



Abschlussprüfung Winter 2023

Fachinformatikerin für Systemintegration
Dokumentation zur betrieblichen Projektarbeit

Implementierung von MFA

**Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur
Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen
Services in einer Cloud-Infrastruktur**

Abgabetermin: Leipzig, den 27.11.2023

Prüfungsbewerber:

Melissa Futtig
Stephaniplatz 3
04317 Leipzig

Deloitte.

Ausbildungsbetrieb:

Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH
Dittrichring 22
04109 Leipzig

Winterprüfung 2023

Ausbildungsberuf

Fachinformatiker/Fachinformatikerin (VO 2020) Fachrichtung: Systemintegration

Prüfungsbezirk

Leipzig FISY 1 (AP T2V1)

Melissa Futtig

Identnummer: 886355

Prüflingsnummer: 52065

E-Mail: mfuttig@deloitte.de, Telefon: +49 1575283 33896

Ausbbildungsbetrieb: Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft

Projektbetreuer: Edgar Kapler

E-Mail: ekapler@deloitte.de, Telefon: +49 1515448 4702

Thema der Projektarbeit

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

1 Thema der Projektarbeit

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

2 Geplanter Bearbeitungszeitraum

Beginn: 30.10.2023

Ende: 10.11.2023

3 Ausgangssituation

In der Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH wird die Sicherheit des Zugriffs auf verschiedene Dienste innerhalb einer Cloud-Infrastruktur verbessert, indem Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) eingeführt wird. Dies geschieht, um eine erhöhte Sicherheit für firmeninterne und kundenbezogene Daten zu gewährleisten.

Ist-Analyse

Die Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH verwendet die Cloud-Infrastruktur von OVHcloud, um einen Business Hosting Service bereitzustellen.

In dieser Konfiguration wird der Firewall eine öffentliche IP-Adresse zugewiesen. Das private Netzwerk enthält alle anderen Services und Instanzen und wird von der Firewall geschützt.

Eine Kontrollinstanz, namens „control_node“, ermöglicht den Zugriff auf alle anderen Instanzen, die sich im privaten Netzwerk befinden.

Die Cloud-Infrastruktur ist in vier Hauptbereiche unterteilt, in denen verschiedene Services/Dienste bereitgestellt werden:

A) Compliance and Security Stack

- Bereich für Compliance und Sicherheit
- Hierzu gehören eine OPNsense Firewall, ein Nginx Proxy Manager, der als reverse Proxy für das HTTP-Protokoll dient und andere Ports als Stream weiterleitet, der Guacamole Server und das Open-Source-Sicherheitstesttool Infection Monkey

B) Monitoring

- Überwachungsbereich aller vorhandenen Dienste der Cloud-Infrastruktur
- Beinhaltet die Open-Source-Software Grafana, Uptime Kuma als Webserver und Healchecks

C) DevOps

- Bereich für die Entwicklung und Bereitstellung von Anwendungen
- Enthält die kollaborative Entwicklungsplattform Gitlab, Nexus zur Verwaltung von Repositories, Sonarqube für die statische Analyse und Bewertung von Quelltextqualität, sowie

SFTPGO für die Authentifizierung mit öffentlichen Schlüsseln, SSH-Schlüsseln und Passwörtern

D) E-Mail

- E-Mail-Bereich
- Umfasst den Mail-Server Mailcow und SOGO für die E-Mail-Kommunikation

Der Zugriff auf die o.g. Dienste erfolgt durch die Eingabe eines Nutzernamens und eines Passworts. Dies erzeugt eine potenzielle Sicherheitslücke und macht die Dienste unserer Cloud-Infrastruktur anfälliger für Phishing-Angriffe und unbefugten Zugriff.

Soll-Konzept

Durch die Implementierung des MFA in der Cloud-Infrastruktur bei der Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH soll durch das Hinzufügen einer weiteren Sicherheitsebene, Datenschutz und Integrität gewährleistet werden.

Die Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH kann in alle Cloud-Services MFA integrieren, sodass durch dieses eine zusätzliche Sicherheitsebene aktiviert wird.

Vorgang:

Zu Beginn erfolgt die Passworteingabe des Nutzers. Unter der Voraussetzung der Korrektheit, erhält dieser einen Sicherheitscode per SMS, E-Mail oder einer App, welcher eingegeben wird und zu einer erfolgreichen Anmeldung führt.

Mehrere fehlgeschlagene MFA-Versuche führen zu einer Sperrung des Kontos oder erfordern eine Rücksetzung durch den Administrator.

4 Projektziel

Das Hauptziel des Projekts besteht darin, die Sicherheit der Cloud-Infrastruktur der Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH bei der Zugriffskontrolle auf die o.g. Services zu erhöhen, indem Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) eingeführt wird.

Dabei steht im Vordergrund das Ziel der Risikominimierung durch die Einführung einer zusätzlichen Authentifizierungsebene. Nur unter der Voraussetzung des zweiten Faktors kann eine erfolgreiche Anmeldung erfolgen.

Um die Arbeitsabläufe der Mitarbeiter nicht zu beeinträchtigen, wird darauf geachtet, die Benutzerfreundlichkeit aufrechtzuerhalten und die MFA-Lösung darauf zugeschnitten.

Die technische Umsetzung von Sitecars (Single Sign-On with Integrated Credential and Authentication System) für MFA ist eine effektive Methode, um die Sicherheit von Zugriffskontrollen auf verschiedene Services in unserer Cloud-Infrastruktur zu verbessern.

Diese Methode ermöglicht eine zentrale Verwaltung von Benutzeranmeldungen und -authentifizierung, wobei MFA eine zusätzliche Sicherheitsebene hinzufügt. Die Implementierung erfolgt in Docker-Container und ermöglicht eine einfache Bereitstellung und Portabilität zwischen verschiedenen Umgebungen.

Folgende Kriterien sollen erfüllt werden:

A) IT-Sicherheit

- Minimierung von Risiken, wie Passwort-Leaks und Phishing
- Anmeldung ist nur mit MFA möglich

B) Reibungsloser Benutzerzugriff

- Nutzerauthentifizierung, um Zugriff auf die o.g. Services zu erhalten
- Anmeldung/ Sperrung des Nutzers

C) Compliance

- Erfüllung von Sicherheits- und Datenschutzstandards

5 Zeitplanung

Planungsphase 5h

- Erstellen einer Ist-Analyse
- Erstellen einer Soll-Analyse
- Kostenplanung
- Projektumfeld
- Kosten- und Nutzanalyse
- Gantt-Diagramm
- Klärung der Projektziele

Implementierungsphase 14h

- Auswahl einer MFA-Lösung
- Installation und Konfiguration von Sitecars
- Konfiguration der MFA
- Integration mit Cloud-Diensten

Testphase 6h

- Überwachung der Laufzeit der Services
- Überprüfung/ Beseitigen von Fehlern
- Zugriffstests

Einführung und Übergabe 4h

- Ausführung und Ergebnisübergabe
- Schulung der zu Beteiligten für die Nutzung

Dokumentation 6h

- Erstellung einer Projektdokumentation der Ergebnisse
- Erstellung einer Entwicklerdokumentation

Gesamt: 35h

6 Anlagen

keine

7 Präsentationsmittel

- Laptop
- Beamer
- 5 Ausdrucke der Präsentation für den Notfall
- Ladekabel Laptop
- HDMI-Kabel
- USB-C Kabel
- PowerPoint

8 Hinweis!

Ich bestätige, dass der Projektantrag dem Ausbildungsbetrieb vorgelegt und vom Ausbildenden genehmigt wurde. Der Projektantrag enthält keine Betriebsgeheimnisse. Soweit diese für die Antragstellung notwendig sind, wurden nach Rücksprache mit dem Ausbildenden die entsprechenden Stellen unkenntlich gemacht.

Mit dem Absenden des Projektantrages bestätige ich weiterhin, dass der Antrag eigenständig von mir angefertigt wurde. Ferner sichere ich zu, dass im Projektantrag personenbezogene Daten (d. h. Daten über die eine Person identifizierbar oder bestimmbar ist) nur verwendet werden, wenn die betroffene Person hierin eingewilligt hat.

Bei meiner ersten Anmeldung im Online-Portal wurde ich darauf hingewiesen, dass meine Arbeit bei Täuschungshandlungen bzw. Ordnungsverstößen mit „null“ Punkten bewertet werden kann. Ich bin weiter darüber aufgeklärt worden, dass dies auch dann gilt, wenn festgestellt wird, dass meine Arbeit im Ganzen oder zu Teilen mit der eines anderen Prüfungsteilnehmers übereinstimmt. Es ist mir bewusst, dass Kontrollen durchgeführt werden.

9 Grund für „mit Auflage genehmigt“

Guten Tag Melissa Futtig,
bitte achten Sie darauf, dass Ihre "Projektdokumentation der Ergebnisse" auch die Projektarbeit für den Prüfungsausschuss wiederspiegelt. In der Fachrichtung Systemintegration wird keine Entwicklerdokumentation erwartet, aber eine Kunden- und/oder Benutzerdokumentation (siehe



Handreichung der IHK <https://www.leipzig.ihk.de/mb-04-112/>). Unglücklich ist die "Klärung der Projektziele" am Ende der Planung. Berücksichtigen Sie gegebenenfalls, dass Ihnen nach neuer Verordnung 40 Stunden für die Projektarbeit zur Verfügung stehen.

mit Auflage genehmigt

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Projektumfeld	1
1.2	Projektaufgabe	1
1.3	Projektziel	1
1.4	Projektschnittstellen	2
1.4.1	Technisch	2
1.4.2	Organisatorisch	3
1.4.3	Personell	3
2	Ist/Soll-Analyse	3
2.1	Ist-Analyse	3
2.2	Soll-Analyse	4
2.3	Wirtschaftlichkeitsanalyse	4
2.4	Anforderungsanalyse	4
2.4.1	Funktionale Anforderungen	4
2.4.2	Nicht-Funktionale Anforderungen	5
2.5	Anwendungsfälle	5
3	Projektplanung	5
3.1	Projektphasen	5
3.2	Abweichungen vom Projektantrag	6
3.3	Ressourcenplanung	7
3.3.1	Sachmittelplanung	7
3.3.2	Personalplanung	7
3.3.3	Kostenplanung	8
3.3.4	Ablaufplanung und Meilensteine	8
3.3.5	Amortisationsdauer	9
3.4	Nicht-monetärer Nutzen	9
3.5	Authentifizierungs-Tool	9
3.6	Zielplattform	10
3.7	Entwicklungsprozess	11
4	Projektdurchführung	11
4.1	Vorbereitung der Entwicklungsumgebung	11
4.2	Auswahl einer MFA-Lösung	11
4.3	Erstellung der docker-compose.yml und .env	12
4.4	Konfiguration des NGinx Reverse Proxy Managers	13
4.5	Konfiguration von Authentik	13
4.6	Integration mit Cloud-Diensten	14
4.7	Einrichtung des zweiten Faktors	14

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

Inhaltsverzeichnis

4.8	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	14
4.8.1	Produktorientierte Maßnahmen	14
4.8.2	Prozessorientierte Maßnahmen	14
5	Test- und Abnahmephase	15
5.1	Überwachung der Laufzeit der Dienste	15
5.2	Überprüfung/ Beseitigung von Fehlern	15
5.3	Zugriffstests	15
5.4	Abnahme	16
6	Dokumentation	16
6.1	Benutzerdokumentation	16
7	Fazit	16
7.1	Soll-/Ist-Vergleich	16
7.2	Gewonnene Erkenntnisse	17
7.3	Ausblick	17
A	Anhang	i
	Abkürzungsverzeichnis	i
A.1	Gantt-Diagramm und Meilensteine	ii
A.2	Detaillierte Zeitplanung	iii
A.3	Use Case-Diagramm	iv
A.4	Sequenzdiagramm CLI Zugriff auf die Instanzen	v
A.5	Cloud-Infrastruktur	vi
A.6	docker-compose.yml	vii
A.7	.env	viii
A.8	Docker-Befehle	ix
A.9	Proxy Host Konfiguration	x
A.10	Authentik-Konfiguration	xi
A.11	NGinx Konfiguration	xiv
A.12	TOTP-Einrichtung	xvi
A.13	Benutzerdokumentation	xvii
A.14	Testprotokoll	xviii
A.15	Übernahmeprotokoll	xix
	Abbildungsverzeichnis	xx
	Tabellenverzeichnis	xxi
	Literaturverzeichnis	xxii
	Eidesstattliche Erklärung	xxiii

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

1 Einleitung

1 Einleitung

1.1 Projektumfeld

Die [DELOITTE \[2023\]](#) Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH ist ein internationales Unternehmen für Wirtschaftsprüfung, Steuer-, Unternehmens-, Risiko- und Finanzberatung. Sie hat Niederlassungen in vielen Ländern, darunter auch Deutschland. Mit Vertretern in über 150 Ländern weltweit und 415.000 Mitarbeitern, bietet das Unternehmen eine breite Palette von Dienstleistungen für Unternehmen und Organisationen in verschiedenen Branchen. Im B and TCL, auch dem Business & Technology Center Leipzig, erbringt die Deloitte GmbH mit ihren 100 Mitarbeitern eine Vielfalt an Business Services, mit und ohne IT-Bezug und treibt Transformationsprojekte rund um die Themen Cyber Security, Digitalisierung, Prozessoptimierung oder Automatisierung voran.

