

## Nextcloud Server

### Anlage 7 - Blauer Engel für Software

Diese Anlage enthält:

- a) Minimale Systemvoraussetzungen (siehe Abschnitt 3.1.1.1)
- b) Dokumentation des Messsystems (siehe Abschnitt 3.1.1.2)
- c) Messergebnisse im Leerlaufzustand (siehe Abschnitt 3.1.1.3)
- d) Messergebnisse bei der Nutzung (siehe Abschnitt 3.1.1.4)
- e) Kalenderjahr und Daten zur Abwärtskompatibilität (siehe Abschnitt 3.1.2.1)

---

## Minimale Systemvoraussetzungen

(Alle Werte in SI-Einheiten)

- CPU: Es wird mindestens ein SSE2-kompatibler Prozessor vorausgesetzt; für Mac OS X wird ein 64bit-kompatibler Intelprozessor (Core2Duo oder neuer) vorausgesetzt oder ein M1 ARM oder neuer
  - Architektur: x86-64 or ARM64
  - Prozessor: 1GHz+ dual-core processor
  - Arbeitsspeicher: 2000 MB
  - Festplattenspeicher: 5000 MB
  - Betriebssystem und Softwarepakete: Linux Betriebssystem (z.B. Ubuntu 18.04 oder neuer) mit Kernel 4.0 oder neuer o. macOS 10.15 oder neuer. Weiterhin wird ein Web-Browser benötigt IE 11 oder neuer sowie vergleichbare.
  - Erforderliche externe Dienste und Referenz-Syteme: Keine
  - Zusätzliche Hardware: Keine
  - Zusätzliche Informationen: Die minimalen Systemvoraussetzungen gelten entsprechend für Server und auch für den Client individuell.
  - Typische Anzahl an Nutzer\*innen, Instanzen, Workloads oder Anfragen (nur server devices): 1-50
- 

## Dokumentation des Messaufbaus

(Alle Werte in SI-Einheiten)

Die Messung wurde durchgeführt auf einem dedizierten Bare-Metal System (Fujitsu PRIMERGY TX1330 M3) an welches das Leistungs-Messgerät (MCP39F511N- <https://www.microchip.com/en-us/development-tool/ADM00706>) via USB angeschlossen wurde.

Eine Synchronisation der Zeitstempel zwischen mehreren Systemen ist nicht erforderlich, da lediglich auf einem System gemessen wird.

Das Leistungs-Messgerät wurde auf eine kontinuierliche Übertragung der Leistungs-Messdaten eingestellt in einem 99ms Intervall.

Entsprechend der Anforderung der Vergabekriterien wurden die Zeitstempel der Leistungsdaten direkt beim Auslesen aus dem Messgerät erzeugt und in einer Log-Datei abgelegt.

Das Messgerät führt keine Mittelung der Werte durch sondern liefert Instantan-Werte. Durch das gewählte Abtastintervall ist dies jedoch identisch mit den in den Vergabekriterien vorgeschlagenen Geräten (z.B. Janitza UMG-604 - <https://www.janitza.de/files/download/manuals/current/UMG604-PRO/janitza-bhb-umg604pro-en.pdf>). Das Janitza UMG-604 z.B nimmt laut Datenblatt intern eine 200ms Mittelung der Effektivwerte vor.

Das System wurde weiterhin auf eine feste CPU-Frequenz eingestellt und das Intel Turbo-Boost Feature sowie Intel SpeedStep deaktiviert.

Vor jeder Messung wurde weiterhin folgendes ausgeführt:

- sync
  - Offene Schreiboperationen auf der Festplatte werden ausgeführt, damit diese nicht während der Messung passieren
- sudo /usr/sbin/sysctl -w vm.drop\_caches=3
  - Weist das Betriebssystem an alle bestehenden Caches freizugeben, damit das Szenario nicht "falsch-niedrige" Werte ausliefert durch bestehende Speicher- oder Datei-Caches

## Mess-Software / Version

Als Mess-Software wurde das Green Metrics Tool genutzt in der Version v2.5.0 mit Commit-Version [053a0e0956cb6cb4213dd9b91dcedb79ee0f6fa1](#).

## Automatisierungs-Software

Als Automatisierungs-Software wurde das Green Metrics Tool genutzt in der Version v2.5.0 mit Commit-Version [053a0e0956cb6cb4213dd9b91dcedb79ee0f6fa1](#) in Verbindung mit Playwright v1.55 mit Mozilla Firefox 140.0.

