

Umwelt-Campus Birkenfeld

Interdisziplinäres Projekt

**Projektbericht:**  
**Ressourceneffiziente Softwaresysteme**  
**am Beispiel von KDE-Software**

Ina Seiwert

Medieninformatik (B.Sc.)

s18c70@umwelt-campus.de

Melissa Zaczyk

Medieninformatik (M.Sc.)

s19e08@umwelt-campus.de

WS 2020/2021

Dozent: Prof. Dr. Stefan Naumann

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>2</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>4</b>
1.1 Motivation und Aufgabenstellung.....	4
1.2 Blauer Engel für Software.....	4
1.3 Vorgehen bei einer Ressourcenmessung.....	5
<b>2 KMail.....</b>	<b>6</b>
2.1 Energiemessung: Der aktuelle Stand.....	6
2.2 Das Softwareprodukt KMail .....	6
2.3 Messaufbau.....	7
2.3.1 Werkzeuge zur Aufzeichnung der elektrischen Leistungsaufnahme .....	7
2.3.2 Das Referenzsystem.....	7
2.3.3 System Under Test.....	7
2.3.4 Software zur Aufzeichnung des Standardnutzungsszenarios .....	8
2.3.5 Software zur Ermittlung von Leistungsindikatoren .....	8
2.4 Umsetzung.....	8
2.4.1 Auswahl der Software.....	8
2.4.2 Einarbeitung in die gewählte Software KMail .....	9
2.4.3 Einarbeitung in die Messmethodik.....	9
2.4.4 Vorbereitende Schritte .....	9
2.4.5 Erstellung des Standardnutzungsszenarios.....	10
2.4.6 Erstellung des Baselineszenarios .....	11
2.4.7 Erstellung des Leerlaufszenarios.....	12
2.4.8 Durchführung der Messung .....	12
2.4.9 Auswertung der Messergebnisse mit Hilfe von OSCAR .....	13
2.4.10 Prüfung der Software auf die weiteren Vergabekriterien des Blauen Engels.....	14
2.5 Ergebnisse: Darstellung und Interpretation.....	14
2.5.1 Leerlauf.....	15
2.5.2 Standardnutzungsszenario.....	17
2.6 Probleme während der Umsetzung .....	20
2.7 Fazit zu KMail.....	21
<b>3 Krita.....</b>	<b>22</b>
3.1 Auswahlkriterien .....	22
3.2 Standardnutzungsszenario .....	22
3.2.1 Erste Version.....	23
3.2.2 Finale Version.....	24

3.3	Ressourcenmessungen.....	27
3.3.1	Durchführung.....	27
3.3.2	Auswertung.....	27
3.4	Weitere Vergabekriterien .....	33
<b>4</b>	<b>Fazit und Ausblick .....</b>	<b>39</b>
<b>Anhang A 1.</b>	<b>Standard-Nutzungsszenario KMail .....</b>	<b>40</b>
<b>Anhang A 2.</b>	<b>Python Skript.....</b>	<b>46</b>
<b>Anhang A 3.</b>	<b>Standardnutzungsszenario Krita, erste Version .....</b>	<b>47</b>
<b>Anhang A 4.</b>	<b>Standardnutzungsszenario Krita, finale Version .....</b>	<b>52</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>61</b>

# **1 Einführung**

## **1.1 Motivation und Aufgabenstellung**

Heutzutage befinden wir uns in einem digitalen Wandel. Die Digitalisierung verändert alles; wie wir leben, wie wir arbeiten. Neben all den positiven Aspekten bringt dieser Wandel auch Probleme mit sich. Der jährliche Energieverbrauch durch Informations- und Kommunikationstechnik steigt rasant [1]. Dabei wird das Thema „Digitalisierung“ nur selten in Verbindung mit Umweltbelastung gebracht. Noch wird nicht oder nur selten erkannt, dass zu einem energieeffizienten und ressourcenschonenden Umgang mit IT neben der Hardwareoptimierung auch die Softwareoptimierung gehört.

Das Umweltzeichen Blauer Engel für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte dient zur Kennzeichnung von Produkten, die besonders sparsam mit Hardwareressourcen umgehen und einen sparsamen Energieverbrauch aufweisen. Ziel ist es, bei Beschaffern und Nutzern von Softwareprodukten, Aufmerksamkeit für die Rolle der Software beim Energiebedarf der Informations- und Kommunikationstechnik zu schaffen.

Im Rahmen einer Interdisziplinären Projektarbeit am Umwelt-Campus Birkenfeld sollen in Zusammenarbeit mit KDE, einer Community, die sich der Entwicklung freier Software verschrieben hat, zwei Softwareprodukte ausgewählt und auf die Vergabekriterien des Umweltzeichens untersucht und bewertet werden. Neben der Durchführung der Messungen und der anschließenden Auswertung der gewonnenen Daten mussten einige vorbereitenden Schritte getroffen werden. Im Folgenden wird beschrieben, welche Schritte zur Überprüfung der Vergabekriterien durchgeführt werden mussten und welches Ergebnis entstanden ist.

## **1.2 Blauer Engel für Software**

Der Blaue Engel ist ein deutsches Umweltzeichen des Bundesumweltministeriums. Er kann für verschiedenste Produktgruppen beantragt werden. Diese reichen von Elektrogeräten über Fahrzeuge bis hin zu Papier oder Reinigungsmitteln. Für jede dieser Kategorien sind Vergabekriterien festgelegt, deren Erfüllung unter Beweis gestellt werden muss, wenn der Blaue Engel für ein Produkt beantragt wird [7].

Am Umwelt-Campus Birkenfeld wurde in den letzten Jahren die Entwicklung einer neuen Kategorie vorangetrieben, nämlich des Blauen Engels für ressourcen- und energieeffiziente Software [8].

Die Anforderungen des Blauen Engels für Software sehen zum einen vor, dass der Energieverbrauch und die Hardwareinanspruchnahme eines Softwareprodukts bei Standardbenutzung gemessen werden. Diese Messergebnisse gilt es in den Antragsunterlagen zu erfassen. Darüber hinaus spielen aber auch weitere Themen eine Rolle für die Nachhaltigkeit einer Software. Dementsprechend gibt es weiterführende Kriterien, die sich zum Beispiel mit der Langlebigkeit und Transparenz des Softwareprodukts beschäftigen. Durch Unterstützung älterer Geräte, das Zusichern von Sicherheitsupdates über mehrere Jahre hinweg, eine leicht zugängliche Dokumentation oder das Offenlegen des Quellcodes kann die Langlebigkeit von Software erhöht werden. Auch diese Kriterien müssen vom Softwareprodukt erfüllt sein und werden durch Vorlegen der entsprechenden Dokumentation nachgewiesen [1, 9, 10]

### **1.3 Vorgehen bei einer Ressourcenmessung**

Um die Ressourcenmessung einer Software durchführen zu können, wird zunächst ein Standardnutzungsszenario benötigt. Das Standardnutzungsszenario ist ein Konzept, das den Standardnutzungsfall möglichst mit den Standardeinstellungen der Software abbildet. Zur Entwicklung des Standardnutzungsszenarios sind eigene Erfahrungen mit der Software oder Informationen aus externen Quellen erforderlich. Das erstellte Konzept wird anschließend mit einer Software, in diesem Fall Actiona, automatisiert. Während der Messung läuft das Skript mit den Nutzungsszenario automatisch auf dem Referenzsystem ab und ein Messgerät dokumentiert die Wirkleistung. Das Programm Collectl ist auf dem Referenzsystem installiert und misst die Hardwarenutzung während der Messung. Nach Abschluss der Messung können die Messwerte mit dem Programm GridVis ausgelesen werden. Die aus der Messung resultierenden Daten werden mit der Auswertungssoftware OSCAR<sup>1</sup> ausgewertet. OSCAR erzeugt einen Bericht, in dem die Ergebnisse dargestellt werden [9].

---

<sup>1</sup> <https://oscar.umwelt-campus.de/> (letzter Zugriff: 30.03.2021)

## **2 KMail**

### **2.1 Energiemessung: Der aktuelle Stand**

Die Wichtigkeit von Energieverbrauchsmessungen im Bereich von Software hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Ein Beleg hierfür ist die Einführung des Blauen Engels für ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte und damit eines Kriterienkatalogs [1]. Die Vorarbeit hierfür lieferten Kern et al [2], die bereits erste Kriterien für energieeffiziente Software aufstellten. Die Messmethode, die für die Vergabe des Blauen Engels angewendet wird, findet ihren Ursprung bereits 2006 in einer Veröffentlichung von Dirlewanger [3]. Seitdem wurden bereits weitere Messmethoden entwickelt, die auch verglichen werden, wie exemplarisch Mancebo et al [4] zeigen. Insgesamt zeigen Hilty und Aebischer [5], dass es immer mehr Forschungsarbeiten im Bereich der Green ICT oder der ICT für Nachhaltigkeit gibt.

### **2.2 Das Softwareprodukt KMail**

KMail ist der E-Mail-Client von KDE und Teil des Personal Information Managers Kontact. Bei KDE handelt es sich um eine Community, die sich der Entwicklung freier Software verschrieben hat. Sie wurde am 14. Oktober 1996 gegründet. Neben der Community, die aus Programmierern, Künstlern und anderen Entwicklern besteht, gibt es noch den eingetragenen Verein KDE e. V., mit Sitz in Berlin. Dieser kümmert sich als juristische Person um die finanziellen und rechtlichen Aspekte des Projekts. Da die Entwicklung bei KDE hauptsächlich von ehrenamtlichen Entwicklern getragen wird, kann jeder an den Projekten mitwirken. Zusätzlich hat jeder Nutzer die Möglichkeit, die Software an seine eigenen Bedürfnisse anpassen. Zu KMail existiert eine öffentlich zugängliches GitHub Repository [6]. Somit kann jeder auf den Quellcode zugreifen. Außerdem stellt KDE regelmäßige Updates für KMail zur Verfügung. Die neuste Version ist KMail 5.16.3 und wurde am 4. März 2021 freigegeben.

## **2.3 Messaufbau**

Die Messungen müssen vor Ort, im Labor des Instituts für Softwaresysteme durchgeführt werden. Um die Messung erfolgreich durchführen zu können ist einiges an Equipment notwendig. Der genaue Messaufbau wird im nachfolgenden beschrieben.

### **2.3.1 Werkzeuge zur Aufzeichnung der elektrischen Leistungsaufnahme**

Zur Messung der elektrischen Leistung wird ein sogenanntes Leistungsmessgerät benötigt. Hierbei handelt es sich um ein Gerät des Typs Janitza UMG 604. Das Gerät misst Strom und Spannung, um im Anschluss die Wirkleistung zu berechnen. Um das Messgerät im Nachgang oder auch parallel zu Messungen auslesen zu können, steht die Software GridVis bereit. Da das Messgerät über Ethernet verfügt, können die gewonnen Daten mit Hilfe eines separaten Rechners, auf dem GridVis installiert ist, ausgelesen werden. Nach dem Auslesen der Messdaten kann eine csv-Datei erstellt werden, die den genauen Zeitpunkt und die dazugehörige Wirkleistung dokumentiert.

### **2.3.2 Das Referenzsystem**

Beim Computer des Referenzsystems handelt es sich um den Desktop-Computer Esprimo P958<sup>15</sup> von dem Hersteller Fujitsu. Dieser verfügt über einen Intel i5-8500 Prozessor mit 6 Kernen und einer Taktfrequenz von 3,0 GHz, 16 GB RAM, eine SSD Festplatte mit 512 GB Speicher und einer Intel UHD Graphics 630 Grafikkarte. Dieser Computer ist im Kriterienkatalog des Blauen Engels [1] als Referenzsystem 2019 aufgeführt.

### **2.3.3 System Under Test**

Als System Under Test wurde Ubuntu 20.04 (Focal Fossa) gewählt. Das System wurde am 23. April 2020 veröffentlicht. Weiter soll das System fünf Jahre, also bis April 2025, mit Aktualisierungen versorgt werden. Neben dem Aussehen des Desktops wurden auch zahlreiche Änderungen am Layout des Desktops, welche von einem neuen Anmeldebildschirm bis hin zu einem neuen Systemmenü reichen, vorgenommen.

### **2.3.4 Software zur Aufzeichnung des Standardnutzungsszenarios**

Als Werkzeug zur Automatisierung des Standardnutzungsszenarios wurde Aktiona gewählt. Hierbei handelt es sich um ein „Task automation Tool“, welches es erlaubt, Aktionslisten zu erstellen und auszuführen. Actiona ist eine freie Software und läuft sowohl unter Windows als auch unter GNU/Linux. Zum Erstellen der Skripte ist keine Programmiersprache notwendig. Eine graphische Oberfläche erlaubt es Aktionslisten per Drag & Drop zu erstellen.

### **2.3.5 Software zur Ermittlung von Leistungsindikatoren**

Zum Sammeln der Leistungsdaten, die den aktuellen Systemstatus beschreiben, wurde das Kommandozeilenprogramm Collectl verwendet. Collectl konzentriert sich nicht auf eine begrenzte Anzahl von System Metriken. Das Programm kann Informationen über viele verschiedene Arten von Systemressourcen sammeln, wie beispielsweise CPU-Auslastung, RAM-Auslastung, Festplattenaktivität und Netzwerkaktivität.

## **2.4 Umsetzung**

Die Umsetzung umfasst neben den eigentlichen Messungen mehrere vor- und nachbereitenden Schritte. Ebenso war eine aufwändige Einarbeitung in das zu testende Softwareprodukt, als auch in die benötigte Software zur Leistungsüberwachung und die Messinfrastruktur notwendig. Das genaue Vorgehen wird nachfolgend beschrieben.

### **2.4.1 Auswahl der Software**

Die Auswahl des Softwareprodukts KMail erfolgte aus einer von KDE vorgegeben Menge. KMail ist der E-Mail-Client von KDE und Teil des Personal Information Managers Kontact, kann allerdings auch alleinstehend ausgeführt werden. Es gibt einige Argumente, die für die Auswahl von KMail sprechen. Beispielsweise ist eine klare Produktgruppe erkennbar und es handelt sich hierbei um eine Software des alltäglichen Gebrauchs. Somit bestehen genügend Möglichkeiten zum potenziellen Vergleich mit anderer Software aus der gleiche Produktgruppe. Des Weiteren verfügt KMail über ein ausführliches Handbuch. Ebenfalls werden in regelmäßigen Abständen neuen stabile Versionen veröffentlicht. Dies bietet gute Voraussetzungen, um die Vergabekriterien des Umweltzeichens, die nicht in direkter Verbindung mit den Messungen stehen, ebenfalls zu erfüllen.



#### **2.4.2 Einarbeitung in die gewählte Software KMail**

Nachdem das zu untersuchende Softwareprodukt ausgewählt wurde, besteht der nächste Schritt darin, sich in die gewählte Software bestmöglich einzuarbeiten. Ebenso müssen alle potenziellen Funktionen und Abläufe, die in einem Standardnutzungsszenario umgesetzt werden können, ermittelt werden.

#### **2.4.3 Einarbeitung in die Messmethodik**

Zusätzlich war eine Einarbeitung in die Messinfrastruktur am Institut für Softwaresysteme notwendig. Zu Beginn des Projekts wurde hierfür ein Treffen mit Frau Mai organisiert, um eine Einführung in die Messinfrastruktur zu erlangen. Mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Anleitungen konnte die notwendige Software installiert und eingerichtet werden. Ebenso konnte ein Image des benötigten Betriebssystems erstellt werden, um den aktuellen Stand für einen späteren Zeitpunkt zu sichern. Nach Abarbeitung der in den Anleitungen vorgegebenen Schritte, war es möglich eine erste Testmessung unter Verwendung der Szenarien, die bereits zu Okular erstellt wurden, durchzuführen. Somit konnten Erste Einblicke in das Messverfahren gesammelt werden.

