TEXTE
119/2021

Umweltzeichen Blauer Engel für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte

Hintergrundbericht zur Entwicklung der Vergabekriterien DE-UZ 215, Ausgabe Januar 2020

Für Mensch & Umwelt

Umwelt Bundesamt

TEXTE 119/2021

Ressortforschungsplan des Bundesministerium für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3718 37 316 0
FB000201/ZW,3

Umweltzeichen Blauer Engel für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte

Hintergrundbericht zur Entwicklung der Vergabekriterien
DE-UZ 215, Ausgabe Januar 2020

von

Stefan Naumann, Eva Kern, Achim Guldner
Umwelt-Campus Birkenfeld, Birkenfeld

Jens Gröger
Öko-Institut e.V., Büro Berlin, Berlin

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
/umweltbundesamt

Durchführung der Studie:
Institut für Softwaresysteme am Umwelt-Campus Birkenfeld
Campusallee 9925
55768 Hoppstädten-Weiersbach

Abschlussdatum:
März 2020

Redaktion:
Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung
Marina Köhn

Publikationen als pdf:
http://www.umweltbundesamt.de/publikationen

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, August 2021

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

Kurzbeschreibung:

Die zunehmende Digitalisierung wird durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) realisiert, die erhebliche Mengen an Energie verbrauchen. In der öffentlichen Debatte werden negative Effekte der Digitalisierung auf die Umwelt mit dem Energie- und Ressourcenverbrauch von Hardware in Verbindung gebracht. Jedoch fehlt es bei vielen Menschen an Bewusstsein für Umweltwirkungen, die durch Software verursacht werden. Softwareprodukte sind immateriell, unterliegen keinem Verschleiß und bei ihrer Entsorgung fallen keine Abfälle an. Isoliert betrachtet, scheint Software ein vollkommen nachhaltiges Produkt zu sein. In der Praxis jedoch können sich Softwareprodukte mit gleichen oder ähnlichen Funktionen in der Belastung der natürlichen Ressourcen erheblich unterscheiden. Demnach können Umweltwirkungen durch Software, als Treiber der Hardware, verursacht werden. Software kommt eine besondere Rolle zu, da die Eigenschaften und Funktionen der Software bestimmen, welche Hardwarekapazitäten benötigt werden. Die Gestaltung von Softwareprodukten hat einen Einfluss auf die Energiebedarfe durch Informations- und Kommunikationstechnik.

Um Aufmerksamkeit für die Rolle der Software im Bereich IKT zu schaffen und gleichzeitig Nutzerinnen und Nutzer, Beschaffer und Beschafferinnen sowie Entwicklerinnen und Entwickler eine Orientierung zu geben, entwickelte der Umwelt-Campus Birkenfeld im Auftrag des Umweltbundesamtes einen Blauen Engel für energie- und ressourceneffiziente Softwareprodukte. Dieser Hintergrundbericht stellt die Entwicklung des Umweltzeichens und die dahinterstehenden Vergabekriterien und Ansätze vor.

Abstract:

The increasing digitalization is realized through information and communication technologies, which consume considerable amounts of energy. In the public debate, negative effects of digitization on the environment are associated with the energy and resource consumption of hardware. However, many people lack awareness of the environmental impact of software. Software products are immaterial, are not subject to wear and tear, and no waste is produced when they are disposed of. Viewed in isolation, software appears to be a fully sustainable product. In practice, however, software products with the same or similar functions can differ significantly in their impact on natural resources. Accordingly, environmental impacts can be caused by software, as the driver of the hardware. Software has a special role to play because the properties and functions of software determine what hardware capacities are required. The design of software products has an influence on the energy requirements through information and communication technology

In order to draw attention to the role of software in the ICT sector and at the same time to provide orientation for users, procurers and developers, the Environmental Campus Birkenfeld developed a Blue Angel for energy and resource efficient software products on behalf of the Federal Environment Agency. This background report presents the development of the eco-label and the award criteria and approaches behind it.

Inhaltsverzeichnis

Impressum ... 4
Inhaltsverzeichnis ... 6
Abbildungsverzeichnis ... 7
Tabellenverzeichnis ... 7
Abkürzungsverzeichnis ... 8
Zusammenfassung ... 9
Summary ... 12
1 Einleitung: Hintergrund und Zielsetzung ... 15
2 Untersuchungsgegenstand ... 16
3 Methodisches Vorgehen ... 16
4 Technische Analyse ... 17
5 Markt- und Umfeldanalyse ... 19
5.1 Unterschiedliche Softwaretypen / -klassen ... 19
5.2 Marktanalyse ... 20
5.3 Regulatives Umfeld ... 22
5.3.1 Ökodesign ... 22
5.3.2 Normen ... 23
5.3.3 Warenhandel-RL (EU 2019/771) ... 23
5.3.4 Messstandards ... 24
5.3.5 Umweltzeichen und Produktkennzeichnungen ... 24
5.3.6 Beste verfügbare Technik ... 25
5.4 Perspektiven der verschiedenen Akteursgruppen ... 25
5.4.1 Beschafferinnen- und Beschaffer-Sicht ... 25
5.4.2 Wahrnehmung der Software-Unternehmen ... 26
5.4.3 Sicht der Nutzerinnen und Nutzer von Software ... 26
6 Umweltwirkungen ... 27
7 Ableitung der Vergabekriterien für ein Umweltzeichen ... 28
7.1 Geltungsbereich ... 30
7.2 Ressourcen- und Energieeffizienz ... 30
7.3 Potenzielle Hardware-Nutzungsdauer ... 31
7.4 Nutzungsautonomie ... 31
7.5 Ausblick ... 32
8 Hinweise zur Antragsstellung und Nachweisführung ... 32

9 Quellenverzeichnis 34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klassifikation von Anwendungssoftware bezüglich der Softwarearchitektur.....19
Abbildung 2: Lebenszyklen von Hardware und Software (horizontale Dimension) und Beanspruchung von Ressourcen (vertikale Dimension).....28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Top 10 der global führende Softwareunternehmen (nach Umsatz).....21
Tabelle 2: PwCs Top 10 Software-Unternehmen aus den Schwellenländern.....22
Tabelle 3 Beispiele für Produktkennzeichnungen im Softwarebereich.....24
Tabelle 4: Übersicht Green IT-Umweltzeichen, die in die Entwicklung von Vergabekriterien für Ressourcen- und Energieeffiziente Softwareprodukte betrachtet wurden 28

Abkürzungsverzeichnis

AS	Arbeitsschritt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BVT	besten verfügbaren Technik
DevOps	Development und IT-Operations
ICD	International Data Corporation
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
ISO	Internationale Organisation für Normung
ISS	Institut für Softwaresysteme
IT	Informationstechnik
KI	künstliche Intelligenz
PwC	PricewaterhouseCoopers International
TCO	Tjänstemännens Centralorganisation (deutsch: Zentralorganisation der Angestellten, ist der schwedische Gewerkschaftsdachverband)
UBA	Umweltbundesamt, Dessau

Zusammenfassung

Dieser Bericht befasst sich mit dem Thema „Ressourceneffiziente Software“. Übergreifendes Ziel war die Entwicklung der Vergabekriterien und die Etablierung des Umweltzeichens Blauer Engel für Softwareprodukte.

Die Arbeiten wurden im Wesentlichen durch die Hochschule Trier, Standort Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für Softwaresysteme (ISS) übernommen, die durch einen Unterauftrag in das Forschungsvorhaben eingebunden wurde. Bei der Erstellung der Vergabekriterien und der Durchführung von Fachgespräch und Expertenanhörung wurde die Hochschule Trier fachlich und organisatorisch vom Öko-Institut e.V. unterstützt.

Aufgrund der Natur des Untersuchungsgegenstands der Produktgruppe „Ressourceneffiziente Software“, die anders als klassische physische Produktgruppen für einen Blauen Engel zu bearbeiten war, wurde für die Durchführung eine abgewandelte Vorgehensweise gewählt. Die Bearbeitung der Aufgabenstellung erfolgte in folgenden Arbeitsschritten:

AS1 Eingrenzung geeigneter Softwareproduktgruppen
AS2 Feldtest
AS3 Praxisworkshop
AS4 Vorversion Vergabekriterien
AS5 Expertenanhörung
AS6 Jury-Sitzung
AS7 Dokumentation

Da Fragen der Ressourceneffizienz von Software bisher nicht ausreichend beantwortet werden konnten und es noch keine einheitliche Systematik gab, konnte zur Entwicklung von Vergabekriterien für einen Blauen Engel nur sehr begrenzt auf Marktdaten oder Benchmarks aus der Praxis zurückgegriffen werden. Daher umfasste AS1 insbesondere die Identifikation geeigneter Softwaretypen im Rahmen einer Marktanalyse, die Entwicklung von Standardnutzungsszenarien und die Festlegung von Mindestanforderungen, die ressourceneffiziente Softwareprodukte beschreiben. Zusätzlich wurde mittels einer Umfrage typischerweise beauftragte bzw. beschaffte Softwareprodukten in Firmen, Rechenzentren und öffentlichen Einrichtungen erfragt.

Aufgrund der Komplexität des Zeichengegenstandes „Softwareprodukt“ musste dieser erst eingegrenzt werden. Dazu wurden auf Basis der identifizierten, geeigneten Software-Produktgruppen die Vergabekriterien und Vorgehensweisen entwickelt. Daraus ergab sich schließlich (in AS4) für den Blauen Engel in der ersten Fassung eine Eingrenzung des Geltungsbereichs auf Anwendungssoftware, die über eine Benutzerschnittstelle verfügt und die auf einem definierten Desktop-Referenzsystem lauffähig ist.

In AS2 wurden Unternehmen identifiziert und kontaktiert, die sowohl Softwareprodukte mit den geeigneten Anforderungen entwickeln bzw. herstellen und gleichzeitig grundsätzlich an einer Zeichennahme interessiert waren. Durch dieses Vorgehen konnten Praxispartner und -partnerinnen gewonnen werden, die die vorgeschlagenen Bewertungskriterien im Rahmen von Feldtests evaluierten.

Die Praxispartnerinnen und-partner wurden dazu zunächst über den Kriterienvorschlag und seine Anwendbarkeit detailliert informiert und wendeten die Kriterien dann mit Hilfe der Mitarbeitenden des ISS auf ihr Produkt an. Dazu wurden die vorgesehenen Mess- bzw.