Das Projekt mit dem Fokus auf Multi-Faktor-Authentifizierung bei verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur ist ein Tochterprojekt eines Größeren. Dabei ist gemeint, dass dieses "Tochterprojekt" nicht alleine existiert, sondern als Teil des größeren Projektes agiert und es sich um ein Subprojekt handelt. Die Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH verwendet die Cloud-Infrastruktur von [OVH CLOUD \[2023\]](#), um einen Business Hosting Service bereitzustellen. Die Zielgruppe stellt das Projektteam dar, welche in dem größeren Projekt mit entwickeln.

1.2 Projektaufgabe

Der Zweck des Projektes ist es, den Entwicklern der Cloud-Infrastruktur mit den darauf gehosteten Services bzw. Diensten, eine Authentifizierungsmöglichkeit zu bieten, die die Sicherheit des Einloggens erhöht. Die Implementierung der MFA steigert nicht nur die Sicherheit, sondern gewährleistet gleichermaßen, dass der Zugang zu den Diensten und Daten in der Cloud-Infrastruktur nicht allein durch den Diebstahl eines Passworts gefährdet wird. Benutzer müssen zusätzlich zur Eingabe des Nutzernamens und Passwortes einen weiteren Authentifizierungsfaktor, wie zum Beispiel ein Einmalkennwort, eingeben. Dabei werden nicht nur firmeninterne und kundenbezogene Daten geschützt, sondern auch die Kundenzufriedenheit und das Vertrauen gegenüber der zukünftigen Kunden erhöht. Dies hat hohe Priorität und verhindert unbefugten Zugriff auf sensible Informationen.

1.3 Projektziel

Ziel ist es, die Sicherheit des Zugriffs auf verschiedene Dienste innerhalb dieser Cloud-Infrastruktur zu verbessern, indem Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) eingeführt wird. Dadurch soll eine erhöhte Sicherheit für firmeninterne und kundenbezogene Daten gewährleistet werden, indem nur eine Anmeldung mit MFA möglich ist und resultierend daraus Risiken, wie Passwork-Leaks und Phishing vermieden werden können. Um das Ziel zu erreichen, soll eine MFA-Lösung implementiert werden, welche sich vor die verschiedenen Dienste in der Cloud-Infrastruktur schaltet und den Zugriff der Benutzer verwalten und sichern soll.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

1 Einleitung

1.4 Projektschnittstellen

1.4.1 Technisch

Die in Kapitel 1.2 besagte Cloud-Infrastruktur wird in vier Hauptbereiche unterteilt, sodass in jedem dieser Bereiche verschiedene Dienste zur Verfügung werden. In jedem dieser Bereiche werden die Dienste mittels Docker-Containern initialisiert.

Compliance and Security Stack

Dieser Bereich umfasst den Einsatz, wie die OPNsense Firewall, den NGinx Proxy Manager, dem Authentik- und Guacamole Server und Infection Monkey zur Sicherheitsüberprüfung. Zusammenfassend ist zu sagen, dass der NGinx Proxy Manager als Reverse Proxy fungiert und den HTTP-Verkehr umleitet und andere Ports für Streaming-Anforderungen bedient. Mittels von Apache Guacamole erfolgt die Sicherstellung des Fernzugriffs auf die internen Dienste, die regulär nicht über eine Web-Schnittstelle erreichbar sind. Das Open-Source-Sicherheitstesttool Infection Monkey überprüft die Sicherheit der Infrastruktur. Mit dem Identitätsanbieter [AUTHENTIK \[2023\]](#), werden verschiedene Identitäts- und Authentifizierungsmethoden in Anwendungen und Diensten ermöglicht, zu integrieren. Dadurch wird eine wichtige Schnittstelle für die Benutzerauthentifizierung und -autorisierung bereitgestellt und kann von verschiedenen Anwendungen über Docker-Container Authentifizierungsmechanismen einrichten.

Monitoring

Im Überwachungsbereich agiert die Open-Source-Software Grafana für die Visualisierung und Überwachung von Leistungsdaten, sowie Uptime Kuma als Webserver für Statusseiten und Healthchecks, um die Verfügbarkeit der Dienste zu kontrollieren.

DevOps

Der Fokus liegt bei den Anwendungen in der Entwicklung und Bereitstellung und enthält die Kollaborationsplattform GitLab, um beispielsweise Projekte zu verwalten. Nexus kommt als Verwaltungstool der Repositories für die Anwendungsabhängigkeiten zum Einsatz. Sonarqube ermöglicht die statische Analyse und Bewertung der Quelltextqualität. Zusätzlich wird SFTPGo verwendet, um sichere Authentifizierungsmethoden, wie zum Beispiel SSH-Schlüssel und Passwörter zu verwalten.

E-Mail-Kommunikation

In diesem Bereich agiert der Mail-Server Mailcow, um E-Mails zu senden und empfangen, SOGO als Groupware-Lösung, was eine effiziente E-Mail-Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb und außerhalb des Unternehmens ermöglicht.

Für dieses Projekt werden insgesamt drei Instanzen des Anbieters OVHCloud für Cloud-Computing-Dienste genutzt. Alle drei Instanzen sind Linux-Systeme mit Ubuntu und variieren in ihren Ressourcen wie RAM und CPU. Auf diesen Instanzen werden die im Kapitel genannten Dienste durch Containerisierung gestartet. Jeder Instanz wird zur besseren Zuordnung eine spezifische Bezeichnung zugeordnet. Die erste Instanz, genannt **"control_node"**, fungiert als Anlaufstelle, an der sich Benutzer zu Beginn verbinden müssen. Diese Instanz dient als Kontrollpunkt, über den der Zugang zu den anderen Instanzen erfolgt. Sie fungiert gewissermaßen als Gateway zu entweder der Instanz **"rev_prox_dev"** oder der **"tal_cloud_infra"**. Der Zugriff auf diese Instanzen geschieht mittels eines SSH-Schlüssels von

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

2 Ist/Soll-Analyse

einem lokalen Notebook aus über die Kommandozeile. Alle Dienste, bis auf den NGinx Reverse Proxy Manager, sind in der "tal_cloud_infra" lokalisiert. Letzterer läuft auf der "rev_prox_dev"-Instanz. Die Bezeichnung "tal_cloud_infra" bezieht sich auf den Standort Deloitte in Leipzig, bekannt als TAL. "rev_prox_dev" erhält seinen Namen aufgrund des dort laufenden NGinx Reverse Proxy Managers. Ein Diagramm, das den Zugriff eines Benutzers auf eine Instanz über die CLI veranschaulicht, befindet sich im Anhang Sequenzdiagramm CLI Zugriff auf die Instanzen.

1.4.2 Organisatorisch

Nach der Implementierung der MFA-Lösung in der Cloud-Umgebung, finden erste Tests und Validierungen in den erstellten Docker-Containern via der *docker-compose.yml*-Datei statt, um sicherzustellen, dass diese ordnungsgemäß funktioniert und den Sicherheitsanforderungen entspricht. Im Anschluss erfolgen Schulungen der Benutzer, in dem Fall für das Entwicklerteam, zur genauen Verwendung von Authentik mit MFA. Nach den Tests und der Schulungen wird die Authentik-MFA-Implementierung in der Cloud-Umgebung bereitgestellt.

1.4.3 Personell

Das Projektteam besteht aus folgenden Personen:

- Projektleiter/ Manager/ Projektentwickler: Herr Edgar Johann Kapler
- Projektentwickler/ dualer Student: Herr Birk Spinn
- Projektentwicklerin/ Auszubildende: Frau Melissa Futtig

Der Projektleiter ist der Verantwortliche für die Projektleitung und -finanzierung des Projektes. Er genehmigt dieses und stellt die notwendigen Ressourcen zur Entwicklung zur Verfügung.

Die Projektentwickler sind die allgemeinen Benutzer bzw. das Entwicklerteam. Sie sind für die Umsetzung und den reibungslosen Betrieb der Cloud-Infrastruktur verantwortlich und benötigen sichere Zugriffsmöglichkeiten zu den bereitgestellten Anwendungen.

2 Ist/Soll-Analyse

2.1 Ist-Analyse

Die aktuelle Cloud-Infrastruktur nutzt den NGinx Reverse Proxy Manager für den Zugriff auf verschiedene Dienste. Es besteht jedoch keine zusätzliche Sicherheitsschicht wie eine Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA), was bedeutet, dass der Zugriff allein über Benutzernamen- und Passwörtereingabe erfolgt, ohne eine weitere Überprüfung der Identität.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

2 Ist/Soll-Analyse

2.2 Soll-Analyse

Das Hauptziel besteht darin, die Sicherheit der Dienste durch die Implementierung einer MFA-Lösung zu verbessern. Geplant ist, vor jedem Dienst einen Identitätsanbieter zu schalten, um sicherzustellen, dass sich die MFA vor den Diensten positioniert. Benutzer sollen sich über die MFA authentifizieren, um den Identitätsbestätigungsprozess zu erfüllen und Zugang zu den Diensten zu erhalten.

2.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Durch die schon vorhandene Cloud-Infrastruktur des größeren Projektes entstehen keine weiteren Kosten. Bedingt dessen, dass die OVH-Cloud-Infrastruktur zu einem Fix-Preis pro Instanz gemietet wird und keine weiteren Instanzen für die Implementierung des Tochter-Projektes erforderlich sind, bleiben die Kosten unverändert. Anressourcen wird zwar mehr CPU und Rechenleistung verwendet, was allerdings nicht nach dem [PAY-AS-YOU-GO \[2023\]](#)-Prinzip berechnet wird, sondern bei OVHCloud pauschal nach Instanzpreis, sodass für das "Tochter-Projekt" keine weiteren Kosten entstehen. Die wirklich zu entstehenden Kosten sind ausschließlich Personal- und Materialkosten, wobei letztere aus der Nutzung des Büromobiliars und der Strom- und Heizkosten zusammengefasst wird.

Durch die Einführung der MFA-Lösung in der Cloud-Infrastruktur werden besonders die Schutzziele der Einhaltung der Integrität und Vertraulichkeit der Daten auf den jeweiligen Diensten eingehalten. So wird die Sicherheit erheblich verbessert und trägt dazu bei, unbefugten Zugriff, Datenverluste und Betrug zu verhindern. Dieser Schutz vor Sicherheitsverletzungen kann erhebliche finanzielle Auswirkungen haben, da die Wiederherstellungskosten vermieden werden können. Des Weiteren erfolgen Kostensparnisse in dem Punkt des Verhinderns der Passwort-Resets durch das Anfragen des administrativen Supports, bei welchem Zeit und daraus Kosten entstehen, die vermieden werden können. Durch die Implementierung kann den Nutzern ein sicherer und bequemer Zugriff gewährleistet und die Kosten gesenkt werden.