#### **2.4.4 Vorbereitende Schritte**

Der erste Schritt besteht darin das System Under Test auf dem Referenzsystem zu installieren. In diesem Fall wurde Ubuntu 20.04 (Focal Fossa) gewählt. Nachfolgend muss die benötigte Software installiert werden. Auf dem Referenzsystem muss neben dem System Under Test und der zu testenden Software ebenfalls eine Software zur Aufzeichnung des Nutzungsszenarios und zur Ermittlung der Leistungsindikatoren installiert werden. Da es sich bei dem Betriebssystem um eine Linux-Anwendung handelt, wird zur Aufzeichnung des Nutzungsszenarios das Task automation Tool Actiona verwendet. Zum Sammeln der Leistungsdaten wird das Kommandozeilenprogramm Collectl verwendet. Diese Software muss ebenfalls auf dem Referenzsystem installiert werden. Zusätzlich muss auf einem separaten Rechner, der zum Auslesen des Messgeräts dient, die Software GridVis installiert werden. Es ist darüber hinaus notwendig, die zu testende Software entsprechend zu konfigurieren. Da es sich bei KMail um einen E-Mail-Client handelt, muss ein Postfach eingerichtet und Einstellungen zum Senden und Empfangen von Nachrichten getroffen werden. Ziel war es ein realistisches Standardnutzungsszenario gestalten zu können und möglichst berechenbare

Antwortzeiten von Seiten des Servers, auf dem die von uns angesprochene Emailadresse läuft, zu erhalten. Um dies zu ermöglichen wurde ein unabhängiges Mailkonto auf den campuseigenen Servern eingerichtet. Das Mailkonto wurde im Vorhinein mit ca. 900 Nachrichten präpariert, darunter 500 HTML E-Mails, 300 Plaintext E-Mails und weitere 100 Plaintext E-Mails mit Anhang. Zusätzlich wurden eine Thread-Mail und eine Mail mit einem spezifischen Betreff vorbereitet, um diese mit Hilfe der Funktion „Mailsuche“ zu erfassen und zu lesen. Ebenfalls wurden drei E-Mails erstellt, die in jedem Durchlauf des Szenarios gelesen und beantwortet werden. Um das Beantworten der Mails zu ermöglichen, ist ein zweites Mailkonto notwendig, welches als Empfänger in den jeweiligen Antworten dient. Es ist nicht zwingend notwendig, dass das zweite Mailkonto auf den campuseigenen Servern liegt, da in diesem Fall nur das Versenden der Mails interessant ist. Daher wurde eine kostenlose E-Mail-Adresse bei dem E-Mail-Dienst GMX angelegt.

#### **2.4.5 Erstellung des Standardnutzungsszenarios**

Das Standardnutzungsszenario wurde mit Hilfe des Task automation Tools Actiona aufgezeichnet. Hierzu muss jede einzelne Position der zu setzenden Klicks separat gespeichert werden. Der Ablauf des Standardnutzungsszenario wird im nachfolgenden beschrieben.

Die erste Aktion, die im Standardnutzungsszenario ausgeführt wird, ist das Öffnen von KMail. Nach dem Öffnen des E-Mail-Programms wird der Posteingang angezeigt. Um zu gewährleisten, dass die automatisierten Klicks immer die gewünschten Positionen erreichen, müssen zunächst alle Gruppen im Posteingang aufgeklappt werden. Anschließend wird eine neue Mail verfasst und versendet. Darauffolgend wird mit Hilfe der Mailsuche-Funktion eine E-Mail mit dem Betreff „Mailsuche“ herausgefiltert, gelesen und an das zweite Mailkonto weitergeleitet. Die beiden Aktionen „E-Mail versenden“ und „E-Mail weiterleiten“ werden hintereinander ausgeführt, um zu testen, ob in der Auswertung Unterschiede zwischen dem gewöhnlichen Versenden und dem Weiterleiten einer Mail sichtbar werden. Aus diesem Grund muss sichergestellt werden, dass der Sendevorgang der ersten Mail abgeschlossen ist, bevor die zweite weitergeleitet wird. Daher werden beide Aktionen durch eine längere Pause getrennt. Im Anschluss wird die Thread-Mail geöffnet, gelesen und wieder geschlossen. In diesem Fall ist es interessant zu vergleichen, ob in der Auswertung Unterschiede zwischen dem Öffnen und Lesen eines Threads oder einer einzelnen Plaintext-Mail beobachtet werden können. Nachfolgend wird in dem Szenario ein Abgleich mit dem Server gestartet. Dieser Vorgang wird manuell mit Hilfe der „Nach E-Mail sehen“-Funktion durchgeführt. So kann sichergestellt

werden, dass der Abgleich immer an derselben Stelle eines Durchlaufs ausgeführt wird und sich somit auch in der Auswertung identifizieren lässt. Im Anschluss wird die Plaintext-Mail mit der Bezeichnung „Normale Testmail mit Anhang100“ geöffnet, gelesen, der Anhang gespeichert und die Nachricht wieder geschlossen. Damit das Herunterladen der Datei in jedem der Durchläufe erfolgen kann, wurde das Dokument im Vorhinein auf dem Referenzsystem gespeichert und wird bei jedem Durchlauf überschrieben. Anschließend werden drei manuell erstellte E-Mails mit dem Betreff „Testmail 1 bis 3“ geöffnet, gelesen und beantwortet. Der Antwort auf die zweite Testmail wird zusätzlich ein Anhang beigelegt. Im letzten Teil des Standardnutzungsszenarios werden die drei manuell erstellten Testmails in zwei Ordner verschoben. Um das Erstellen und Löschen eines Ordners in die Messung mit einzubeziehen, wird der Ordner Test 1 neu erstellt, während der Ordner Test 2 bereits existiert. Um dies zu realisieren muss im ersten Schritt zum Postfach gewechselt und der neuer Ordner Test 1 erstellt werden. Nachfolgend wird das Postfach aktualisiert, um abzusichern, dass der Ordner angezeigt wird. Anschließend wird zum Posteingang zurück gewechselt und alle Gruppen im Posteingang aufgeklappt. Dies ist notwendig, um sicherzustellen, dass die Ausgangssituation vor dem Verschieben immer gleich aufgebaut ist. Darauffolgend werden die drei Mails verschoben. Beim Verschieben wird die erste Testmail dem Ordner Test1 zugeordnet, während die andern in den Ordner Test 2 verschoben werden. Mit dem Ziel, die Ausgangssituation wiederherzustellen, werden die Testmails zurück in den Posteingang verschoben. Anschließend der erstellte Ordner Test 1 gelöscht und zum Posteingang zurückgekehrt. Abschließend wird KMail geschlossen. Im Anschluss an die Erstellung des Standardnutzungsszenarios, muss ein Ablaufplan erstellt werden, der dokumentiert zu welcher Zeit, welche Aktion ausgeführt wurde.

#### **2.4.6 Erstellung des Baselineszenarios**

Das Baselineszenario wird unter den gleichen Rahmenbedingungen wie das Standardnutzungsszenario aufgebaut. Da hierbei aber das Ziel verfolgt wird, die Grundauslastung des Referenzsystems zu erfassen, werden in diesem Szenario keine Aktionen ausgeführt. Es besteht lediglich aus einer Pause, die ungefähr der Länge des Standardnutzungsszenarios entspricht. Im Normalfall ist die Grundauslastung eines Referenzsystems immer gleich. Daher genügen im Fall der Baseline-Messung zehn Durchläufe.

### **2.4.7 Erstellung des Leerlaufszenarios**

Das LeerlaufszENARIO dagegen verfolgt das Ziel die Auslastung des zu testenden Produkts zu erfassen, wenn dieses geöffnet ist aber keine Aktionen ausführt. Aus diesem Grund beinhaltet das Szenario genau zwei Aktionen. Die erste Aktion öffnet das zu testende Programm, gefolgt von einer Pause, die ebenfalls ungefähr der Länge des Standardnutzungsszenarios entspricht. Im Anschluss wird eine weitere Aktion benötigt, die das Programm schließt. Da sich die Auslastung in diesem Fall eher konstant verhalten sollte, genügen auch in diesem Fall zehn Durchläufe.

### **2.4.8 Durchführung der Messung**

Die Durchführung der Messungen erforderte erneut einige vorbereitende Schritte. Im Gegensatz zum Aufbau der Messumgebung und der Erstellung der Nutzungsszenarien, muss die Messung vor Ort im Labor des Instituts für Softwaresysteme durchgeführt werden. Aus diesem Grund war es notwendig die erstellten Szenarien auf das dortige Referenzsystem zu übertragen. Da die Software, die zur Aufzeichnung der Szenarien genutzt wurde, die Positionen der Klicks nur Anhand von Pixelkoordinaten speichert, mussten alle Koordinaten aufgrund einer anderen Bildschirmauflösung neu gesetzt werden. Nach der Übertragung der Nutzungsszenarien, welche einige Stunden in Anspruch nahm, kann mit der Durchführung der Messungen begonnen werden. Zum Ausführen der Messung muss im ersten Schritt der Rechner, auf dem das benötigte Referenzsystem installiert wurde und ein zweiter Rechner mit einem Windows Betriebssystem, der zum Auslesen des Messgeräts dient, gestartet werden. Im ersten Schritt wird auf dem Windows Rechner das Programm GridVis gestartet und die Zeiten zwischen dem Rechner und dem Messgerät synchronisiert. Im Anschluss wird ein neuer Graph erstellt. Hierbei kann mit Hilfe des online Graphen sichergestellt werden, dass die gewünschte Steckdose ausgelesen wird. Im nächsten Schritt wird auf dem Referenzsystem über die Konsole Collectl zum Auslesen der Hardwareauslastung gestartet. Es empfiehlt sich nach dem Starten der Software zu kontrollieren, ob die benötigte csv-Datei auch von Collectl erzeugt wurde. Anschließend kann das Nutzungsszenario gestartet werden. Dies erfolgt über Actiona, welches mit Hilfe eines Befehls in einem zweiten Fenster der Konsole, gestartet werden kann. Im Fall von KMail wurde mit der Messung der Baseline begonnen. Die Messung der Baseline beanspruchte ca. 70 Minuten. Nachfolgend wurde die Messung des Standardnutzungsszenarios gestartet, welche ca. 4 Stunden in Anspruch nahm. Im letzten Schritt wurde das LeerlaufszENARIO gemessen, was eine ähnliche Zeitspanne wie die Messung der Baseline

beanspruchte. Nach Abschluss der Messungen müssen die gesammelten Daten gesichert und das Messgerät ausgelesen werden.

#### **2.4.9 Auswertung der Messergebnisse mit Hilfe von OSCAR**

Nachdem nun alle benötigten Daten zusammengetragen wurden, kann mit der Auswertung der Messergebnisse begonnen werden. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe der Auswertungssoftware OSCAR – **O**pen source **S**oftware **C**onsumption **A**alysis in **R**. Ausgewertet werden können sowohl Datensätze des durch die Ausführung der Software induzierten Energieverbrauchs als auch entsprechende Hardware-Auslastungen. Bevor jedoch mit der Auswertung begonnen werden kann, müssen die Daten der Hardwareauslastung, die mit Hilfe von Collectl erzeugt wurden, nachbearbeitet werden. Die Daten liegen noch in einem Rohformat vor, welches von OSCAR nicht korrekt ausgewertet werden kann. Zur Nachbearbeitung zählt beispielsweise, dass Entfernen aller #-Zeichen aus der Datei. Prinzipiell kann der komplette Head entfernt werden, die dort enthaltenen Informationen sind für OSCAR irrelevant. Anschließend sind die Spalten mit den verschiedenen Messdaten aufgeführt. In der ersten Spalte befindet sich ein Semikolon Zwischen Date und Time und den zugehörigen Daten. Damit der Zeitstempel als solcher erkannt wird, müssen beide Daten in der gleichen Spalte stehen. Aus diesem Grund muss das Semikolon Zwischen Date und Time und den zugehörigen Daten manuell entfernt werden. Außerdem ist Formatierung des Datums hier unvorteilhaft gewählt. Es empfiehlt sich das Formt des Datums von „20210315“ zu beispielsweise „2021/03/15“ zu ändern. Die Nachbearbeitung kann mit Hilfe eines Editors, der über eine Suchen&Ersetzen-Funktion verfügt, erfolgen. Um diese mühsame und zeitaufwändige Prozedur zu umgehen, wurde ein kleines Python-Skript geschrieben. Unter Voraussetzung, dass der Head mit allen #-Zeichen im Vorhinein entfernt wurden, lädt das Skript die Rohdaten, entfernt das Semikolon Zwischen Date und Time sowie den zugehörigen Daten, bringt das Datum in das Format YYYY/MM/DD und schreibt die Ergebnisse in eine csv-Datei. Die daraus resultierende Datei kann direkt von OSCAR ausgewertet werden. Das erarbeitete Python-Skript ist dem Anhang dieser Ausarbeitung beigelegt. Nachdem alle benötigten Dateien entsprechen vorbereitet wurden, kann mit der Auswertung begonnen werden. Die aktuelle Version von OSCAR ist online erreichbar und kann direkt über den Browser gestartet werden. Im ersten Schritt erfolgt der Upload der Messdaten. Dabei müssen die gesammelten Daten der Aktionen, der elektrischen Leistung und der Hardware-Auslastung, jeweils für die Baselinemessung und eine Messung hochgeladen werden. Bei der Messung kann hierbei zwischen Nutzungsszenario und Leerlauf

unterschieden werden. Ebenfalls muss die Dauer der Einzelmessungen, also die Dauer eines Durchlaufs der Messung in Sekunden angegeben werden. Ist der Upload der Messdaten erfolgt, kann mit der Formatierung der Messdaten begonnen werden. Hierbei muss lediglich als Trennzeichen das Semikolon angegeben werden. Bei der Ausgabe der Hardwareauslastung ist es allerdings notwendig, die für die Auswertung relevanten Spalten auszuwählen. Im letzten Schritt muss die korrekte Formatierung des Zeitstempels für jede der hochgeladenen Dateien angegeben werden. Im Anschluss kann der Bericht erzeugt und heruntergeladen werden. Aus diesem Vorgehen resultieren zwei Dokumente. Zum einen ein Report, der die Auslastung der Baseline und des Standardnutzungsszenarios dokumentiert. Zu anderen ein Report, der die Auslastung der Baseline und des Leerlaufszenarios beinhaltet.

#### **2.4.10 Prüfung der Software auf die weiteren Vergabekriterien des Blauen Engels**

Mit Hilfe der Ergebnisse, die aus der Auswertung der Messdaten resultieren, kann die Software anschließend auf die weiteren Vergabekriterien des Blauen Engels geprüft werden. Zu Beginn müssen die Antragsunterlagen auf der Website des Blauen Engels heruntergeladen werden. Unter den Antragsunterlagen befinden sich zwei Dokumente, die zur Kriterienerfassung und anschließend, als Anlagen zum eigentlichen Antrag dienen. Unter Verwendung der in Anlage 2 vorgegebenen Berechnung der Messkriterien, können alle benötigten Daten berechnet und diese anschließend in die Anforderungen der Antragstellung eingetragen werden. Neben den Ergebnissen, die aus der Berechnung der Kriterien resultieren, müssen noch einige Angaben zum analysierten Produkt, zur Messung, zum Referenzsystem und zur Person, die die Messung durchgeführt hat, angegeben werden. Ebenfalls muss der genaue Ablaufplan des Standardnutzungsszenarios in Anlage 2 eingepflegt werden. Nachfolgend können die Ergebnisse, die aus der Berechnung in Anlage 2 resultieren auch in Anlage 1 eingetragen werden. Somit sind alle Ergebnisse, die aus den Messungen hervorgehen in den Antragsunterlagen angegeben. Die restlichen Kriterien müssen von Seiten des Softwareherstellers bewertet und schließlich die dazugehörigen formalen Nachweise erstellt werden.

### **2.5 Ergebnisse: Darstellung und Interpretation**

Aus den deskriptiven Statistiken der Energie- und Ressourcenverbrauchsmessung, aus den Reports resultieren einige Messergebnisse. Die Messergebnisse sehen wie folgt aus.

### 2.5.1 Leerlauf

Wie in Tabelle 1 zu sehen, beträgt die mittlere elektrische Leistung im Leerlauf von KMail über alle Messungen hinweg 4,98W. Damit liegt die Leistung sogar knapp unter dem Wert der Baseline. Bezogen auf die geleistete mittlere elektrische Arbeit hat dieser geringe Unterschied jedoch keine Auswirkungen.

Größe	Gemessener Wert (Leerlauf)	Gemessener Wert (Baseline)
Mittlere el. Leistung (in W)	4,98	5,03
Mittlere el. Arbeit (in Wh)	0,59	0,59
Mittlere CPU-Auslastung (in %)	0,1223529	0,14
Mittlere RAM-Auslastung (in MByte)	$3,879 \cdot 10^6$	$2,3624269 \cdot 10^6$
Über das Netzwerk übertragene Datenmenge (in MByte)	0,0807059	0
Permanentspeichernutzung (in MByte)	7,5397647	0,08

Tabelle 1: Ergebnisse der Messungen im Leerlauf

Aus diesem Grund, kann davon ausgegangen werden, dass KMail im Leerlauf, keine zusätzliche Energie benötigt. Auch die weiteren Ergebnisse bezüglich CPU-, RAM- und Netzwerkauslastung zeigen nur minimale Unterschiede. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die automatische Synchronisation mit dem Mailserver für das Szenario nicht ausgeschaltet wurde, jedoch während der Messungen keine neuen Mails an das Mailkonto versendet wurden. Wie in Abbildung 1 zu sehen, findet in regelmäßigen Abständen eine Kommunikation über das Netzwerk statt.