Erfassungsverfahren, die erstellten Vergabekriterien und deren Indikatoren, sowie die aus der Zeichennahme resultierenden Vorteile vorgestellt, und intensiv geprüft. Dies umfasste insbesondere die Erfassung der für die Vergabekriterien notwendigen Standardnutzungsszenarien, die von und mit den Unternehmen für ihr jeweiliges Softwareprodukt entwickelt wurden.

In AS3 wurden die so gewonnenen Ergebnisse in einem Praxisworkshop gemeinsam zusammengeführt, diskutiert und weiterentwickelt. Hier wurden die Ergebnisse der Erfassung der am Feldtest teilnehmenden Unternehmen vorgestellt. Die im Rahmen des Feldtests gewonnenen Erfahrungen und Kritikpunkte wurden in eine weiterentwickelte Version der Vergabekriterien und der Vorgehensweise der Erfassung und der Entwicklung der Standardnutzungsszenarien integriert. Diese, sowie die notwendige Informationspflicht seitens der Zeichennehmer, wurde vorgestellt und diskutiert.

Einen wesentlichen Punkt stellten dabei die Standardnutzungsszenarien dar, da diese eine typische Nutzung des Softwareprodukts repräsentieren und von mehreren potenziellen Vergabekriterien vorausgesetzt wurden. Es wurden dazu mehrere Strategien erörtert, die sowohl die Bevorzugung als auch die Benachteiligung von zu vergleichenden Softwareprodukten ausschließen (im Falle von Softwareprodukten mit einem vergleichbaren Funktionsumfang). Für die erste Fassung des Blauen Engels wurde entschieden, dass der Antragsteller das Standardnutzungsszenario selbst, anhand einer entwickelten Vorlage, erstellt, dokumentiert und veröffentlicht. Das zur Nachweisführung genutzte Szenario muss hierbei die typischerweise bei dem zu bewertenden Softwareprodukt genutzten Funktionalitäten umfassen, mit den Antragsunterlagen eingereicht und von Auditoren und Auditorinnen auf Plausibilität geprüft werden.

Basierend auf den Ergebnissen von AS1 bis AS3 wurde in AS4 kontinuierlich der Entwurf der Vergabekriterien erstellt und validiert. Dies umfasst insbesondere auch die Definition des zu erbringenden Nachweises für alle Kriterien und ihrer Indikatoren entlang der Softwareeigenschaften Ressourceneffizienz, Hardware-Nutzungsdauer und Nutzungsautonomie. Aufgrund der besonderen Natur des Zeichengegenstandes wurden die Vergabekriterien um Hinweise zur Vorgehensweise bei der Erfassung der Kriterien 3.1.1.2 und 3.1.1.3 (Hardware-Auslastung und elektrische Leistungsaufnahme im Leerlauf, bzw. bei Ausführung eines Standardnutzungsszenarios), eine Messanleitung für diese Kriterien, der Definition eines Datenformats zur Weitergabe der Produktinformationen bzgl. Ressourcen- und Energieeffizienz und Angaben zu Referenzsystemen und Standardnutzungsszenarios erweitert. Diese Hinweise wurden systematisiert und als Anhänge in die Vergabekriterien aufgenommen.

Im Rahmen von AS5 wurde der Entwurf für die Vergabekriterien, in Abstimmung mit dem Öko-Institut und dem Umweltbundesamt, für die weiteren Schritte an die RAL gGmbH übergeben. In einer von der RAL gGmH angesetzten Expertenanhörung am 23. Oktober 2019 wurden dann alle Kriterien und Indikatoren mit den Expertinnen und Experten aus der Softwareherstellung, von Verbänden, Behörden und Forschungsinstituten diskutiert. Die während der Diskussion auftauchenden Änderungsvorschläge und Entscheidungen wurden protokollarisch festgehalten. Im Nachgang wurde das Protokoll sowie eine, basierend auf der Expertenanhörung, überarbeitete Version der Vergabekriterien an alle Teilnehmenden verschickt, die dann nochmals Gelegenheit bekamen sich zu der neuen Version zu äußern.

Die in der Expertenanhörung gesammelten Anmerkungen umfassten hauptsächlich Formulierungen und sprachliche Anpassungen. Diese wurden anschließend in die Vergabekriterien eingearbeitet. Die so entstandene finale und mit dem Umweltbundesamt abgestimmte Version wurde schließlich in AS6 auf der Sitzung der Jury Umweltzeichen am 11. Dezember 2019 vorgestellt. Auf den positiven Jury-Beschluss wurde die Endfassung inklusive aller Anhänge erstellt und am 08. Januar 2020 auf der Webseite des Blauen Engels veröffentlicht.

AS7 umfasste die Dokumentation zur Verwertung der durchgeführten Arbeiten und die Erstellung dieser Hintergrundstudie.

Summary

This report deals with the topic of "Resource-Efficient Software". The overall objective was to develop the Basic Award Criteria for the Blue Angel eco-label and to establish a Blue Angel for software products.

The work in work package 1.1 was mainly carried out by the University of Applied Sciences Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Institute for Software Systems (ISS), which was integrated into the research project by a subcontract. The Öko-Institut e.V. provided technical and organizational support to the University of Applied Sciences Trier when developing the Basic Award Criteria and conducting the technical discussion and expert hearing.

Due to the nature of the object of investigation within the product group “Resource-Efficient Software”, the implementation procedure had to be altered from a “classical” approach towards a Blue Angel for physical product groups. The work package was divided into the following tasks:

Task 1 Delimitation of suitable software product groups
Task 2 Field tests
Task 3 Practical workshop
Task 4 Draft version of the Basic Award Criteria
Task 5 Expert hearing
Task 6 Jury conference
Task 7 Documentation

In the past, questions regarding the resource efficiency of software could not be answered sufficiently and there was no uniform system in place. Thus, available market data and practical benchmarks were available only in a very limited fashion when developing the Basic Award Criteria for a Blue Angel. Therefore, Task 1 focused on the identification of suitable software types within the course of a market analysis, the development of standard usage scenarios and the definition of minimum requirements, describing resource-efficient software products. In addition, a survey was conducted to investigate which software products organizations like companies, data processing service centers and public institutions typically commissioned or procured.

Due to the complexity of “software products” as the label’s object, it first had to be narrowed down. Therefore, the award criteria and procedures were developed, based upon the identified, suitable software product groups. This finally resulted (in Task 4) in a limitation of the scope of the first version of the Blue Angel to application software that has a user interface and can be run on a defined desktop reference system.

In Task 2, companies were identified and contacted that both develop or produce software products with the appropriate requirements and, at the same time, were generally interested in an application for the label. This procedure made it possible to find industry partners who evaluated the proposed evaluation criteria in field tests.

First, the partners were informed in detail about the proposed criteria and their applicability. They then applied the criteria to their product with the help of ISS staff. The planned measurement and recording procedures, the award criteria and their indicators, as well as the advantages resulting from the use of the label were presented and examined in detail. In particular,

this included recording the standard usage scenarios that are required for the award criteria. The scenarios were developed in conjunction with the companies for their respective software products.

In Task 3, the results obtained through the field tests and prior research were compiled, discussed and elaborated in a practical workshop. Here, the results from the companies participating in the field test were presented. The experience and points of criticism obtained during the field test were integrated into a new version of the Basic Award Criteria and the procedure for recording and developing standard usage scenarios. This, as well as the obligation of applicants to release the necessary information for the compliance verification, was presented and discussed.

In this process, the issue of the standard usage scenarios was given much attention. This is because they represent the typical usage of the software product and are required by multiple potential award criteria. Several strategies were discussed, to eliminate preferring or penalizing any software products to be compared (in case of software products with a comparable range of functions). For the first version of the Blue Angel, it was decided that the applicants would create, document and publish the standard usage scenario themselves, using a developed template. The scenario used to verify the compliance must include those functionalities typically used in the software product. It then must be submitted with the application documents and is checked for plausibility by auditors.

Based on the results from Tasks 1 to 3, the draft version of the Basic Award Criteria was continuously developed and validated in Task 4. In particular, this includes the definition of the compliance verification to be provided for all criteria and their indicators along the software properties resource and energy efficiency, potential hardware operating life and user autonomy. Due to the special nature of the label's object, the Basic Award Criteria were extended to include additional information on the procedure for the compliance verification of criteria 3.1.1.2 and 3.1.1.3 (hardware utilization and electrical power consumption in idle mode/when a standard use scenario is executed). This includes measuring instructions for these criteria, the definition of a data format for providing product information on resource and energy efficiency, and information on reference systems and standard usage scenarios. These guidelines have been formalized and included as appendices in the award criteria.

After consultation with the Öko-Institut and the Federal Environment Agency, in Task 5, the draft for the Basic Award Criteria was handed over to RAL gGmbH for further steps. In an expert hearing, scheduled by RAL on October 23rd 2019, all criteria and indicators were discussed with experts from software production, trade associations, authorities and research institutes. The proposed changes and decisions that emerged during the discussion were recorded. Afterwards, the minutes from the hearing and a revised version of the Basic Award Criteria were sent to all participants, who were then given another opportunity to comment on the new version.

The comments collected during the expert hearing mainly concerned wording and language adaptations. These were then incorporated into the Basic Award Criteria. The resulting final version, which was agreed upon with the Federal Environment Agency, was presented at the conference of the Blue Angel jury on December 11th 2019. Following the positive decision of the jury, the final version, including all appendices was prepared and published on January 8th 2020 on the Blue Angel website.

Task 7 consisted of producing the documentation needed for utilization of the work and in the compilation of this background study.

1 Einleitung: Hintergrund und Zielsetzung

Das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ stellt einen wichtigen Baustein innerhalb der produktbezogenen Umweltpolitik Deutschlands dar: Das Zeichen dient nicht nur zur Orientierung der Verbraucherinnen und Verbraucher, die damit ökologische Spitzenprodukte erkennen können, sondern auch der öffentlichen Beschaffung, die die Vergabekriterien als Grundlage für Ausschreibungen verwenden kann. Nach der Umsetzung der EU-Richtlinie 2014/24/EU in nationales Recht wird es sogar möglich sein, bei öffentlichen Ausschreibungen Produkte und Dienstleistungen einzufordern, die das Umweltzeichen tragen oder die Einhaltung der Kriterien anderweitig nachweisen. Für Hersteller und Händler bietet das Umweltzeichen die Möglichkeit, ihre Produkte als besonders umweltfreundlich zu kennzeichnen und damit insgesamt als nachhaltiges Unternehmen wahrgenommen zu werden. Zusätzlich liefern die Kriterien des Umweltzeichens für Hersteller die technischen Parameter, eigene Produkte zu optimieren und die Produktentwicklung auf diese Benchmarks auszurichten. Auf europäischer Ebene fließen die Vergabekriterien des Blauen Engels in den Ökodesign-Prozess sowie die Weiterentwicklung des EU-Umweltzeichens ein. Insgesamt tragen heute etwa 12.000 Produkte und Dienstleistungen in ca. 120 Produktkategorien den Blauen Engel.