## Erhobene Kennwerte

Für die Kennwerte innerhalb des Systems wurden aus dem OS die Werte über Sammel-Skripte ausgelesen.

Hierbei respektive:

- Permanentspeicherbelegung über stavfs syscall als C Programm
- Arbeitsspeicherbelegung über /proc/meminfo
- Netzwerkverkehr auf IP Ebene über tcpdump
- Netzwerkauslastung über /proc/net/dev
- CPU-Auslastung über /proc/stat

## Messmethode: Einsatz von Virtualisierung

Wie in den Vergabekriterien unter 3.1.1.2 als Option genannt, wird hier als Messmethode der Einsatz von Virtualisierung genutzt.

Hierbei werden die Komponenten Client/Server auf einem System gestartet und durch Virtualisierung voneinander getrennt.

Dabei haben Client / Server jeweils folgende Unterkomponenten:

- Client
  - Dargestellt durch einen Webbrower (Firefox) (gcb-playwright)
- Server
  - Apache Webserver inkl. PHP Runtime und Nextcloud Installation (app)
  - NGINX Reverse Proxy (ncs)
  - MariaDB Datenbank (db)

Bei Einsatz einer Virtualisierung werden zunächst die Werte für die Grundauslastung normal erhoben. Zu diesem Zeitpunkt findet noch keine Virtualisierung statt.

Die Werte für die Leerlaufauslastung werden ebenfalls kumuliert erhoben und auch als solche ausgewiesen. Zuzüglich müssen hier jedoch die unter "Erhobene Kennwerte" genannten Metriken für Client / Server getrennt erhoben werden.

Gleiches gilt analog für das Nutzungsszenario.

Im Sonderfall der Messung von Nextcloud, welches mit einem Browser instrumentiert wird, ist eine Aufsplittung der Messdaten im Leerlauf nicht notwendig, da diese identisch mit den Werten des Gesamtsystems sind (Siehe Anmerkung zu Qualitäts-Anforderung 1.4)

## Anmerkung zu Qualitäts-Anforderung 1.4

In den Vergabekriterien wird für den Leerlauf gefordert, dass die Anwendung aktiv ist und gestartet ist.

In Fall dieser Client/Server Anwendung findet die Steuerung nicht durch eine eigenständige App, sondern durch einen Browser als Web-App statt. Es ist keine exakte Vorgabe vorhanden, ob der Browser in einem solchen Fall bereits geöffnet und ob zusätzlich die Startseite der Server-Applikation geöffnet sein sollen.

Für die Leerlauf-Messung haben wir den Browser noch nicht geöffnet. Der Hintergrund für diese Entscheidung ist, dass der Browser beim Öffnen der Startseite der Anwendung bereits mit der Anwendung interagiert und auch beim reinen Öffnen bereits als Automatisierungstool Abfragen ausführt wie z.B. Zertifikatsabfragen und DNS-Abfragen.

Die Idee des Leerlaufs gem. den Vergabekriterien ist nach unserem Verständnis zu ermitteln, ob die Server-/Client Anwendung ohne Interaktion Last erzeugt. Dies ist am besten mit einem geschlossenen Browser zu ermitteln.

Weiterhin ist der Browser Firefox auf einem Ubuntu System im Auslieferungszustand bereits vorinstalliert. Deshalb wurde in der Netto-Betrachtung für die Permanentspeicherauslastung nur der Overhead des Browsers genutzt, welcher während der Laufzeit auftritt und nicht zusätzlich die Permanentspeicherbelegung in der Baseline betrachtet die durch die Vor-Installation vorhanden ist.

### Durchführung der Messung zu Anforderung 3.1.1.4

In den Vergabekriterien wird gefordert, dass:

- Arbeitsspeicherarbeit (MByte\*s)
- Permanentspeicherarbeit (Lesen und Schreiben) (MByte\*s)
- Übertragene Datenmenge außerhalb des lokalen Netzwerks (Mbit/s\*s)
- Energiebedarf (Wh) (netto beim Szenario-Test, brutto beim Langzeit-Test)
- Liste aller aufgerufenen Internetadressen (IP-Adresse oder Domain Name), örtliche Zuordnung (Ländercode nach ISO 3166-1), Angabe zum Eigentümer (eigener oder externer Dienst), Häufigkeit des Aufrufs (Frequenz oder Anzahl pro Zeiteinheit)

erhoben werden. Entsprechend müssen diese Werte beim Einsatz von Virtualisierung ebenfalls getrennt ermittelt werden.