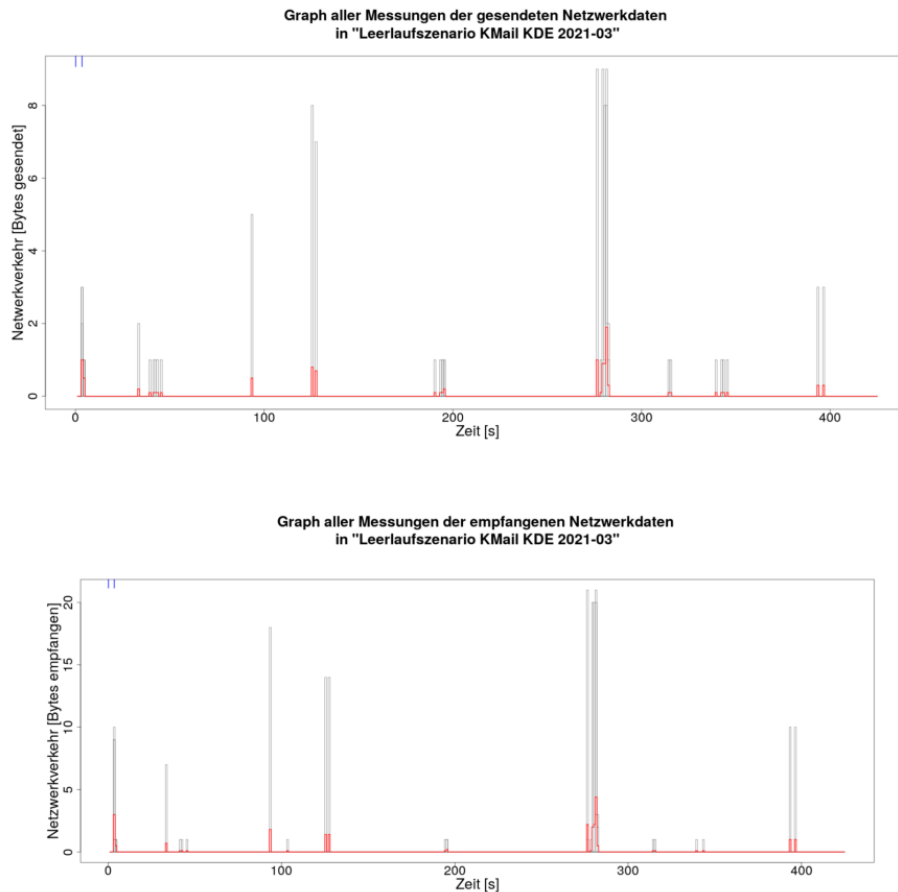


Abbildung 1: Geschriebene und empfangene Netzwerkdaten

Insgesamt lässt sich bei Betrachtung des Graphen der gemittelten Leistungsaufnahmen (vgl. Abbildung 2) erkennen, dass der größte Verbrauch durch das Öffnen von KMail erzeugt wird.

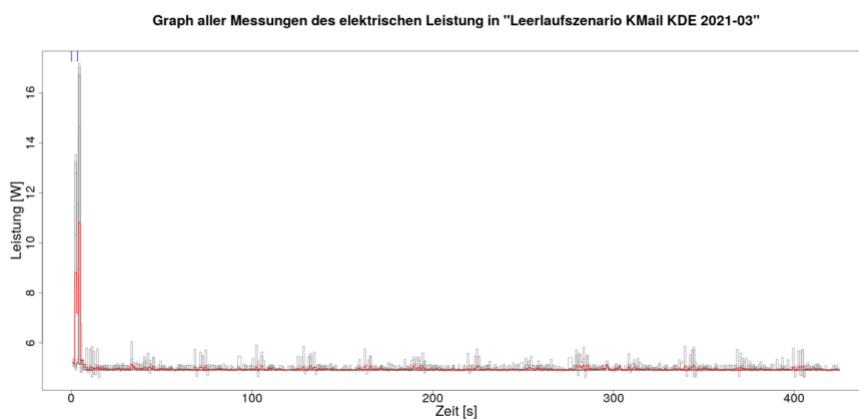


Abbildung 2: Graph der gemittelten Leistungsaufnahme der Messungen des Szenarios

Im Vergleich zu den Graphen der gemittelten Prozessorauslastung (vgl. Abbildung 3) lässt sich auch ohne weitere Analyse der Daten eine deutliche Korrelation zwischen dem



Energieverbrauch zum Zeitpunkt der Öffnung von KMail und der Prozessorauslastung erkennen.

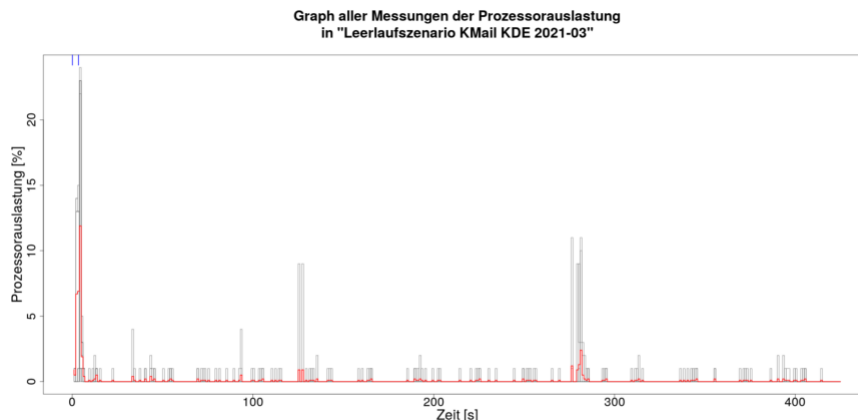


Abbildung 3: Graph der gemittelten Prozessorauslastung

## 2.5.2 Standardnutzungsszenario

Betrachtet man das Standardnutzungsszenario, ergeben sich die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse:

Größe	Gemessener Wert (Standardnutzungsszenario)	Gemessener Wert (Baseline)
Mittlere el. Leistung (in W)	5,68	5,03
Mittlere el. Arbeit (in Wh)	0,67	0,59
Mittlere CPU-Auslastung (in %)	0,19118786	0,14
Mittlere RAM-Auslastung (in MByte)	$3,7621272 \cdot 10^6$	$2,3624269 \cdot 10^6$
Über das Netzwerk übertragene Datenmenge (in MByte)	10,9636433	0
Permanentspeichernutzung (in MByte)	157,3335104	0,08

Tabelle 2: Ergebnisse der Messungen für das Standardnutzungsszenario

Wie in Tabelle 2 zu sehen, beträgt die mittlere elektrische Leistung bei der Ausführung des Standardnutzungsszenarios von KMail über alle Messungen hinweg 5,68W. Damit liegt die Leistung zwar über dem gemessenen Wert der Baseline, steigert sich jedoch nicht erheblich. Insgesamt ist der Verbrauch somit nur 0,08Wh. Ähnliches lässt sich bei der mittleren CPU-

Auslastung beobachten. Hier zeigen sich nur minimale Unterschiede zur Baselinemessung. Bei der mittleren RAM- Auslastung hingegen kann eine Steigerung von 1,39% beobachtet werden. Im Fall der über das Netzwerk übertragenen Datenmenge und der Permanent Speichernutzung lassen sich gravierende Unterschiede feststellen. Die über das Netzwerk übertragene Datenmenge steigt um 10,96 MByte, während die Permanent Speichernutzung sogar um 157,25 MByte steigt. Dies resultiert natürlich aus der Kommunikation mit dem Mailserver.

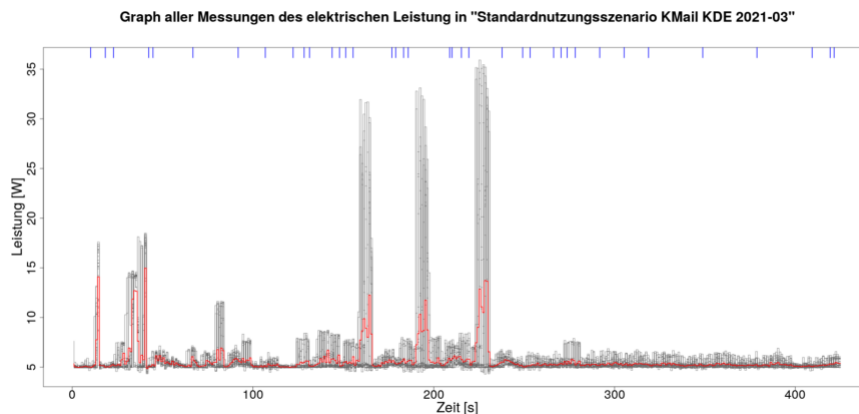


Abbildung 4: Graph der gemittelten Leistungsaufnahme für das Standardnutzungsszenario

Beim Vergleich des Graphen der elektrischen Leistung (vgl. Abbildung 4) und dem Graphen der Prozessorauslastung (vgl. Abbildung 5) lässt sich eine eindeutige Korrelation erkennen. Bei Betrachtung beider Graphen lässt sich ablesen, dass fünf Aktionen einen besonders hohen Energieverbrauch aufweisen. Man kann erkennen, dass nach einer anfänglichen Wartezeit von zehn Sekunden, KMail gestartet wird. Nach ca. 40 Sekunden wird eine E-Mail mit Hilfe der Mailsuche-Funktion herausgefiltert und weitergeleitet. Dies schlägt sich ebenfalls in einer erhöhten Energieauslastung nieder. Die weiteren drei großen Ausschläge in Abbildung 4 und Abbildung 5 resultieren aus dem Versenden der drei Mails.

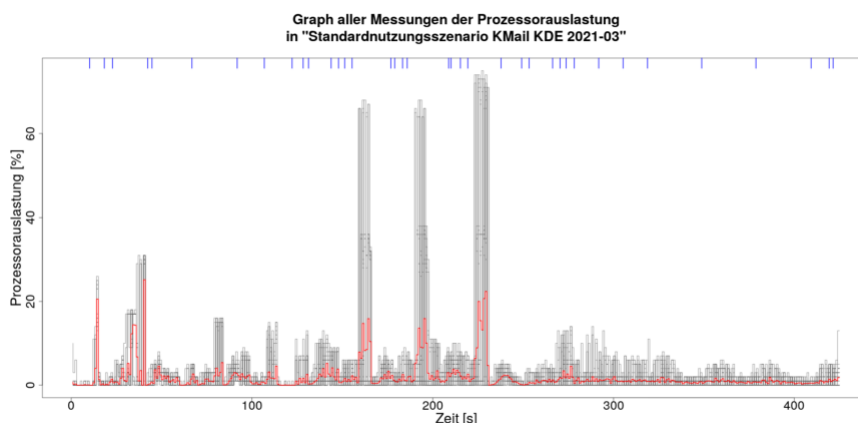


Abbildung 5: Graph der gemittelten Prozessorauslastung für das Standardnutzungsszenario

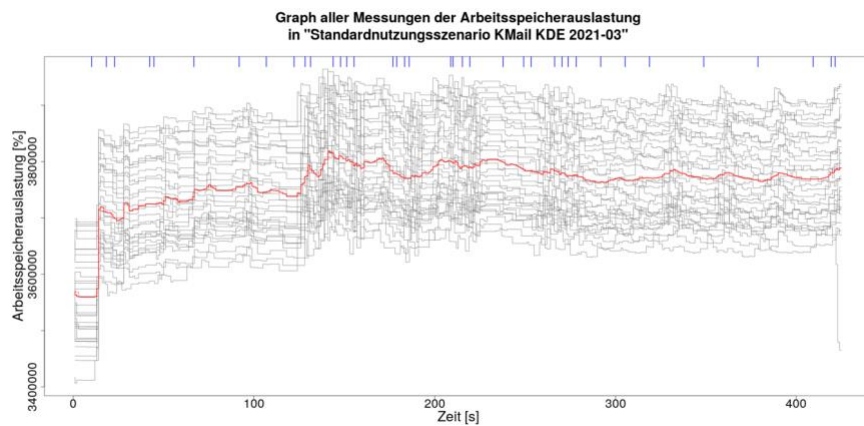


Abbildung 6: Graph der gemittelten Ram-Auslastung für das Standardnutzungsszenario

Über den gesamten Verlauf des Standardnutzungsszenarios hinweg, ab Zeitpunkt des Öffnens von KMail, ist die RAM-Auslastung mehr oder weniger konstant.

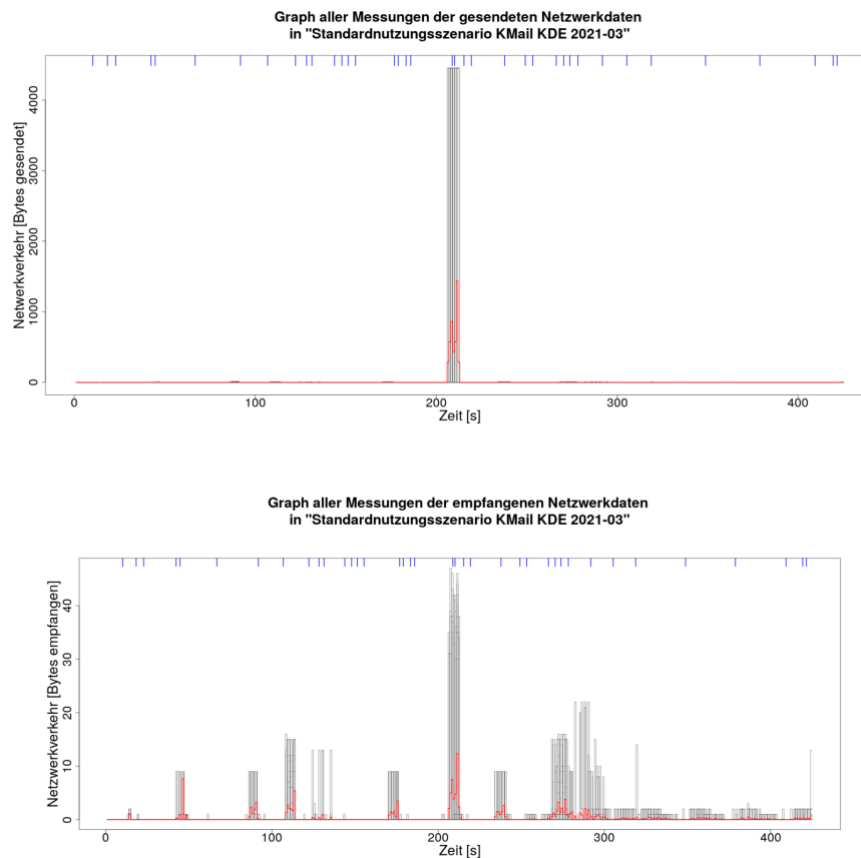


Abbildung 7: Graph der gemittelten Netzwerkaktivität für das Standardnutzungsszenario

Wie im Graphen der Messung der gesendeten Netzwerkdaten zu sehen, gibt es hier einen einzelnen Ausschlag. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass KMail die drei zu versendenden Mails puffert und als ein Paket an den Server überträgt. Insgesamt lässt sich sagen, dass der Energieverbrauch von KMail nur dann deutlich höher als die Baseline ist, wenn eine Kommunikation mit dem Mailserver stattfindet oder die Suche verwendet wird. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass die Messergebnisse als Basis für die Anlagen 2 und 3 dienen können.

## **2.6 Probleme während der Umsetzung**

Bei Umsetzung des Standardnutzungsszenarios kam es zu Problemen, da nicht genau festgestellt werden kann, wann KMail mit dem Emailserver kommuniziert. Um dieses Problem zu umgehen, wurde anfänglich ein Nutzungsszenario im offline Modus umgesetzt. Da der offline Modus nicht zu den Standardeinstellungen gehört, entspricht dieser Ansatz nicht der Realität. Aus diesem Grund wurde entschieden das ganze doch im online Modus umzusetzen und das Abrufen und Senden neuer E-Mails in die Messung miteinzubeziehen. So war das Standardnutzungsszenarios näher an den Standardeinstellungen des Programms und damit realitätsnaher. Außerdem war es schwierig zu gewährleisten, dass das Standardnutzungsszenarios während der Messung 30-mal hintereinander, ohne Unterbrechungen ausgeführt werden konnte, da das Verhalten KMail nicht konstant war. Oftmals wurden während der Ausführung des Szenarios Aktionen ausgeführt, die nicht Bestandteil des zuvor erstellten Scripts waren. Um das Programm zu überlisten, mussten einige zusätzliche Aktionen in das Szenario eingebaut werden. Beispielsweise wurde beim Verschieben von zwei Testmails, die sich anfänglich in einem Ordner befanden, oftmals ein unerwartetes Verhalten ausgelöst. Das Verschieben der ersten Testmail in einen anderen Ordner konnte zum Verschwinden einer anderen Mail im gleichen Ordner führen. Um diese wieder sichtbar zu machen, musste in einen anderen Ordner und wieder zurück gewechselt werden. Selbst die Option „Aktualisieren des Ordners und all seiner Unterordner“ führte nicht zum gewünschten Ergebnis.

## **2.7 Fazit zu KMail**

KMail ist an sich ein Programm das wenig Ressourcen verbraucht, da es einen geringen Leerlauf aufweist und die Lastspitzen überschaubar bleiben. Allerdings gestaltet sich die Untersuchung des Programms nicht so einfach, da es sich nicht nur um eine reine Desktop Anwendung, sondern eigentlich um eine Client-Server-Anwendung handelt. Aus diesem Grund ist es schwierig, ein Standardnutzungsszenario für KMail aufzubauen, welches klar interpretierbar ist. Dies resultiert daraus, dass im alltäglichen Gebrauch oftmals die Autosynchronisation eingeschalt ist, die während des Messintervalls zu unerwarteter und damit schwer zu reproduzierender Serverkommunikation führt.