In diesem Forschungsvorhaben wurden Softwareprodukte als eine neue Produktgruppe für den Blauen Engel untersucht und Kriterien für das Umweltzeichen entwickelt. Bei Softwareprodukten handelt es sich im Gegensatz zu anderen Produkten um ein immaterielles Produkt, das als Treiber für den Energie- und Ressourcenverbrauch, sowie allgemein für Umweltwirkungen der von ihm getriebenen Hardware verantwortlich ist. Durch die zunehmende Digitalisierung nimmt auch die Relevanz der Energie- und Ressourceneffizienz von Softwareprodukten zu. Der generelle Markt für Softwareprodukte wächst daher aktuell sehr stark.

So stieg beispielsweise der Umsatz mit Software in Deutschland von 14,3 Milliarden Euro im Jahr 2007 auf 26 Milliarden in 2019, für 2020 wird ein Anstieg auf 27,6 Milliarden prognostiziert (Tenzer 2020, Meyer 2020). Dabei ist das Software-Segment der am stärksten wachsende Teil im IKT-Markt, für den wiederum einen Umsatzzuwachs von 1,5 % erwartet wird. Während die Umsätze in der Unterhaltungselektronik zurück gehen, nehmen Investitionen in Telekommunikationsdienste zu. Neben den Umsatzsteigerungen im IKT-Bereich steigt auch der Energieverbrauch der Telekommunikationsnetze und Rechenzentren, voraussichtlich von 18 TWh im Jahr 2015 auf 25 TWh im Jahr 2025 (Lutz Stobbe et al. 2015, S. 24). Zudem ist ein zunehmender Datenverkehr, insbesondere im Mobilfunk, zu verzeichnen: hier stiegen die über das Internet übertragenen Datenmengen zwischen 2011 und 2016 um mehr als 800 % auf 913 Mio GB in 2016, im Festnetz stieg die Datenmenge im gleichen Zeitraum um das 4,5fache. (Bundesnetzagentur für Elektrizität 2017)

Ziel des Umweltzeichens ist es, den Energieverbrauch der Informations- und Kommunikationstechnik insgesamt zu reduzieren und die Ressourceneffizienz zu steigern. Produkte, deren Hersteller Informationen zu ihren Produkten offenlegen, werden mit dem Blauen Engel für diese Transparenz besonders hervorgehoben. Zudem wird ein Produkt gekennzeichnet, dessen Hersteller sich aktiv für eine Verbesserung der Ressourcen- und Energieeffizienz seiner Softwareprodukte einsetzt.

2 Untersuchungsgegenstand

Fragen der Ressourceneffizienz wurden in der Vergangenheit selten an Software gestellt und falls doch, geschah dies nicht mit einer einheitlichen Systematik. Daher kann zur Entwicklung solcher Vergabekriterien nicht auf Marktdaten oder Benchmarks aus der Praxis zurückgegriffen werden. Die Entwicklung dieser Vergabekriterien beinhaltete deshalb einen hohen Anteil an Forschungs- und Entwicklungsarbeit, deren Ergebnisse nachfolgend vorgestellt werden.

Der Untersuchungsgegenstand ist allgemein „Software“, d.h. Programme und Daten in digitaler Form. Die Vergabekriterien beziehen sich auf Softwareprodukte, d.h. abgrenzbare Einheiten von Programmen und Daten, die zur Ausführung und Verarbeitung auf einem Hardwaresystem bestimmt sind.

Zur Entwicklung der Vergabekriterien für Softwareprodukte wurden, basierend auf den Ergebnissen des Vorhabens UFOPLAN FKZ 3715 37 601 0, geeignete Softwareproduktgruppen identifiziert: Durch eine Klassifikation von Softwareprodukten in lokale Anwendungen, Anwendungen mit entfernter Datenhaltung und Datenverarbeitung sowie in Serverdienste wird aufgezeigt, dass der Energie- und Ressourcenaufwand an unterschiedlichen Orten auftreten kann. Darüber hinaus lassen sich Softwareprodukte in Kategorien, die sich auf ihren jeweiligen primären Anwendungsbereich beziehen, einteilen, z. B. Textverarbeitung, Internet-Browser, Content Management Systeme, Datenbanken, Nachhaltigkeitsmanagement-Software, Bildverarbeitungsprogramme, Webshops, PDF-Viewer.

3 Methodisches Vorgehen

Für die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen wird gemäß ISO 14024 geprüft, welche Umweltauswirkungen über den Lebenszyklus eines Softwareproduktes (vgl. Naumann et al. 2011) relevant sind.

Im Rahmen der Projektarbeiten wurden folgende Teil-Untersuchungen durchgeführt:

- Eingrenzung geeigneter Softwareprodukte (vgl. Kapitel 2)
- Feldanalyse unter Einbezug von Softwareunternehmen, Beschaffungswesen als auch Nutzer und Nutzerinnen (vgl. Kapitel 5)
- Ausarbeitung von Vergabekriterien und Nachweismethoden (vgl. Kapitel 7)
- (Weiter-)Entwicklung einer Bewertungsmethodik für Softwareprodukte (vgl. Kapitel 8)

Zur Erarbeitung der Vergabekriterien wurde geprüft, welche Kriterien für Umweltzeichen im Hardwarebereich existieren und wie diese sich auf den Softwarebereich übertragen lassen. Einerseits sind in die Kriterienentwicklung Ansätze aus der Praxis – vorhandene Umweltzeichen – eingeflossen. Andererseits beschäftigen sich verschiedene wissenschaftliche Veröffentlichungen mit der Frage von Charakteristika nachhaltiger Softwareprodukte. Auch diese Ansätze wurden in die Erarbeitung der Vergabekriterien für einen Blauen Engel für Softwareprodukte integriert. 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 ISO 14024 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 wurde eine Umfrage durchgeführt (vgl. Abschnitt 5.4).

Die Ergebnisse dieser Teil-Untersuchungen basieren demnach 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 (vgl. Kapitel 7).

4 Technische Analyse

Wie in Kapitel 2 beschrieben, beziehen sich die neu entwickelten Vergabekriterien auf Softwareprodukte. In der ISO/EIC-Norm 24765 sind verschiedene Definitionen für Software zu finden. Die jeweils zutreffende Definition hängt vom Kontext der Begriffsnutzung ab:

- Software ist ein Programm oder eine Menge von Programmen, die dazu dienen, einen Computer zu betreiben.
- Software sind Programme sowie die zugehörige Dokumentation.
- Software sind Programme und ggf. die zugehörige Dokumentation und weitere Daten, die zum Betrieb eines Computers notwendig sind.

Für die Erarbeitung der Vergabekriterien für einen Blauen Engel für energie- und ressourceneffiziente Software wurden folgende Definitionen zu Grunde gelegt:

- Software: Programme und zugehörige Daten in digitaler Form.
- Softwareprodukt: Eine lizensierbare Einheit von Software und die zur Ausführung notwendigen Dienste, die zur Ausführung und Verarbeitung auf einem Hardwaresystem bestimmt sind.
- Softwarestack: Softwarekomponenten, die aufeinander aufbauen und gemeinsam das Softwareprodukt bilden bzw. zu seiner Ausführung notwendig sind.

Allgemeines zu Softwareentstehung und -typen

Software wird in einer Programmiersprache geschrieben, die der menschlichen Sprache ähnelt. Unabhängig davon mit welcher Programmiersprache der Programmcode entwickelt wird, beinhaltet er immer eine Abfolge von Befehlen, die eine bestimmte Aufgabe erledigen. Damit die Befehle von der Hardware (durch einen Mikroprozessor) abgearbeitet werden können, wird der Programmcode wiederum mithilfe eines Programms (Compiler oder Interpreter) in eine maschinenlesbare Sprache übersetzt. Diese Sprache wird Maschinensprache genannt.

Informationstechnik (IT) – wie Computer, Laptop, Tablet und Smartphone – und Software bilden eine Einheit, die nur als Gesamtsystem eine Arbeitsleistung bzw. Rechenleistung erbringen kann. Im mobilen Bereich (Smartphones etc.) werden die Softwareprodukte i.d.R. als „Apps“ bezeichnet (Softwareapplikationen). Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Geräten, die durch Software gesteuert werden, wie Haushaltsgroßgeräte, Unterhaltungselektronik, Gebäudetechnik, Mess- und Steuerungssysteme bis hin zu Kleingeräten. Diese Produkte sind mit Prozessoren und Arbeitsspeicher ausgestattet, verrichten softwaregesteuert ihre Arbeitsleistung und sind häufig mit dem Internet verbunden („Internet of Things“). In diesem Fall spricht man von Produkten mit eingebettetem System (englisch embedded system).

Allen o.g. Produkttypen ist gemeinsam, dass die Hardware ohne die Software nicht arbeitsfähig ist und dass die Software die Funktionalität und die Art der Funktionsausführung einer Hardware bestimmt.

- Anwendungssoftware: Sind Softwareprogramme, die einen endbenutzerbezogenen 'Nutzen' erbringen. Beispiele für Anwendungssoftware sind: Bildbearbeitung, E-Mail-Programme, Webbrowser, Multimediaanwendungen, Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation.

Wird ein Softwareprogramm gestartet, werden die jeweiligen Arbeitsanweisungen zur Erfüllung der Aufgabe von der Festplatte in den Arbeitsspeicher geladen und anschließend abgearbeitet. Für die Abarbeitung werden ggf. Daten gebraucht, die entsprechend ihres Bedarfs geladen werden. Zur Interaktion mit dem Nutzenden werden Daten oder Ergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt und ggf. wieder auf die Festplatte geschrieben. Bei Beendigung des Programms werden die Daten aus dem Arbeitsspeicher gelöscht. Auf diese Weise verbraucht das Softwareprogramm indirekt, durch die Nutzung der Hardware, natürliche Ressourcen. Hat die Software einen hohen Bedarf an Hardwareressourcen kann dies dazu führen, dass Hardware ersetzt werden muss, obwohl diese – für andere Softwareprodukte – noch voll funktionsfähig ist. Man spricht von Obsoleszenz durch Software.