Eine Besonderheit entsteht hierbei wie, der Overhead aus dem Automatisierungs-Tool und dem Mess-Tool zu berücksichtigen ist.

In einer Messung ohne Einsatz von Virtualisierung findet der Overhead durch die Mess-Tools Einzug in die Grundauslastung und der Overhead durch die Automatisierung Einzug in die Messung während der Nutzung.

Somit ist das Mess-Tool, welches ebenfalls in der Grundauslastung schon läuft, aus der später auszuweisenden Arbeit bereits herausgerechnet.

Die Automatisierungs-Software und der damit entstehende Overhead werden jedoch den Kosten der Software selbst in der Messung während der Nutzung zugeschlagen.

Entsprechend ist dies auch bei Einsatz von Virtualisierung zu handhaben. Hierzu muss der Overhead der Automatisierungs-Software rechnerisch aus der Differenz zwischen den getrennt für Client / Server erhobenen Kennwert berechnet werden.

Dies geschieht durch:

$$CPUBruttoauslastung_{Gesamtsystem} - CPUNettoauslastung_{Client} - CPUNettoauslastung_{Server} - CPUBaselineauslastung_{Gesamtsystem} = Overhead_{Automatisierung}$$

Der Overhead der Automatisierungs-Software muss dann dort zugeschlagen werden, wo in einem nicht-virtualisierten System die Automatisierungs-Software laufen würde. In diesem Fall für Nextcloud-Server wäre dies der Client.

Für die Energie sind diese Werte nicht getrennt zu erheben, daher wird hier ein Virtualisierungs-Allokations-Faktor (VAF) erstellt, welcher sich aus der jeweiligen CPU-Auslastung von Server / Client berechnet und mit der Netto-Auslastung des Systems in Bezug gesetzt wird.

Konkret:

$$VAF_{Server} = \frac{CPUNettoauslastung_{Server}}{CPUNettoauslastung_{Gesamtsystem}}$$

$$VAF_{Client} = \frac{CPUNettoauslastung_{Client} + CPUNettoauslastung_{AutomatisierungsOverhead}}{CPUNettoauslastung_{Gesamtsystem}}$$

Und es muss gelten:

$$VAF_{Server} + VAF_{Client} = 1$$

Die Verwendung der CPU-Auslastung ist hierbei ein plausibel nutzbarer Wert, da diese repräsentativ für die Arbeit aller Komponenten gilt.

Schlussendlich ist die CPU dafür verantwortlich, sowohl die elektrische Arbeit der CPU selbst, des Speichers als auch des Permanentspeichers und des Netzwerkadapters zu verursachen.

Die Methodik wird in folgenden akademischen und technischen Quellen beschrieben:

- Scaphandre Dokumentation - <https://hubblo-org.github.io/scaphandre-documentation/explanations/how-scaph-computes-per-process-power-consumption.html>
- Kepler: A Framework to Calculate the Energy Consumption of Containerized Applications - <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10254956>
- Development and evaluation of a reference measurement model for assessing the resource and energy efficiency of software products and components—Green Software Measurement Model (GSMM) - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X24000384>

**Wichtig:** Zu beachten hier ist, dass diese Methodik nur dann erlaubt ist, wenn das Hardware-System mit einer festen CPU Frequenz und ohne DVFS (Dynamic Voltage and Frequency Scaling) eingestellt ist.

Der Hintergrund ist, dass sonst die relativen Prozentangaben keine gleiche Grundgesamtheit haben. Im Falle von DVFS kann die CPU während einer Messung den Takt ändern und somit in einer Zeiteinheit unterschiedlich viele CPU-Zyklen durchlaufen.

## Plausibilitätsbetrachtung des Zuschlags zum Client

Um die virtualisierte Testmethode anzuwenden ist eine Plausibilitätsbetrachtung notwendig, welche darlegt, welcher Komponente der Overhead zuzuschlagen ist.

Die Begründung, dass dieser dort zugeschlagen wird, wo auch das Automatisierungs-Tool läuft, ist hinreichend, jedoch nicht abschließend.

Es könnte ebenfalls der Fall sein, dass der Kernel im Betriebssystem Arbeiten für die Server Komponente erledigt.