2.4 Anforderungsanalyse

2.4.1 Funktionale Anforderungen

Die MFA-Lösung muss folgende funktionale Anforderungen erfüllen:

- Benutzerfreundliche Registrierung und Login
- Klare Anleitung für die Einmalpasswort-Eingabe
- Übersichtliche Verwaltung von Nutzern
- Einloggen als Admin und Benutzer
- Dienste nach Benutzerdateneingabe aktivieren

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

3 Projektplanung

- Schutz vor Drittzugriff, sichere Lösung
- Nutzung mit Authentikator-Software

2.4.2 Nicht-Funktionale Anforderungen

Authentik muss folgende nicht-funktionale Anforderungen erfüllen:

- Skalierbarkeit der Dienste
- Übergang zu Diensten in bis zu 2 Sekunden
- Übersichtliches Willkommensdisplay (Englisch)

2.5 Anwendungsfälle

Ein Use Case-Diagramm zur Veranschaulichung des Prozesses der Cloud-Infrastruktur findet sich im Anhang A.3 Use Case-Diagramm. In diesem interagiert der Akteur aus der Sicht eines Projektentwicklers mit dem System, in welchem verschiedene Anwendungsfälle existieren. Der Akteur meldet sich über den Authentik Server bei der Firewall und dem Nginx Proxy Manager an. Nach der erfolgreichen Anmeldung mit der MFA hat dieser die Möglichkeit auf die dann zur Verfügung stehenden Dienste vom Nginx Reverse Proxy Manager aus zuzugreifen.

Hat sich der Akteur mit dem Authentik Server verbunden, der aus dem dem eigentlichen Server (Authentik Server Core) und dem integrierten Außenposten (Embedded oupost) besteht, werden ein-kommende Anfragen an den Server-Containern und den Authentik Server Core und dem Embedded oupost geroutet. Der Authentik Core Server verarbeitet den Großteil der Logik von Authentik, wie z. B. API- und/ oder SSO-Anfragen, während der Embedded outpost die Verwendung von Proxy-Anbietern ermöglicht, ohne dass eine separate Außenstelle eingerichtet werden muss. Der Hintergrundarbeiter (Background Worker) führt Hintergrundaufgaben aus, wie das Senden von E-Mails, oder Benachrichtigungen von Ereignissen und alles, was im Frontend sichtbar ist. Authentik nutzt PostgreSQL, um alle seiner Konfigurationen und Daten zu speichern. Redis wird als Message-Queue und Cache verwendet.

3 Projektplanung

3.1 Projektphasen

Die im Projektantrag festgelegten Projektphasen lassen sich chronologisch in die 8-stündige Planungsphase, die 16-stündige Implementierungsphase, die 4-stündige Testphase, die 4-stündige Phase der Einführung und Übergabe und die 8-stündige Dokumentation einteilen. Dabei änderte sich die Zeit in der Implementierungsphase von 14 auf 16 Stunden, die Zeit in der Dokumentation von 6 auf 8

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

3 Projektplanung

Stunden.

Das Projekt findet in zwei Wochen, vom 30.10.2023 bis zum 10.11.2023 statt.

Tabelle 1 Zeitplanung zeigt ein Beispiel für eine grobe Zeitplanung. Eine detailliertere Zeitplanung befindet sich im Anhang Zeitplanung.

Projektphase	Geplante Zeit
Planungsphase	8 h
Implementierungsphase	16 h
Testphase	4 h
Einführung und Übergabe	4 h
Dokumentation	8 h
Gesamt	40 h

Tabelle 1: Zeitplanung

3.2 Abweichungen vom Projektantrag

Die im Projektantrag mit in *Auflage genehmigten* Inhalten, erfordern Änderungen in der Projekt-durchführung und -dokumentation. Einige Änderungen sind im Kapitel 3.5 Authentifizierungs-Tool einsehbar.

Erforderliche Änderungen:

- gesamte Zeitplanung - von 35 auf 40 Stunden gestreckt

Folgen der Zeitänderungen:

- Stundenplanung - Planungsphase von 5 auf 8 Stunden
- Stundenplanung - Implementierungsphase von 14 auf 16 Stunden
- Stundenplanung - Tesphase von 6 auf 4 Stunden
- Stundenplanung - Dokumentation von 8 auf 6 Stunden
- Zeitplanung/ Planungsphase - *Klärung der Projektziele* nach *vorn* der Phase geschoben
- Zeitplanung/ Dokumentation - *Benutzerdokumentation* statt Entwicklerdokumentation

Nicht erforderliche Änderungen:

- Implementierungsphase/ Installation und Konfiguration von Sitecars - *Authentik* statt Sitecars
Eine genaue Schilderung, weshalb sich für Authentik anstatt Sitecars entschieden wurde, befindet sich im Kapitel 3.5 Authentifizierungs-Tool

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

3 Projektplanung

3.3 Ressourcenplanung

Um die Umsetzung des Projektes zu ermöglichen, wurden folgende Hard- und Software verwendet:

- Notebook - Lenovo ThinkPad T15 Gen 1 (für die Entwicklung)
- Betriebssystem - Microsoft Windows 10 Enterprise auf dem Lenovo-Notebook
- iPhone 12 - iOS 17.0.3 (zum Testen des Einmalpassworts)
- Microsoft Authenticator (auf dem iPhone 12 vorinstalliert)
- IDE - Visual Studio Code 1.83.1 (Benutzereinstellung)
- Docker-Containerisierung auf der OVHCloud-Infrastruktur in einer Linux-Umgebung mit Ubuntu 22.04
- OVHCloud-Instanz - firewall_instance_dev
- OVHCloud-Instanz - tal_cloud_infra
- OVHCloud-Instanz - rev_prox-dev
- Google Chrome

Die von OVHCloud gestellten Instanzen sind Cloud-Instanzen mit Linux-Umgebungen, auf denen die Containerisierungen laufen und nicht von den Benutzerkonten aus betrieben werden. Dabei wurde im Kapitel 1.4 Projektschnittstellen detaillierter auf die Namen der jeweiligen Instanzen eingegangen.

3.3.2 Personalplanung

Tabelle 2 zeigt die Personalplanung des Projektes.

Name	Rolle/ Berufsbezeichnung	Zeitaufwand
Edgar Johann Kapler	Manager	2 h
Birk Spinn	dualer Student	3 h
Melissa Futtig	Auszubildende	40 h

Tabelle 2: Personalplanung

In diesem Projekt arbeitet die Autorin Melissa Futtig 40 Stunden die Woche, während der Projektmanager Edgar Johann Kapler 2 Stunden in das Projekt für das Testen der Anwendung investiert und in dem Übergabeprozess, da ihm das Ergebnis des Projektes schlussendlich vorgelegt wird. Der duale Student Birk Spinn unterstützt bei der Implementierung und dem Testen der Anwendung und benötigt für diese Aufgaben insgesamt 3 Stunden.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

3 Projektplanung

3.3.3 Kostenplanung

Die Kosten für die Durchführung des Projekts setzen sich aus den Personal- und Ressourcenkosten zusammen. Anhand der oben genannten Formel ergibt sich ein Stundenlohn von 9,55 €. Dieser wird aus dem Brutto-Einkommen des Auszubildenden berechnet.

Die Durchführungszeit des Projekts beträgt 40 Stunden. Dabei sind mögliche Ressourcen, wie der Stromverbrauch, die zu verwendende Hardware und die Räumlichkeiten, sowie das Büromaterial, wie z. B. der zu nutzende Monitor, die Peripheriegeräte (Maus, Tastatur, etc.) oder das Möbelar, was pauschal mit 15,00 € kalkuliert werden kann. Das Brutto-Einkommen eines Auszubildenden im 3. Lehrjahr im Fachbereich Fachinformatik bei der Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH beträgt 1400,00 € pro Monat. Für die weiteren Mitarbeiter werden pauschale Beträge zur Berechnung des Stundensatzes genutzt, aus den Gründen, dass die Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH die Kosten pro Stunde nicht preisgeben möchte. Duale Studenten werden pauschal mit 15,00 €, während die Manager mit 75,00 € pro Stunde berechnet werden. Bei jeweils beiden addiert sich die Summe der Ressourcenkosten auf.

Die reguläre Arbeitszeit in einer normalen Arbeitswoche von Montag bis Freitag beträgt 40 Stunden, 8 Stunden am Tag und 220 Arbeitstage im Jahr. Dabei werden von den 365 Tagen eines Kalenderjahres die 104 Wochenendtage, 11 Feiertage und 30 Urlaubstage abgezogen.

$$8 \text{ h/Tag} \cdot 220 \text{ Tage/Jahr} = 1760 \text{ h/Jahr} \quad (1)$$

$$1400 \text{ €/Monat} \cdot 12 \text{ Monate/Jahr} = 16800 \text{ €/Jahr} \quad (2)$$

$$\frac{16800 \text{ €/Jahr}}{1760 \text{ h/Jahr}} \approx 9,55 \text{ €/h} \quad (3)$$

Die Gesamtkosten, dargestellt in der Tabelle 3 betragen 1.264,68 €.

Vorgang	Zeit	Kosten pro Stunde	Kosten
Arbeitskosten	40 h	9,55 € + 15,00 € = 24,55 €	982,00 €
Unterstützungskosten (Manager)	2 h	75,00 € + 15,00 € = 90,00 €	180,00 €
Unterstützungskosten (dualer Student)	3 h	15,00 € + 15,00 € = 30,00 €	90,00 €
OVHCloud-Kosten	40 h	0,317 € + 0,00 € = 0,317 €	12,68 €
			1.264,68 €

Tabelle 3: Kostenaufstellung

3.3.4 Ablaufplanung und Meilensteine

Die Ablaufplanung ist mit einem Gantt-Diagramm und Meilensteine im Kapitel A.1 des Anhangs dargestellt. Dabei stellt die Farbe pink *keine Arbeitszeit*, die Farbe grün eine *reine Abrbeitszeit* von 8 Stunden am Tag und die hellblaue Farbe einen *halben Arbeitstag* von 4 Stunden dar. Die jeweiligen Phasen werden mit Meilensteinen abgeschlossen. Die erste Phase startet am Mittwoch, den 01.11.2023,

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

3 Projektplanung

während die letzte mit ihrem Meilenstein am 08.11.2023 endet. Dabei erfolgt die reguläre Arbeitszeit in einer normalen Arbeitswoche von Montag bis Freitag.

3.3.5 Amortisationsdauer

Die Amortisation beschleunigt sich durch die Verwendung von Docker, GitLab und Authentik, was die Einsparung von Lizenzkosten zur Folge hat. Grund dafür ist, dass diese Plattformen Open-Source sind und kostenlos genutzt werden können, was zu einer Reduzierung der Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownerships (TCO)) führt. Die Zeitersparnis rendiert sich durch das nicht wiederholte Eingeben der Benutzerdaten, sondern das eingeloggt Sein.

Bei der Einsparung von einer Minute am Tag für jeden der 7 Anwender, nach der dualen Ausbildung und/ oder dem Studium und 220 Arbeitstagen im Jahr, ergibt sich eine gesamte Zeiteinsparung von

$$7 \cdot 220 \text{ Tage/Jahr} \cdot 1 \text{ min/Tag} = 1540 \text{ min/Jahr} \approx 25,67 \text{ h/Jahr} \quad (4)$$

Dadurch ergibt sich eine jährliche Einsparung von

$$25,67 \text{ h} \cdot (40 + 15) \text{ €/h} = 1.411,85 \text{ €} \quad (5)$$

Die 40 € wird der Pauschalbetrag für alle Projektmitarbeiter sein.

Die Amortisationszeit beträgt also $\frac{1.264,68 \text{ €}}{1.411,85 \text{ €}/\text{Jahr}} \approx 0,90 \text{ Jahre} \approx 47 \text{ Wochen}$.