## **3 Krita**

### **3.1 Auswahlkriterien**

Krita ist ein freies Open-Source-Zeichenprogramm und unterscheidet sich von anderen Bildbearbeitungsprogrammen wie Photoshop und GIMP insofern, als der Fokus auf Malen und Zeichnen liegt und nicht generischer Bildbearbeitung [11, 12]. Krita ist nach Aussage von Cornelius Schumacher das „Vorzeigekind“ von KDE. Es wird monatlich von etwa drei bis vier Millionen Menschen genutzt [13]. Die Beliebtheit von Krita macht es zu einem besonders interessanten Kandidaten für den Blauen Engel. Darüber hinaus hat Melissa Zaczyk bereits umfangreiche persönliche Erfahrungen mit Krita und Zeichenprogrammen im Allgemeinen aus Nutzerperspektive gesammelt. Das erleichtert das Erarbeiten eines Nutzungsszenarios und eine Einarbeitungszeit ist nicht nötig. Zuletzt verfügt Krita über eine ausführliche Dokumentation, was auf eine Erfüllung vieler Anforderungen des Blauen Engels an die Softwaredokumentation hindeutet.

### **3.2 Standardnutzungsszenario**

Da Krita primär ein Zeichenprogramm ist und sich in seinem Anwendungszweck von Bildbearbeitungsprogrammen unterscheidet, macht es keinen Sinn, ein vorhandenes Nutzungsszenario zu verwenden, wie es in einem anderen Projekt der Hochschule bereits für Photoshop und GIMP entwickelt wurde [12, 14]. Dieser Unterschied wurde auch von Cornelius Schumacher in einem Gespräch noch einmal betont. Stattdessen wurde also ein neues Nutzungsszenario speziell für Krita erarbeitet.

Die Erarbeitung des Standardnutzungsszenarios ist grob in zwei Phasen zu unterteilen. Es wurde eine erste Version des Nutzungsszenario entwickelt und diese auf Basis von Feedback und weiteren Ideen überarbeitet, bis die finale Version des Nutzungsszenarios feststand. Der detaillierte Ablauf der Nutzungsszenarien ist in Anhang A 3 und Anhang A 4 nachzulesen.

Für das Szenario wird von einer Bedienung mit der Maus ausgegangen, da das Automatisieren einer Bedienung über Stift und Grafiktablett bei weitem zu komplex und technisch nicht

umsetzbar wäre. Hierzu wäre ein Roboterarm ähnlich dem Tapster<sup>2</sup> für Smartphones notwendig, das ein Grafiktablett in Echtzeit benutzt. Ein solches Gerät existiert vermutlich gar nicht. Um das Szenario dennoch möglichst realistisch zu gestalten, wurden Mauszeigerpfade (d.h. Mausbewegungen, bei denen in Actiona nicht zu einer bestimmten Koordinate gesprungen wird, sondern welche durch viele einzelne Koordinaten beschrieben sind) mit einem Grafiktablett aufgezeichnet.

Betrachtet wird hier Krita 4.4.2. Am 24. März wurde eine neuere Version der Software, Krita 4.4.3, veröffentlicht, was jedoch für dieses Projekt in Anbetracht des Abgabetermins Ende März zu kurzfristig war, um das Nutzungsszenario mit der neuen Version zu testen oder gar neue Messungen durchzuführen.

### **3.2.1 Erste Version**

Die erste Version des Nutzungsszenario umfasst im Kern die folgenden Operationen:

- Neues Dokument erstellen
- Verschiedene Pinsel auswählen
- Mit verschiedenen Pinseln malen (Haus des Nikolaus)
- Radieren
- Pinselgröße anpassen
- Farben auswählen
- Aktionen rückgängig machen und wiederherstellen
- Auswahl erzeugen, kopieren und verschieben
- HSV-Filter anwenden
- Ebenen hinzufügen und löschen
- Ebenen zusammenführen
- Ebenen benennen
- Ebenen ein- und ausblenden
- Ebenen in Gruppen einordnen
- Zoomen
- Leinwand verschieben

---

<sup>2</sup> <https://tapster.io/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)

- Leinwand drehen
- Bild speichern und benennen
- Bild schließen

Es liegt ein gesteigerter Fokus auf dem Testen verschiedener Pinsel, da bei der Benutzung von Krita auf leistungsschwächeren Computern auffällt, dass komplexe Pinsel manchmal stottern und nicht sofort gerendert werden. Mit einer Auswahl verschiedener Pinsel soll hier stichprobenhaft geprüft werden, wie groß die Unterschiede tatsächlich sind. Getestet werden ein einfacher Pinsel, mehrere Pinsel mit Textur, ein Pinsel mit Mischeffekt und ein Pinsel mit komplexen Effekten (in diesem Fall Aquarellfarbe, die sich beim Malen weiter ausbreitet). Dazu kommen ein farbloser Pinsel allein zum Verwischen und ein Radierer.



Abbildung 8: Verwendete Pinsel in der ersten Version des Nutzungsszenarios

Typische Operationen aus der Bildbearbeitung wie z.B. das Anwenden von Filtern wurde hier bewusst auf ein Minimum reduziert, da der Hauptanwendungszweck von Krita das Zeichnen ist und nicht Bildbearbeitung wie in Photoshop oder GIMP.

Von Franziska Mai folgte der Tipp, das Nutzungsszenario möglichst schnell mit Actiona zu automatisieren, um dessen Dauer und Umsetzbarkeit zu prüfen. Pro Durchlauf ergab sich eine Zeit von ca. dreieinhalb Minuten. Bei der Umsetzung der ausgewählten Funktionen mithilfe von Actiona traten keine Probleme auf.

### 3.2.2 Finale Version

Insgesamt ist die erste Version des Nutzungsszenarios ein guter Ansatz, jedoch ist es mit einer Dauer von dreieinhalb Minuten zu kurz. Nach Absprache mit Prof. Dr. Naumann und Achim Guldner, welche das Projekt betreuen, Franziska Mai, Cornelius Schumacher von KDE und einer Kommilitonin aus der Medieninformatik, die sich mit Zeichenprogrammen ebenfalls gut auskennt, wurde das Nutzungsszenario um Folgendes ergänzt:

- Bestehendes Bild öffnen



- Ebene in der Hierarchie verschieben
- Ebenen duplizieren
- Deckkraft von Ebenen verändern
- Auswahl erweitern und verkleinern
- Weitere Auswahl-Werkzeuge verwenden
- Farbauswahl-Werkzeug benutzen
- Weitere Arten von Pinselstrichen
- Vorgefertigte Formen verwenden
- Leinwand spiegeln
- Bild exportieren

Mit Actiona automatisiert dauert ein Durchlauf des finalen Szenarios 502 Sekunden bzw. acht Minuten und 22 Sekunden. Die Aktionen im Actiona-Skript, die inhaltlich miteinander verwandt sind (z.B. alle Operationen mit Ebenen in der Hierarchie), sind der Übersichtlichkeit wegen farblich durch einen Gradienten gekennzeichnet.

Der Fokus liegt nun noch mehr auf Malen als zuvor, da ein Nutzer den Großteil seiner Zeit in Krita damit verbringt, Pinselstriche zu malen. Es werden verschiedene Arten von Strichen verwendet: ein langsamer ohne Absetzen wie zuvor (Haus vom Nikolaus), kurze schnelle Striche, großflächiges Ausmalen einer Fläche und werkzeuggestützte Striche zum Ziehen von geraden Linien oder anderen Formen.

Zudem musste ein Pinsel („c)\_Pencil-3\_Large\_4B“) aus dem ersten Nutzungsszenario durch einen vergleichbaren ersetzt werden, da er einen Bug enthält. Wenn ein Bild in Krita geschlossen wird ohne Krita selbst zu schließen, wird der Pinsel bei der nächsten Benutzung nicht mehr korrekt dargestellt.



Abbildung 9: Verwendete Pinsel in der finalen Version des Nutzungsszenarios

Im ersten Nutzungsszenario wurde nur mit einem neu erstellten Dokument gearbeitet. Es wurde kein bestehendes Bild mit vielen Ebenen geöffnet oder gespeichert. Leider stehen im Internet

aber keine vorgefertigten Krita-Dateien (gespeichert im KRA-Format) zur Verfügung. In Künstlerkreisen ist es sehr unüblich rohe Projektdaten zu veröffentlichen. Verglichen mit traditioneller Kunst (d.h. analog) wäre dies das digitale Äquivalent zum Weggeben eines Originals oder in der Fotografie das Weggeben von Negativen. In der Regel wird nur das exportierte, fertig gerenderte Bild geteilt. Selbst im Rahmen von Tutorials werden keine Krita-Dateien bereitgestellt, sondern nur die exportierten Bilder gezeigt. Zudem ist das KRA-Format nicht zum Teilen im Internet ausgelegt, da die Dateien sehr groß werden können [15]. Einzig im Repository von Krita findet sich zu Testzwecken eine Krita-Datei, die jedoch nur 1,67 MB groß ist und damit nicht die Realität der meisten Nutzungsfälle abbildet [16]. Aus diesem Grund wurde zur Ausführung des Nutzungsszenarios ein neues Krita-Dokument erstellt. Es enthält zwei hochaufgelöste, importierte Bilder, um die Größe der Datei zu erhöhen (beide veröffentlicht unter der Pixabay License, kein Bildnachweis nötig) [17, 18]. Zudem sind einige Ebenen mit Gemaltem über die Bilder gelegt und mit verschiedenen Effekten wie Filtermasken oder diversen Verlaufsmodi versehen. Somit wird nicht nur geprüft, wie Krita mit größeren Dateien umgeht, sondern auch mit einer höheren Anzahl von Ebenen.



Abbildung 10: Test-Bild für Standardnutzungsszenario

Cornelius Schumacher wies außerdem noch auf die Mailingliste von Krita hin, über welche die Krita-Entwickler selbst erreicht werden können. Die Gruppe entschied sich letzten Endes dagegen, die Krita-Community um Feedback zu bitten. Es bestand die Sorge, dass die mit dem Erstellen des Nutzungsszenario verbrachte Zeit dadurch über den geplanten Rahmen weit hinausgehen würde. Die Krita-Community ist eine internationale, dementsprechend ist die Verkehrssprache Englisch. Es wäre also nötig gewesen, bisherige Dokumente aus dem Deutschen ins Englische zu übersetzen. Weiter sind die Krita-Entwickler selbst im Gegensatz zu Cornelius Schumacher mit dem Blauen Engel nicht vertraut. Man hätte also zusätzlich noch den Hintergrund der Messungen und des Umweltzeichens erläutern müssen. Zudem war nicht abschätzbar, wann oder wie viele Mitglieder der Krita-Community antworten würden, was die Planung ebenfalls erschwert hätte.

### **3.3 Ressourcenmessungen**

#### **3.3.1 Durchführung**

Die Ressourcenmessung wurde im Softwarelabor auf dem Referenzsystem 2019/2020 mit dem Betriebssystem Ubuntu 20.04.1 LTS durchgeführt.

Bevor die Ressourcenmessung gestartet werden konnte, musste das Actiona-Skript mit dem Standardnutzungsszenario zunächst noch auf das Referenzsystem angepasst werden. Die Automatisierung des Nutzungsszenarios war bisher an einem heimischen PC geschehen, um Präsenzzeiten im Labor aufgrund von Corona und Belegungskonflikten mit anderen Studenten möglichst gering zu halten. Dementsprechend galt es, die gespeicherten Positionen der einzelnen Klicks auf den Bildschirm im Softwarelabor anzupassen.

Danach konnte die Messung des Standardnutzungsszenarios stattfinden. Neben dem Nutzungsszenario wurden auch eine Messung der Software im Leerlauf einschließlich Öffnen und Schließen durchgeführt sowie eine Messung der Grundauslastung, wenn alle Programme geschlossen sind. Insgesamt wurde das Standardnutzungsszenario 30-mal hintereinander ausgeführt, Leerlauf und Grundauslastung jeweils zehnmal.

#### **3.3.2 Auswertung**

Die Auswertung der gemessenen Daten erfolgte mithilfe von OSCAR. Für die Leerlauf-Messung wurden dabei folgende Daten ermittelt:

Größe	Gemessener Wert (Leerlauf)	Gemessener Wert (Baseline)
Mittlere el. Leistung	4,92 W	4,87 W
Mittlere el. Arbeit	0,69 Wh	0,68 Wh
Mittlere CPU-Auslastung	0,2151394 %	0,14 %
Mittlere RAM-Auslastung	$3,0094993 \times 10^6$ % oder MByte	$3,4011556 \times 10^6$ % oder Mbyte
Über Netzwerk übertragene Datenmenge	0,0033865 MByte	0 MByte
Permanentspeichernutzung	8,5713147 MByte	0 MByte

Tabelle 3: Messergebnisse der Leerlauf-Messung

Die Ergebnisse der Nutzungsszenario-Messung sind in der folgenden Tabelle zu sehen:

Größe	Gemessener Wert (Szenario)	Gemessener Wert (Baseline)
Mittlere el. Leistung	6,96 W	4,87 W
Mittlere el. Arbeit	0,97 Wh	0,68 Wh
Mittlere CPU-Auslastung	8,0917663 %	0,14 %
Mittlere RAM-Auslastung	$4,4235479 \times 10^6$ % oder MByte	$3,4011556 \times 10^6$ % oder Mbyte
Über Netzwerk übertragene Datenmenge	0,0065073 MByte	0 MByte
Permanentspeichernutzung	146,7867198 MByte	0 MByte

Tabelle 4: Messergebnisse der Nutzungsszenario-Messung

Zwischen Leerlauf-Messung und Grundauslastung (Baseline) besteht nur ein geringfügiger Unterschied. Beim Standardnutzungsszenario steigt im Vergleich zum Leerlauf insbesondere die mittlere CPU-Auslastung und die Permanentspeichernutzung an. Die Angaben zu den über das Netzwerk übertragenen Daten können vernachlässigt werden, da Krita keine Verbindung mit dem Internet eingeht, wie in der Privacy Policy versichert wird [19]. Deshalb sollten von Krita aus eigentlich keine Daten empfangen oder gesendet worden sein. Die gemessenen Werte wurden möglicherweise von anderen Diensten im Hintergrund verursacht.

Anhand der Excel-Datei, die dem Kriterienkatalog des Blauen Engels beigelegt ist, wurden die in Tabelle 5 und Tabelle 6 gezeigten Werte für die Kriterien 1.1.2 und 1.1.3 errechnet:

Anforderung	Messwert
Mittlere Prozessorauslastung im Leerlauf (%)	0,0752
Mittlere Arbeitsspeicherbelegung im Leerlauf (MByte)	-0,3917
Mittlere Permanentspeicherbelegung im Leerlauf (MBytes/s)	0,0171
Mittlere beanspruchte Bandbreite für Netzzugang im Leerlauf (Mbit/s)	0,0001
Mittlere elektrische Leistungsaufnahme (netto) (W)	0,05

Tabelle 5: Hardware-Auslastung und elektrische Leistungsaufnahme im Leerlauf (→ Anforderung 1.1.2)

Anforderung	Messwert
Prozessorarbeit (%*s)	3997,3830
Arbeitsspeicherarbeit (MBytes*s)	513,3501
Permanentspeicherarbeit (Lesen u Schreiben) (MBytes/s*s)	146,7867
Übertragene Datenmenge für Netzzugang (Mbit/s*s)	0,0521
Mittelwert des Energiebedarfs (netto) (Wh)	0,29

Tabelle 6: Hardware-Inanspruchnahme und Energiebedarf bei Ausführung eines Nutzungsszenarios (→ Anforderung 1.1.3)

Alle von OSCAR generierten Graphen und die vollständigen Berichte sind in den Dateien „Auswertung\_Krita\_Leerlauf.pdf“ und „Auswertung\_Krita\_Standardnutzungsszenario.pdf“ zu finden. Dieser Abschlussbericht beschränkt sich auf die Betrachtung der aufschlussreichsten Graphen.