- Systemsoftware: Im Gegensatz zur Anwendungssoftware regelt die Systemsoftware den Betrieb und die Wartung der Hardware. Hierzu zählt das Betriebssystem, i.d.R. auch Compiler und spezielle Dienstprogramme. Der Geltungsbereich des entwickelten Blauen Engel umfasst diese Art der Software nicht. Auch innerhalb der Anwendungssoftware wird zwischen verschiedenen Softwareklassen unterschieden. Darauf wird in Kapitel 5.1 näher eingegangen.

Die Entwicklung der Vergabekriterien basiert auf insbesondere zwei wesentliche Einflüssen, die durch den Einsatz eines Softwareprodukts verursacht werden:

- den Energiefluss durch die Hardware, auf der die Software läuft (Strom zu Abwärme),
- den Fluss der Hardware durch die Organisation, die sie verwendet (neu Hardware zu Elektronikschrott)

5 Markt- und Umfeldanalyse

Der Markt für Softwareprodukte sieht je nach Softwaretypen unterschiedlich aus. Daher wird zunächst betrachtet, in welche unterschiedlichen Kategorien Softwareprodukte eingeteilt werden können, um dann einen Überblick über den Softwaremarkt im Allgemeinen und das regulative Umfeld zu geben.

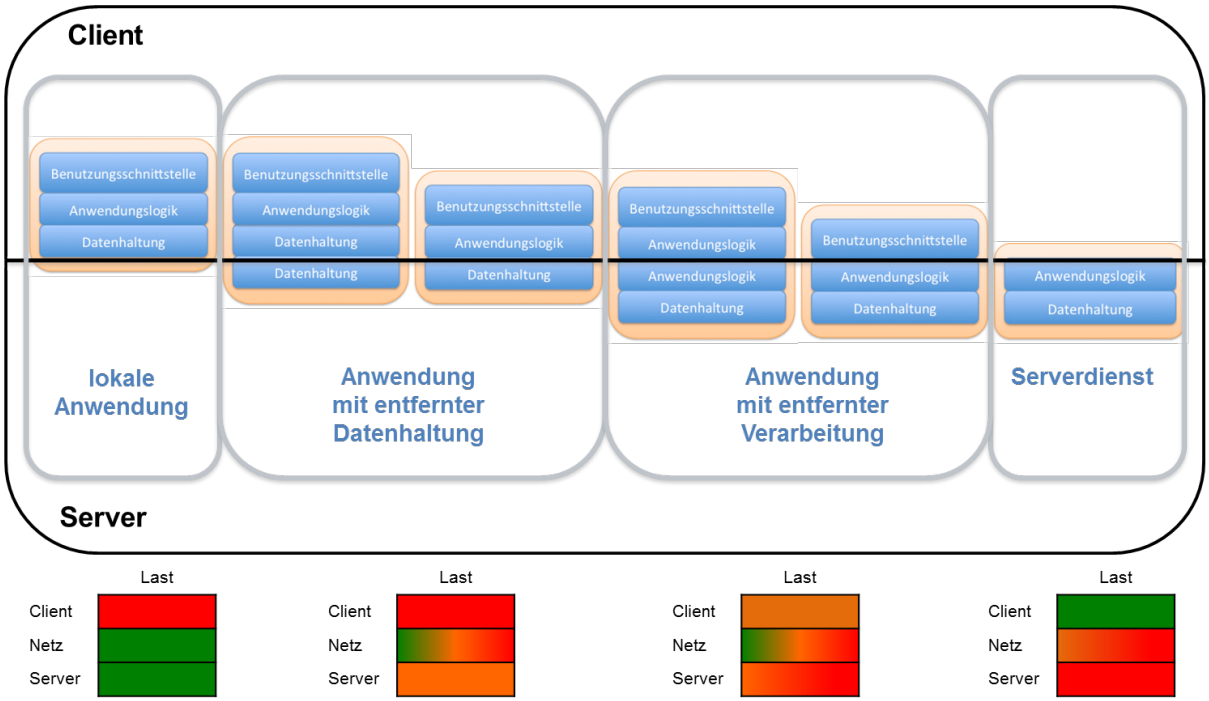
5.1 Unterschiedliche Softwaretypen / -klassen

Je nach Perspektive lassen sich Softwareprodukte unterschiedlich kategorisieren. Eine mögliche Einteilung geschieht nach dem Ort der Datenverarbeitung und der Rechenleistung. Demnach lassen sich folgende Softwareklassen unterscheiden (vgl. Gröger et al. 2018):

- Lokale Anwendung
- Anwendung mit entfernter Datenhaltung
- Anwendung mit entfernter Verarbeitung
- Serverdienst

Je nach Softwareklasse hat der Ressourcen- und Energiebedarf einen unterschiedlichen Schwerpunkt, besonders hinsichtlich der Aufteilung zwischen dem lokalen und dem entfernten (serverseitigen) Bedarf.

Abbildung 1: Klassifikation von Anwendungssoftware bezüglich der Softwarearchitektur



Quelle: Eigene Darstellung nach Lassmann 2006, S. 150, aus Gröger et al. (2018)

Lokale Anwendungen lassen sich weiter in Produktgruppen unterteilen. Zur Identifikation dieser Produktgruppen und geeigneter Bezeichnungen wurde sich an Vorarbeiten, Statistiken zur Softwarenutzung, Softwaretestes und Online-Plattformen, die Softwareprodukte als

Downloads bereitstellen, orientiert. Je nach Kategorisierung werden die Produkte in drei bis ca. 20 Gruppen eingeteilt[1].

Im Rahmen von Fallbeispielen und Feldtests wurden bisher folgende Produktgruppen betrachtet:

- Textverarbeitung
- Internet-Browser
- Content Management Systeme
- Datenbanken
- Nachhaltigkeitsmanagement
- Bildverarbeitung
- Webshops
- PDF-Viewer

5.2 Marktanalyse

Eine Recherche zu aktuellen Markt-Daten von Softwareprodukten zeigt, dass es hierzu wenig differenzierte Daten gibt. Verschiedene Studien betrachten jedoch die Softwareunternehmen und ihren Markt. Einen Einblick in den Softwaremarkt geben bspw. die Studien von PricewaterhouseCoopers International (PwC).

Als aktuelle Trends gelten digitale Innovationen, Geschäftsmodelle, die zunehmend auf Software aufgebaut werden und Konvergenz innerhalb vertikaler Märkte. Es gibt für Unternehmen viele neue Einsatzmöglichkeiten wie private oder öffentliche Cloud[2], Onsite- oder Offsite-Hosting[3] und unbefristete Lizenzen oder monatliche Abonnements. Ein Trend ist auch, dass Partnerschaften zwischen Industrie- und Softwareunternehmen entstehen, um daraus Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Laut International Data Corporation (ICD) modernisiert ein Großteil der Unternehmen ihre Anwendungen durch Cloud-Migration[4], Container[5], Microservices[6] und Serverless-Architek-

[1] Beispielhaft geprüfte Online-Plattformen: Chip.de teilt die Softwaredownloads in 17 Teilbereiche, von denen manche wiederum weiter Unterteilungen haben. Stiftung Warentest, im Tab Multimedia, erwähnt nur wenige Software Kategorien (im Vergleich zu Chip.de). Amazon unterteilt die Softwareprodukte, ähnlich zu Chip.de, in 15 Kategorien, von denen einige noch Unterkategorien haben. Microsoft unterteilt ihre eigenen Produkte in 8 Downloadkategorien, Google Play Store ihre Apps 20 Kategorien. (Stand: 19.04.2019)

[2] Ein globales Netzwerk von Servern, die auf der ganzen Welt verteilt miteinander verbunden sind. Auf den Servern werden Daten gespeichert, Anwendungen ausgeführt, Dienste zur Verfügung gestellt (Videos, Web-Mail, Software). Eine öffentliche Cloud gibt Ressourcen frei und stellt Dienste über das Internet zur Verfügung.

[3] Onsite meint die Datenspeicherung auf Servern, während Offsite die Sicherung auf klassischen Datenträgern.

[4] Werden klassische IT-Anwendungen in die Cloud verschieben, spricht man von Cloud-Migration. Der Begriff wird auch verwenden, wenn IT-Anwendungen zwischen verschiedenen Cloud-Umgebungen verschoben werden.

[5] Mit Hilfe von Containern lassen sich Anwendungen isolieren und somit einfacher bereitstellen, weil sie einfacher zu transportieren und installieren sind. Um lauffähig zu sein, enthalten Container Sourcecode, Systembibliotheken, System-Tools und eine Laufzeitumgebung.

[6] Microservices sind Dienste, die jeweils eine kleine Aufgabe erfüllen.

turen[7] (89 % der befragten Unternehmen). Immer mehr Unternehmen nutzen DevOps-Prozesse[8] (77 %). Die digitale Transformation und Cloud Computing treiben den Markt nach wie vor an. SAP[9] erwirtschafte bspw. 2018 rund ein Fünftel des Gesamtumsatzes in der Cloud. Zudem zählen Customer Relationship Management[10]-Angebote zu wichtigen Märkten im Bereich Unternehmenssoftware und lösen damit Datenbanken ab. Eine weitere, noch anhaltende, Entwicklung der Softwarebranche ist, laut Gartner, der „Trend zur Demokratisierung", d.h. die zunehmende Entwicklung von Softwareanwendungen durch die jeweiligen Fachabteilungen statt durch IT-Abteilungen. (PwC 2016a, Kroker 2019, Zacher 2020)

Die Liste der Top 100 global führenden Softwareunternehmen, erstellt von ICD für PwC, wird angeführt von Microsoft, gefolgt von Oracle und IBM (Tabelle 1) Unter den Top 100 der globalen Softwareunternehmen sind fünf Unternehmen mit Hauptsitz in Deutschland zu finden (SAP auf Rang 4, Siemens auf 16, DATEV auf 47, Software AG auf 53 und Wincor Nixdorf auf 66) .

