mehr>
 - Flyer zur Weitergabe an die Betreiber*innen von Cafés, Bäckereien, Restaurants und Kantinen zur Information über Mehrwegsysteme und das Umweltzeichen. Der Flyer kann von umweltbewussten Kund*innen und kommunalen Initiativen zur Werbung für die Teilnahme an einem Mehrwegsystem genutzt werden.

Zur Ansprache von Kommunen und kommunale Initiativen wurden folgende Informationsmaterialien erstellt:

- ▶ Ratgeber: Müllvermeidung in Kommunen – Mehrwegsysteme für Speisen und Getränke zum Mitnehmen (Löw et al. 2021d)
 - <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/muellvermeidung-in-kommunen>
 - Der Ratgeber richtet sich an kommunale Initiativen, Stadtverwaltungen, Studierendenwerke, Umweltverbände, Bildungsträger oder engagierte Einzelperson, die sich für Abfallvermeidung einsetzen. Er erläutert die Vorteile von Mehrwegsystemen, gibt einen Überblick über bestehende Systeme und stellt verschiedene Handlungsmöglichkeiten vor, wie solche Systeme in der Kommune etabliert werden können. Zusätzlich gibt der Ratgeber Hinweise zur Hygiene, zur Finanzierung und zu den Anforderungen des Umweltzeichens.
- ▶ Ratgeber: Biobasierte und biologisch abbaubare Einwegverpackungen? Keine Lösung für Verpackungsmüll! (Löw et al. 2021b)
 - <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/biobasierte-biologisch-abbaubare-einwegverpackungen>
 - Der Ratgeber liefert Hintergründe zu biobasierten und biologisch abbaubaren Kunststoffen und legt die Vorteile von Mehrwegverpackungen gegenüber biobasierten Einwegverpackungen dar. Es werden Materialempfehlungen für Verpackungen für Speisen und Getränke „to-go“ gegeben, die die ökologischen Anforderungen des Umweltzeichens Mehrwegsysteme to-go für Lebensmittel und Getränke (DE-UZ 210) erfüllen.

5 Quellenverzeichnis

2016/2281/EU: Verordnung (EU) 2016/2281 der Kommission vom 30. November 2016 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte im Hinblick auf Luftheizungsprodukte, Kühlungsprodukte, Prozesskühler mit hoher Betriebstemperatur und Gebläsekonvektoren. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R2281>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.

2019/424/EU: Verordnung (EU) 2019/ 424 der Kommission vom 15. März 2019 zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Server und Datenspeicherprodukte gemäß der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 617/2013 der Kommission. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0424&from=EN>, zuletzt geprüft am 22.05.2019.

517/2014/EU: Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0517>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.

Bertoldi, Paolo (2019): Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Equipment. Version 7. European Commission, Ispra. Online verfügbar unter <https://e3p.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/documents/publications/coc-broadband-v7-final.pdf>, zuletzt geprüft am 29.05.2020.

Bilsen, Valentijn; Devriendt, Willem; Bley, Federico; Carpentier, Marieke; Duchêne, Vincent; Lecocq, Cathy; Legein, Emma (IDEA Consult) (2021): Greening cloud computing and electronic services and networks: towards climate neutrality by 2050. Unter Mitarbeit von Jens Gröger, Ran Liu, Andreas R. Köhler, Dietlinde Quack und Behrens, Felix (Öko-Institut).

BNetzA (2017): Tätigkeitsbericht der Bundesnetzagentur 2016/2017 zum Thema Telekommunikation. Bonn. Online verfügbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2017/TB_Telekommunikation20162017.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 10.10.2019.

Boulos et al (2014): ErP Lot 27-Uninterruptible Power Supplies. Preparatory Study -Final Report. ENER/C3/413-2010-LOT 27-Sli2.611335. Unter Mitarbeit von Chris Nuttall, Bob Harrison, Pedro Moura, Christoph Jehle. Hg. v. D. EnergyG European Commission. Ricardo-AEA. Online verfügbar unter http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Lot-27-Consolidated-Final-Report.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2021.

DE-UZ 106 (2017): Mobiltelefone. Ausgabe Juli 2017. Version 3. Bonn (Blauer Engel DE-UZ 106). Online verfügbar unter <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20106-201707-de%20Kriterien-V3.pdf>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.