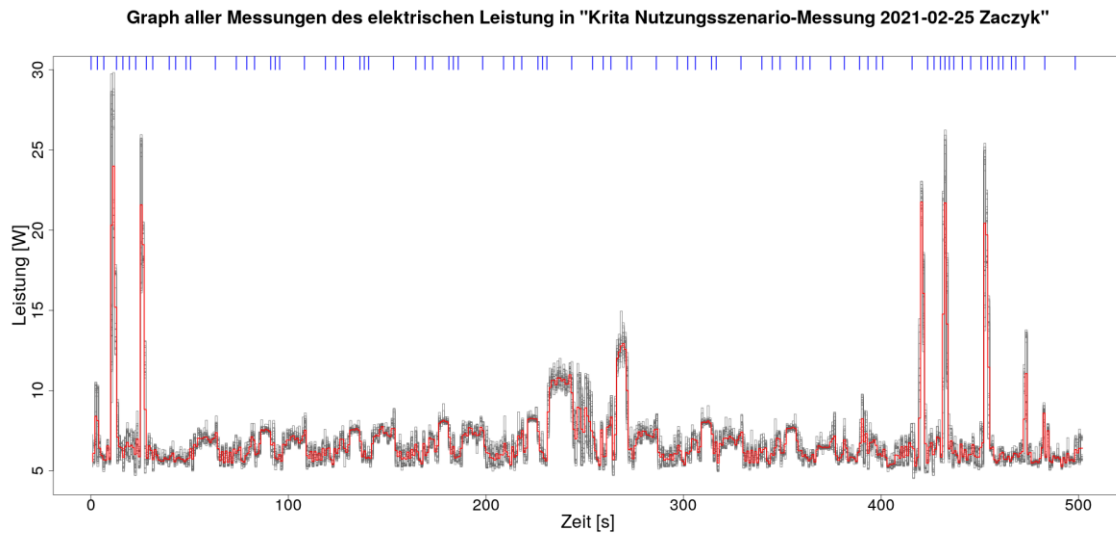


Abbildung 11: Gemittelte Leistungsaufnahme

Die größten Ausschläge bei der gemittelten Leistungsaufnahme gehören zu den folgenden Aktionen:

- Test-Bild öffnen (0:07)
- Ebene in der Hierarchie unter eine Gruppe verschieben (0:23)
- Ebene in der Hierarchie unter eine andere Ebene verschieben (6:56)
- Löschen einer Gruppe (7:10)
- Gruppe aus ausgewählten Ebenen erzeugen (7:25)

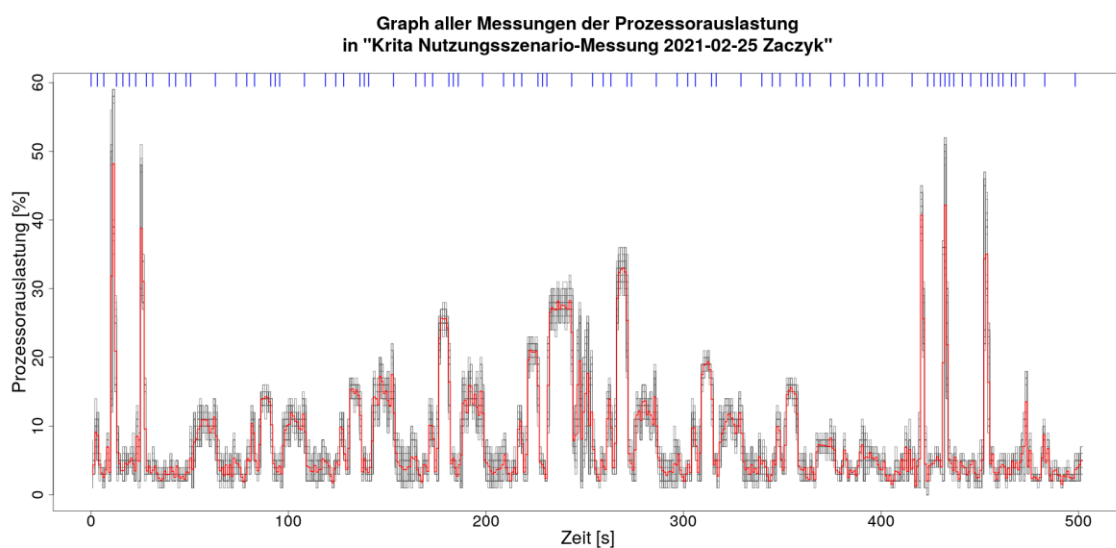


Abbildung 12: Gemittelte Prozessorauslastung

Bei der gemittelten Prozessorauslastung zeichnen sich die gleichen Ausschläge ab.

Da die Aktionen im Graph zum Teil sehr dicht bei einander liegen, wurden die umliegenden Aktionen im Bereich der Ausschläge per Hand mit Blick auf die Prozessorauslastung erneut ausgeführt, um sicherzugehen, dass die oben genannten Aktionen tatsächlich die Auslöser für die Ausschläge sind.

Es wird deutlich, dass abgesehen vom Öffnen des Test-Bildes die Aktionen, die die höchste Leistungsaufnahme und Prozessorauslastung verursachen, ausschließlich Operationen auf der Hierarchie sind. Das bedeutet allerdings nicht, dass alle Operationen mit Ebenen in der Hierarchie solch hohe Auswirkungen haben. Das Ein- oder Ausblenden einer Ebene hat nur einen geringen Einfluss auf die Leistungsaufnahme und Prozessorauslastung. Das gleiche gilt für das Ändern der Deckkraft einer Ebene. Interessant ist auch, dass es fast keinen Unterschied macht, ob eine Ebene in der Hierarchie unter eine ganze Gruppe verschoben wird oder lediglich unter eine andere Ebene.

Einen weiteren Ausschlag gibt es gegen Ende des Szenarios beim Speichern des Bildes (7:48). Das anschließende Exportieren des Bildes als PNG (7:53) fällt damit verglichen weniger ins Gewicht.

Beim Blick auf die Mal-Aktionen, die mit verschiedenen Pinseln ausgeführt wurden, zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Pinseln. Der fünfte verwendete Pinsel („j)\_WaterC\_Basic\_Round-Grunge“) verursacht eine etwa doppelt so hohe Leistungsaufnahme und Prozessorauslastung wie der erste Pinsel („b)\_Basic-2\_Opacity“). Ansonsten unterscheiden sich die Pinsel im Hinblick auf Prozessorauslastung stärker als in der verursachten Leistungsaufnahme, wo alle Pinsel abgesehen vom fünften eine sehr ähnliche Kurve erzeugen.

Des Weiteren ist ein deutliches Muster zu erkennen, dem alle Pinsel folgen. Dieses zeichnet sich sowohl in der Leistungsaufnahme als auch in der Prozessorauslastung ab, ist in der Prozessorauslastung aber besonders gut zu erkennen. Zunächst gibt es einen breiten Hügel, wenn das Haus vom Nikolaus gezeichnet wird. Danach folgt ein Tal. Dies sind die kurzen, schnellen Striche. Zuletzt zeigt sich eine steile Spitze, die insbesondere bei der Prozessorauslastung höher ist als der erste Hügel. Diese Spitze wird durch großflächiges, schnelles Ausmalen ausgelöst.

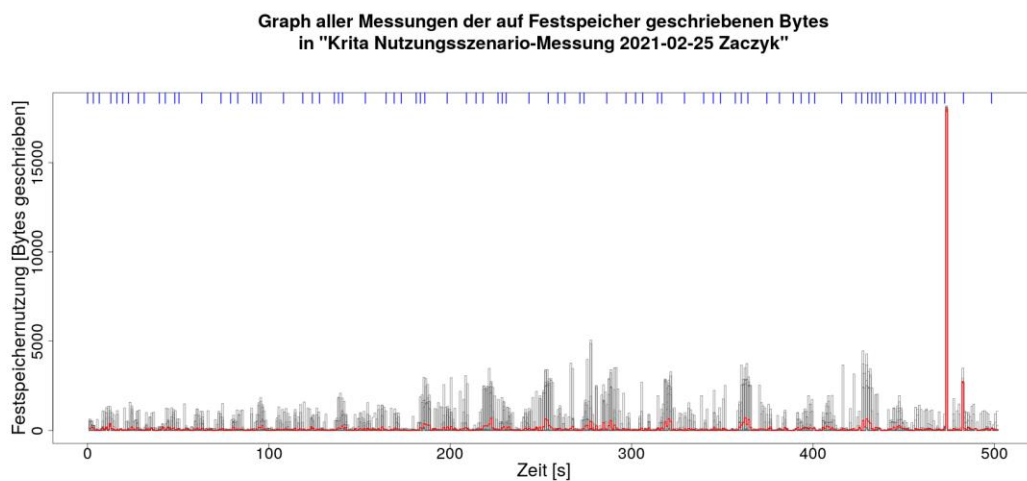
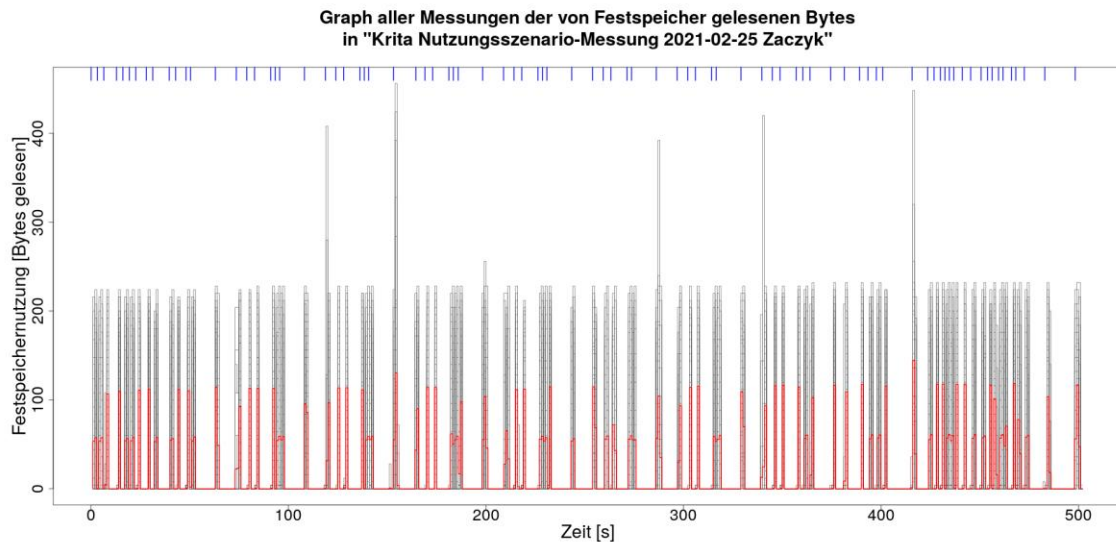


Abbildung 13: Gemittelte Festplattenaktivität (lesend oben, schreibend unten)

Beim Blick auf die schreibende Festplattenaktivität sind gegen Ende ganz deutlich ein starker Ausschlag beim Speichern des Bildes (7:48) und ein kleinerer beim Exportieren (7:53) zu erkennen. Aus dem Graphen für die lesende Festplattenaktivität ist dagegen nicht herauslesbar, wann das Test-Bild geöffnet wurde.



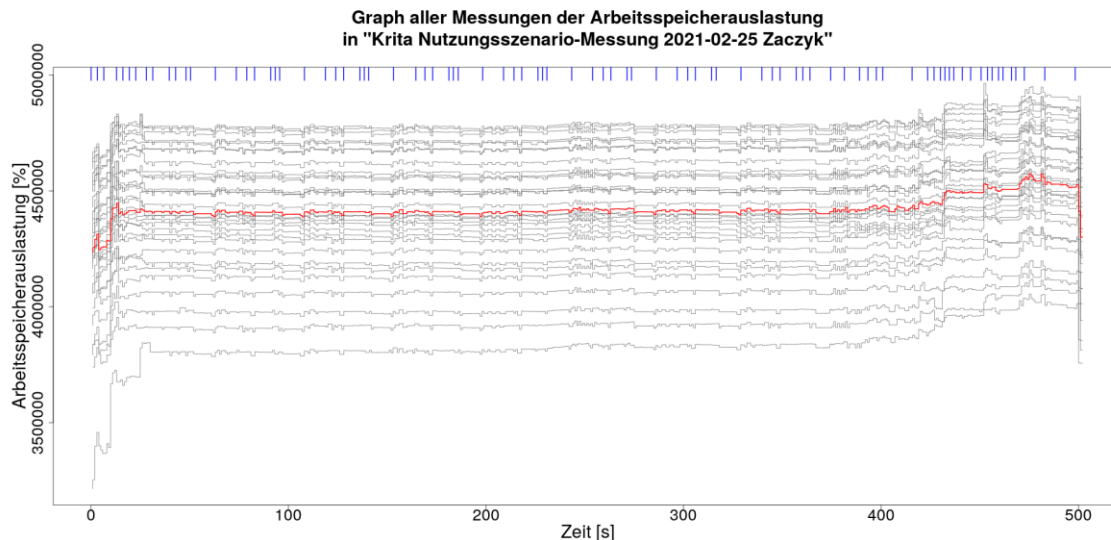


Abbildung 14: Gemittelte RAM-Belegung

Stattdessen ist das Erstellen eines neuen Dokuments (0:00), Schließen desselbigen (0:03) und Öffnen (0:07) und Schließen des Test-Bildes (8:18) in der RAM-Belegung erkennbar. Ebenfalls fällt auf, dass die Arbeitsspeicherauslastung nach Duplizieren einer Gruppe (7:07) ansteigt und auch nach Löschen der Gruppe (7:10) nicht wieder auf das bisherige Niveau sinkt. Dies liegt höchstwahrscheinlich daran, dass die Informationen über jene Gruppe weiterhin im Arbeitsspeicher geladen bleiben. So kann in Krita durch Rückgängig-Machen der letzten Aktion die Gruppe einfach wiederhergestellt werden.

### 3.4 Weitere Vergabekriterien

Neben den Anforderungen 1.1.2 und 1.1.3, die sich auf die Ressourcenmessung beziehen, gibt es noch weitere Kriterien, die von einem Softwareprodukt erfüllt werden müssen, um den Blauen Engel zu erhalten. Die entsprechenden Antragsunterlagen sind für Krita soweit wie möglich ausgefüllt. Sie liegen in Form von „Krita\_Anlage\_1.docx“ und „Krita\_Anlage\_2.xlsx“ vor. Dort können die genauen Angaben zu allen Vergabekriterien nachgelesen werden. Insgesamt erfüllt Krita bereits fünf dieser Kriterien. Die Erfüllung von drei Kriterien ist nur schwer einzuschätzen, da mitunter weitere Informationen benötigt werden. Drei Kriterien sind aktuell nicht erfüllt, wobei die Nicht-Erfüllung von zwei dieser drei Kriterien auf denselben Grund zurückzuführen ist.

### **Erforderliche minimale Systemvoraussetzungen (→ Anforderung 1.1.1)**

Die minimalen Systemvoraussetzungen sind nur auf der Steam-Seite von Krita dokumentiert [20]. Da Krita auf viele verschiedene Weisen und in verschiedenem Umfang installiert werden kann, sind sie möglicherweise nicht allgemein gültig. Zudem ist Krita über die Plattform Steam nur für Windows, Linux und SteamOS erhältlich. Dementsprechend werden keine Angaben zu den Mindestvoraussetzungen auf OSX, Android oder ChromeOS gemacht, auf welchen Krita ebenfalls läuft [21, 22]. Die auf Steam aufgelisteten minimalen Voraussetzungen lauten wie folgt:

- 1,6 GHz Dual-Core CPU (64-Bit)
- 2000 MByte lokaler Arbeitsspeicher
- 300 MByte lokaler Permanentspeicher
- Moderne Grafikkarte (2009 oder neuer) / Intel HD

### **Unterstützung des Energiemanagements (→ Anforderung 1.1.4)**

In der Dokumentation und im Code von Krita gibt es keinen Hinweis darauf, dass Energiemanagement-Systeme nicht zusammen mit Krita funktionieren. Ein expliziter Beweis wird für den Antrag nicht gefordert. Durch den offenen Code kann theoretischer jeder die Erfüllung des Kriteriums nachvollziehen.

### **Abwärtskompatibilität (→ Anforderung 1.2.1)**

Das Standardnutzungsszenario wurde bisher nur auf dem Referenzsystem 2019/2020 getestet. Daher lässt sich über die Abwärtskompatibilität im Moment keine Aussage machen.

### **Datenformate (→ Anforderung 1.3.1)**

Krita verwendet eine Vielzahl von Datenformaten. Manche davon sind öffentlich dokumentiert, andere können von weiteren Softwareprodukten verarbeitet werden, zum Teil treffen auch beide Möglichkeiten zu. Zum internen KRA-Format gibt es einen kurzen Abschnitt im Handbuch [15]. Darüber hinaus existiert allerdings keine leicht zugängliche Spezifikation des Formats. Dateien im KRA-Format werden von anderen Softwareprodukten nicht unterstützt. Krita-Dokumente können unter anderem auch als PSD-Dateien gespeichert werden, welche z.B. von Photoshop oder GIMP geöffnet werden können. Obwohl PSD-Dateien verschiedene Ebenen und Effekte speichern können, sollte das Format jedoch nicht als Transferformat

verwendet werden. Beim Speichern als PSD-Datei können mitunter Daten verloren gehen, da das PSD-Format nicht öffentlich dokumentiert ist und dessen Implementierung in Programmen außer Photoshop nur eine Annäherung darstellt [23]. Bilder aus Krita können außerdem in viele andere Formate exportiert werden, darunter PNG, JPG oder TIF. Diese Formate werden von allen gängigen Bildbetrachtern unterstützt. Auch sie verfügen aber nicht über den vollen Funktionsumfang, den KRA-Dateien bieten.

