Hochschule Worms

Fachbereich Informatik

Studiengang Angewandte Informatik B.Sc.

Implementierung eines Open Source Log-Analyse-Tools zur Erkennung von Cyberangriffen

Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science

Bruno Macedo da Silva
676839
inf3645@hs-worms.de
Bebelstraße 22 Z10
67549 Worms

Betreuer	Prof. Dr. Zdravko Bozakov
Bearbeitungszeitraum:	Sommersemester 2023
Abgabedatum:	7.6.2023
Sperrvermerk:	Ja/Nein

Inhaltsverzeichnis

Abstract iv

Abbildungsverzeichnis v

Tabellenverzeichnis vii

Glossar viii

Abkürzungsverzeichnis xiii

1. Einleitung 1

1.1. Problemstellung 2

2. Definition von SIEMs und Log-Analyse-Tools 4

2.1. Existierende SIEMs Lösungen und Log-Analyse-Tools 7

2.1.1. Splunk 7

2.1.2. AlienVault OSSIM 9

2.1.3. Prelude 11

2.1.4. FortiSIEM 14

2.1.5. Elastic Stack 15

2.1.6. Grafana 17

2.2. Auswahlkriterien 22

3. Implementierung 24

3.1. Angriffserkennung anhand der Mitre ATT&CK Matrix 25

3.1.1. Auswahl des Angriffes 27

3.2. Einrichtungen der Tools und Generierung von Logdateien 28

3.2.1. Einrichtung der VMs für Opfersystem und Angreifen 28

3.2.2. Generierung von Logdateien mit der Simulation des Angriffes . . . 28

3.2.3. Installation und Einrichtung von Grafana, Loki und Promtail . . . 33

3.2.4. Weiterleitung der Logdateien zu Grafana 35

3.3. Aufbau der Erkennungsregel für den ausgewählten Angriff 38
3.3.1. Regelsätze in LogQL 41
3.4. Hinzufügen der Regelsätze Grafana Loki 43
3.5. Einrichtung der Warnmeldungen in Grafana 47

4. Evaluation der Implementation mit echten Logdateien 49
4.1. Einstellungen von Promtail und Loki 49
4.2. Generierung von Grafiken 52
4.3. Generierung von Warnmeldungen 60
4.4. Zusammenfassung der Evaluation 62

5. Fazit 63
5.1. Diskussion der Ergebnisse 63
5.2. Herausforderungen 64
5.3. Zukünftige Forschung 65

Literaturverzeichnis 67

Anhang A. Originalle Einstellungsdateien 77
A.1. Loki 77
A.2. Promtail 77

Anhang B. Angepasste Einstellungsdateien 78
B.1. Loki 78
B.2. Promtail 79
B.3. Docker Compose Datei 80

Anhang C. Einstellungsdateien für die Warnmeldung in Grafana 81

Abstract

The aim of this thesis is to develop a reliable, cost-effective solution for monitoring security events by utilizing an Open Source, Security Information and Event Management (SIEM)-like tool. Since many existing SIEM solutions are either proprietary or offer limited free features, we chose to use Grafana and its integrated tools - Promtail, Loki, and Alerting - to create our monitoring system. Grafana is primarily used to generate customizable graphics based on user input, and in our study, we used Secure Shell Protocol (SSH) log files as input. Promtail extracted the files from Endpunkte and sent them to Loki, which used defined rules to aggregate and filter the content in order to identify possible cyberattacks against an SSH server. Once the information was extracted, Grafana was used to provide a visual overview of the SSH connections. Additionally, we employed the Alerting tool to send notifications about potential attacks identified by our rules. The ruleset we used to recognize potential attacks and the descriptions of these attacks were based on the Mitre ATT&CK Matrix. We found that the combined use of these tools was reliable, affordable, and useful for detecting static-based attacks. The main challenges in using these tools as a replacement for a SIEM solution are properly defining the ruleset used to read and extract information about cyberattacks from log files and adapting those rules to scenarios where attacks have more dynamic flows.

Keywords: Monitoring Tool, Grafana Loki, Cyberattacks, Security Information and Event Management (SIEM)