3.4 Nicht-monetärer Nutzen

Für das Projekt werden die Produkte Authelia, Authentik, Microsoft Azure AD und Sitecar, zur Implementierung in Erwägung gezogen. Wobei mittels einer Nutzwertanalyse, welche im Kapitel 3.5: Authentifizierungs-Tool zu sehen ist, der Sachverhalt durch eine Entscheidungsmatrix dargestellt wird. Da die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse bereits eine ausreichende Begründung für die Umsetzung des Projekts bieten, ist es an dieser Stelle nicht notwendig, eine eingehende Untersuchung der nicht-monetären Vorteile vorzunehmen.

Ohne der Einführung eines Authentifizierungs-Tools wird die Sicherheit der angebotenen Dienste nicht geboten und das Risiko des Datenverlustes gewährleistet. Um das Risiko zu minimieren, soll durch die Nutzwertanalyse ein Ergebnis und die Entscheidungsfindung der jeweiligen Authentifizierungsmethode erleichtert werden.

3.5 Authentifizierungs-Tool

Anhand der Entscheidungsmatrix in Tabelle 4 wurde Authentik ausgewählt.

Die im Kapitel 3.6: Zielplattform erwähnten Eigenschaften, tragen zur Entscheidungsfindung bei, so dass sich anhand der gegebenen Entscheidungsmatrix Authentik herauskristallisierte.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

3 Projektplanung

Die Gewichtung bildet sich durch den Gesamtwert von 100 Wertungspunkten mit einem Maximalwert von 25 und Mindestwert von 10 Punkten. Grund dafür sind die unterschiedlichen Eigenschaften, welche in der Entwicklung und bei der Auswahl der Authentifizierungsmethode jeweils verschiedene Rollen spielen und folglich daraus evaluiert werden. Nach der Zuordnung und Addierung der Punkte bei den vier Authentifizierungs-Tools, wird die Gesamtheit aller Punkte eines Produktes durch den Wert 100 dividiert und das Endergebnis ausgerechnet. Dabei hat die Einhaltung der Sicherheit Priorität und erhält den Maximalwert von 25 Punkten, aufgrund dessen, dass Dritten der Zugriff auf die jeweiligen Dienste mit kunden- und firmeninternen Daten der Cloud-Infrastruktur verweigert werden sollte. Die MFA wird mit 20 Punkten bewertet, weil dass das Ziel des Projektes ist. Die Benutzerfreundlichkeit, das Implementieren mit Open-Source und die Skalierbarkeit erhalten 15 Punkte, weil jeder User schnell und einfach auf den jeweiligen Dienst zugreifen muss. Für dieses Projekt ist es des Weiteren wichtig, ein Tool zu implementieren, was den zeitlichen Rahmen nicht überschreitet und die Gesamtheit der Einführung zu komplex gestaltet. Die Skalierbarkeit hat für das Projekt eine durchschnittliche Relevanz, da die Möglichkeit bestehen soll, Dienste hinzuzufügen oder rauszunehmen. Am wenigsten bedeutend sind die Erfahrungswerte, welche gleichermaßen nicht zu unterschätzen sind, weil eine Community über das Produkt bei der Entwicklung unterstützend wirkend kann.

Dabei erhält Authentik den größten Nutzwert mit 17,05 Punkten und schneidet vor Authelia, Microsoft Azure AD und Sitecar am besten ab. Aus diesem Grund wird sich für Authentik anstatt für Sitecar entschieden, da besonders die Implementierungsdauer und -komplexität bei Sitecar den Rahmen des Projektes sprengen würde.

Eigenschaft	Wertung	Authentik	Authelia	Sitecar	Micr. Az. AD
Benutzerfreundlichkeit	15	15	15	12	14
Sicherheit (OIDC, LDAP)	25	25	17	18	20
Open-Source	15	15	15	9	7
MFA	20	19	20	14	19
Skalierbarkeit	15	12	14	12	15
Erfahrungswerte	10	7	9	3	10
Gesamt:	100	93	90	68	85
Nutzwert:		17,05	15,75	12,55	15,20

Tabelle 4: Entscheidungsmatrix

3.6 Zielplattform

Die zu resultierende Zielplattform definiert sich über die Benutzerfreundlichkeit, die Sicherheit und dem Fokus auf der Interaktion mit OIDC und LDAP, welche zukünftig für das Projekt vorgesehen sind, sowie der Implementierung vom Open-Source, dem Arbeiten mit MFA, der Skalierbarkeit und den Erfahrungswerten von anderen Entwicklern mit dem entsprechenden Produkt. Das Resultat wird im Kapitel 3.5: Authentifizierungs-Tool der dargestellten Entscheidungsmatrix sichtbar.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

4 Projektdurchführung

3.7 Entwicklungsprozess

Das Projekt unterteilt sich in einem überschaubaren, zeitlich und inhaltlich begrenzten Entwicklungsprozess mit gesondert eingeteilten Phasen, die nach- und voneinander aufbauen. So wird eine Sicherstellung der Schritt- für Schritt-Fertigstellung der jeweiligen Phasen und Übersicht garantiert. Bedingt dessen, dass das Projekt klare Anforderungen hat, welche umfassend mit vorhersehbaren Bedingungen formuliert sind und einen linearen Fortschritt ermöglicht, braucht die agile Methode nicht verwendet zu werden. Auch ist der Umfang des Projektes zeitlich eingegrenzt und besitzt eine strukturierte Vorgehensweise mit einer geringen Interaktion zum und mit dem Entwicklungsteam und des Projektleiters als Kunden.

4 Projektdurchführung

4.1 Vorbereitung der Entwicklungsumgebung

Die Voraussetzung zur Implementierung von Authentik ist, dass Docker und Docker Compose auf allen Linux-Umgebungen der Instanzen installiert sind und einen Zugang zum Internet verfügen. Des Weiteren sollten die zu benötigenden Hard- und Softwarekomponenten, welche ebenfalls in der Sachmittelplanung auf der Seite 7 gelistet sind, funktionierend sein. Wichtig für die Durchführung ist nicht nur Docker mit dem Notebook selbst, sondern auch der Besitz einer Domain oder Subdomain, welche bei der Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH, die **domain.de** ist. Die eigentliche Domain der Deloitte wird mit der *example.domain.de* und später der *auth.example.domain.de* ersetzt. Diese muss entweder mit einem A- oder CNAME-Record versehen sein. Um die Domain-Names übersichtlich verwalten zu können, empfiehlt sich ein Reverse Proxy, in diesem Fall wird es auf den NGinx Proxy Manager zurückzuführen sein. Und zu guter letzt einen E-Mail Server zur beispielsweise Zurücksetzung eines Passworts. Für das Testen der kommenden Schritte im Kapitel 4.7 Einrichtung des zweiten Faktors ab der Seite 14 wird das iPhone 12, erwähnt in der Sachmittelplanung, verwendet. Dieses mobile Endgerät ist ein Firmentelefon und beinhaltet den vorinstallierten und schon eingerichteten Microsoft Authenticator.

4.2 Auswahl einer MFA-Lösung

Bei Authentik werden die drei Optionen **WebAuthn Authenticator Setup Stage**, **Static Authenticator Stage** und **TOTP Authenticator Setup Stage** angeboten.

Das Ergebnis der Tabelle 5 Nutzwertanalyse zur MFA-Lösung ist nicht eindeutig zuordbar, bedingt dessen, dass die Optionen WebAuthn Authenticator Setup Stage und TOTP Authenticator Setup Stage um 0,05 Wertungspunkte auseinander liegen und die Entscheidung des finalen Ergebnisses nicht anhand der Nutzwertanalyse zur MFA-Lösung manifestierend festzulegen ist.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

4 Projektdurchführung

Eigenschaft	Wertung	WebAuthn	Static	TOTP
Implementierungsaufwand (niedrig)	25	12	25	18
Zeitersparnis Eingabe	20	14	16	15
Sicherheit	35	35	25	30
Benutzerakzeptanz	20	18	15	18
Gesamt:	100	79	81	81
Nutzwert:		21,65	21,2	21,6

Tabelle 5: Nutzwertanalyse zur MFA-Lösung

Die Entscheidungstreffung erfolgte besonders auf der Prämisse, dass die Deloitte Wirtschaftsprüfungs-gesellschaft GmbH das TOTP-Verfahren, also die Eingabe eines Einmalpassworts, durch einen Authenticator, wie in dem iPhone 12, bei allen zur Verfügung stehenden Diensten verwendet wird. So fiel die Entscheidung auf das **TOTP-Verfahren**, was hingegen zum WebAuthn Authenticator Setup Stage weniger Sicherheit aber weniger Implementierungsaufwand erfordert und kein weiteres Gerät oder eine weitere Datei oder Software notwendig ist, um die in der zu entstehenden hardwarebasierten Token zu verwalten. In dem TOTP Authenticator Setup Stage geben die Benutzer alle zu Beginn ihren Nutzernamen und das zugehörige Passwort ein. Nach einer erfolgreichen Anmeldung, werden die Benutzer weitergeleitet, um ihren 6-stelligen Zahlencode, der in dem Microsoft Authenticator für 30 Sekunden sichtbar ist, einzugeben. Wenn die Benutzer sich noch nicht über Authentik angemeldet hatten, werden diese nach der Anmeldung durch einen QR-Code aufgefordert den 6-stelligen Code einzugeben.

4.3 Erstellung der docker-compose.yml und .env

Um Authentik über eine *docker-compose.yml*-Datei im Anhang des Kapitels A.6 zum Laufen zu bringen, ist es erforderlich, dass nicht nur der Authenik-Server, sondern auch der Authentik-Worker, Redis und PostgreSQL gleichzeitig erstellt werden. PostgreSQL ist eine objektrelationale Datenbank und unterstützt die Erweiter- und Skalierbarkeit der Cloud-Infrastruktur. Redis hingegen ist ein In-Memory-Datenspeicher, der als schneller Datenspeicher dient. Die ".env"-Datei im Kapitel A.7 .env enthält die individuellen Umgebungsvariablen für die Zugangsdaten der Nutzern. Eine Darstellung der Instanzen befindet sich im Kapitel A.5 Cloud-Infrastruktur. Die "docker-compose.yml"-Datei wurde über [COMPOSERIZE \[2023\]](#), einer Applikation aus dem Internet entnommen, welche öffentlich zugänglich ist. Auch die ".env"-Datei ist öffentlich über die Webpage von Authentik einsehbar.

Die einzigen in dieser Datei vorzunehmenden Änderungen, sind die Variablen *PG_PASS*, *AUTHENTIK_SECRET_KEY*, *AUTHENTIK_EMAIL_HOST*, *AUTHENTIK_EMAIL_USERNAME*, sowie *AUTHENTIK_EMAIL_PASSWORD* und *AUTHENTIK_EMAIL_FROM*. Um Authentik zu starten, werden beide Dateien im Unterordner Authentik eingefügt. Nun wird mit dem Befehl **docker-compose pull** in Docker Compose die **docker-compose.yml** mit deren enthaltenen Diensten heruntergeladen, die [IMAGES \[2022\]](#) und [VOLUMES \[2022\]](#) heruntergezogen. Dabei enthält ein Docker-Image die zur Erzeugung eines Containers notwendigen Abhängigkeiten und Konfigurationseinstellungen. Ein

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

4 Projektdurchführung

Docker-Volumes ermöglicht, dass Daten erhalten bleiben, auch wenn ein Docker-Container gelöscht wird. Volumes sind eine praktische Möglichkeit, Daten zwischen dem Host und dem Container auszutauschen. Mit dem Befehl **docker-compose up -d** erfolgt zu Beginn die Sicherstellung, dass das docker-compose.yml wirklich vorhanden ist, um dann gelesen und den Container für die darin definierten Dienste im Hintergrund zu starten. Der Parameter **-d (-detach)** bewirkt, dass die Container im Hintergrund ausgeführt werden. Nach dem Start der Container erfolgt die Statusüberprüfung dieser mit dem Befehl **docker-compose ps**. Die Einsicht mit dem Ergebnis der Befehle ist im Anhang A.8 Docker-Befehle einzusehen.