### **Transparenz des Softwareprodukts (→ Anforderung 1.3.2)**

Die Anwendungs-Programmier-Schnittstelle ist in der KDE API Reference [24] und sekundär im KDE Community Wiki [25] dokumentiert, wobei das KDE Community Wiki für Krita allerdings nicht mehr aktiv gepflegt wird. Die Informationen dort können dementsprechend veraltet sein.

Der Quellcode des gesamten Softwareprodukts ist offengelegt und in einem entsprechenden Repository verfügbar [26].

Support wird bei Krita zum Großteil über die Community selbst geleistet. Auf der offiziellen Webseite von Krita wird auf das Handbuch [27] und die Plattform Krita Artists verwiesen [28]. Weiter existiert zum Beispiel auch ein Subreddit für Krita sowie verschiedene inoffizielle Facebook-Gruppen [29]. Darüber hinaus gibt es einen Bereich für Krita im KDE Community Forum, der sich insbesondere, aber nicht nur an die Entwickler richtet [30]. Zuletzt bietet Boudewijn Rempt Software auch kommerziellen Support für Krita an [31]. Durch das vielfältige Community-Support-Angebot hängt der Support nicht davon ab, ob Krita als Produkt noch bereitgestellt wird oder nicht.

Die Definition von Krita als einzelnes Produkt mit Supportende ist nicht ganz eindeutig, da Krita auf verschiedenen Wegen angeboten wird. Zum Beispiel gibt es Krita in Form des Source Codes, aus dem vom Benutzer selbst ein Build erstellt werden kann. Die Linux-Distributionen bieten Pakete an. Dann ist Krita auch noch beispielsweise im Windows Store, im Google Play Store oder auf Steam erhältlich [21, 22]. Jedes dieser Produkte hat eigene Support-Bedingungen. Da der Code von Krita jedoch offenliegt, ist es für Dritte prinzipiell immer möglich das gleiche Support-Modell anzubieten.

Krita ist unter der GPLv3-Lizenz veröffentlicht. Auf die Lizenz wird zum einen in der Software selbst als auch auf der Internetseite hingewiesen [32]. In Krita selbst werden auch alle verwendeten Bibliotheken und deren Lizenzen aufgelistet.

### **Kontinuität des Softwareproduktes (→ Anforderung 1.3.3)**

Bei Krita wird, anders als vom Blauen Engel gefordert, nicht zwischen Sicherheitsupdates und sonstigen Updates unterschieden. Deshalb ist die Erfüllung dieses Kriteriums sehr schwierig. Cornelius Schumacher argumentiert, dass die Trennung von Sicherheitsupdates und funktionellen Updates im Fall von Krita nicht sinnvoll ist, da die Entwicklung in einem Modell kontinuierlicher Releases stattfindet. Selbst wenn Krita für bestimmte Versionen langfristige Sicherheitsupdates bereitstellen würde, hätte ein Großteil der Nutzer wahrscheinlich kein Interesse an einer Version, die nur Sicherheitsprobleme behebt. Stattdessen würden sie wie bisher den aktuellen stabilen Releases folgen. Für den Fall, dass diese Argumentation nicht akzeptiert wird, ist das Anbieten von reinen Sicherheitsupdates im Gespräch. Von der Umsetzung ist die Idee allerdings noch weit entfernt.

### **Deinstallierbarkeit (→ Anforderung 1.3.4)**

Die Deinstallation ist aktuell gar nicht dokumentiert. Deshalb müsste das Handbuch zur Erfüllung dieser Anforderung erst um einen solchen Punkt erweitert werden. Aus Sicht von Cornelius Schumacher ist es zum Beispiel denkbar, eine allgemeine Anleitung zur Deinstallation von KDE-Software zu verfassen, da der Vorgang für alle Softwareprodukte ähnlich ist. Diese könnte dann im Krita-Handbuch referenziert werden.

### **Offlinefähigkeit (→ Anforderung 1.3.5)**

Krita kann problemlos ohne Netzwerkanbindung genutzt werden [32]. Lediglich das Anzeigen aktueller Neuigkeiten, das standardmäßig deaktiviert ist, benötigt eine Internetverbindung [19].

### **Modularität (→ Anforderung 1.3.6)**

Der Grad der Modularität hängt davon ab, auf welche Weise Krita installiert wird. Bei einer Source-Installation hat der Benutzer große Freiheit, was die Auswahl von verschiedenen Modulen und Einstellungen angeht [33]. Beim Installieren von Paketen wie auf Linux-Distributionen üblich variieren die Optionen. In den meisten Fällen können zumindest Übersetzungen optional installiert werden. Bei allen Versionen von Krita ist es zudem möglich weitere Python Plug-ins einzubinden. Zudem gibt es viele zusätzliche Pakete mit Pinseln, Texturen, Dokument-Vorlagen oder Ähnlichem [34].

### **Werbefreiheit (→ Anforderung 1.3.7)**

Krita enthält keine Werbung.

### **Dokumentation des Softwareprodukts, der Lizenz- und Nutzungsbedingungen (→ Anforderung 1.3.8)**

#### **a) Beschreibung der Installation und der Deinstallation**

Der Installationsvorgang ist ausführlich dokumentiert, die Deinstallation nicht [35, 36]

#### **b) Beschreibung von Datenimport und -export**

Datenimport und -export kann im Kontext von Krita viele verschiedene Bedeutungen haben. Dementsprechend wird auf zahlreichen Unterseiten im Handbuch auf den Import und Export von Daten eingegangen. So ist unter [37, 38] ist zum Beispiel das Öffnen und Exportieren von Bildern beschrieben. Unter [39] ist nachzulesen, wie eine Animation exportiert wird. Die Seite [40] behandelt das Importieren von Audio-Dateien und Exportieren von Animationen mit Ton. [41] beschreibt das Importieren und Erstellen von benutzerdefinierten Pinseln. In [42] wird auf den Import und das Erstellen von Ressourcen-Bundles (welche z.B. Pinsel und Pinselvoreinstellungen enthalten können) eingegangen. Darüber hinaus gibt es über andere Unterseiten verstreut möglicherweise noch weitere Informationen.

#### **c) Informationen zur Reduzierung von Ressourceninanspruchnahme**

In der Dokumentation finden sich verschiedene Hinweise auf das Steuern der Ressourceninanspruchnahme. In [38] zum Beispiel wird beschrieben, wie und warum beim Export von Bildern eine geringe Dateigröße erzielt werden kann. Auf der Unterseite [43] werden zum einen RAM-Einstellungen diskutiert, um Kritis RAM-Nutzung einzugrenzen. Daneben werden auch CPU-Beanspruchung und Festplattenspeicher angesprochen. Zuletzt gibt es im FAQ-Bereich Hinweise darauf, wie Krita beschleunigt und die Performanz von Pinseln verbessert werden kann (beispielsweise durch Deaktivieren von Ressourcen-Bundles) [44].

#### **d) Angaben zu den Lizenz- und Nutzungsbedingungen**

Angaben zu Kritis Lizenz sind in Krita selbst unter dem Menüpunkt „Hilfe“ und auf der Webseite nachzulesen [32].

#### **e) Angaben über Software-Support**

Support findet bei Krita wie bereits in Bezug auf das Kriterium 1.3.2 erläutert hauptsächlich über die Community in Form von Foren statt. Innerhalb der Software selbst wird der Benutzer auf die Dokumentation mit Handbuch und Tutorials hingewiesen [27]. Außerdem gibt es einen Link zum KDE Community Forum [30]. Auf der offiziellen Webseite von Krita wird noch auf die Plattform Krita Artists verwiesen [28]. Zuletzt bietet Boudewijn Rempt Software auch kommerziellen Support für Krita an [31]. Diese Information ist ebenfalls auf der Webseite verfügbar.

#### **f) Angaben zum Umgang mit Daten im Sinne bestehender Datenschutzgesetze**

Dieser Punkt trifft auf Krita gar nicht zu, da keine personenbezogenen Daten verarbeitet werden. Datenschutzgesetze sind also nicht anwendbar. Dies wird im nächsten Abschnitt noch ausführlicher diskutiert.

#### **g) Angaben zur Datensicherheit, -erhebung und -übertragung**

Tracking erfolgt bei KDE-Software, sofern überhaupt implementiert, immer unter der Telemetry Policy, welche besagt, dass ein Nutzer dem Übertragen von Telemetrie-Daten erst ausdrücklich zustimmen muss. Standardmäßig ist sie deaktiviert. Dem Nutzer sollen keine Nachteile entstehen, wenn Telemetrie ausgeschaltet ist. Alle übertragenen Daten und deren Nutzen sollen verständlich erklärt werden [45].

Tatsächlich ist es aber sogar so, dass in Krita gar kein Sammeln von Telemetrie-Daten stattfindet. 2017 fand im Rahmen des Google Summer of Code ein Projekt statt, in dem für Krita testweise ein Telemetrie-Backend implementiert wurde [46]. Dieses Projekt ist jedoch gescheitert und wurde seitdem nicht mehr aufgegriffen [29].

In Krita werden also keinerlei Daten über die Nutzer erhoben. Das erklärt die Privacy Policy sehr deutlich [19]. Deshalb ist es nicht erforderlich eine Einverständniserklärung vom Nutzer einzuholen. Es gibt nichts, dem der Nutzer zustimmen müsste. Einziger Kritikpunkt ist hier, dass die Privacy Policy etwas schwer zugänglich ist. Sie ist nur über die direkte Suche mit einer Suchmaschine zu erreichen, wird aber weder in der Dokumentation, noch andernorts auf der Webseite verlinkt.

## 4 Fazit und Ausblick

Insgesamt lässt sich basierend auf der in diesem Bericht dargestellten Analyse schlussfolgern, dass KMail und Krita für den Blauen Engel geeignet sind. Im Fall von KMail wird diese Annahme dadurch gestützt, dass KMail über ein ausführliches Handbuch verfügt und insgesamt als ressourcenschonend bezeichnet werden kann. Krita ist ebenfalls sehr ausführlich dokumentiert und erfüllt über die Ressourcenmessung hinaus bereits viele Kriterien des Blauen Engels. Mithilfe der Dokumentation ist die Erfüllung dieser Kriterien belegbar.

Dennoch sind beide Softwareprodukte zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht für die Antragstellung bereit. Insbesondere ist bei KMail noch die Analyse und Dokumentation der weiteren Vergabekriterien notwendig, die nicht in direkter Verbindung mit der Messung stehen. Im Fall von Krita muss die Dokumentation um einige Punkte ergänzt werden, wobei dies vermutlich einen geringeren Aufwand erfordert. Schwieriger wird es hingegen sein, eine Trennung von Sicherheits- und funktionalen Updates zu gewährleisten. KDE erachtet eine solche Trennung nicht als sinnvoll. Entweder müsste hierfür also ein neues Konzept entwickelt und umgesetzt werden, oder es müsste geprüft werden, ob die Nicht-Erfüllung dieses Kriteriums mit entsprechender Argumentation zulässig wäre.

Grundsätzlich kommen beide Softwareprodukte für die Vergabe des Blauen Engels in Frage. Insbesondere für Krita ist die Erfüllung aller Kriterien als realistisch anzusehen, da schon erste Schritte unternommen wurden, die auf die Gewährleistung aller Kriterien hinarbeiten. Nach der Übergabe der vorliegenden Ergebnisse an Cornelius Schumacher wird auf Seiten von KDE weiter auf die Antragstellung hingearbeitet werden. Es ist jedoch nicht klar, wie die nächsten Schritte genau aussehen werden und wann die Anträge gestellt werden können.

## Anhang A 1. Standard-Nutzungsszenario KMail

Software: KDE- KMail  
Produktgruppe: E-Mail-Client  
Stand: 15.03.2021  
Bezeichnung:  
Autoren: Ina Seiwert  
Softwareklasse: Anwendung mit entfernter Datenverarbeitung  
SUT: Ubuntu 20.04  
Lastgenerator: Actiona

Generelle Vorgaben:  
Vor Beginn der Messung liegen 60 Sekunden Wartezeit.

Voraussetzungen:

- Software auf Ubuntu 20.04 installieren

Voraussetzung für Teil 1 des Standard-Nutzungsszenarios

- KMail ist geschlossen

Ablauf Szenario: E-Mail Verfassen

Nr.	Zeit	Tätigkeitsbeschreibung	action
1	00:10	KMail öffnen	KMail oeffnen
2	00:18	Alle Gruppen im Posteingang aufklappen	Alle Gruppen im Posteingang aufklappen
2.1		Obere Gruppe auswählen	
2.2		Alle Gruppen aufklappen auswählen	
3	00:23	Neue Mail verfassen	Neue Mail verfassen
3.1		„Neu“ auswählen	
3.2		Empfänger eingeben	
3.2		Betreff eingeben	
3.4		Einen Text verfassen	
4	00:42	„Senden“ auswählen	Mail versenden
5	00:44	Mail suchen und lesen	Mail suchen
5.1		Suche öffnen	
5.2		Bedingung zur Suche eingeben (Betreff: Mailsuche)	



5.3		Suchen auswählen	
5.4		Index neu aufbauen	
5.5		Suchergebnis auswählen	
5.6		Suche schließen	
6	01:07	Mail weiterleiten	Mail weiterleiten
6.1		Empfänger eingeben	
6.2		Textverfassen	
6.3		Senden auswählen	
7	01:32	Thread lesen	Thread lesen
7.1		Thread öffnen	
7.2		Durch die Mails scrollen	
7.3		Nachricht schließen	
8	01:47	Nach E-Mail sehen	Nach E-Mail sehen
9	02:02	Normale Testmail mit Anhang100 öffnen	Normale Testmail mit Anhang100 oeffnen
10	02:08	Normale Testmail mit Anhang100 lesen	Normale Testmail mit Anhang100 lesen
11	02:11	Anhang aus normale Testmail100 speichern	Anhang aus normale Testmail100 speichern
11.1		Dokument Downloads.pdf auswählen	
11.2		Speichern unter auswählen	
11.3		Speichern auswählen	
11.4		Überschreiben auswählen	
12	02:24	Nachricht schließen	Nachricht schliessen

Voraussetzung für Teil 2des Standard-Nutzungsszenarios

- KMail ist geöffnet

Ablauf: drei E-Mails lesen und beantworten

Nr.	Zeit	Tätigkeitsbeschreibung	action
13	02:28	Testmail1 öffnen	Testmail1

			oeffnen
14	02:31	Durch die Mail scrollen	Testmail1 lesen
15	02:35	Testmail 1 beantworten	Testmail1 beantworten
15.1		Eingabe des Antworttextes	
15.2		Antwort versenden	
16	02:57	Nachricht schließen	Nachricht schliessen
17	02:59	Testmail2 Mail öffnen	Testmail2 oeffnen
18	03:03	Durch die Mail scrollen	Testmail2 lesen
19	03:06	Testmail2 beantworten	Testmail2 beantworten
19.1		Eingabe des Antworttextes	
19.2		Einen Anhang anhängen	
19.3		Dokument auswählen	
19.4		Öffnen auswählen	
19.5		Antwort versenden	
20	03:29	Nachricht schließen	Nachricht schliessen
21	03:30	Testmail3 Mail öffnen	Testmail3 oeffnen
22	03:35	Durch die Mail scrollen	Testmail3 lesen
23	03:39	Testmail3 beantworten	Testmail3 beantworten
23.1		Eingabe des Antworttextes	
23.2		Antwort versenden	
24	03:58	Nachricht schließen	Nachricht schliessen

Voraussetzung für Teil 3 des Standard-Nutzungsszenarios

- KMail ist geöffnet

Ablauf: Ordner erstellen und E-Mails verwalten

Nr.	Zeit	Tätigkeitsbeschreibung	action
25	04:09	Zum Postfach wechseln	Zum Postfach wechseln
26	04:13	„Ordner“ auswählen	Neuen Ordner Test1 erstellen
26.1		Postfach (umwelt-campus) auswählen	
26.2		„neuer Ordner“ auswählen	
26.3		Namen für den neuen Ordner vergeben (z.B. Test1) und mit „OK“ bestätigen	
27	04:26	Postfach aktualisieren	Postfach aktualisieren
27.1		Postfach auswählen	
27.2		Diesen Ordner und all seine Unterordner aktualisieren auswählen	
28	04:30	Zu Posteingang wechseln	Zu Posteingang wechseln
29	04:34	Alle Gruppen im Posteingang aufklappen	Alle Gruppen im Posteingang aufklappen
29.1		Obere Gruppe auswählen	
29.2		Alle Gruppen aufklappen auswählen	
30	04:38	Testmail1 in den Ordner Test1 verschieben	Testmail1 verschieben
30.1		Testmail1 auswählen	
30.2		Reiter Nachricht auswählen	
30.3		„Nachricht verschieben nach...“ auswählen	
30.4		Postfach (umwelt-campus) auswählen	
30.5		Ordner Test 1 auswählen	
31	04:52	Testmail2 in den Ordner „Test2“ verschieben	Testmail2 verschieben
31.1		Testmail2 auswählen	
31.2		Reiter Nachricht auswählen	
31.3		„Nachricht verschieben nach...“ auswählen	
31.4		Postfach (umwelt-campus) auswählen	
31.5		Ordner Test 2 auswählen	