Tabelle 1: Top 10 der global führende Softwareunternehmen (nach Umsatz)

Rang	Unternehmen	Land	2014 Software Umsatz (US$M)	2014 Gesamt-umsatz (US$M)	Software Umsatz im Verhältnis zu Gesamt-umsatz
1	Microsoft	USA	62.014	93,456	66.36%
2	Oracle	USA	29.881	38,828	76.96%
3	IBM	USA	29.286	92,793	31.56%
4	SAP	Germany	18.777	23,289	80.63%
5	Symantec	USA	6.138	6,615	92.79%
6	EMC	USA	5.844	24,439	23.91%
7	VMware	USA	5.520	6,035	91.47%
8	HP	USA	5.082	110,577	4.60%
9	Salesforce.com	USA	4.820	5,274	91.40%
10	Intuit	USA	4,324	4,573	94.55%

Datenquelle: PwC (2016b)

Bei Betrachtung der Schwellenländer[11] fällt auf, dass vor allem Produkte aus dem Bereich „Sicherheit", Warenwirtschaftssysteme (ERP), IT-Software und Dienstleistungen zu den Produkten der Top 10 Softwareunternehmen zählen (Tabelle 2). Es fällt auf, dass die Softwareunternehmen der Schwellenländer ihre Geschäfte an regionalen Stärken und lokalen Bedürfnissen orientieren: Sicherheitssoftware in Osteuropa und ERP Systeme in Asien.

[7] Serverless-Anwendungen werden auch Function-as-a-Service (FaaS) genannt. Infrastruktur und Plattform werden vom Anbieter der Cloud zur Verfügung gestellt, der Entwickler verwaltet den Quellcode der Applikation und die Daten.

[8] Der Begriff DevOps setzt sich zusammen aus Entwicklung, englisch Development, und IT-Betrieb, englisch IT Operations. Es handelt sich um einen Prozessverbesserungs-Ansatz für die Softwareentwicklung.

[9] SAP ist ein deutsches Softwareunternehmen. https://www.sap.com/

[10] Customer-Relationship-Management, kurz CRM, steht für „Kundenbeziehungsmanagement".

[11] Der Softwaremarkt der Schwellenländer macht 1,4 % des Umsatzes globaler Softwareunternehmen aus und 1,9 % im Vergleich zu den Top 100 globalen Softwareunternehmen.

Tabelle 2: PwCs Top 10 Software-Unternehmen aus den Schwellenländern

Rang	Unternehmen	Land	2014 Software Umsatz (US$M)	2014 Gesamt-umsatz (US$M)	Software Umsatz im Verhältnis zu Gesamt-umsatz	Schwerpunkt
1	Kaspersky Lab	Russland	695	711	98%	Sicherheit
2	TOTVS	Brasilien	584	752	78%	ERP
3	Neusoft	China	508	743	68%	IT Software und Dienstleistungen
4	ESET	Slowenien	437	437	100%	Sicherheit
5	Yonyou Network	China	362	711	51%	ERP
6	1C	Russland	273	331	82%	ERP
7	Glodon	China	263	286	92%	ERP
8	Teamsun	China	185	758	24%	IT Software und Dienstleistungen
9	Hundsun	China	173	231	75%	Finanzservices
10	Kingdee	China	162	252	65%	ERP

Datenquelle: Chitkara, R.; McCaffrey, M. (2016), PwC (2016c)

Die Bedeutung der IT auf dem Markt zeigt sich auch an den steigenden Ausgaben für Hardware, Software, Dienstleistungen und Telekommunikation: für das Jahr 2020 werden 921,9 Milliarden Dollar prognostiziert, was einem Wachstum von 2,2 % entspricht. Damit liegt das Wachstum jedoch unter dem aus dem Jahr 2019 (4,1 %). Ein möglicher Anstieg auf Ausgaben wird insbesondere den Software- und Dienstleistungsmärkten zugeschrieben. Das zeigt die Marktrelevanz des Softwarebereichs im IKT-Umfeld. (Minton et al. 2019)

Bezogen auf den deutschen Markt geht die Lünendonk & Hossenfelder GmbH in ihrer Studie „Der Markt für IT-Beratung und IT-Service in Deutschland“ davon aus, dass der Umsatz des IT-Dienstleistungsmarkt[12] weiter ansteigt (2019: um 10,6 %, 2020: um 10,8 %). Das Thema künstliche Intelligenz (KI) hat in der Branche am stärksten an Bedeutung gewonnen. Weitere Themen sind: Integration digitaler Lösungen in die Backend-IT, agile Anwendungsentwicklungen, Cloud-Implementierung. Investitionen der IT-Dienstleistungskunden sollen vor allem im Bereich der Entwicklung und Implementierung von Business-Anwendung geschehen. (Zillmann 2019)

5.3 Regulatives Umfeld

5.3.1 Ökodesign

Für Softwareprodukte gibt es keine direkten Anforderungen an Ökodesign- oder Energieverbrauchskennzeichnungen. Die Anforderungen in diesem Bereich beziehen sich nur auf die Hardwareprodukte, wie bspw.:

- Verordnung (EU) 2019/424 der Kommission vom 15. März 2019 zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Server und Datenspeicherprodukte gemäß der Richtlinie

[12] Hier unterscheidet Lünendonk zwischen *IT-Beratung und Systemintegration* (IT-Dienstleister, die mehr als 60 Prozent ihres Umsatzes mit IT-Beratung, Individualsoftware-Entwicklung und Systemintegration, also mit Change-the-Business-Leistungen, erwirtschaften.) und *IT-Service* (IT-Dienstleister, die sich dagegen schwerpunktmäßig (>40 %) mit dem Betrieb von Rechenzentren und Anwendungsumgebungen sowie Wartungs- und Support-leistungen beschäftigen.).

2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 617/2013 der Kommission

- Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz vom 27. Februar 2008 (BGBl. I S. 258), das zuletzt durch Artikel 332 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

Die durch Software verursachte verkürzte Nutzungsdauer (Obsoleszenz) wird im Rahmen dieses Hintergrundberichtes nicht weiter betrachtet, ist aber Fokus eines Projektes von ISIconsult, Fraunhofer IZM, Öko-Institut e.V. und der TU Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes[13]. In die Vergabekriterien für den Blauen Engel für energie- und ressourceneffiziente Softwareprodukte ist der Aspekt als Kriterium „Abwärtskompatibilität“ (siehe Abschnitt 7.3) aufgegriffen.

5.3.2 Normen

Die ISO 25010 dient zur Bewertung der Qualität von Software. Mit „SQuaRE – Software product Quality Requirements and Evaluation” stellt die ISO einen Leitfaden bereit, der auf folgende Aspekte eingeht (International Organization for Standardization 2014):

- Funktionalität
- Effizienz
- Kompatibilität
- Benutzbarkeit
- Zuverlässigkeit
- Sicherheit
- Wartbarkeit
- Übertragbarkeit

Darüber hinaus veröffentlicht das Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) Standards, die sich auf Softwareprodukte beziehen, bspw. Software Design Description IEEE 1016, der sich auf das Design der Software (System-Architektur, Komponenten, Benutzer-schnittstelle) bezieht. (Institute of Electrical and Electronics Engineers 2009)

5.3.3 Warenhandel-RL (EU 2019/771)

Die Richtlinie (EU) 2019/771 (Europäische Union 2019) des Europäischen Parlaments und des Rates vom Mai 2019 geht in Artikel 8 u. a. auf die „Unsachgemäße Montage oder Installation der Waren“ und auf die Informationspflicht der Verkäuferinnen und Verkäufer gegenüber Verbraucherinnen und Verbraucher ein. Er besagt, dass die Verbraucher und Verbraucherinnen „über Aktualisierungen, einschließlich Sicherheitsaktualisierungen, die für den Erhalt der Vertragsmäßigkeit dieser Waren erforderlich sind“ informiert werden sollen. Zudem wird in

13 https://www.isiconsult.net/analyse-der-softwarebasierten-einflussnahme-auf-eine-verkuerzte-nutzungsdauer-von-produkten/

Artikel 10 festgelegt, dass der Verkäufer oder die Verkäuferin auch bei Waren mit digitalen Elementen für jede Vertragswidrigkeit innerhalb von mind. zwei Jahren nach Lieferung haftet.

5.3.4 Messstandards

Für den Bereich der Softwaremessungen liegen keine Messtandards vor. Es gibt verschiedene Ansätze zur Messung der Energie- und Ressourceneffizienz von Softwareprodukten, insbesondere wird unterschieden zwischen softwarebasierten Messverfahren und Hardwaremessungen.

Die Messmethodik, die den Vergabekriterien für einen Blauen Engel für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte zugrunde liegt, orientiert sich an Dirlewanger (2006).

5.3.5 Umweltzeichen und Produktkennzeichnungen

Für Softwareprodukte sind keine geprüften Umweltzeichen bekannt. Im Folgenden werden die Umweltzeichen geführt, die sich auf den Hardware-Bereich mit Fokus auf Green IT beziehen:

- Blauer Engel (z.B. Rechenzentrum, Computer, CarSharing)
- Europäisches Umweltzeichen, sog. „Euro-Blume“ (z.B. Notebooks, Computer, Tischcomputer)
- ENERGY STAR (z.B. Computer, Bildschirme, Drucker, Server)
- TCO-Gütesiegel (z.B. Flachbildschirme, Desktop- und Notebook-PCs, Drucker, Mobiltelefone)
- ECMA-370 (The Eco Declaration, TED, internationaler Standard für Produktdeklarationen)
- EPEAT (globales Ratingsystem für grün(ere) Elektronik, z.B. PC, Monitore)

Allgemeine Produktkennzeichnungen im Softwarebereich sind vorhanden, wenn auch ohne Bezug zum Umweltschutz. Beispiele dafür sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Tabelle 3 Beispiele für Produktkennzeichnungen im Softwarebereich

Kennzeichnung	Geprüfte und zertifizierte Produkte	Website
TÜV SÜD	Softwareprodukte (Desktop, Server, SaaS); Apps für Apple iOS, BlackBerry OS, Symbian OS, Windows oder Bata; Finanz- und Buchhaltungssoftware nach GoBS	https://www.tuvsud.com/de-de/dienstleistungen/produktpruefung-und-produktzertifizierung/pruefung-der-softwarequalitaet
Software Made in Germany / Software Hosted in Germany (BITMi)	Insbesondere Branchensoftware im deutschen Mittelstand	https://www.software-made-in-germany.orghttps://www.software-made-in-germany.org/

Kennzeichnung	Geprüfte und zertifizierte Produkte	Website
Trusted Shops Guarantee	Online-Shops	https://www.trustedshops.dehttps://www.trustedshops.de/
BISG	Softwareprodukte	https://www.bisg-ev.de/leistungen/zertifizierung-von-software
BMEnet Gütesiegel	Software und elektronische Plattformen zur Optimierung des Einkaufs und der Logistik	https://www.bme.de/initiativen/guetesiegelhttps://www.bme.de/initiativen/guetesiegel/

Zudem ist an der Hochschule für Telekommunikation Leipzig ein „Gütesiegel für Softwarequalität“ in Entwicklung. Partner des Gütesiegels sind u.a. das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), BITKOM, Deutsche Telekom AG, TÜV-IT, TÜV-Süd, die Gesellschaft für Informatik e.V., IT-Cluster Mitteldeutschland und das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie (SIT). (Radomski 2018)

International wurde in Frankreich eine Umweltkennzeichnung für Websites veröffentlicht, das sog. „greencode label“ (https://label.greencodelab.org/).