4.4 Konfiguration des NGinx Reverse Proxy Managers

Nachdem Authentik in einem Docker-Container läuft, erfolgt die Konfiguration des NGinx Reverse Proxy Managers:

1. Erstellung einer Authentifizierungs-Domain (auth.example.domain) und Einstellung eines A-Records im DNS-Resolver
2. Im NGinx Reverse Proxy Managers einen neuen Host erstellen, was im Anhang in der A.9 Proxy Host Konfiguration einsehbar ist
3. private IP-Adresse des Authentik-Servers mit der in der .env-Datei eingegebenen Portnummer (80) eingeben mit dem Resultat für das Beispiel: **0.0.0.0:80** - Einsicht im A.9 Proxy Host Konfiguration
4. im SSL-Tab des Konfigurationsfeldes, anklicken: *Force SSL, HTTP/2 Support, HSTS Enabled* und *HSTS Subdomains*
5. im E-Mail Feld die E-Mail Adresse (admin@example.domain.de) eingeben und den Nutzungsbedingungen zustimmen
6. Ergebnis: Zugriff auf Authentik möglich, sodass die Willkommens-Seite sichtbar wird, welche im Anhang im Kapitel A.9 Proxy Host Konfiguration

4.5 Konfiguration von Authentik

Nach der Konfiguration des NGinx Reverse Proxy Managers, werden in Authentik ein Projekt und die vorhandenen User erstellt. Diese Vorgehensweise ist im Anhang in der A.10 Authentik-Konfiguration detailliert beschrieben.

Grobe Vorgehensweise:

1. Einrichtung eines Projektes
2. Erstellung von Benutzern
3. Hinzufügen des NGinx Proxy Managers

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

4 Projektdurchführung

4. Einrichtung des zweiten Faktors erfolgt in Kapitel 4.7 auf der Seite 14

4.6 Integration mit Cloud-Diensten

Damit sich Authentik vor jeden Dienst in der gegebenen Cloud-Infrastruktur schalten kann, wird in der Host-Konfiguration im NGinx Reverse Proxy Manager im Bereich *Advanced* die im Anhang erwähnte NGinx Konfiguration eingefügt. Wobei zu beachten ist, dass bei jedem Dienst die Portnummer geändert werden muss, sodass eine Umleitung von Authelik auf diesen erfolgen kann.

4.7 Einrichtung des zweiten Faktors

Nach dem Ergebnis aus der Nutzwertanalyse zur MFA-Lösung im Kapitel 4.2 Auswahl einer MFA-Lösung geht das TOTP-Verfahren hervor. Ein Auszug der TOTP-Einrichtung im Anhang zeigt die Konfiguration des zweiten Faktors.

Ein kurze Schrittfolge zur Einrichtung diesens:

1. Login bei Authentik
2. auf **Einstellungen** gehen und **MFA Devices** bestätigen
3. **Enroll** bestätigen - eine Methode auswählen:
 - WebAuth Authenticator Setup Stage
 - Static Authenticator Stage
 - *TOTP Authenticator Setup Stage* - auswählen
4. Logout bei Authentik
5. erneut Login - QR-Code mit Microsoft Azure scannen
6. 6-stelligen Code eingeben und einloggen

4.8 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

4.8.1 Produktorientierte Maßnahmen

4.8.2 Prozessorientierte Maßnahmen

Durch die kontinuierliche Anwendung des Qualitätsmanagementsystems gemäß ISO 9001 im Qualitätsmanagement erfolgt nach der Planung eine sorgfältige Überprüfung jedes Schrittes auf Richtigkeit. Bei festgestellten Fehlern wird nach alternativen Wegen zur Zielerreichung gesucht, um diese erfolgreich umzusetzen. Dieser Prozess folgt dem [PDCA-ZYKLUS \[2023\]](#)-Zyklus.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

5 Test- und Abnahmephase

Als Online-Dienstleister ist es laut den Vorschriften des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zwingend erforderlich, Daten und Geräte durch eine Mehrfaktor-Authentifizierung (MFA) zu schützen, bei der der Login durch die Verwendung eines Passworts und eines weiteren Faktors abgesichert wird. Authentik, als Identitätsprovider, nutzt ein Informationssicherheitssystem, das auf etablierten Standards wie BSI100-2 und ISO27001 basiert und die Anforderungen erfüllt. Der Standard BSI 100-2 ist ein Standard des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik, der allgemeine Anforderungen an eine Managementsystem für Informationssicherheit (ISMS) definiert. Die ISO 27001 ist eine internationale Norm für ISMS und ist auf der Basis von IT-Grundschutz für die Standard-Absicherung, als auch für die Kern-Absicherung möglich.

5 Test- und Abnahmephase

5.1 Überwachung der Laufzeit der Dienste

Die Überwachung der Laufzeit der eingetragenen Dienste passiert über das Dashboard von Authentik. Um jeden einzelnen Dienst schlussendlich zu überprüfen, erfolgte über den NGinx Reverse Proxy Manager ein jeweiliger Zugriff auf alle Dienste, um zu testen, ob sich Authentik auch wirklich vor den Dienst schaltet. Zusätzlich wird das Monitoring-Tool Uptime Kuma verwendet, um die Laufzeit aller Dienste zu überprüfen.

5.2 Überprüfung/ Beseitigung von Fehlern

Nach der erfolgreichen Durchführung des Projektes wurden die Funktionale Anforderungen und Nicht-Funktionale Anforderungen aus der Anforderungsanalyse getestet. Das Beseitigen von Fehlern in der Entwicklungsumgebung erfolgte während der Durchführungsphase mittels des Plan-Do-Check-Act-Zyklus, in welchem die Fehler, z. B. Tippfehler gleich während der Implementierung behoben wurden. Aufgrund dieser Vorgehensweise ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess garantiert.

5.3 Zugriffstests

Um den Zugriff zu testen, wurden [BLACKBOX UND WHITEBOX \[2023\]](#)-Tests durchgeführt, die Authentik auf die Gesamtheit überprüfen und sicherstellen, dass die Benutzeranmeldungen und Authentifizierungen erfolgreich verlaufen. Dabei tappen ein Blackbox Test Tester gewissermaßen im Dunkeln. Sie wissen nicht, wie eine Software funktioniert, wie sie implementiert ist oder aus welchen Komponenten sie besteht. In einem White-Box Test haben die Testpersonen Kenntnisse des Codes und der Funktionsweisen einer Software.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

6 Dokumentation

5.4 Abnahme

Die Abnahme verlief reibungslos, wodurch das Projekt am 8. November 2023 erfolgreich an Edgar Johann Kapler übergeben und in der Produktivumgebung erfolgreich umgesetzt werden konnte.

6 Dokumentation

6.1 Benutzerdokumentation

Die Benutzerdokumentation befindet sich im Anhang A.13 Benutzerdokumentation. Darin befindet sich eine kurze Schilderung über den Login bei Authentik mit TOTP.

7 Fazit

7.1 Soll-/Ist-Vergleich

Das Projektziel wurde erfolgreich innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens erreicht. Während der Planung stellte sich jedoch heraus, dass die geschätzte Dauer der Testphase von ursprünglich 4 Stunden zu grob war und stattdessen in 3 Arbeitsstunden abgeschlossen wurde. Daher wurde die übrige 1 Stunde zur Verbesserung der Dokumentation verwendet. Die geplanten Arbeitsstunden für die beiden beteiligten Teammitglieder wurden voll ausgeschöpft, und die Ressourcen, wie in der Sachmittelplanung beschrieben, effizient genutzt.

Wie in Tabelle 6 Soll-/Ist-Vergleich zu erkennen ist, konnte die Zeitplanung bis auf wenige Ausnahmen eingehalten werden.

Phase	Geplant	Tatsächlich	Differenz
Planungsphase	8 h	8 h	h
Implementierungsphase	16 h	16 h	
Testphase	4 h	3 h	-1 h
Einführung und Übergabe	4 h	4 h	
Dokumentation	8 h	9 h	+1 h
Gesamt	40 h	40 h	

Tabelle 6: Soll-/Ist-Vergleich

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

7 Fazit

7.2 Gewonnene Erkenntnisse

Die Zeitplaung und Schätzung der Testphase erwies sich als grob und ungenau. Es ist wichtig zu beachten, realistische Zeitpläne zu erstellen und eventuell genügend Puffer einzukalkulieren. Bedingt dessen, dass die Dokumentation ein integraler Bestandteil der Projektarbeit ist, wurde die verkürzte Zeit für die Testphase sinnvoll für die Verbesserung der Inhalte in der Dokumentation genutzt. Ein Vorteil der ausgewählten MFA-Lösung ist, dass die Implementierung recht schnell und nachvollziehbar ging.

7.3 Ausblick

Das Projekt ist eine Tochterprojekt eines übergeordneten Projektes. Mit dem Ergebnis wird die Sicherheit der vorhandenen Dienste gewährleistet. Authentik als Identitäts-Provider wird weiter ausgebaut, sodass ein Unternehmensdesign zukünftig erstellt wird und Monitoring-Alerts eingefügt, die bei fehlerhaften Logins oder -Logouts eine Mail senden.

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A Anhang

Abkürzungsverzeichnis

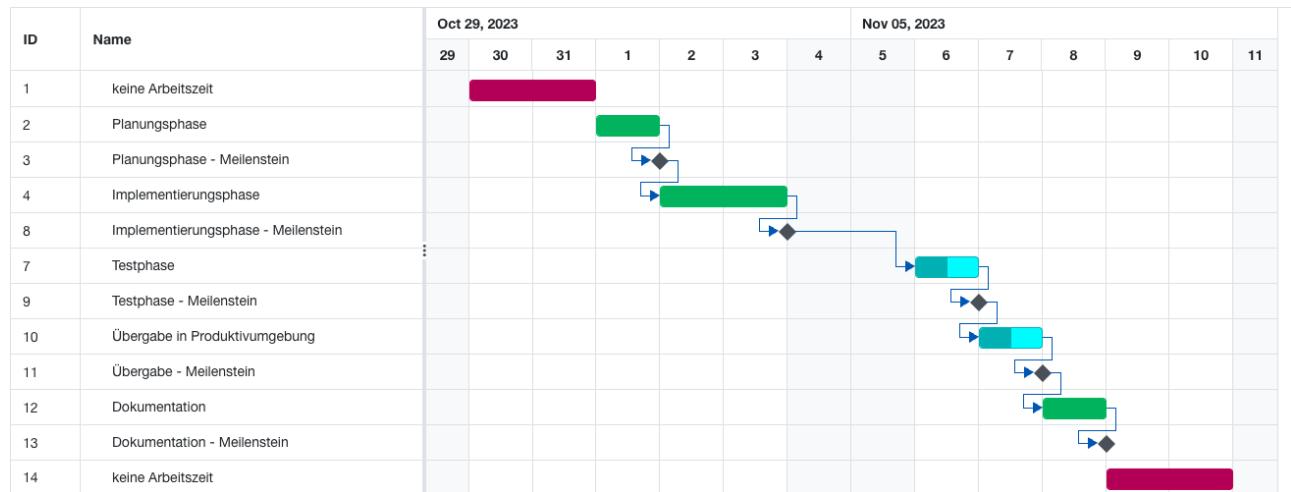
TAL	Tech Accelerator Leipzig
SSH	Secure Shell
B and TCL	Business & Technology Ceenter Leipzig
API	Application Programming Interface
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
OIDC	OpenID Connect
ISMS	Informationssicherheits-Managementsystem
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
TOTP	Time-based One-time Password
SSO	Single-Sign On
MFA	Multi Faktor Authentifizierung
IDE	Integrated Development Environment
TCO	Total Cost of Ownership

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.1 Gantt-Diagramm und Meilensteine



IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.2 Detaillierte Zeitplanung