Um dies besser darzulegen fügen, wir eine Plausibilitätsbetrachtung an:

<https://metrics.green-coding.io/stats.html?id=42f956c7-303b-435a-89c7-418eee66007c>

In dieser Messung wurde die Automatisierung das Rendering des grafischen Überfläche (GUI) des Browsers durchgeführt und der sog. "headless mode" verwendet.

Ersichtlich ist, dass die Werte für die Komponenten Server (nc, ncs, db) und für den Client (gcb\_playwright) sich summiert nur um 0,09% von dem CPU% Wert des Gesamtsystems unterscheiden.

Die notwendige Annahme, für die Nutzung der Messmethode *Einsatz von Virtualisierung* jeglichen Overhead hier dem Client zuzuschlagen, ist somit gerechtfertigt.

Die gleiche Betrachtung muss auch für den Arbeitsspeicher gemacht werden. Kleine Abweichungen sind hier wieder völlig normal, da die Werte sequentiell erfasst werden und somit auch zwischen dem Auslesen Speicher neu allokiert werden kann.

Für die Szenarien Talk, Files und Docs ist die Abweichung jedoch initial größer gewesen. Daher wurde hier im Rahmen der Messung eine angepasste Messung durchgeführt. Der Hintergrund ist, dass diese Szenarien sehr viel geteilten Speicher nutzen und diesen schnell wieder freigeben, was durch die Eingabe in die grafischen Oberfläche für die Darstellung des Browsers und dem Upload der Dateien zusammenhängt.

Hierbei kann es dazu kommen, dass die Summe der Container die der Bruttoauslastung übersteigt. Die Anzeige ist dennoch als korrekt für die Messung zu bewerten, da in einem getrennten System die Container die gleiche Menge an geteiltem Speicher auch auf zwei System belegen würden, sofern nicht das Speicherlimit erreicht wird.

In den vorangehenden Messungen wurde jedoch kaum geteilter Speicher angefragt und freigegeben, daher wurden diese nicht wiederholt.

In den Messungen für Talk, Files und Docs wurde die Messung jedoch neu gemacht und hier der geteilte Speicher explizit belassen, aber der sehr hohe freigabe-fähige Speicher abgezogen.

| Metric | Source | Scope     | Detail Name              | Type | Value | Unit |
|--------|--------|-----------|--------------------------|------|-------|------|
| CPU %  | cgroup | container | db                       | MEAN | 0.09  | %    |
| CPU %  | cgroup | container | gcb-playwright           | MEAN | 6.64  | %    |
| CPU %  | cgroup | container | nc                       | MEAN | 1.96  | %    |
| CPU %  | cgroup | container | ncs                      | MEAN | 0.02  | %    |
| CPU %  | cgroup | system    | GMT Overhead             | MEAN | 0.29  | %    |
| CPU %  | cgroup | system    | Window Manager incl. X11 | MEAN | 0.03  | %    |
| CPU %  | procfs | system    | [system]                 | MEAN | 9.09  | %    |

## **Anmerkung zur Übertragenen Datenmenge für Netzzugang**

Für den Netzwerkverkehr wird kein Virtualisierungsfaktor bestimmt, da der Server / Client Komponenten bereits über virtuelle Interfaces den Netzwerkverkehr schicken. Dies bedeutet, dass jeglicher Netzwerktraffic der Komponenten voll in diesen virtualisierten Interfaces erfasst wird.

Würde man diese in Bezug zu dem Netzwerkverkehr des Gesamtsystems setzen, würde hier ein "Double-Counting" erfolgen, da der Traffic im unterliegenden Betriebssystem ebenfalls separat gezählt wird.

Es ist in Folge ausreichend, nur den Netzwerktraffic der virtualisierten Komponenten zu betrachten und als Arbeit auszuweisen.

## **Anmerkung zu den Markern in den Zeitreihen (Start / Ende des Szenarios)**

Das Green Metrics Tool führt immer einen vollen Durchlauf von Baseline, Install, Boot, Idle, Runtime und Remove durch.

Für die Messprotokolle des Blauen Engel relevant ist immer der Teil zwischen "Starting Phase [RUNTIME]" und "Ending Phase [RUNTIME]".

Ausnahme: Die Grundauslastung. Hier wird die Phase "Baseline" des Green Metrics Tool genutzt welche analog beginnt bei "Starting Phase [BASELINE]" und endet bei "Ending Phase [BASELINE]" .