DE-UZ 131 (2020): Digitale Schnurlostelefone. Ausgabe Januar 2020. Version 1. Bonn (Blauer Engel DE-UZ 131). Online verfügbar unter <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20131-202001-de%20Kriterien-2020-03-23.pdf>, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

DE-UZ 208 (2021): Windeln, Damenhygiene- und Inkontinenzprodukte (Absorbierende Hygieneprodukte). Ausgabe Januar 2021. Version 3. Bonn (Blauer Engel DE-UZ 208). Online verfügbar unter <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20208-202101-de%20Kriterien-V3.pdf>, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

DE-UZ 211 (2019): Staubsaugerbeutel. Ausgabe Januar 2019. Version 2. Bonn (Blauer Engel DE-UZ 211). Online verfügbar unter <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20211-201901-de%20Kriterien-2020-05-22.pdf>, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

DE-UZ 213 (2020): Server und Datenspeicherprodukte. Ausgabe Januar 2020. Version 1. Bonn (Blauer Engel DE-UZ 213). Online verfügbar unter <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20213-202001-de%20Kriterien-2020-08-13.pdf>, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

DE-UZ 214 (2020): Klimaschonende Colocation-Rechenzentren. Ausgabe Januar 2020. Version 3. Bonn (Blauer Engel DE-UZ 214). Online verfügbar unter <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20214-202001-de%20Kriterien-V3.pdf>, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

DE-UZ 215 (2020): Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte. Ausgabe Januar 2020. Version 1. Bonn (Blauer Engel DE-UZ 215). Online verfügbar unter <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20215-202001-de%20Kriterien-2020-01-16.pdf>, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

DE-UZ 220 (2021): Telefonanlagen und schnurgebundene Voice over IP Telefone. Ausgabe Januar 2021. Version 1. Bonn (Blauer Engel DE-UZ 220). Online verfügbar unter https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20220-202101%20de-Kriterien_V1.pdf, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

Energy Star for Computer Servers (2018): ENERGY STAR Program Requirements - Product Specification for Computer Servers - Eligibility Criteria Version 3.0. EPA. Online verfügbar unter <https://www.energystar.gov/sites/default/files/ENERGY%20STAR%20Version%203.0%20Computer%20Servers%20Program%20Requirements.pdf>, zuletzt geprüft am 14.03.2019.

Energy Star for Data Center Storage (2018): ENERGY STAR Program Requirements - Product Specification for Data Center Storage - Eligibility Criteria Version 1.1. EPA. Online verfügbar unter https://www.energystar.gov/sites/default/files/ENERGY%20STAR%20Storage%20Final%20Version%201.1%20Specification_0.pdf, zuletzt geprüft am 14.03.2019.

EN ISO 14024:2018: Environmental labels and declarations - Type I environmental labelling - Principles and procedures (ISO 14024:2018).

ETSI (2020): Digital Enhance Cordless Telecommunication (DECT). Online verfügbar unter <https://www.etsi.org/technologies/dect>, zuletzt geprüft am 25.02.2020.

faz.net (2017): Wozu noch Festnetz? Alles mobil oder was. Unter Mitarbeit von Michael Spehr. Hg. v. faz.net. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/technik-motor/digital/alles-mobil-oder-was-wozu-noch-festnetz-15046198.html>, zuletzt aktualisiert am 09.06.2017, zuletzt geprüft am 25.02.2020.

Greenhouse Gas Protocol (2016): Global Warming Potential Values. Online verfügbar unter https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf, zuletzt geprüft am 09.09.2021.

Gröger, J.; Köhler, A.; Naumann, S.; Filler, A.; Guldner, A.; Kern, E. et al. (2018): Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-anwendung-von-bewertungsgrundlagen-fuer>, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

Gröger, Jens; Behrens, Felix (2021): Umweltzeichen Blauer Engel für Co-Location-Rechenzentren. Hintergrundbericht zur Erarbeitung der Vergabekriterien DE-UZ 214, Ausgabe Januar 2020. in Bearbeitung. Öko-Institut e.V.