32	05:05	Testmail3 in den Ordner “Test2“ verschieben	Testmail3 verschieben
32.1		Testmail3 auswählen	
32.2		Reiter Nachricht auswählen	
32.3		„Nachricht verschieben nach...“ auswählen	
32.4		Postfach (umwelt-campus) auswählen	
32.5		Ordner Test 2 auswählen	
33	05:19	Testmail1 in Posteingang verschieben	Testmail1 in Posteingang verschieben
33.1		In den Ordner “Test 1“ navigieren	
33.2		Ordner Test 1 auswählen	
33.3		Diesen Ordner und all seine Unterordner aktualisieren auswählen	
33.4		Obere Gruppe auswählen	
33.5		Alle Gruppen aufklappen auswählen	
33.6		Testmail1 auswählen	
33.7		„Nachricht“ auswählen	
33.8		„Nachricht verschieben nach...“ auswählen	
33.9		Posteingang auswählen	
34	05:49	Testmail2 in Posteingang verschieben	Testmail2 in Posteingang verschieben
34.1		In den Ordner “Test2“ navigieren	
34.2		Ordner Test 2 auswählen	
34.3		Diesen Ordner und all seine Unterordner aktualisieren auswählen	
34.4		Obere Gruppe auswählen	
34.5		Alle Gruppen aufklappen auswählen	
34.6		Testmail2 auswählen	
34.7		„Nachricht“ auswählen	
34.8		„Nachricht verschieben nach...“ auswählen	
34.9		Posteingang auswählen	
35	06:19	Testmail3 in Posteingang verschieben	Testmail3 in Posteingang verschieben
35.1		In den Ordner “Test1“ navigieren	
35.2		In den Ordner “Test2“ navigieren	
35.3		Ordner Test 2 auswählen	
35.4		Diesen Ordner und all seine Unterordner aktualisieren auswählen	

35.5		Obere Gruppe auswählen	
35.6		Alle Gruppen aufklappen auswählen	
35.7		Testmail3 auswählen	
35.8		„Nachricht“ auswählen	
35.9		„Nachricht verschieben nach...“ auswählen	
35.10		Posteingang auswählen	
36	06:49	Ordner Test 1 löschen	Ordner Test 1 löschen
36.1		Ordner „Test1“ auswählen	
36.2		„Ordner löschen“ auswählen	
36.3		Löschen bestätigen	
37	06:59	Ausgangssituation wiederherstellen	Ausgangssituation wiederherstellen
37.1		Zu Posteingang zurückkehren	
38	07:01	KMail schließen	KMail schliessen

## Anhang A 2. Python Skript

*Ina Seiwert*

csv\_converter.py

```
import csv
```

```
with open('15-03-2021_Referenzsystem1920_Ubuntu20-04_KMail_Standardnutzungsszenario_Hardware.csv-messrechner-ESPRIMO-P958-20210315.tab') as csv_file:
```

```
    csv_reader = csv.reader(csv_file, delimiter=';')
```

```
    line_count = 0
```

```
    f = open('converted_hardware_Standardnutzungsszenario.csv', 'w')
```

```
    for row in csv_reader:
```

```
        if line_count == 0:
```

```
            line=""
```

```
            col_count=0
```

```
            for elem in row:
```

```
                if col_count == 0:
```

```
                    line=line+""+elem
```

```
                if col_count == 1:
```

```
                    line=line+" "+elem
```

```
                if col_count > 1:
```

```
                    line=line+";"+elem
```

```
                col_count=col_count+1
```

```
            print(line)
```

```
            f.write(line+"\n")
```

```
        else:
```

```
            line=""
```

```
            col_count = 0
```

```
            for elem in row:
```

```
                if col_count == 0:
```

```
                    line=line+""+ elem[4:6] + "/" +elem[6:] + "/" +elem[:4]
```

```
                if col_count == 1:
```

```
                    line=line+" "+elem
```

```
                if col_count > 1:
```

```
                    line=line+";"+elem
```

```
                col_count=col_count+1
```

```
            print(line)
```

```
            f.write(line+"\n")
```

```
        line_count = line_count+1
```

```
    f.close()
```

## Anhang A 3. Standardnutzungsszenario Krita, erste Version

Software: KDE – Krita  
Produktgruppe: Zeichenprogramm  
Stand: 25.01.21  
Bezeichnung:  
Autoren: Melissa Zaczyk  
Softwareklasse: Lokale Anwendung  
SUT: Ubuntu 20.04.1 LTS  
Lastgenerator: Actiona

Generelle Vorgaben:

Vor Beginn der Messung liegen 60 Sekunden Wartezeit.

Voraussetzungen:

- Software auf Ubuntu installieren
- Krita ist geöffnet und maximiert
- Auf dem Startbildschirm von Krita ist bereits ein Bild unter „Zuletzt geöffnete Dokumente“ aufgelistet
- Bedienung mit Maus
- Execution-Fenster in Actiona ist in der Mitte unten positioniert
- Console-Fenster in Actiona ist in der unteren linken Ecke positioniert

Ablauf:

Nr.	Zeit	Tätigkeitsbeschreibung	Action
1	00:00	Neues Dokument mit Standardeinstellungen erstellen	Neues Dokument erstellen
1.1		Auf „Neue Datei“ klicken	
1.2		Auf „Erstellen“ klicken	
2	00:03	Pinsel „b)_Basic-2_Opacity“ auswählen	Pinsel b)_Basic-2_Opacity auswaehlen
3	00:05	Pinselfarbe zu Rot ändern	Farbe Rot auswaehlen
3.1		Tab „Erweiterter Farbwähler“ anklicken	
3.2		Farbauswahl-Dreieck anklicken und Auswahl in untere rechte Ecke ziehen	
3.3		Rot im Farbauswahl-Ring anklicken	
4	00:10	Pinselgröße ändern	Pinselgroesse aendern
4.1		Rechtsklick auf Feld mit Pinselgröße	

4.2		Größe 30 eingeben	
4.3		Mit Enter bestätigen	
5	00:13	Pinzelstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Malen
6	00:25	Pinzel „c)_Pencil-3_Large_4B“ auswählen	Pinzel c)_Pencil-3_Large_4B auswaehlen
7	00:27	Im Farbauswahl-Ring Blau anklicken	Farbe Blau auswaehlen
8	00:30	Pinzelstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Malen
9	00:42	Pinzel „g)_Dry_Brushing“ auswählen	Pinzel g)_Dry_Brushing auswaehlen
9.1		In Pinzel-Voreinstellungen ein Stück nach unten scrollen	
9.2		Pinzel „g)_Dry_Brushing“ auswählen	
10	00:45	Im Farbauswahl-Ring Cyan anklicken	Farbe Cyan auswaehlen
11	00:47	Pinzelstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Malen
12	00:59	Pinzel „i)_Wet_Textured_Soft“ auswählen	Pinzel i)_Wet_Textured_Soft auswaehlen
12.1		In Pinzel-Voreinstellungen ein Stück nach unten scrollen	
12.2		Pinzel „i)_Wet_Textured_Soft“ auswählen	
13	01:02	Im Farbauswahl-Ring Pink anklicken	Farbe Pink auswaehlen
14	01:04	Pinzelstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Malen
15	01:17	Pinzel „j)_WaterC_Basic_Round-Grunge“ auswählen	Pinzel j)_WaterC_Basic_Round-Grunge auswaehlen
15.1		In Pinzel-Voreinstellungen ein Stück nach unten scrollen	
15.2		Pinzel „j)_WaterC_Basic_Round-Grunge“ auswählen	
16	01:19	Im Farbauswahl-Ring Orange anklicken	Farbe Orange auswaehlen
17	01:21	Pinzelstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Malen
18	01:34	Pinzel „k)_Blender_Basic“ auswählen	Pinzel k)_Blender_Basic auswaehlen



19	01:36	Pinelstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Malen
20	01:49	Radiergummi a)_Eraser_Soft auswählen	Radiergummi a)_Eraser_Soft auswaehlen
20.1		In Pinsel-Voreinstellungen ganz nach oben scrollen	
20.2		Radiergummi a)_Eraser_Soft auswählen	
21	01:51	Radieren in Form des Haus vom Nikolaus	Radieren
22	02:03	Dreimal letzte Aktion per Tastenkürzel rückgängig machen	3x Aktion rueckgaengig machen
23	02:07	Dreimal Aktion per Tastenkürzel wiederherstellen	3x Aktion wiederherstellen
24	02:10	Lasso-Auswahl erzeugen	Lasso-Auswahl erzeugen
24.1		Lasso-Auswahl-Werkzeug auswählen	
24.2		Auswahl um Gemaltes ziehen	
25	02:21	Auswahl per Tastenkürzel kopieren und einfügen	Auswahl kopieren
26	02:27	Kopie der Auswahl verschieben	Auswahl verschieben
26.1		Verschieben-Werkzeug auswählen	
26.2		Auswahl zur Seite verschieben	
27	02:30	Auswahl über „Auswahl“ → „Auswahl aufheben“ aufheben	Auswahl aufheben
28	02:33	HSV-Anpassung mit Änderung von Farbton, Sättigung und Helligkeit (-25, 25, -25)	HSV-Anpassung
28.1		„Filter“ anklicken	
28.2		Mauszeiger bis zum Menüpunkt „Anpassen“ bewegen	
28.3		Mauszeiger nach rechts zu Untermenü bewegen	
28.4		„HSV-Anpassung“ anklicken	

28.5		Textfelder für Farbton, Sättigung und Helligkeit anklicken und jeweils neuen Wert eintragen	
28.6		Mit „OK“ bestätigen	
29	02:47	Obere Malebene in untere Ebene einfügen	In untere Ebene einfügen
29.1		Rechtsklick auf Malebene mit Kopie des Gemalten	
29.2		„In untere Ebene einfügen“ anklicken	
30	02:50	Mit „+“-Button neue Malebene erzeugen	Neue Malebene erzeugen
31	02:53	Neue Ebene mit Abfalleimer löschen	Malebene löschen
32	02:55	Mit Auge Hintergrundebene unsichtbar machen	Ebene unsichtbar machen
33	02:57	Mit Auge Hintergrundebene sichtbar machen	Ebene sichtbar machen
34	02:59	Beide Ebenen in Schnellgruppe einordnen	Schnellgruppe anlegen
34.1		Beide Ebenen auswählen	
34.2		Mit Tastenkürzel Schnellgruppe erzeugen	
35	03:05	Gruppe umbenennen	Gruppe umbenennen
35.1		Doppelklick auf Name der Gruppe	
35.2		Neuen Namen „Test-Gruppe“ eingeben	
35.3		Mit Enter bestätigen	
36	03:08	In die Leinwand 400% hereinzoomen	Reinzoomen
36.1		Mauszeiger zur Leinwand bewegen	
36.2		Mit Mausekranz reinzoomen	
37	03:10	Leinwand mit mittlerer Maustaste zur Seite verschieben	Leinwand verschieben

38	03:14	Aus der Leinwand mit Mausrad auf Ursprungswert herauszoomen	Rauszoomen
39	03:16	Leinwand um 180° drehen	Leinwand rotieren
39.1		Tab „Übersicht“ anklicken	
39.2		Rechtsklick auf Feld mit Drehung	
39.3		Neuen Wert eingeben	
40	03:20	Bild speichern	Bild speichern
40.1		Tastenkürzel Steuerung + S	
40.2		Dateinamen nach dem Schema „Bild_NummerDesDurchlaufs“ eingeben	
40.3		Mit Enter bestätigen	
41	03:24	Einstellungen für nächsten Durchlauf zurücksetzen	Einstellungen zuruecksetzen
41.1		Pinsel-Werkzeug auswählen	
41.2		Pinsel „b)_Basic-2_Opacity“ auswählen	
41.3		Pinselgröße zu 40 ändern und bestätigen	
41.4		Auf Tab „Erweiterter Farbwähler“ klicken	
41.5		Farbauswahl-Dreieck anklicken und Auswahl in die obere Ecke (Schwarz) ziehen	
42	03:33	Bild über „Datei“ → „Schließen“ schließen	Bild schliessen

## Anhang A 4. Standardnutzungsszenario Krita, finale Version

Software: KDE – Krita  
Produktgruppe: Zeichenprogramm  
Stand: 24.02.21  
Bezeichnung:  
Autoren: Melissa Zaczyk  
Softwareklasse: Lokale Anwendung  
SUT: Ubuntu 20.04.1 LTS  
Lastgenerator: Actiona

Generelle Vorgaben:

Vor Beginn der Messung liegen 60 Sekunden Wartezeit.

Voraussetzungen:

- Software auf Ubuntu installieren
- Krita ist geöffnet und maximiert
- Auf dem Startbildschirm von Krita ist bereits ein Bild unter „Zuletzt geöffnete Dokumente“ aufgelistet
- Bedienung mit Maus
- Execution-Fenster und Console-Fenster in Actiona sind in der unteren linken Ecke positioniert
- Test\_Bild.kra liegt im Ordner „Bilder“
- In Test-Bild ist die Gruppe „Dekoration“ ausgewählt und zugeklappt

Ablauf:

Nr.	Zeit	Tätigkeitsbeschreibung	Action
1	00:00	Neues Dokument mit Standardeinstellungen erstellen	Neues Dokument erstellen
1.1		Auf „Neue Datei“ klicken	
1.2		Auf „Erstellen“ klicken	
2	00:03	Bild über „Datei“ → „Schließen“ schließen	Bild schliessen
3	00:07	Test-Bild öffnen	Test-Bild oeffnen
3.1		„Datei öffnen“ anklicken	

3.2		Dateinamen „Test_Bild.kra“ eingeben	
3.3		Mit Enter bestätigen	
4	00:13	Mit „+“-Button neue Malebene erzeugen	Neue Malebene erzeugen
4.1		Oberste Gruppe in Hierarchie anklicken	
4.2		„+“-Button anklicken	
5	00:16	Ebene mit Füllen-Werkzeug füllen	Ebene fuellen
6	00:19	Verlaufmodus der Ebene zu „Weiches Licht (SVG)“ ändern	Verlaufmodus aendern
7	00:23	Ebene in Hierarchie von über Gruppe nach unter Gruppe verschieben	Ebene unter Gruppe verschieben
8	00:28	Mit „+“-Button neue Malebene erzeugen	Neue Malebene erzeugen
9	00:31	Farben mit Farbauswahl-Werkzeug mischen	Farbe mischen mit Farbauswahl
9.1		Farbauswahl-Werkzeug auswählen	
9.2		Leinwand anklicken	
9.3		Tab „Werkzeugooptionen“ anklicken	
9.4		Rechtsklick auf „Mischen“	
9.5		Mischwert 50 eingeben	
9.6		Mit Enter bestätigen	
9.7		Leinwand anklicken	
10	00:40	Pinsel „b)_Basic-2_Opacity“ auswählen	Pinsel b)_Basic-2_Opacity auswaehlen
10.1		Freihandpinsel-Werkzeug auswählen	
10.2		Pinsel „b)_Basic-2_Opacity“ auswählen	

11	00:43	Pinselfarbe zu Rot ändern	Farbe Rot auswaehlen
11.1		Tab „Erweiterter Farbwähler“ anklicken	
11.2		Farbauswahl-Dreieck anklicken und Auswahl in untere rechte Ecke ziehen	
11.3		Rot im Farbauswahl-Ring anklicken	
12	00:48	Pinselfarbe ändern	Pinselfarbe aendern
12.1		Rechtsklick auf Feld mit Pinselfarbe	
12.2		Größe 30 eingeben	
12.3		Mit Enter bestätigen	
13	00:50	Pinselfarbe in Form des Haus vom Nikolaus	Langen Strich malen
14	01:03	Fünf kurze, schnelle Pinselfarbe	Kurze Striche malen
15	01:14	Kreisförmigen Pinselfarbe mit Ellipse-Werkzeug erzeugen	Vorgefertigter Kreis
16	01:19	Gerade Linie mit Linien-Werkzeug ziehen	Gerade Linie ziehen
17	01:23	Bereich mit Freihandpinsel-Werkzeug großflächig ausmalen	Grossflaechig ausmalen
18	01:31	Pinselfarbe „c)_Pencil-4_Soft“ auswählen	Pinselfarbe c)_Pencil-4_Soft auswaehlen
19	01:33	Im Farbauswahl-Ring Blau anklicken	Farbe Blau auswaehlen
20	01:36	Pinselfarbe in Form des Haus vom Nikolaus	Langen Strich malen
21	01:48	Fünf kurze, schnelle Pinselfarbe	Kurze Striche malen
22	01:59	Kreisförmigen Pinselfarbe mit Ellipse-Werkzeug erzeugen	Vorgefertigter Kreis
23	02:04	Gerade Linie mit Linien-Werkzeug ziehen	Gerade Linie ziehen
24	02:08	Bereich mit Freihandpinsel-Werkzeug großflächig ausmalen	Grossflaechig ausmalen