5.3.6 Beste verfügbare Technik

Unter den Industriebranchen, die im Rahmen der EU-Richtlinien veröffentlichten besten verfügbaren Technik (BVT)- bzw. Industrieemissionsrichtlinien (Umweltbundesamt 2019), genannt werden, wird die IKT-Branche nicht aufgeführt. (Umweltbundesamt 2013)

5.4 Perspektiven der verschiedenen Akteursgruppen

Der Blaue Engel für energie- und ressourceneffiziente Softwareprodukte verfolgt verschiedene Ziele: einerseits sollen Softwareunternehmen und damit Software-Entwicklerinnen und -Entwickler auf das Thema der Umweltwirkungen von Software aufmerksam gemacht werden. Andererseits stellt das Umweltzeichen eine Orientierungshilfe insbesondere für Beschafferinnen und Beschaffer sowie Konsumenten und Konsumentinnen dar. Zur Markanalyse wurden daher die Perspektiven der verschiedenen Akteursgruppen betrachtet.

5.4.1 Beschafferinnen- und Beschaffer-Sicht

Um herauszufinden, welche Softwareprodukte typischerweise beschafft und welche beauftragt werden, wurde eine Befragung von Beschaffer und Beschafferinnen durchgeführt. Es wurde sowohl ein Fragebogen für eine schriftliche Befragung als auch ein Leitfaden für Interviews erstellt. Inhalte der Befragung waren:

- Wie ist das typische Vorgehen bei Software-Beschaffung?
- Spielen Umweltkriterien im Beschaffungsprozess eine Rolle?
- Welche Bewertungskriterien gibt es für Software?
- Wie schätzen Sie Labels (insbesondere Umwelt- und Energie-) im Beschaffungsprozess ein?

Die strukturierten Interviews wurden an zwei Hochschulen und an zwei Behörden im Zeitraum Oktober 2018 bis Mai 2019 durchgeführt. Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass Software überwiegend beschafft, nicht beauftragt wird. Preis und teilweise auch Funktionalität sind primäre Zuschlagskriterien. Nach Kriterien befragt, die bei der Software-Beschaffung von Interesse sind, wurden folgende Aspekte genannt: Benötigte Ressourcen, Stromverbrauch, Kosten, Umweltfreundlichkeit, Informationen zur Testphase, Funktionalität, geplante Weiterentwicklung der Produkte, Lizenzmodell, Stabilität der Produkte, vorhandene Backdoors (IT-Sicherheit).

Die Idee einer Umweltkennzeichnung für Softwareprodukte wurde grundsätzlich begrüßt, um darin enthaltene Vergabekriterien ggf. in den Beschaffungsprozess einzubeziehen. Insbesondere hängt die Auswahl der beschafften Softwareprodukte jedoch von deren Funktionalität und der Passung an die Anforderungen der zukünftigen Nutzerinnen und Nutzer ab.

5.4.2 Wahrnehmung der Software-Unternehmen

Da der Geltungsbereich für die Vergabekriterien für den Blauen Engel für energie- und ressourceneffiziente Softwareprodukte noch nicht final feststand, wurden in die Praxisevaluation der entwickelten Kriterien alle interessierten Softwareunternehmen einbezogen. Eines der Ziele des Blauen Engels ist es, das Thema „Umweltwirkungen für Software“ bekannt(er) zu machen. Daher wurde auch die Teilnahme am Feldtest und am Praxisworkshop offen für alle Softwareunternehmen ausgeschrieben.

Um die Kriterien und Minimalanforderungen aus Praxisperspektive einschätzen zu können, wurde ein Feldtest durchgeführt. So konnte der Sachverstand der Praxispartner und -partnerinnen in die Weiterentwicklung der Vergabekriterien einbezogen werden. Die Feldtest-Teilnehmenden hatten die Aufgabe, die Kriterien auf ihre Machbarkeit und Aussagekraft zu prüfen. Dafür wendeten sie die Kriterien auf ihre eigenen Softwareprodukte an, d.h. sie lieferten Informationen zu den Kriterien und entwickelten passende Standardnutzungsszenarien (vgl. Kapitel 8), um Energiemessungen durchzuführen. Basierend auf den Rückmeldungen der teilnehmenden Softwareunternehmen wurden die Vergabekriterien dann überarbeitet. Überarbeitet wurde u. a. der Umgang mit Updates, der Nachweis für das Kriterium „Abwärtskompatibilität“ und die Kriterien bzgl. der Produktinformationen.

Um in direkten Austausch mit den Softwareunternehmen zu kommen, wurde im Juni 2019 ein Praxisworkshop durchgeführt (vgl. Kapitel 7).

Die auf Basis des Praxisworkshops überarbeiteten Kriterien wurden dann mit Expertinnen und Experten in einer Anhörung diskutiert (vgl. Kapitel 7). Auf Grund der Rückmeldung aus der Expertenanhörung wurde der Geltungsbereich auf Anwendungssoftware mit Benutzerschnittstelle festgelegt und einzelne Kriterien geschärft.

5.4.3 Sicht der Nutzerinnen und Nutzer von Software

Um auch die Sicht der Nutzer und Nutzerinnen von Software auf ein Umweltzeichen für Softwareprodukte in den Entwicklungsprozess der Vergabekriterien einzubeziehen, wurde das Interesse dieser Personengruppe an Umweltfragen von Software analysiert. Dazu wurde im Rahmen einer Dissertation im August/September 2016 eine Online-Umfrage durchgeführt, bei der die Fragen in erster Linie an deutsche Software-Nutzende[14] gerichtet waren. Die

[14] Im Rahmen der Umfrage war es möglich sich verschiedenen Rollen der Softwarenutzung zuzuordnen, dabei wurde folgendes Ergebnis erzielt: 78,2 % gaben an primäre Nutzerin und Nutzer zu sein, 11,5 % Entwickler und Entwicklerin, 3,5 % IT-Managerin

Gesamtstichprobe umfasste n = 854 Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Die unvollständigen Datensätze wurden in der Nachbereitung ausgeschlossen. Insgesamt wurden 712 Fragebögen vollständig beantwortet und für die Datenanalyse verwendet. 55,8 % der Befragten war weiblich (40,7 % männlich, 3,5 % nicht angegeben). Etwa ein Drittel der Teilnehmer war zwischen 20 und 39 Jahren alt (20 bis 29 Jahre: 39,3 %, 30 bis 39 Jahre: 29,4 %). Die meisten der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sehen sich primär in der Rolle der Nutzerinnen und Nutzer (78,2 %). Sie schätzen sich bzgl. der persönlichen IT-Kenntnisse als kompetente Akteurin oder Akteur (40,4 %) und fortgeschrittener Anfänger oder Anfängerin ein (36,5 %). Weitere Einzelheiten zur Umfrage sind in (Kern 2018) und (Kern et al. 2018a) zu finden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die meisten Teilnehmenden (56,3 %) bisher nicht über ein Umweltzeichen für Softwareprodukte nachgedacht haben. Wenn es jedoch Produkte mit der gleichen Funktionalität gibt, können sich 51,1 % der Befragten vorstellen, Umweltaspekte von Software als ein mögliches Kriterium bei der Suche nach neuen Produkten zu berücksichtigen. Dieses Ergebnis bestätigt die Annahme, dass die Funktionalität der Hauptaspekt bei den Auswahlkriterien für Softwareprodukte ist. 23,2 % der Umfrageteilnehmerinnen und -teilnehmer würden der Umweltbewertung vorbehaltlos Beachtung schenken. Die Befragten halten es für sinnvoll, sich auf bestehende Produktkennzeichnungen zu verlassen, statt neue zu schaffen (36 % der Teilnehmer und Teilnehmerinnen stimmen zu, 33,8 % stimmen eher zu) und legen Wert auf eine auf den ersten Blick verständliche Kennzeichnung (71,3 % stimmen zu).

In Bezug auf die Kriterien für grüne und nachhaltige Softwareprodukte, wie sie im „Kriterienkatalog für nachhaltige Software“ (Hilty et al. 2017)[15] vorgestellt werden, wurden die Befragten in der durchgeführten Umfrage gebeten, die vorgeschlagenen Kriterien (Abwärtskompatibilität, Energieeffizienz, Hardware-Effizienz, Hardware-Suffizienz, Unabhängigkeit von externen Ressourcen, Wartungsfunktionen, Plattformunabhängigkeit, Portabilität, Qualität der Produktinformationen, Transparenz, Deinstallationsfähigkeit) nach ihren Interessen zu bewerten. Es stellte sich heraus, dass die Umfrage-Teilnehmenden besonders an den Effizienzkriterien interessiert sind, d.h. Energieeffizienz (77,5 % der Befragten sagten, dieser Aspekt „sollte gekennzeichnet werden“) und Hardware-Effizienz (62,5 %).

Insgesamt stützen die Ergebnisse der Umfrage die Thesen, dass (1) ein Umweltzeichen für Software das Bewusstsein für die Umweltauswirkungen von Software unterstützen kann, (2) ein Umweltzeichen für Software eine Informationsquelle zu diesem Thema sowohl im privaten als auch im beruflichen Kontext sein kann, (3) ein Umweltzeichen als Instrument dienen kann, um ein wissenschaftliches Thema in die Gesellschaft zu bringen.