## **Anmerkung zum Hilfsblatt in der Tabellenkalkulations-Datei**

Die Permanentspeicherauslastung von Container benötigt zur Ermittlung drei Komponenten:

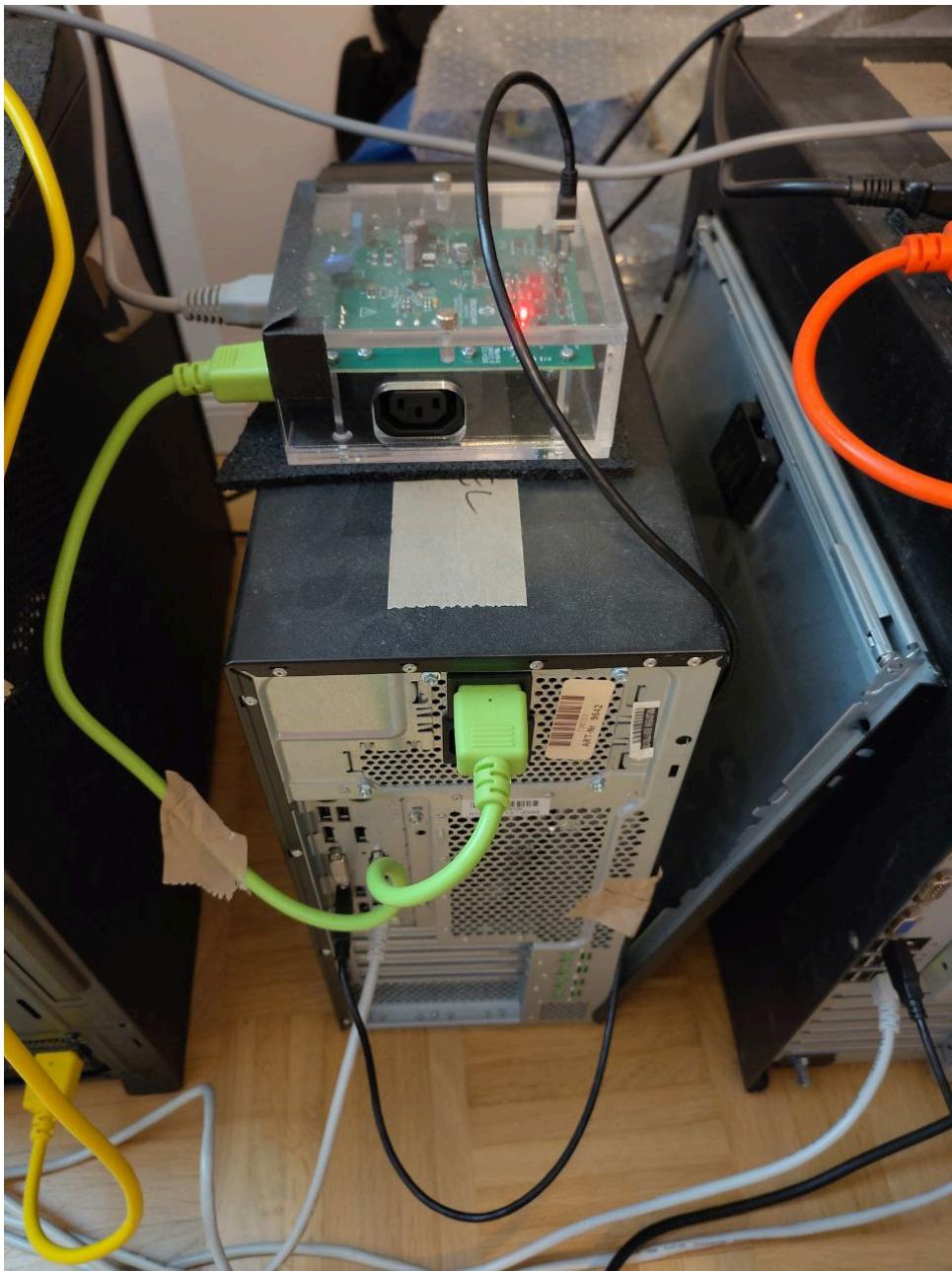
- A: Die Größe des Container Image
- B: Alle Daten die während der Ausführung des Standardnutzungs-Szenario im Container geschrieben werden

A ist im Hilfsblatt eingetragen und wird in dem Berechnungsbogen über deine Formel zu B hinzugefügt.