1. Planungsphase	8 h
1.1 Klärung der Projektziele	1 h
1.2 Erstellen einer Ist/Soll-Analyse	1.5 h
1.3 Ressourcenplanung	1 h
1.4 Projektumfeldklärung	1.5 h
1.5 Projektschnittstellen	0.5 h
1.6 Wirtschaftlichkeits- und Nutzwertanalyse	1.5 h
1.7 Erstellung des Gantt-Diagramms	1 h
2. Implementierungsphase	16 h
2.1 Vorbereitung der Entwicklungsumgebung	1.5 h
2.2 Auswahl einer MFA-Lösung	0.5 h
2.3 Erstellung der docker-compose.yml- und .env-Dateien	2 h
2.4 Installation und Konfiguration von Authentik	5.5 h
2.5 Konfiguration der MFA	2 h
2.6 Integration mit Cloud-Diensten	3.5 h
2.7 Konfiguration des zweiten Faktors	1 h
3. Testphase	4 h
3.1 Überwachung der Laufzeit der Dienste	0.5 h
3.2 Überprüfung/ Beseitigung von Fehlern	2 h
3.3 Zugriffstests	1.5 h
4. Einführung und Übergabe	4 h
4.1 Ausführung und Ergebnisübergabe	3 h
4.2 Schulung der zu Beteiligten für die Nutzung	1 h
5. Dokumentation	8 h
5.1 Erstellung einer Projektdokumentation der Ergebnisse	7 h
5.2 Erstellung der Benutzerdokumentation	1 h
Gesamt	40 h

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.3 Use Case-Diagramm

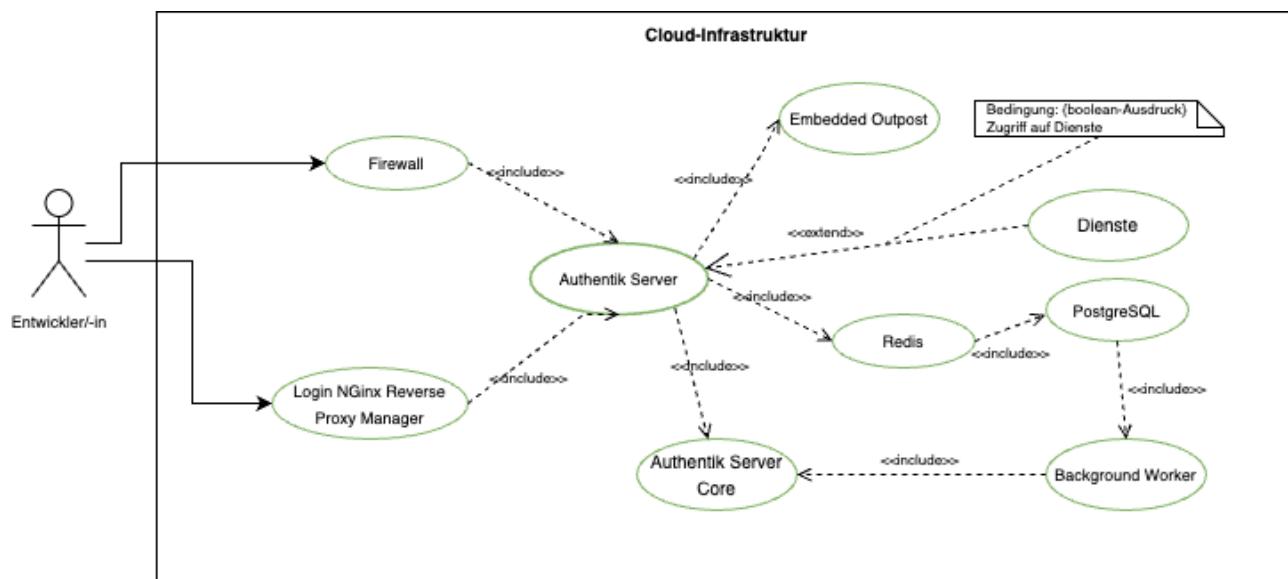


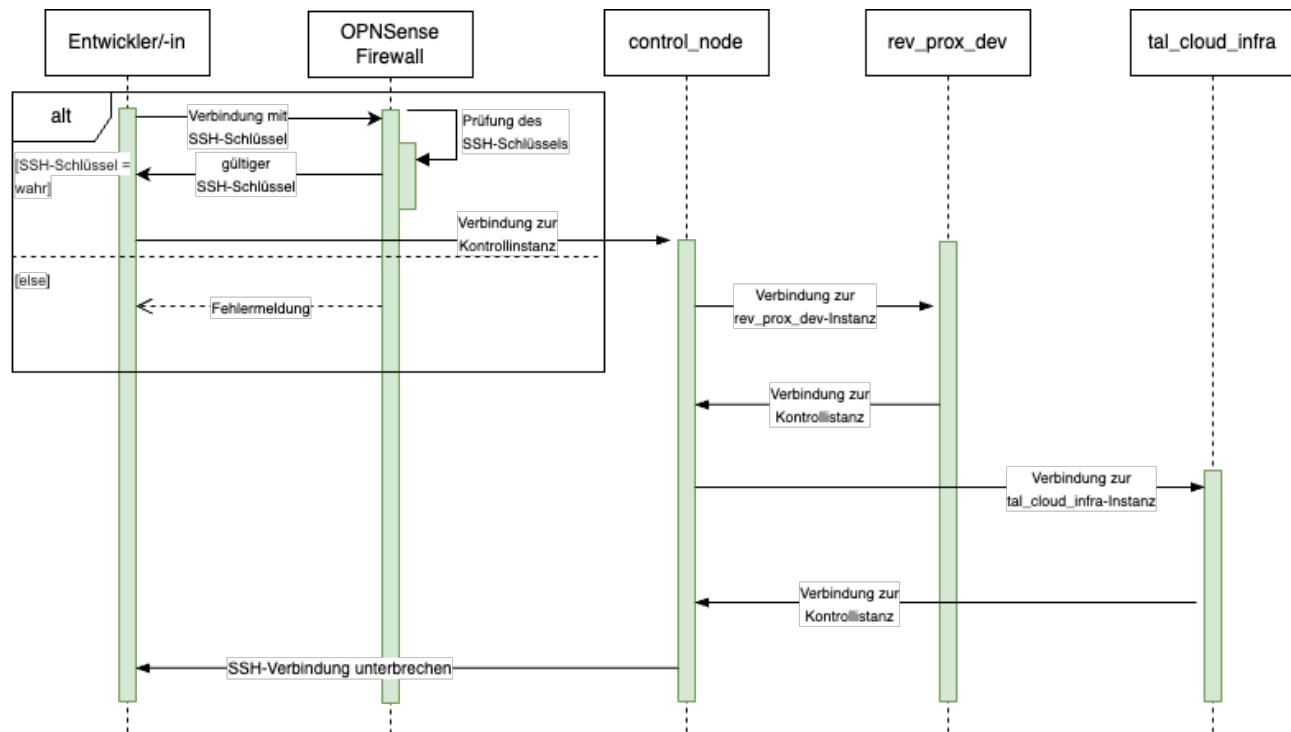
Abbildung 1: Use Case-Diagramm

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.4 Sequenzdiagramm CLI Zugriff auf die Instanzen

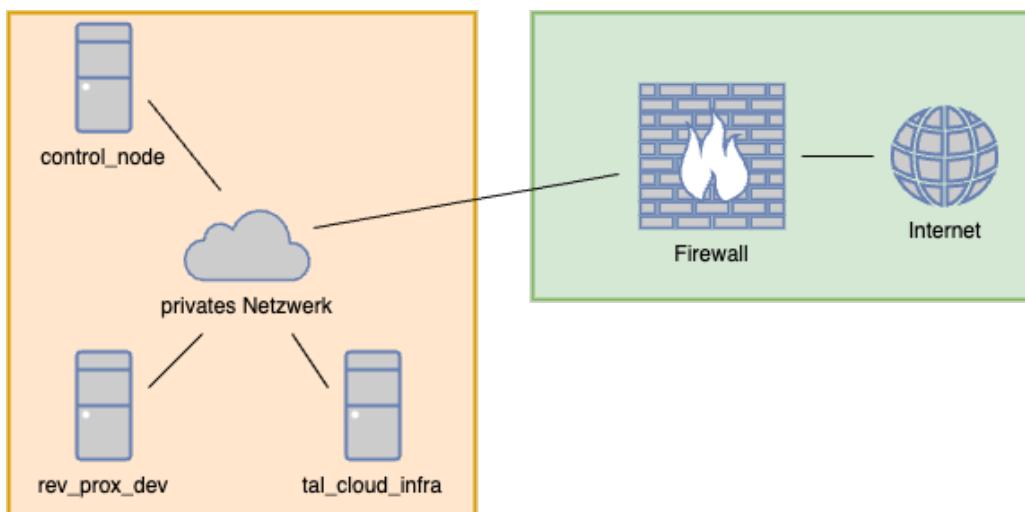


IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.5 Cloud-Infrastruktur



IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.6 docker-compose.yml

```
version: "3.4"

services:
  postgresql:
    image: docker.io/library/postgres:12-alpine
    restart: unless-stopped
    healthcheck:
      test: ["CMD-SHELL", "pg_isready -d ${POSTGRES_DB} -U ${POSTGRES_USER}"]
      start_period: 20s
      interval: 30s
      retries: 5
      timeout: 5s
    volumes:
      - ./database:/var/lib/postgresql/data
    environment:
      POSTGRES_PASSWORD: ${PG_PASS:?database password required}
      POSTGRES_USER: ${PG_USER:-authentik}
      POSTGRES_DB: ${PG_DB:-authentik}
    env_file:
      - .env
  redis:
    image: docker.io/library/redis:alpine
    command: --save 60 1 --loglevel warning
    restart: unless-stopped
    healthcheck:
      test: ["CMD-SHELL", "redis-cli ping | grep PONG"]
      start_period: 20s
      interval: 30s
      retries: 5
      timeout: 3s
    volumes:
      - ./redis:/data
  server:
    image: ${AUTHENTIK_IMAGE:-ghcr.io/goauthentik/server}:${AUTHENTIK_TAG:-2023.8.3}
    restart: unless-stopped
    command: server
    environment:
      AUTHENTIK_REDIS_HOST: redis
      AUTHENTIK_POSTGRESQL_HOST: postgresql
      AUTHENTIK_POSTGRESQL_USER: ${PG_USER:-authentik}
      AUTHENTIK_POSTGRESQL_NAME: ${PG_DB:-authentik}
      AUTHENTIK_POSTGRESQL_PASSWORD: ${PG_PASS}
    volumes:
      - ./media:/media
      - ./custom-templates:/templates
    env_file:
      - .env
    ports:
      - "${COMPOSE_PORT_HTTP:-9000}:9000"
      - "${COMPOSE_PORT_HTTPS:-9443}:9443"
    depends_on:
      - postgresql
      - redis
  worker:
    image: ${AUTHENTIK_IMAGE:-ghcr.io/goauthentik/server}:${AUTHENTIK_TAG:-2023.8.3}
    restart: unless-stopped
    command: worker
    environment:
      AUTHENTIK_REDIS_HOST: redis
      AUTHENTIK_POSTGRESQL_HOST: postgresql
      AUTHENTIK_POSTGRESQL_USER: ${PG_USER:-authentik}
      AUTHENTIK_POSTGRESQL_NAME: ${PG_DB:-authentik}
      AUTHENTIK_POSTGRESQL_PASSWORD: ${PG_PASS}
    # `user: root` and the docker socket volume are optional.
    # See more for the docker socket integration here:
    # https://goauthentik.io/docs/outposts/integrations/docker
    # Removing `user: root` also prevents the worker from fixing the permissions
    # on the mounted folders, so when removing this make sure the folders have the correct UID/GID
    # (1000:1000 by default)
    user: root
    volumes:
      - /var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock
      - ./media:/media
      - ./certs:/certs
      - ./custom-templates:/templates
    env_file:
      - .env
    depends_on:
      - postgresql
      - redis
  volumes:
    database:
      driver: local
    redis:
      driver: local
```

Annotations:

- PostgreSQL wird installiert
Version 12 wird verwendet
Container startet sich neu, solange er nicht gestoppt wird
- Tests des Containers, um sicherzustellen, dass er läuft, wie lange er läuft und ab wann wie oft wiederholt wird
- Erstellung eines Speichermediums im Unterordner von Authentik database
- Anforderung der Umgebungsvariablen aus der zu erstellten .env-Datei
- Redis hilft bei der ZwischenSpeicherung
Version alpine wird verwendet
Befehl: Betrieb von Redis soll aufgenommen werden
- Erstellung des Speichermediums im Unterordner von Authentik redis
- Authentik Server mit dem zu ziehenden Image (Abbildung) der spezifischen Version
- Command: Start des Servers
Referenzen zu o.g. Redis und PostgreSQL
- Zuordnung der freien Ports für HTTP und HTTPS
- abhängig von postgresql und redis
- Worker entlastet den Hauptserver
- Definition der Volumen (Speichermedien), der inkludierten Datenbank und Reis

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.7 .env

```
PG_USER=authentik
PG_PASSWORD=aReallyLongStrongPasswordShouldBePutHere
AUTENTIK_SECRET_KEY=someincrediblylongcomplexkeygoeshere
AUTENTIK_ERROR_REPORTING_ENABLED=true
# SMTP Host Emails are sent to
AUTENTIK_EMAIL_HOST=smtp.example.com
AUTENTIK_EMAIL_PORT=587
# Optionally authenticate (don't add quotation marks to your password)
AUTENTIK_EMAIL_USERNAME=auth@example.com
AUTENTIK_EMAIL_PASSWORD=a-L0n6-Strong_password_should_go_here
# Use StartTLS
AUTENTIK_EMAIL_USE_TLS=true
# Use SSL
AUTENTIK_EMAIL_USE_SSL=false
AUTENTIK_EMAIL_TIMEOUT=10
# Email address authentik will send from, should have a correct @domain
AUTENTIK_EMAIL_FROM=auth@example.com
COMPOSE_PORT_HTTP=80
COMPOSE_PORT_HTTPS=443
# Authentik Version to Pull
AUTENTIK_TAG=2023.8.3
```

sollte ein langes Passwort sein (ab 12 Ziffern)
sollte eine lange Zeichenfolge von Zahlen, Groß- und Kleinbuchstaben, Symbolen mit mindestens 64 char in der Länge
Mailadresse mit der Domainname und der Top-Level Domain
Mailadresse mit der Sub- und Top-Level Domain

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.8 Docker-Befehle

```
● mf@[REDACTED] Authentik % docker-compose pull
[+] Pulling 4/4
  ✓ server Skipped - Image is already being pulled by worker
  ✓ worker Pulled
  ✓ postgresql Pulled
  ✓ redis Pulled
● mf@[REDACTED] Authentik % docker ps -a
```

0.0s	0.9s	1.6s	1.6s
------	------	------	------

Abbildung 2: Docker Pull

```
● mf@[REDACTED] Authentik % sudo docker-compose up -d
Password:
[+] Building 0.0s (0/0)
[+] Running 4/4
  ✓ Container authentik-postgresql-1 Started
  ✓ Container authentik-redis-1 Started
  ✓ Container authentik-worker-1 Started
  ✓ Container authentik-server-1 Started
● mf@[REDACTED] Authentik %
```

docker:desktop-linux

0.0s	0.0s	0.0s	0.0s
------	------	------	------

Abbildung 3: Docker Compose Up

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.9 Proxy Host Konfiguration

New Proxy Host

Details Custom locations SSL Advanced

Domain Names *

Scheme * Forward Hostname / IP * Forward Port *

http 0.0.0.0 80

Cache Assets Block Common Exploits

Websockets Support

Access List

Publicly Accessible

New Proxy Host

Details Custom locations SSL Advanced

SSL Certificate

Request a new SSL Certificate

Force SSL HTTP/2 Support

HSTS Enabled HSTS Subdomains

Use a DNS Challenge

Email Address for Let's Encrypt *

I Agree to the Let's Encrypt Terms of Service *

Proxy Host Konfiguration – Details

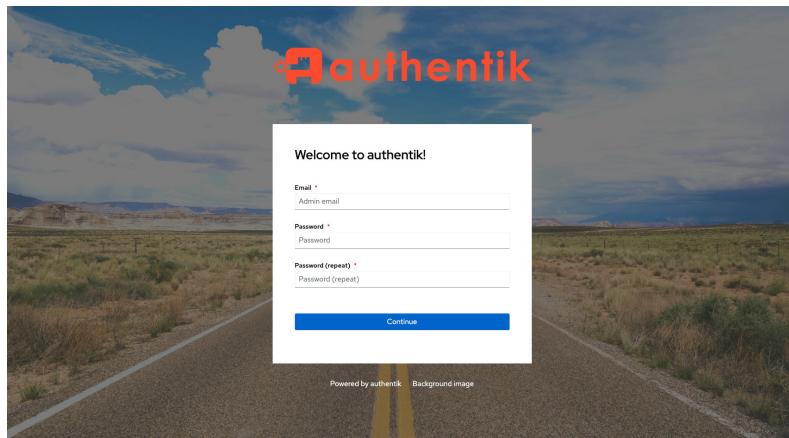
Proxy Host Konfiguration – SSL

| 0.0.0.0:8080/lf/flow/default-authentication-flow/?next=%2F

0.0.0.0:8080/lf/flow/initial-setup/|

Im Webbrowser: Startlink (vor der Änderung)

Im Webbrowser: Startlink (nach der Änderung)



Authentik - Willkommenseite

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

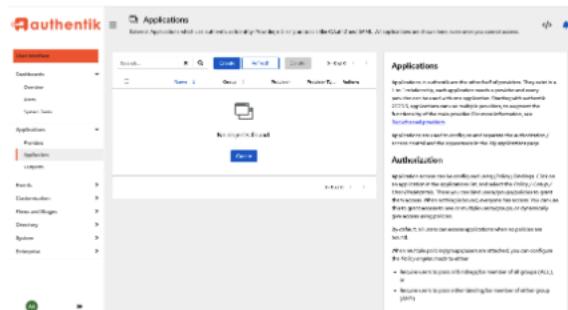
A Anhang

A.10 Authentik-Konfiguration

Erstellung einer Application (Anwendung):

Notwendig, um die zu schützenden Anwendungen hinzuzufügen

1. Über Applications – Applications auf Create gehen



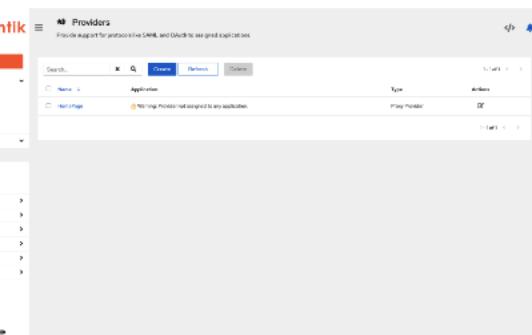
2. Im Create-Modus die jeweiligen Inhalte einfügen

- Aus Demonstrationszwecken wird mit die HomePage als Anwendung genutzt



3. Auf Applications – Providers lässt sich die erstellte Anwendung einsehen

- Noch nicht einsetzbar, da der Provider nicht eingerichtet ist



IMPLEMENTIERUNG VON MFA

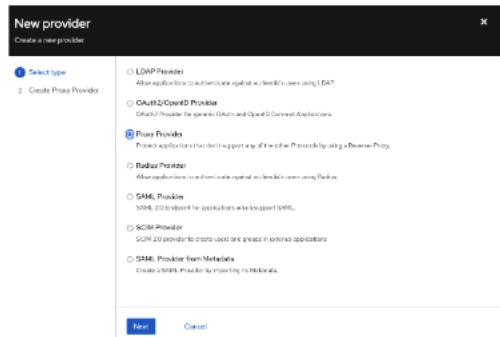
Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

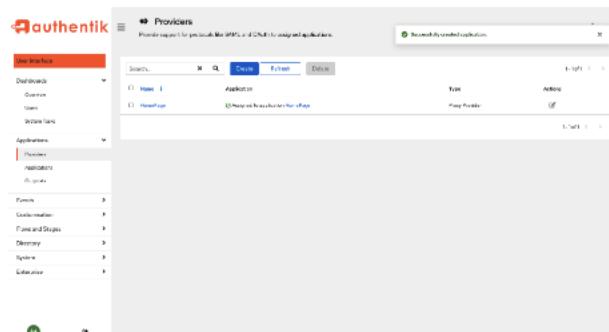
Einrichten des Providers:

1. Über Applications – Providers, Create einen neuen Provider einrichten

- Das Projekt arbeitet mit dem NGinx Reverse Proxy Manager, sodass der **Proxy Provider** ausgewählt werden muss

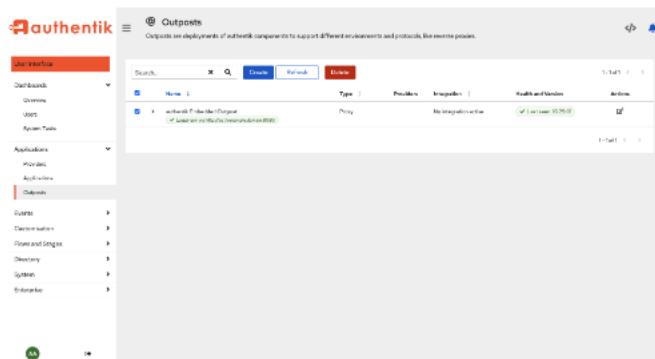


2. Über Applications – Providers ist nun der erstellte Provider für die HomePage einsehbar



3. Über Applications – Outposts werden

- Die Einrichtung eines **Außenpostens** ist notwendig, da dieser unabhängig der Umgebung arbeiten kann



IMPLEMENTIERUNG VON MFA

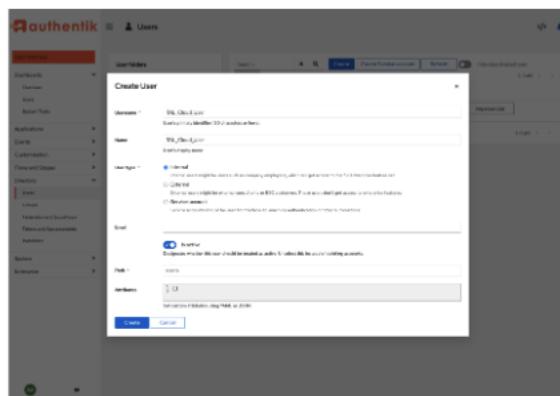
Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

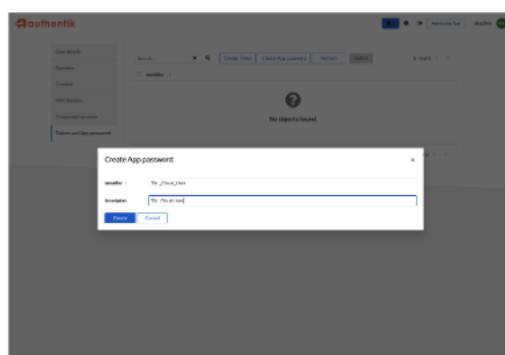
Einrichtung eines Benutzers:

Zur Zugriffssteuerung und Personalisierung der Nutzerprofile

1. Über *Directory – Users* auf *Create* das Pop-Up -Fenster öffnen



2. Auf *Einstellungen – Tokens and App passwords* ein Passwort für den Benutzer anlegen



3. Ausloggen und testen



IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.11 NGinx Konfiguration

Abbildung:
Authentik – HomePage (Providers) NGinx Auswahl (Proxy Manager)