25	02:16	Pinsel „g)_Dry_Brushing“ auswählen	Pinsel g)_Dry_Brushing auswaehlen
26	02:18	Im Farbauswahl-Ring Cyan anklicken	Farbe Cyan auswaehlen
27	02:21	Pinselstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Langen Strich malen
28	02:33	Fünf kurze, schnelle Pinselstriche	Kurze Striche malen
29	02:44	Kreisförmigen Pinselstrich mit Ellipse-Werkzeug erzeugen	Vorgefertigter Kreis
30	02:49	Gerade Linie mit Linien-Werkzeug ziehen	Gerade Linie ziehen
31	02:53	Bereich mit Freihandpinsel-Werkzeug großflächig ausmalen	Grossflaechig ausmalen
32	03:01	Pinsel „i)_Wet_Textured_Soft“ auswählen	Pinsel i)_Wet_Textured_Soft auswaehlen
33	03:03	Im Farbauswahl-Ring Pink anklicken	Farbe Pink auswaehlen
34	03:06	Pinselstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Langen Strich malen
35	03:18	Fünf kurze, schnelle Pinselstriche	Kurze Striche malen
36	03:29	Kreisförmigen Pinselstrich mit Ellipse-Werkzeug erzeugen	Vorgefertigter Kreis
37	03:34	Gerade Linie mit Linien-Werkzeug ziehen	Gerade Linie ziehen
38	03:38	Bereich mit Freihandpinsel-Werkzeug großflächig ausmalen	Grossflaechig ausmalen
39	03:46	Pinsel „j)_WaterC_Basic_Round-Grunge“ auswählen	Pinsel j)_WaterC_Basic_Roun d-Grunge auswaehlen
40	03:49	Im Farbauswahl-Ring Orange anklicken	Farbe Orange auswaehlen
41	03:51	Pinselstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Langen Strich malen

42	04:03	Fünf kurze, schnelle Pinselstriche	Kurze Striche malen
43	04:14	Kreisförmigen Pinselstrich mit Ellipse-Werkzeug erzeugen	Vorgefertigter Kreis
44	04:19	Gerade Linie mit Linien-Werkzeug ziehen	Gerade Linie ziehen
45	04:23	Bereich mit Freihandpinsel-Werkzeug großflächig ausmalen	Grossflaechig ausmalen
46	04:31	Pinsel „k)_Blender_Basic“ auswählen	Pinsel k)_Blender_Basic auswaehlen
47	04:34	Pinselstrich in Form des Haus vom Nikolaus	Langen Strich malen
48	04:46	Fünf kurze, schnelle Pinselstriche	Kurze Striche malen
49	04:57	Kreisförmigen Pinselstrich mit Ellipse-Werkzeug erzeugen	Vorgefertigter Kreis
50	05:02	Gerade Linie mit Linien-Werkzeug ziehen	Gerade Linie ziehen
51	05:06	Bereich mit Freihandpinsel-Werkzeug großflächig ausmalen	Grossflaechig ausmalen
52	05:14	Radiergummi a)_Eraser_Soft auswählen	Radiergummi a)_Eraser_Soft auswaehlen
53	05:17	Radieren in Form des Haus vom Nikolaus	Langen Strich radieren
54	05:29	Fünf kurze, schnelle Striche mit Radierer	Kurze Striche radieren
55	05:40	Kreisförmigen Strich mit Ellipse-Werkzeug erzeugen	Vorgefertigter Kreis
56	05:45	Gerade Linie mit Linien-Werkzeug ziehen	Gerade Linie ziehen
57	05:49	Bereich mit Freihandpinsel-Werkzeug großflächig wegradieren	Grossflaechig radieren
58	05:57	Dreimal letzte Aktion per Tastenkürzel rückgängig machen	3x Aktion rueckgaengig machen



59	06:00	Dreimal Aktion per Tastenkürzel wiederherstellen	3x Aktion wiederherstellen
60	06:04	Freihand-Auswahl erzeugen	Freihand-Auswahl erzeugen
60.1		Freihand-Auswahl-Werkzeug auswählen	
60.2		Auswahl um Gemaltes ziehen	
61	06:15	Rechteck-Auswahl per Tastenkürzel zu Auswahl hinzufügen	Auswahl zu Auswahl hinzufügen
62	06:21	Elliptische Auswahl von Auswahl abziehen	Auswahl von Auswahl abziehen
62.1		Elliptische-Auswahl-Werkzeug auswählen	
62.2		Tab „Werkzeugoptionen“ anklicken	
62.3		„Abziehen“-Button anklicken	
62.4		Auf Leinwand Ellipse ziehen	
63	06:29	Auswahl per Tastenkürzel kopieren und einfügen	Auswahl kopieren
64	06:33	Kopie der Auswahl verschieben	Auswahl verschieben
		Verschieben-Werkzeug auswählen	
		Auswahl zur Seite verschieben	
65	06:38	Auswahl über „Auswahl“ → „Auswahl aufheben“ aufheben	Auswahl aufheben
66	06:41	HSV-Anpassung mit Änderung von Farbton, Sättigung und Helligkeit (-25, 25, -25)	HSV-Anpassung
66.1		„Filter“ anklicken	
66.2		Mauszeiger bis zum Menüpunkt „Anpassen“ bewegen	

66.3		Mauszeiger nach rechts zu Untermenü bewegen	
66.4		„HSV-Anpassung“ anklicken	
66.5		Textfelder für Farbton, Sättigung und Helligkeit anklicken und jeweils neuen Wert eintragen	
66.6		Mit „OK“ bestätigen	
67	06:56	Ebene in Hierarchie unter andere Ebene verschieben	Ebene unter Ebene verschieben
68	07:04	Obere Malebene in untere Ebene einfügen	In untere Ebene einfuegen
68.1		Rechtsklick auf Malebene mit Kopie des Gemalten	
68.2		„In untere Ebene einfügen“ anklicken	
69	07:07	Gruppe duplizieren	Gruppe duplizieren
69.1		Rechtsklick auf Gruppe	
69.2		„Duplizieren“ anklicken	
70	07:10	Gruppe mit Abfalleimer-Button löschen	Gruppe loeschen
71	07:12	Mit Auge-Button Hintergrundebene unsichtbar machen	Ebene unsichtbar machen
72	07:15	Mit Auge-Button Hintergrundebene sichtbar machen	Ebene sichtbar machen
73	07:17	Deckkraft der Malebene auf 50% reduzieren	Deckkraft reduzieren
73.1		Rechtsklick auf Feld mit Deckkraft	
73.2		Neuen Wert eingeben	
73.3		Mit Enter bestätigen	
74	07:21	Deckkraft der Malebene auf 100% setzen	Deckkraft erhoeuen

74.1		Rechtsklick auf Feld mit Deckkraft	
74.2		Neuen Wert eingeben	
74.3		Mit Enter bestätigen	
75	07:25	Schnellgruppe anlegen und Ebenen einordnen	Schnellgruppe anlegen
75.1		Ebenen auswählen	
75.2		Mit Tastenkürzel Schnellgruppe erzeugen	
76	07:31	Gruppe umbenennen	Gruppe umbenennen
76.1		Doppelklick auf Name der Gruppe	
76.2		Neuen Namen „Test-Gruppe“ eingeben	
76.3		Mit Enter bestätigen	
77	07:34	In die Leinwand mit Mausrad 400% hereinzoomen	Reinzoomen
78	07:36	Leinwand mit mittlerer Maustaste zur Seite verschieben	Leinwand verschieben
79	07:39	Aus der Leinwand mit Mausrad auf Ursprungswert herauszoomen	Rauszoomen
80	07:42	Leinwand um 180° drehen	Leinwand rotieren
80.1		Tab „Übersicht“ anklicken	
80.2		Rechtsklick auf Feld mit Drehung	
80.3		Neuen Wert eingeben	
81	07:46	Leinwand mit Spiegelansicht-Button spiegeln	Leinwand spiegeln
82	07:48	Bild speichern	Bild speichern
82.1		„Datei“ → „Speichern unter ...“ anklicken	

82.2		Dateinamen nach dem Schema „Bild_NummerDesDurchlaufs“ eingeben	
82.3		Mit Enter bestätigen	
83	07:53	Bild als PNG exportieren	Bild exportieren
83.1		„Datei“ → „Exportieren ...“ anklicken	
83.2		Dateiformat „PNG-Bild“ auswählen	
83.3		Dateinamen nach dem Schema „Bild_NummerDesDurchlaufs“ eingeben	
83.4		Zweimal mit Enter bestätigen	
84	08:03	Einstellungen für nächsten Durchlauf zurücksetzen	Einstellungen zuruecksetzen
84.1		Farbauswahl-Werkzeug auswählen	
84.2		Tab „Werkzeugoptionen“ anklicken	
84.3		Mischwert 100 eingeben und bestätigen	
84.4		Freihandpinsel-Werkzeug auswählen	
84.5		Pinsel „b)_Basic-2_Opacity“ auswählen	
84.6		Pinselgröße zu 40 ändern und bestätigen	
84.7		Tab „Erweiterter Farbwähler“ anklicken	
84.8		Farbauswahl-Dreieck anklicken und Auswahl in die obere Ecke (Schwarz) ziehen	
85	08:18	Bild über „Datei“ → „Schließen“ schließen	Bild schliessen

## Literaturverzeichnis

- [1] RAL Umwelt, Blauer Engel Das Umweltzeichen - Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte – Vergabekriterien Version 1, 2020.
- [2] Kern, E. Hilty, L., Guldner, A., Filler, A., Naumann, S., und Maksimov, Y., Sustainable Software Products – Towards assesment criteria for resource and energy efficiency, Future Gernation Computer System, 86:199-210, 2018
- [3] Dirlewanger, W., 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, Deutschland, 2006
- [4] Mancebo, J., Guldner, A., Kern, E., Kessler, P., Kreten, S., Garcia, F., Calero, C., and Naumann, S., Assessing the Sustainability of Software - A Method Comparison in Advances and New Trends in Environmental Informatics, chapter 1, Seiten 1–16. Springer, 2019
- [5] Hilty, L. M. and Aebischer, B. Ict for sustainability: An emerging research field. In Hilty, L. M. and Aebischer, B., ICT Innovations for Sustainability, Seiten 3–36, Cham. Springer International Publishing, 2015
- [6] KMail Github Repository, KDE, <https://github.com/KDE/kmail>, letzter Zugriff: 27.03.2021
- [7] Blauer Engel – Das Umweltzeichen. <https://www.blauer-engel.de/> (letzter Zugriff: 30.03.2021)
- [8] Blauer Engel – Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte. <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/elektrogeraete/ressourcen-und-energieeffiziente-softwareprodukte> (letzter Zugriff: 30.03.2021)
- [9] Gröger, J.; Köhler, A.; Naumann, S.; Filler, A.; Guldner, A.; Kern, E.; Hilty, L.; Maksimov, Y.: Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik – Abschlussbericht. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2018.
- [10] Kern, E.; Guldner, A.; Naumann, S.: Bewertung der Nachhaltigkeit von Software: Entwicklung einer Umweltkennzeichnung. In: Arndt, H.-K.; Gomez, J. M.; Wohlgemuth, V.; Lehmann, S.; Pleshkanovsk, R. (Hrsg.): Nachhaltige Betriebliche Umweltinformationssysteme, Konferenzband zu den 9. BUIS-Tagen, Magdeburg, 2017. Springer Gabler, Wiesbaden, S. 9-19, 2018.
- [11] Krita. <https://krita.org/en> (letzter Zugriff: 27.03.2021)
- [12] Krita – About – History. <https://krita.org/en/about/history/> (letzter Zugriff: 27.03.2021)

- [13] Krita – Krita in 2020. 2020, <https://krita.org/en/item/krita-in-2020/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [14] Scharle, A.: Bewertung und Vergleich der Ressourceneffizienz von Bildbearbeitungsprogrammen. Umwelt-Campus Birkenfeld, Hoppstädten-Weiersbach, 2020.
- [15] Krita Manual – \*.kra. [https://docs.krita.org/en/general\\_concepts/file\\_formats/file\\_kra.html](https://docs.krita.org/en/general_concepts/file_formats/file_kra.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [16] GitLab – Krita – load\_test.kra. [https://invent.kde.org/graphics/krita/-/blob/master/plugins/impex/libkra/tests/data/load\\_test.kra](https://invent.kde.org/graphics/krita/-/blob/master/plugins/impex/libkra/tests/data/load_test.kra) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [17] Yuri\_B: Pixabay, <https://pixabay.com/de/illustrations/malerei-ritter-nacht-%C3%B6lfarben-3995999/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [18] Yuri\_B: Pixabay. <https://pixabay.com/de/illustrations/hirsch-wald-natur-fantasy-reh-4253787/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [19] Krita – Privacy Policy. <https://krita.org/en/privacy-statement/> (letzter Zugriff: 29.03.2021)
- [20] Steam – Krita. <https://store.steampowered.com/app/280680/Krita/?l=german> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [21] Krita – Download. <https://krita.org/en/download/krita-desktop/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [22] Krita – First Krita Beta for Android and ChromeOS in Play Store. 2020, <https://krita.org/en/item/first-krita-beta-for-android-and-chromeos-in-play-store/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [23] Krita Manual – \*.psd. [https://docs.krita.org/en/general\\_concepts/file\\_formats/file\\_psd.html](https://docs.krita.org/en/general_concepts/file_formats/file_psd.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [24] KDE API Reference – Krita Painting application. <https://api.kde.org/appscomplete-api/krita-apidocs/index.html> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [25] KDE Community Wiki – Krita. <https://community.kde.org/Krita> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [26] GitLab – Krita. <https://invent.kde.org/graphics/krita> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [27] Krita Manual. <https://docs.krita.org/en/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [28] Krita Artists. <https://krita-artists.org/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [29] Krita – Krita 2019 Sprint. 2019, <https://krita.org/en/item/krita-2019-sprint/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)

- [30] KDE Community Forums – Krita.  
<https://forum.kde.org/viewforum.php?f=136> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [31] Krita – About – Press. <https://krita.org/en/about/press/> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [32] Krita – About – Krita’s License. <https://krita.org/en/about/license/> (letzter Zugriff: 29.03.2021)
- [33] GitLab – Krita – CMakeLists.txt. <https://invent.kde.org/graphics/krita/-/blob/master/CMakeLists.txt> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [34] Krita Manual – Resources. [https://docs.krita.org/en/resources\\_page.html](https://docs.krita.org/en/resources_page.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [35] Krita Manual – Installation.  
[https://docs.krita.org/en/user\\_manual/getting\\_started/installation.html](https://docs.krita.org/en/user_manual/getting_started/installation.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [36] Krita Manual – Building Krita from Source.  
[https://docs.krita.org/en/untranslatable\\_pages/building\\_krita.html](https://docs.krita.org/en/untranslatable_pages/building_krita.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [37] Krita Manual – Working with Images.  
[https://docs.krita.org/en/user\\_manual/working\\_with\\_images.html](https://docs.krita.org/en/user_manual/working_with_images.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [38] Krita Manual – Saving For The Web.  
<https://docs.krita.org/en/tutorials/saving-for-the-web.html> (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [39] Krita Manual – Animation with Krita.  
[https://docs.krita.org/en/user\\_manual/animation.html](https://docs.krita.org/en/user_manual/animation.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [40] Krita Manual – Audio for Animation.  
[https://docs.krita.org/en/reference\\_manual/audio\\_for\\_animation.html](https://docs.krita.org/en/reference_manual/audio_for_animation.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [41] Krita Manual – Loading and Saving Brushes.  
[https://docs.krita.org/en/user\\_manual/loading\\_saving\\_brushes.html](https://docs.krita.org/en/user_manual/loading_saving_brushes.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [42] Krita Manual – Resource Management.  
[https://docs.krita.org/en/reference\\_manual/resource\\_management.html](https://docs.krita.org/en/reference_manual/resource_management.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [43] Krita Manual – Performance Settings.  
[https://docs.krita.org/en/reference\\_manual/preferences/performance\\_settings.html](https://docs.krita.org/en/reference_manual/preferences/performance_settings.html) (letzter Zugriff: 28.03.2021)
- [44] Krita Manual – Krita FAQ – Krita is slow.  
<https://docs.krita.org/en/KritaFAQ.html#krita-is-slow> (letzter Zugriff: 28.03.2021)

- [45] KDE Community Wiki – Policies/Telemetry Policy. 2020, [https://community.kde.org/Policies/Telemetry\\_Policy](https://community.kde.org/Policies/Telemetry_Policy) (letzter Zugriff: 29.03.2021)
- [46] Krita – Google Summer of Code: Help Alexey Kapustin by Testing His Work!. 2017, <https://krita.org/en/item/google-summer-of-code-help-alexey-kapustin-by-testing-his-work/> (letzter Zugriff: 29.03.2021)