6 Umweltwirkungen

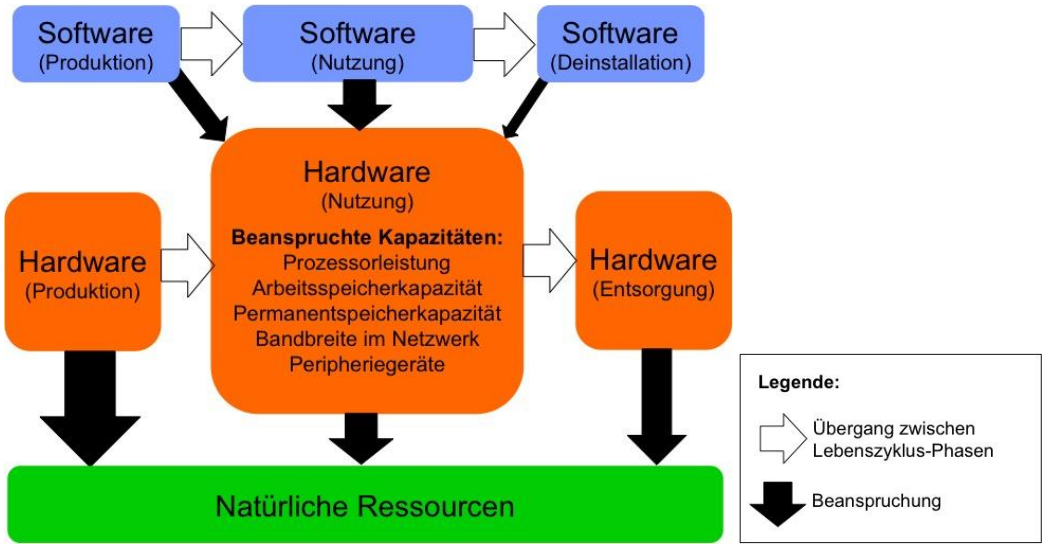
Die Umweltauswirkungen eines Produkts entstehen im Allgemeinen durch die Nutzung der natürlichen Ressourcen während des Lebenszyklus des Produkts. Zur Betrachtung der Umweltwirkungen von Software wurde diese Lebenszyklus-Perspektive berücksichtigt: Die für den Betrieb eines Softwareproduktes erforderliche Hardware muss produziert, mit Elektrizität versorgt und zum Ende ihrer Nutzungsdauer entsorgt werden. Jedes Softwareprodukt ist demnach für einen quantifizierbaren Teil des Lebenszyklus aller der für seinen Betrieb erforderlichen Hardwareprodukte (programmierbare Geräte aller Art, Peripheriegeräte und

und -Manager, 2,9 % Administratorin und Administrator, 1,8 % Käufer und Käuferin, 1,5 % Anderes, 0,3 % Vertreiber und Vertreiberin, 0,1 % Beschafferin und Beschaffer.

[15] Eine aktuelle Version des Kriterienkatalogs ist auf auf http://green-software-engineering.de/kriterienkatalog veröffentlicht, um den fortlaufenden Forschungsprozess im Bereich grüner Softwareentwicklung abzubilden.

Speichermedien) verantwortlich. Während der Produktion, Nutzung und Entsorgung erfordern die Hardwareprodukte eine quantifizierbare Menge natürlicher Ressourcen. Das folgende Wirkungsmodell stellt den Zusammenhang zwischen der Nutzung von Software und dem Energieverbrauch von Hardware sowie Hardware-Inanspruchnahme dar. Es verdeutlicht, dass sich Software-Eigenschaften auf unterschiedlichen Ebenen und über verschiedene Wirkungspfade auf materielle Flüsse auswirken.

Abbildung 2: Lebenszyklen von Hardware und Software (horizontale Dimension) und Beanspruchung von Ressourcen (vertikale Dimension)



Quelle: Universität Zürich (Gröger et al. 2018)

Ausgehend von diesem Wirkungsmodell wurde ein Schwerpunkt der Untersuchungen und der betrachteten Umweltwirkungen auf die Nutzungsphase – Einfluss von Software auf den Energieverbraucht von Hardware – und das Thema Obsoleszenz gelegt, d.h. die steigende Hardware-Inanspruchnahme durch Software, die dazu beiträgt, dass Hardware vorzeitig trotz Funktionsfähigkeit nicht mehr für das Softwareprodukt verwendet werden kann. (Jagroep et al. 2017, Maevsky et al. 2017)

7 Ableitung der Vergabekriterien für ein Umweltzeichen

Zur Entwicklung der Vergabekriterien des Blauen Engels für Ressourcen- und Energieeffiziente Softwareprodukte wurden in einem ersten Schritt vorhandene Kriterien im Bereich Green IT auf Übertragbarkeit auf Software geprüft. Dafür wurden die auf dem Markt vorhandenen Green IT-Umweltzeichen einbezogen: Blauer Engel, TCO Certified und Energy Star. Die folgende Tabelle gibt einen Einblick in die betrachteten Umweltzeichen und Umweltaspekte.

Tabelle 4: Übersicht Green IT-Umweltzeichen, die in die Entwicklung von Vergabekriterien für Ressourcen- und Energieeffiziente Softwareprodukte betrachtet wurden

	Blauer Engel	TCO Certified	Energy Star
Produkte (Beispiele)	Computer, Drucker, Bildschirme, Tastaturen, Toner, Rechenzentren	Computer, Bildschirme, Smartphones, Headsets, Beamer	Computer, Drucker, Bildschirme, Faxgeräte

	Blauer Engel	TCO Certified	Energy Star
Vergabe durch	RAL (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung)	TCO-Development	US-Umweltschutzbehörde EPA (Environmental Protection Agency)
Siegelart	Umweltsiegel	Umweltsiegel mit Sozialstandards	Energiesiegel
Betrachtete Aspekte			
• Energieeffizienz	✓	✓	✓
• Ergonomie	✓	✓	-
• Geräusche- & Schad-stoffemissionen	✓	✓	-
• Recyclingfähigkeit	✓	✓	-
• Ersatzteillieferung	5 Jahre	3 Jahre	-

Anschließend wurden die Kriterien auf Eignung für Softwareprodukte geprüft. Diese Kriterien wurden dann um in der Forschung vorgeschlagene Kriterien für nachhaltige Software ergänzt (Kern et al. 2018b). Zudem wurden nur solche Kriterien weiter betrachtet, die die direkten Wirkungen adressieren.

Alle resultierenden Kriterien wurden dann nach Relevanz, Messbarkeit, Nachweisfähigkeit, Umsetzbarkeit und Unterscheidungsmöglichkeit bewertet (Marzijn et al. 2004, vgl. Kapitel 3).

Die Kriterien des so entwickelten Kriterienkatalogs wurde anschließend auf Eignung für Vergabekriterien für ein Umweltzeichen gemäß Norm ISO 14024 geprüft. Eine hohe Relevanz wurde dabei auf die Messbarkeit gelegt, die eine objektive Unterscheidung der Umweltwirkungen der Produkte ermöglicht. Im Rahmen von Feldtests mit Praxispartnerinnen und -partner wurden die Kriterien weiter geschärft. Ergänzend zum Feldtest wurde am 25. Juni 2019 ein Praxisworkshop mit interessierten Akteure und Akteurinnen[16] durchgeführt, in dem der aktuelle Stand der Kriterien vorgestellt und diskutiert wurde sowie erste Ergebnisse aus dem Feldtest und die Messmethode vorgestellt wurden. Am Praxisworkshop nahmen 22 Experten und Expertinnen aus den unterschiedlichen Bereichen teil: Softwareentwicklung, Wissenschaft & Forschung, Verbände und Behörden. Im Anschluss an den Praxisworkshop wurden u. a. der Geltungsbereich eingeschränkt und die Anforderungen an die Abwärtskompatibilität, Datenformate, Transparenz und Update noch einmal überarbeitet.

Der zweite Entwurf wurde am 23. Oktober 2019 im Rahmen der Expertenanhörung vorgestellt und diskutiert. Die Teilnehmerliste umfasste Softwarehersteller, Expertinnen und Experten aus Verbänden, Behörden und Forschungsinstituten. Im Nachgang wurden wenige Formulierungen präzisiert und die Anforderungen insgesamt sprachlich nochmals geprüft und bei Bedarf überarbeitet.

[16] Zum Praxisworkshop wurden rund 250 deutsche Softwarefirmen direkt, sowie ergänzend über einschlägige Kontakte, Mailinglisten, Foren rund 5.400 potentielle interessierte Akteurinnen und Akteure der Softwareentwicklung eingeladen. Zudem wurde der Workshop öffentlich über die Kanäle des Umwelt-Campus Birkenfeld, des Öko-Instituts und des Umweltbundesamtes beworben.

Die Struktur des Kriterienkatalogs und der darauf basierenden Vergabekriterien für einen Blauen Engel orientiert sich am Wirkungsmodell (vgl. Kapitel 6)[17] und den darin genannten Wirkungsebenen.

7.1 Geltungsbereich

Für die ersten Vergabekriterien für einen Blauen Engel für Softwareprodukte wurde der Untersuchungsgegenstand, nach Einbezug von Praxis-Akteurinnen und -Akteure sowie Expertinnen und Experten, auf Anwendungssoftware eingegrenzt: 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 die rechenintensivste Arbeit auf einen Server ("Cloud") ausgelagert wird

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

7.2 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 (vgl. Kapitel 8). 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

[17] Im Abschlussbericht des Projektes „Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik“ ist eine detailliertere Darstellung des *Wirkungsmodell für Zusammenhänge zwischen Software-Eigenschaften, Nutzerverhalten/Organisation, Hardware-Inanspruchnahme und Ressourcenaufwand* zu finden (S. 34, Abb. 6) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-12-12_texte_105-2018_ressourceneffiziente-software_0.pdf

7.3 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 waren zudem die Kriterien „*Plattform-unabhängigkeit 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 Software-produkts 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. 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 % gegenüber den Werten bei Antragsstellung erhöhen darf.

7.4 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 technikferne 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 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?), „*Löschbarkeit 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 einer komplexen Nachweisbarkeit und 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 ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik“ zu entnehmen.