Gröger, Jens; Küppers, Christian; Wendt, Stephanie (2017): Systematische Beschreibung der EMF-Emissionen elektrischer Geräte und Anlagen. Im Auftrag des Deutschen Bundestags.

Gröger, Jens; Liu, Ran (2021): Green Cloud Computing. Lebenszyklusbasierte Datenerhebung zu Umweltwirkungen des Cloud Computing. Unter Mitarbeit von Lutz Stobbe, Jan Druschke und Nikolai Richter. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-17_texte_94-2021_green-cloud-computing.pdf.

Gröger, Jens; Liu, Ran; Behrens, Felix (2021): Umweltzeichen Blauer Engel für Server und Datenspeicherprodukte. Hintergrundbericht zur Erarbeitung der Vergabekriterien DE-UZ 213, Ausgabe Januar 2020. in Bearbeitung. Unter Mitarbeit von Lutz Stobbe, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM), Berlin. Öko-Institut e.V.

Gröger, Jens; Stratmann, Britta; Liu, Ran (2020): Hintergrundbericht zum Umweltzeichen Blauer Engel für Staubsaugerbeutel (DE-UZ 211). Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Texte, 13/2020). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-01-16_texte_13-2020_hintergrundbericht_staubsaugerbeutel.pdf, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

Hintemann, Ralph; Clausen, Jens (2018): Bedeutung digitaler Infrastrukturen in Deutschland. Sozioökonomische Chancen und Herausforderungen für Rechenzentren im internationalen Wettbewerb. Borderstep Institut im Auftrag des eco – Verband der Internetwirtschaft e. V. Berlin. Online verfügbar unter https://www.eco.de/wp-content/uploads/dlm_uploads/2018/06/DI_Studie.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

idealo (2019): DECT-Telefone. Online verfügbar unter <https://www.idealo.de/preisvergleich/ProductCategory/2984F1234689.html>, zuletzt aktualisiert am 25.02.2020.

Normenreihe EN 50600: Informationstechnik - Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren.

ISG Information Services Group (2018): Neuer großer ISG-Anbietervergleich zu Infrastruktur, Rechenzentren und Private Cloud in Deutschland. Zahl und Vielfalt von Colocation-Rechenzentren nehmen im Eiltempo zu. ISG Information Services Group. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter <https://isg-one.com/docs/default-source/default-document-library/pm-infrastructure.pdf>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Löw, Clara; Gröger, Jens (2021a): Umweltzeichen Blauer Engel für digitale Schnurlostelefone. Hintergrundbericht zur Überarbeitung der Vergabekriterien DE-UZ 131, Ausgabe Januar 2020. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Texte, 77/2021). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-17_texte_77-2021_be_schnurlostelefone.pdf, zuletzt geprüft am 14.09.2021.

Löw, Clara; Gröger, Jens (2021b): Mehrweg bewegt mehr. Flyer für mehr Mehrweg vor Ort. Unter Mitarbeit von Elke Kreowski. Hg. v. Umweltbundesamt, Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/210610_flyer_barrierefrei.pdf, zuletzt geprüft am 16.09.2021.

Löw, Clara; Gröger, Jens (2021c): Mehrweg zum Mitnehmen. Hygienisch befüllen und zurücknehmen. Plakat. Unter Mitarbeit von Elke Kreowski. Hg. v. Umweltbundesamt, Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/210614_mehrweg_plakat_bf.pdf, zuletzt geprüft am 16.09.2021.

Löw, Clara; Gröger, Jens; Liu, Ran (2021a): Umweltzeichen Blauer Engel für VoIP-Telefone und Telefonanlagen. Hintergrundbericht zu den Vergabekriterien DE-UZ 220, Ausgabe Januar 2021. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Texte, 105/2021). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-07-02_texte_105-2021_telefonanlagen.pdf, zuletzt geprüft am 14.09.2021.

Löw, Clara; Gröger, Jens; Neles, Camilla; Wacker, Mona (2021b): Biobasierte und biologisch abbaubare Einwegverpackungen? Keine Lösung für Verpackungsmüll! Ratgeber. Unter Mitarbeit von Elke Kreowski. Hg. v. Umweltbundesamt, Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/210722_fachbrosch_5_bf.pdf, zuletzt geprüft am 16.09.2021.