Die Ermittlung der Werte von A sind in der Anlage 3 im Ordner "Image Size Logs" hinterlegt. Dies erfolgt über die Container-Orchestrierungs-Software Docker.

Die Ermittlung der Werte von B erfolgt über die Messprotokolle.

## Foto des Messaufbau



## Messergebnisse im Leerlaufzustand

(Alle Werte in SI-Einheiten)

| ID  | Bezeichnung   | Hinweis  | Ergebnis | Einheit | Bemerkung                                |
|---|---|--|----------|---------|--|
| <b>Messung der Grundauslastung</b>                              |   |  |          |         |  |
| 3.1.1.3 a)  | Mittlere Prozessorauslastung                          |  | 0.25     | %       | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |
| 3.1.1.3 b)  | Mittlere Arbeitsspeicherbelegung                      |  | 2570.6   | MByte   | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |
| 3.1.1.3 c)  | Mittlere Permanentspeicherbelegung                    |  | 16217.2  | MByte   | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |
| 3.1.1.3 d)  | Mittlere beanspruchte Bandbreite für Datenübertragung | Die mittlere Bandbreite des Messsystems wird ohne das installierte Softwareprodukt gemessen            | 0        | Mbit/s  | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |
| 3.1.1.3 e)  | Mittlere elektrische Leistungsaufnahme (brutto)       |  | 32.52    | W       | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |
| <b>Messung der Last des Softwareprodukts im Leerlaufzustand</b> |   |  |          |         |  |
| 3.1.1.3 a1)   | Mittlere Prozessorauslastung                          |  | 0.15     | %       | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |
| 3.1.1.3 b1)   | Mittlere Arbeitsspeicherbelegung                      |  | 720      | MByte   | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |
| 3.1.1.3 c1)   | Mittlere Permanentspeicherbelegung                    |  | 12,669   | MByte   | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |
| 3.1.1.3 d1)   | Mittlere beanspruchte Bandbreite für Datenübertragung | Die zusätzliche mittlere Bandbreite, die durch den Leerlaufbetrieb der Software entsteht wird gemessen | 0        | Mbit/s  | B) Nextcloud - Calendar - Mari - In Test |
| 3.1.1.3 e1)   | Mittlere elektrische Leistungsaufnahme (netto)        |  | 0.19     | W       | B) Nextcloud - Calendar - Mari           |

## Messergebnisse während der Nutzung

(Alle Werte in SI-Einheiten)

- **Szenario Calendar** - Nextcloud login über das Web Interface. Erstellen eines neuen Kalender-Eintrag. Ändern des Kalender Eintrag. Löschen des Kalender Eintrag.

| ID         | Bezeichnung                                     | Hinweis   | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|---|---|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                 |   | 1,082    | %*s       | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                           |   | 41,031   | MByte*s   | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeiter (Lesen und Schreiben) |   | 397,645  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge für Netzzugang           |   | 0        | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                   | netto beim Szenario-Test; brutto beim Langzeit-Test | 0.07     | Wh        | B) Nextcloud - Calendar - Mari |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Server

| ID         | Bezeichnung                                     | Hinweis   | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|---|---|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                 |   | 146      | %*s       | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                           |   | 19,616   | MByte*s   | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeiter (Lesen und Schreiben) |   | 151,656  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge für Netzzugang           |   | 131      | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                   | netto beim Szenario-Test; brutto beim Langzeit-Test | 0.01     | Wh        | B) Nextcloud - Calendar - Mari |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Client

| ID         | Bezeichnung                                     | Hinweis   | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|---|---|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                 |   | 936      | %*s       | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                           |   | 21,415   | MByte*s   | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeiter (Lesen und Schreiben) |   | 245,989  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge für Netzzugang           |   | 36       | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Calendar - Mari |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                   | netto beim Szenario-Test; brutto beim Langzeit-Test | 0.06     | Wh        | B) Nextcloud - Calendar - Mari |

- **Szenario Contacts** - Nextcloud login über das Web Interface. Erstellen eines neuen Kontakts im Kontaktbuch. Ändern des Kontakt Eintrags. Löschen des Kontakt Eintrags.