7.5 Ausblick

Bei einer künftigen Überarbeitung der Vergabekriterien wird empfohlen, folgende Anforderungen zu überprüfen bzw. neu aufzunehmen:

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

8 Hinweise zur Antragsstellung und Nachweisführung

Zur Antragsstellung sind alle in den Vergabekriterien für einen Blauen Engel für energie- und ressourceneffiziente Softwareprodukte aufgeführten Kriterien nachzuweisen. Die Kriterien lassen sich als sog. Nachweis-Kriterien und Mess-Kriterien zusammenfassen. Nachweis-Kriterien können i.d.R. durch Angaben des Herstellers ermittelt werden (bspw. erforderliche minimale Systemvoraussetzungen, Angaben zu Datenformaten). Der Zeitaufwand zur Projekteinarbeitung plus Erfassung der Nachweis-Kriterien ist ca. 2-3 Stunden. Wenn Energieverbrauchsmessungen durchgeführt werden („Mess-Kriterien“), muss eine entsprechende Messinfrastruktur vorhanden sein. Die Messungen an sich dauern ca. 10 min x 30 Messungen (ca. 5 Stunden), plus Durchführung einer Baseline-Messung (ca. 2 Stunden), plus Entwicklung eines Standardnutzungsszenarios (ca. 4 Stunden).

Während der Entwicklung der Nachweismethodik wurden insbesondere die folgenden Sensitivitäten festgestellt:

- Auswahl der Software
- Konfiguration der Software
- Nutzungsszenario
- Referenzsystem

Zum Umgang mit diesen Einflussfaktoren auf die Messergebnisse werden entsprechende Anforderungen an die Nachweisführung gestellt. Zunächst muss das genaue Softwareprodukt inkl. der Versionsnummer, für welches der Blaue Engel beantragt wird und für das die Nachweise entsprechend erbracht werden, angegeben werden. Die genauen Angaben zum Produkt und die Ergebnisse der Nachweise sind sowohl zur Antragsstellung als auch während der Vertragslaufzeit, bspw. bei Weiterentwicklung und Updates (vgl. Abschnitt 3.2 der Vergabekriterien), zu erbringen.

Das zur Nachweisführung genutzte Standardnutzungsszenario muss die typischerweise bei dem zu bewertenden Softwareprodukt genutzten Funktionalitäten umfassen. Es wird vom Antragssteller entwickelt. Dabei sind die in der Messanleitung (Anhang A der Vergabekriterien) angegebenen Anforderungen einzuhalten. Zum Nachweis wird es vom Antragssteller mit den Antragsunterlagen eingereicht und von Auditorinnen und Auditoren auf Plausibilität geprüft.

Die Vergabekriterien beziehen sich auf Anwendungssoftware, die auf einem der vorgegebenen Referenzsysteme (vgl. Anhang D der Vergabekriterien) lauffähig ist. Alle Energie- und Ressourcenmessungen sind auf einem dieser Referenzsysteme durchzuführen.

Weitere Hinweise zur Antragsstellung, wie beispielsweise zur Durchführung der Messungen der Hardware-Auslastung und elektrischen Leistungsaufnahme im Leerlauf (Kriterium 3.1.1.2) und der Hardware-Inanspruchnahme und Energiebedarf bei Ausführung eines Standardnutzungsszenarios (Kriterium 3.1.1.3) sind dem Anhang der Vergabekriterien für einen Blauen Engel für energie- und ressourceneffiziente Softwareprodukte zu entnehmen.

9 Quellenverzeichnis

Bundesnetzagentur für Elektrizität (2017): Tätigkeitsbericht - Telekommunikation 2016/2017: Bericht gemäß §212 Abs. 1 Telekommunikationsgesetz, Dezember 2017. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2017/TB_Telekommunikation20162017.pdf (23.03.2020)

Chitkara, R.; McCaffrey, M. (2016): Emerging Markets Top 30 Software Companies. https://www.pwc.com/gx/en/technology/publications/global-software-100-leaders/assets/emerging-markets-top-30-software-companies.pdf (23.03.2020)

Dirlewanger, W. (2006): Measurement and rating of computer systems performance and of software efficiency - An introduction to the ISO/IEC 14756 method and a guide to its application, Kassel University Press, Kassel

Europäische Union (2019): Richtlinie (EU) 2019/771 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Mai 2019 über bestimmte vertragsrechtliche Aspekte des Warenkaufs, zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/2394 und der Richtlinie 2009/22/EG sowie zur Aufhebung der Richtlinie 1999/44/EG. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0771&from=EN (23.03.2020)

Gröger, J.; Köhler, A.; Naumann, S.; Filler, A.; Guldner, A.; Kern, E.; Hilty, L. M.; Maksimov, Y. V. (2018): Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik. https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-anwendung-von-bewertungsgrundlagen-fuer (23.03.2020)

Hilty, L.; Naumann, S., Maksimov, Y.; Kern, E.; Filler, A.; Guldner, A.; Gröger, J. (2017): Kriterienkatalog für nachhaltige Software, Version 01, Stand 31.05.2017: https://www.umwelt-campus.de/fileadmin/Umwelt-Campus/Greensoft/Kriterienkatalog_nachhaltige_Software_v01_2017-05-31.pdf (23.03.2020)

Innolytics GmbH (2020): Die wichtigsten Technologietrends 2020. https://www.innolytics.de/technologietrends/ (23.03.2020)

Institute of Electrical and Electronics Engineers (2009): IEEE standard for information technology--systems design--software design descriptions, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York

International Organization for Standardization (2014): Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25000:ed-2:v1:en (23.03.2020)

Jagroep, E.; Broekman, J.; van der Werf, J. Martijn E.M.; Lago, P.; Brinkkemper, S.; Blom, L.; van Vliet, R. (2017): Awakening Awareness on Energy Consumption in Software Engineering: 2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Society Track (ICSE-SEIS), IEEE, S. 76–85

Kern, E. (2017): Green Computing, Green Software, and Its Characteristics - Awareness, Rating, Challenges. In: Otjacques, B.; Hitzelberger, P.; Naumann, S.; Wohlgemuth, V.: From science to society - Progress in IS - New trends in environmental informatics : EnviroInfo 2017, Springer, Cham, S. 263–273

Kern, E.; Guldner, A.; Naumann, S. (2018a): Bewertung der Nachhaltigkeit von Software - Entwicklung einer Umweltkennzeichnung. In: Arndt, H.-K.; Marx Gómez, J.; Wohlgemuth, V.; Lehmann, S.; Pleshkanovska, R.: Nachhaltige Betriebliche Umweltinformationssysteme - Research - Konferenzband zu den 9. BUIS-Tagen, Springer Gabler, Wiesbaden, S. 9–19. https://www.springer.com/de/book/9783658203795

Kern, E.; Hilty, L. M.; Guldner, A.; Maksimov, Y. V.; Filler, A.; Gröger, J.; Naumann, S. (2018b): Sustainable software products—Towards assessment criteria for resource and energy efficiency. In: Future Generation Computer Systems, 2018, 86, Elsevier, S. 199–210. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17314188

Kroker, M. (2019): Das erwartet die Softwareanbieter in den nächsten Jahren. https://www.wiwo.de/unternehmen/it/sap-oracle-und-co-das-erwartet-die-softwareanbieter-in-den-naechsten-jahren/24082000.html (23.03.2020)

Lassmann, W. (2006). Wirtschaftsinformatik - Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Wiesbaden. 613. doi:10.1007/978- 3-8349-9152-2

Maevsky, D. A.; Maevskaya, E. J.; Stetsuyk, E. D.; Shapa, L. N. (2017): Malicious Software Effect on the Mobile Devices Power Consumption. In: Kharchenko, V.; Kondratenko, Y.; Kacprzyk, J.: Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation, Springer, S. 155–172

Mazijn, B.; Doom, R.; Peeters, H.; Vanhoutte, G.; Spillemaeckers, S.; Taverniers, L.; Lavrysen, L.; van Duque Rivera, J. (2004): Ecological, Social and Economic Aspects of Integrated Product Policy. http://www.bernardmazijn.be/fileadmin/pdf/sd-label_products_bernardmazijn.pdf

Meyer, M. (2020): ITK-Märkte. https://www.bitkom.org/Marktdaten/ITK-Konjunktur/ITK-Markt-Deutschland.html (23.03.2020)

Minton, S.; Dimitrov, L.; Slaharova, I. (2019): Growth of European IT and Telecom Market Will Slow In 2020, According to IDC. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prEUR245743119 (23.03.2020)

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), 294–304. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210537911000473

Obertreis, R. (2019): Ranking der wertvollsten Unternehmen - Deutsche Top-Firmen fallen deutlich zurück. https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/ranking-der-wertvollsten-unternehmen-deutsche-top-firmen-fallen-deutlich-zurueck/24529550.html (23.03.2020)

PwC (2016a): The Global 100 - Software Leaders. https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/global-100-software-leaders/the-big-picture.html (23.03.2020)

PwC (2016b): Explore the data - Global 100 Software Leaders by revenue. https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/global-100-software-leaders/explore-the-data.html (23.03.2020)

PwC (2016c): Emerging Markets Top 30 Software Companies. https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/global-100-software-leaders/emerging-markets.html (23.03.2020)

Radomski, S.; Sowa, A. (2018): Geprüfte Sicherheit: Gütesiegel für Software. https://idw-online.de/de/news687446 (06.06.2021)

Stobbe, L.; Proske, M.; Zedel, H.; Hintemann, R.; Clausen, J.; Beucker, S. (2015): Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwicklung-des-ikt-bedingten-strombedarfs-in-deutschland-abschlussbericht.pdf (23.03.2020)

Tenzer, F. (2020): Umsatz mit Software in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2020. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/189894/umfrage/marktvolumen-im-bereich-software-in-deutschland-seit-2007/ (23.03.2020)

Umweltbundesamt (2013): Industriebranchen. https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industriebranchen (23.03.2020)

Umweltbundesamt (2019): Industrieemissionsrichtlinie – Beste verfügbare Technik. Industrieemissionsrichtlinie. https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industrieemissionsrichtlinie-beste-verfuegbare# (23.03.2020)

Zacher, M. (2020): IDC Studie zu DevOps: 25 Prozent deutscher Unternehmen wollen bis 2022 die Hälfte ihrer Anwendungen mit cloudnativen Tools entwickeln. https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prEUR146030620 (23.03.2020)

Zillmann, M. (2019): Der Markt für IT-Beratung und IT-Service in Deutschland. https://www.luenendonk.de/aktuelles/presseinformationen/luenendonk-studie-2019-it-dienstleister-erwarten-2020-ein-umsatzwachstum-von-108-prozent (06.06.2021)