Löw, Clara; Gröger, Jens; Neles, Camilla; Wacker, Mona (2021c): Mehrweg für Speisen und Getränke zum Mitnehmen. Informationen für die Gastronomie. Ratgeber. Unter Mitarbeit von Elke Kreowski. Hg. v. Umweltbundesamt, Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/210722_fachbrosch_1_bf.pdf, zuletzt geprüft am 16.09.2021.

Löw, Clara; Gröger, Jens; Neles, Camilla; Wacker, Mona (2021d): Müllvermeidung in Kommunen. Mehrwegsysteme für Speisen und Getränke zum Mitnehmen. Ratgeber. Unter Mitarbeit von Elke Kreowski. Hg. v. Umweltbundesamt, Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/210722_fachbrosch_4_bf.pdf, zuletzt geprüft am 16.09.2021.

Mazijn, B.; Doom, R.; Peeters, H.; Vanhoutte, G.; Spillemaeckers, S.; Taverniers, L. et al. (2004): Ecological, Social and Economic Aspects of Integrated Product Policy. Online verfügbar unter http://www.bernardmazijn.be/fileadmin/pdf/sd-label_products_bernardmazijn.pdf, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

Naumann, S.; Dick, M.; Kern, E.; Johann, T. (2011): The GREENSOFT model: A reference model for green and sustainable software and its engineering. In: Sustainable Computing: Informatics and Systems (SUSCOM) 1 (4), S. 294–304. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210537911000473>, zuletzt geprüft am 03.09.2021.

Naumann, Stefan; Kern, Eva; Guldner, Achim; Gröger, Jens (2021): Umweltzeichen Blauer Engel für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte. Hintergrundbericht zur Entwicklung der Vergabekriterien DE-UZ 215, Ausgabe Januar 2020. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Texte, 119/2021). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_119-2021_umweltzeichen_blauer_engel_fuer_ressourcenund_energieeffiziente_softwareprodukte.pdf, zuletzt geprüft am 11.11.2021.

Rüdenauer, Ina; Moch, Katja; Stratmann, Britta (2020): Recherchen zur Gewinnung neuer Zeichennehmer bei bestehenden Umweltzeichen. Elektrofahrräder, Gartengeräte, Waschmittel, Rinse-off- Kosmetikprodukte. unveröffentlicht. Öko-Institut e.V. Freiburg.

Salom, Jaume; Urbaneck, Thorsten; Oró, Eduard (Hg.) (2017): Advanced Concepts for Renewable Energy Supply of Data Centres. Online verfügbar unter https://www.riverpublishers.com/pdf/ebook/RP_9788793519411.pdf, zuletzt geprüft am 08.09.2021.

Schödwell, Björn; Zarnekow, Rüdiger; Liu, Ran; Gröger, Jens; Wilkens, Marc (2018): Kennzahlen und Indikatoren für die Beurteilung der Ressourceneffizienz von Rechenzentren und Prüfung der praktischen Anwendbarkeit. Hg. v. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-23_texte_19-2018_ressourceneffizienz-rechenzentren.pdf.

Shehabi, Arman; Smith, Sarah; Sartor, Dale; Brown, Richard; Herrlin, Magnus; Koomey, Jonathan et al. (2016): United States Data Center Energy Usage Report. Online verfügbar unter <https://www.osti.gov/biblio/1372902>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.

Statista (2019a): Absatz von Festnetztelefonen auf dem Konsumentenmarkt in Deutschland von 2005 bis 2018. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/196211/umfrage/absatzzahlen-von-festnetztelefonen-nach-geraetetyp-seit-2005/>, zuletzt geprüft am 25.02.2020.

Statista (2019b): Umsatz mit Telefonen auf dem Konsumentenmarkt in Deutschland von 2005 bis 2018 nach Gerätetyp. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28290/umfrage/umsatz-durch-telefone-seit-2005/>, zuletzt geprüft am 14.02.2020.

Storage Networking Industry Association (SNIA) (2018): SNIA Emerald Power Efficiency Measurement Specification V3.0.3. Online verfügbar unter https://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/emerald, zuletzt geprüft am 22.05.2019.