| ID         | Bezeichnung                                   | Hinweis   | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|---|---|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                               |   | 1,005    | %*s       | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                         |   | 34,919   | MByte*s   | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit (Lesen und Schreiben) |   | 353,883  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge für Netzzugang         |   | 0        | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                 | netto beim Szenario-Test; brutto beim Langzeit-Test | 0.07     | Wh        | B) Nextcloud - Contacts - Mari |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Server

| ID         | Bezeichnung                                   | Hinweis   | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|---|---|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                               |   | 142      | %*s       | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                         |   | 17,704   | MByte*s   | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit (Lesen und Schreiben) |   | 134,096  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge für Netzzugang         |   | 146      | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                 | netto beim Szenario-Test; brutto beim Langzeit-Test | 0.01     | Wh        | B) Nextcloud - Contacts - Mari |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Client

| ID         | Bezeichnung                                   | Hinweis   | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|---|---|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                               |   | 863      | %*s       | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                         |   | 17,215   | MByte*s   | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit (Lesen und Schreiben) |   | 219,787  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge für Netzzugang         |   | 34       | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Contacts - Mari |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                 | netto beim Szenario-Test; brutto beim Langzeit-Test | 0.06     | Wh        | B) Nextcloud - Contacts - Mari |

- **Szenario Talk** - Nextcloud login über das Web Interface. Text-Nachrichten senden mit der Talk app von Nextcloud. Es wird ein Konversation von einem User erstellt und dann via Link 5 weitere User hinzugefügt. Diese senden alle separat Nachrichten mit einer Länge von 50 Zeichen. Es wird validiert, dass die Nachrichten bei allen Parteien ankommen. Input wird mit 200ms delay zwischen den Tastenanschlägen simuliert.

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis  | Einheit   | Bemerkung                     |
|------------|--|--|-----------|-----------|-------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 3,502     | %*s       | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 444,759   | MByte*s   | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 1,391,931 | MByte/s*s | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 0         | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.25      | Wh        | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Server

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                     |
|------------|--|--|----------|-----------|-------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 516      | %*s       | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 78,313   | MByte*s   | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 516,057  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 842      | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.04     | Wh        | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Client

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                     |
|------------|--|--|----------|-----------|-------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 2,985    | %*s       | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 366,446  | MByte*s   | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 875,874  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 203      | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.22     | Wh        | B) Nextcloud - Talk - MariaDB |

- **Szenario Docs** - Nextcloud login über das Web Interface. Es wird ein weiterer Nutzer erstellt. Danach wird ein leeres Markdown Dokument erstellt und mit diesem Nutzer geteilt. Beide Nutzer greifen dann simultan auf das Dokument zu und editieren es kollaborativ. Jeder Nutzer fügt abwechselnd 50 Zeichen zu dem Dokument hinzu und es wird geguckt, dass dies auch bei den anderen Nutzern ankommt. Die Eingabe wird pro Zeichen mit 200ms delay simuliert.

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis  | Einheit   | Bemerkung                     |
|------------|--|--|-----------|-----------|-------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 6,947     | %*s       | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 347,324   | MByte*s   | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 2,160,301 | MByte/s*s | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 0         | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.48      | Wh        | B) Nextcloud - Text - MariaDB |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Server

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                     |
|------------|--|--|----------|-----------|-------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 941      | %*s       | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 71,631   | MByte*s   | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 591,785  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 953      | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.07     | Wh        | B) Nextcloud - Text - MariaDB |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Client

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis  | Einheit   | Bemerkung                     |
|------------|--|--|-----------|-----------|-------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 6,007     | %*s       | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 275,692   | MByte*s   | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 1,568,516 | MByte/s*s | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 211       | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Text - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.42      | Wh        | B) Nextcloud - Text - MariaDB |

- **Szenario Files** - Nextcloud login über das Web Interface. Erstellen einer neuen Datei. Erstellen eines Sharing Link für die Datei mit 1 MB. Teilen der Datei und Download mit einem anderen Browser.

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|--|--|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 1,695    | %*s       | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 56,348   | MByte*s   | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 435,372  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 0        | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.11     | Wh        | B) Nextcloud - Files - MariaDB |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Server

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|--|--|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 240      | %*s       | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 24,854   | MByte*s   | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 184,682  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 247      | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.02     | Wh        | B) Nextcloud - Files - MariaDB |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Client

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|--|--|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 1,455    | %*s       | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 31,494   | MByte*s   | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 250,690  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene Datenmenge<br>für Netzzugang         |  | 68       | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Files - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.10     | Wh        | B) Nextcloud - Files - MariaDB |

- **Szenario Video** - Nextcloud login über das Web Interface. Video-Konferenz mit Nextcloud Talk app. Zuerst wird ein Call von einem Browser gestartet und ein Sharing-Link erstellt. Danach kommen zwei Teilnehmer in den Anruf. Die Videokonferenz wird via Firefox mit einem Farbwechsel-Demo-Video und einem Rauschen als Audio simuliert.