Code, der in in der Proxy Host Konfiguration in *Advanced* eingefügt werden muss:

```
# Increase buffer size for large headers
# This is needed only if you get 'upstream sent too big header while reading response
# header from upstream' error when trying to access an application protected by goauthentik
proxy_buffers 8 16k;
proxy_buffer_size 32k;

# Make sure not to redirect traffic to a port 4444
port_in_redirect off;

location / {
    # Put your proxy_pass to your application here
    proxy_pass $forward_scheme://$server:$port;
    # Set any other headers your application might need
    # proxy_set_header Host $host;
    # proxy_set_header ...
    #####
    # authentik-specific config
    #####
    auth_request /outpost.gauthentik.io/auth/nginx;
    error_page 401 =@gauthentik_proxy_signin;
    auth_request_set $auth_cookie $upstream_http_set_cookie;
    add_header Set-Cookie $auth_cookie;

    # translate headers from the outposts back to the actual upstream
    auth_request_set $authentik_username $upstream_http_x_authentik_username;
    auth_request_set $authentik_groups $upstream_http_x_authentik_groups;
    auth_request_set $authentik_email $upstream_http_x_authentik_email;
    auth_request_set $authentik_name $upstream_http_x_authentik_name;
    auth_request_set $authentik_uid $upstream_http_x_authentik_uid;

    proxy_set_header X-authentik-username $authentik_username;
    proxy_set_header X-authentik-groups $authentik_groups;
    proxy_set_header X-authentik-email $authentik_email;
    proxy_set_header X-authentik-name $authentik_name;
    proxy_set_header X-authentik-uid $authentik_uid;
}

# all requests to /outpost.gauthentik.io must be accessible without authentication
location /outpost.gauthentik.io {
    proxy_pass http://0.0.0.0:3001/outpost.gauthentik.io;
    # ensure the host of this vserver matches your external URL you've configured
    # in authentik
    proxy_set_header Host $host;
    proxy_set_header X-Original-URL $scheme://$http_host$request_uri;
    add_header Set-Cookie $auth_cookie;
    auth_request_set $auth_cookie $upstream_http_set_cookie;
    proxy_pass_request_body off;
    proxy_set_header Content-Length "";
}

# Special location for when the /auth endpoint returns a 401,
# redirect to the /start URL which initiates SSO
location @gauthentik_proxy_signin {
    internal;
    add_header Set-Cookie $auth_cookie;
    return 302 /outpost.gauthentik.io/start?rd=$request_uri;
    # For domain level, use the below error_page to redirect to your authentik server with the full redirect path
    # return 302 https://authentik.company/outpost.gauthentik.io/start?rd=$scheme://$http_host$request_uri;
}
```

Kommentare im Code:

- Konfiguration der Puffergrößen für den Header mit der Fehlermeldung zu verhindern
- Portkonfiguration: Portweiterleitung in URLs ist deaktiviert
- Standortkonfiguration mit /location: mit proxy_pass wird auf die zu schützende Anwendung gesetzt
- Authentifizierungsanfrage an den Standort stellen
- extrahiert Informationen aus den Antwort-Header, die vom Authentik-Server erhalten wurden
- setzt HTTP-Anfragen, die die aus Authentik erhaltenen Informationen beinhalten und werden an die Anwendung übergeben
- Standortblock für Anfragen an /outpost.gauthentik.io, die direkt zur Authentik Outposts umgeleitet werden und demonstrativweise unter der IP 0.0.0.0:3001 lauft
- wenn eine 401 (unbefugt)-Antwort vom Endpunkt empfangen wird, erfolgt eine Weiterleitung zur /start-URL

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

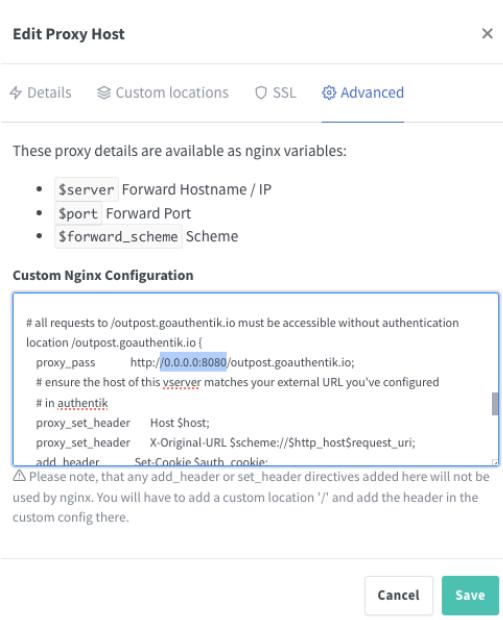


Abbildung 4: Proxy Host Konfiguration - Einfügen des Code-Snippets in den Bereich **Advanced** und erfolgt das Ändern der IP-Adresse mit dem zugehörigen Port

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

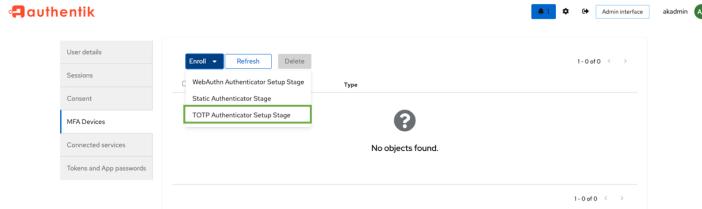
Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.12 TOTP-Einrichtung

[...]

1. Login bei Authentik
2. über **Einstellungen, MFA-Devices** auswählen
3. **Enroll** und TOTP bestätigen



4. Logout bei Authentik
5. Erneut Login bei Authentik
6. QR-Code mit Microsoft Azure scannen



7. 6-stelligen Code eingeben



8. Eingeloggt



IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

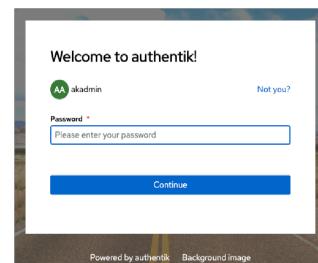
A.13 Benutzerdokumentation

AUTHENTIK

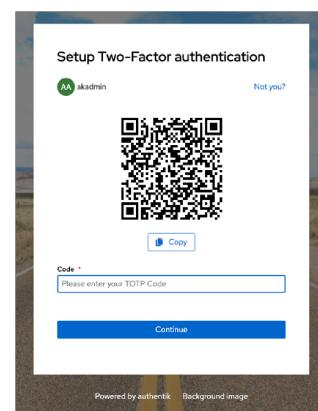
Was ist Authenik?

Authenik ist ein Open-Source-Identity-Provider mit dem Schwerpunkt auf Flexibilität und Vielseitigkeit. Es ist möglich Authenik in einer bestehenden Umgebung zu verwenden, um Unterstützung für neue Protokolle, Anmeldung/Wiederherstellung/etc. hinzuzufügen.

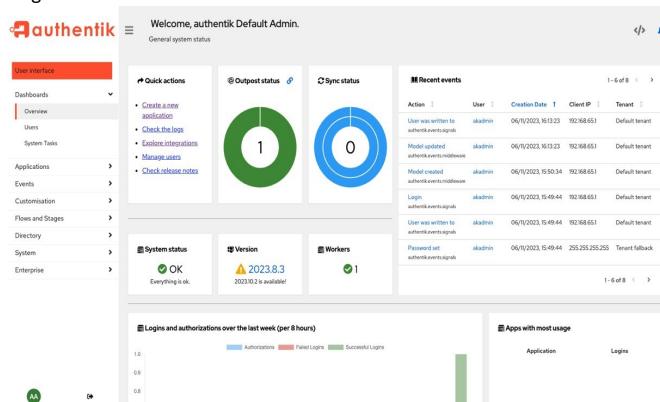
1. User erhalten Zugangsdaten für Authenik
2. User melden sich mit den Zugangsdaten für Authenik an (siehe Bild rechts)



3. Nach der ersten Anmeldung, werden die User durch einen QR-Code aufgefordert, den Microsoft Authenticator zu nutzen
4. Einen Account im Microsoft Authenticator hinzufügen und QR-Code scannen (rechts ein Bild des QR-Codes)



5. Dashboard, was erscheint, wenn eine direkte Anmeldung bei Authenik und nicht bei anderen Services erfolgt



IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.14 Testprotokoll



TEST-PROTOKOLL

Von: Melissa Futtig

Datum: 08.11.2023

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

Testbeschreibung	Ergebnis
Problemlose Registrierung und einfacher Login	
Login als Admin und (einfacher) Benutzer	
Kompatibel mit einer Authenticator-Software	
Übersichtliches, englisches Willkommens-Display	
vor jeden konfigurierten Dienst schalten und nach Eingabe der Nutzerdaten freigeben	
Skalierbarkeit der Dienste	
Zugriff von Dritten verweigern	

Alle Anforderungen sind erfüllt.

Edgar Johann Kapler

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

A Anhang

A.15 Übernahmeprotokoll



ÜBERNAHME-PROTOKOLL

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

Testbeschreibung	Ergebnis
Problemlose Registrierung und einfacher Login	
Login als Admin und (einfacher) Benutzer	
Kompatibel mit einer Authenticator-Software	
Übersichtliches, englisches Willkommens-Display	
vor jeden konfigurierten Dienst schalten und nach Eingabe der Nutzerdaten freigeben	
Skalierbarkeit der Dienste	
Zugriff von Dritten verweigern	

Alle Anforderungen sind erfüllt.

Edgar Johann Kapler

Leipzig, 08.11.2023

Deloitte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft GmbH
Dittrichring 22
04109 Leipzig

Tel +49 89 29036 – 0
Fax +49 89 29036 – 8108
E-Mail: kontakt@deloitte.de

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1	Use Case-Diagramm	iv
2	Docker Pull	ix
3	Docker Compose Up	ix
4	Proxy Host Konfiguration - Einfügen des Code-Snippets in den Bereich Advanced und erfolgt das Ändern der IP-Adresse mit dem zugehörigen Port	xv

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

Tabellenverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1Zeitplanung	6
Tabelle 2Personalplanung	7
Tabelle 3Kostenaufstellung	8
Tabelle 4Entscheidungsmatrix	10
Tabelle 5Nutzwertanalyse zur MFA-Lösung	12
Tabelle 6Soll-/Ist-Vergleich	16

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

Authentik 2023

AUTHENTIK, goauthentik: *Authentik*. <https://goauthentik.io/>. Version: 2023

Composerize 2023

COMPOSERIZE, composerize: *Composerize*. <https://www.composerize.com/>. Version: 2023

Deloitte 2023

DELOITTE, Deloitte: *Deloitte*. <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/about-deloitte/articles/zahlen-fakten-de.html>. Version: 2023

Images 2022

IMAGES, Digital Guide I.: *Docker-Images*. <https://www.ionos.de/digitalguide/server/knowhow/docker-image/>. Version: 2022

OVHCloud 2023

OVHCLOUD, OVHCloud: *OVHCloud*. <https://www.ovhcloud.com/de/>. Version: 2023

Pay-As-You-Go 2023

PAY-AS-YOU-GO, Wikipedia: *Pay-As-You-Go*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Pay-As-You-Go>. Version: 2023

PDCA-Zyklus 2023

PDCA-ZYKLUS, der-prozessmanager: *PDCA-Zyklus*. <https://der-prozessmanager.de/aktuell/wissensdatenbank/pdca-zyklus>. Version: 2023

Volumes 2022

VOLUMES, Digital Guide I.: *Docker-Container-Volumes*. <https://www.ionos.de/digitalguide/server/knowhow/docker-container-volumes/>. Version: 2022

BlackBox und WhiteBox 2023

WHITEBOX, dev-insider BlackBox u.: *BlackBox und WhiteBox*. <https://www.dev-insider.de/der-verschieden-zwischen-black-box-und-white-box-test-a-1110525/#:~:text=Black%2DBox%2D%20und%20Glass%2D,k%C3%B6nnen%20sich%20im%20Gegenteil%20erg%C3%A4nzen.&text=White%20Box%20Testing%20und%20Black,der%20zu%20testenden%20Software%20verf%C3%BCgen>. Version: 2023

IMPLEMENTIERUNG VON MFA

Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

Eidesstattliche Erklärung

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Melissa Futtig, versichere hiermit, dass ich meine **Dokumentation zur betrieblichen Projektarbeit** mit dem Thema

Implementierung von MFA – Implementierung von Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) zur Erhöhung der Sicherheit bei der Zugriffskontrolle von verschiedenen Services in einer Cloud-Infrastruktur

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, wobei ich alle wörtlichen und sinngemäßen Zitate als solche gekennzeichnet habe. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Leipzig, den 27.11.2023

MELISSA FUTTIG