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis  | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|--|--|-----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 9,709     | %*s       | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 236,971   | MByte*s   | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 1,024,124 | MByte/s*s | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene<br>Datenmenge für<br>Netzzugang      |  | 0         | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.65      | Wh        | B) Nextcloud - Video - MariaDB |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Server

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|--|--|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 315      | %*s       | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 51,956   | MByte*s   | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 382,927  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene<br>Datenmenge für<br>Netzzugang      |  | 790      | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.02     | Wh        | B) Nextcloud - Video - MariaDB |

Messung des Softwareprodukts während der Nutzung - Für virtualisierte Systeme - Client

| ID         | Bezeichnung                                      | Hinweis  | Ergebnis | Einheit   | Bemerkung                      |
|------------|--|--|----------|-----------|--------------------------------|
| 3.1.1.4 a) | Prozessorarbeit                                  |  | 9,394    | %*s       | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 b) | Arbeitsspeicherarbeit                            |  | 185,015  | MByte*s   | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 c) | Permanentspeicherarbeit<br>(Lesen und Schreiben) |  | 641,198  | MByte/s*s | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 d) | Übertragene<br>Datenmenge für<br>Netzzugang      |  | 232      | Mbit/s*s  | B) Nextcloud - Video - MariaDB |
| 3.1.1.4 e) | Energiebedarf                                    | netto beim<br>Szenario-Test;<br>brutto beim<br>Langzeit-Test | 0.62     | Wh        | B) Nextcloud - Video - MariaDB |

Kalenderjahr und Daten zur Abwärtskompatibilität

(Alle Werte in SI-Einheiten)

Die Software ist mind auf einem 5 Jahre alten System lauffähig. Aufgeführt ist das genutzte Test-System für die Energiemessungen:

| ID         | Bezeichnung                   | Hinweis / Details                 | Ergebnis   | Einheit |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|---------|
| 3.1.1.2 a) | Spezifikation des Messsystems | System Jahr                       | 2018   | Jahr    |
|            |                               | Modell                            | FUJITSU PRIMERGY TX1330 M3   | Text    |
|            |                               | Prozessor:                        | Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1220 v6 @ 3.00GHz  | Text    |
|            |                               | Cores                             | 4  | Zahl    |
|            |                               | Taktfrequenz                      | 3  | GHz     |
|            |                               | RAM:                              | 16 GB  | Text    |
|            |                               | Festplatte (SSD / HDD)            | INTENSO SSD, V0601B0, 220 GB   | Text    |
|            |                               | Grafikkarte:                      | Matrox Electronics Systems Ltd. MGA G200e  | Text    |
|            |                               | Netzwerk:                         | Intel Corporation I210<br>Gigabit Network Connection   | Text    |
|            |                               | Netzteil:                         | Fujitsu 450W hot-plug, 94%<br>(Platinum efficiency), 100-240V, 50 / 60Hz   | Text    |
|            |                               | Mainboard:                        | Fujitsu D3373 mit Intel® C236 Chipset  | Text    |
|            |                               | Betriebssystem:                   | Ubuntu 24.04.3 LTS   | Text    |
|            |                               | Konfiguration (Software):         | NOP Linux<br>( <a href="https://docs.green-coding.io/docs/cluster/no">https://docs.green-coding.io/docs/cluster/no</a> )<br>Um die Testmethode mit "Einsatz von Virtualisierung" zu nutzen wurde die CPU Taktfrequenz auf 3 GHz fixiert. | Text    |
|            |                               | Angeschlossene peripherie Geräte: | MCP39F511N Messgerät via USB -<br><a href="https://www.microchip.com/en-us/development-tool/ADM00706">https://www.microchip.com/en-us/development-tool/ADM00706</a>  | Text    |

Das System ist mindestens mit einem 5 Jahre alten Betriebssystem kompatibel, respektive:

- Linux Betriebssystem (z.B. Ubuntu 18.04 oder neuer) mit Kernel 4.0 oder größer
- Windows 10 (Mid-2019) oder neuer
- macOS 10.15 oder neuer