Abbildungsverzeichnis

1. Aufbau dieser wissenschaftlichen Recherche 3
2. Allgemeine Struktur von SIEM 5
3. Allgemeine Informationsfluss von SIEM 6
4. Allgemeine Informationsfluss von Splunk 8
5. Architekturdiagramm von AlienVault Unified Security Management (USM) 10
6. Integration zwischen den Modulen von Prelude 11
7. Erweiterte Architektur von Prelude mit dezentralisierten Datenquellen und Datenverarbeitung 12
8. Skalierbare Architektur von FortiSIEM 14
9. Integration zwischen Elasticsearch, Logstash und Kibana 16
10. Aufteilung der Funktionalitäten zwischen den Komponenten 17
11. Architektur von Loki 18
12. Eskalation bei Verwendung von „Labels“ 20
13. Integration von Log-Quellen mit Promptail, Loki und Grafana 21
14. Aufbau unseres Arbeitslabors 24
15. Erwarteter Ablauf der Sammlung der Logdateien bis zur Warnmeldung . . 25
16. Struktur der Mitre ATT&CK Matrix 26
17. Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) für unseren Angriff 27
18. Darstellung von *Password Stuffing* 29
19. Ausgabe von *Password Stuffing* gegen Opfersystem1 30
20. Ausgabe von *Password Stuffing* gegen Opfersystem2 30
21. Darstellung von *Password Spraying* 31
22. Ausgabe von *Password Spraying* in Kali Linux gegen Opfersystem1 32
23. Ausgabe von *Password Spraying* in Kali Linux gegen Opfersystem2 32
24. Screenshot der Willkommensseite von Grafana Loki 34
25. Kommunikation zwischen Grafana Agents, Prometheus, OpenTelemetry und *Grafana Ecosystem* 36

26. Datenfluss zwischen OpenTelemetry und die Tools von *Grafana Ecosystem* 37
27. Allgemeiner Ablauf eines Anmeldungsverfahrens 38
28. Beziehung zwischen „instance“ und „job“ 39
29. Aufrufe des Inhalts der Logdateien nach bestimmten „Labels“ 40
30. Aufrufe des Inhalts der Logdateien mit LogQL 40
31. Feld in Grafana Loki für die manuelle die Eingabe des LogQL-Codes . . . 43
32. „Builder“ in Grafana Loki für nutzerfreundlichere Eingabe des LogQL-Codes. 43
33. Ausführliche Information über die Abfrage 44
34. Ausgabe der Verarbeitung der SSH Logdateien von Grafana Loki 45
35. Ausführliche Darstellung der SSH Logdateien von Grafana Loki 46
36. Generierte Warnmeldung von Grafana wurde per E-Mail geschickt 48
37. Balkendiagramm Darstellung der fehlgeschlagenen Anmeldeversuche in einem Zeitfenster von 24 Stunden am „22.5.2023“ 53
38. Kuchendiagramm von Anzahl fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro Benutzername 55
39. Kuchendiagramm von Anzahl fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro Benutzername 56
40. Kuchendiagramm von Anzahl fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro IP-Adresse 58
41. Kuchendiagramm von Anzahl fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro IP-Adresse 59
42. Warnmeldung von Grafana über fehlgeschlagenen SSH-Anmeldeversuch . . 61

Tabellenverzeichnis

1. Gemeinsamkeiten zwischen den Kombinationen Grafana, Loki, Promtail und Kibana, Elasticsearch, Logstash 22
2. Unterschiede zwischen den Kombinationen Grafana, Loki, Promtail und Kibana, Elasticsearch, Logstash 23
3. Verwendete Versionen der Anwendungen 33
4. Elementen eines Regelsatz in Grafana Loki 38
5. Elementen eines Regelsatz in Grafana Loki 42
6. Konfigurationsausschnitt von Promtail 50
7. Konfigurationsausschnitt von Loki 51
8. Verwendete Tools und ihre Hauptfunktionalitäten 63

Glossar

Abfragesprache oder *Query Language* funktioniert wie ein Filter für die Suche nach spezifischen Daten in einer Datenbank (at, 2022). 16, 19, 20, 23, 63, 66

Application Programming Interface(API) bezieht sich auf Code und Regeln, die die Kommunikation zwischen verschiedenen Anwendungen ermöglichen. In diesem Fall kann eine Anwendung eine Anfrage an eine andere Anwendung senden, um Daten zu holen oder zu senden (IBM, 2020). 36, 37

Backend bezieht sich auf Elementen, mit denen die Benutzer keinen direkten Kontakt haben, wie Server und Database(at, 2022). 23

Brute-Force Angriffe systematische Versuche, Zugangsdaten oder andere sensible Daten zu erraten, indem verschiedene Buchstaben, Ziffern und Symbole kombiniert werde (Sowmya et al., 2012). 10, 28, 39, 55, 58, 72

Container funktionieren ähnlich wie virtuelle Maschinen (VMs), jedoch sind Container Anwendungen mit den notwendigen Ressourcen, um eingepackte Anwendungen auszuführen. Container werden oft für einzelne verwendet und teilen Ressourcen wie den Kernel des Host-Betriebssystems. Jeder Container ist in einer isolierten Umgebung mit den notwendigen Ressourcen für den Betrieb der ausgewählten Anwendung. Docker ist eine der bekanntesten Plattformen zur Verwaltung von Containern (Douglis and Nieh, 2019). 25, 29, 34, 36, 53

Cortex ist eine Open-Source-Plattform zur Verwaltung und Weiterverarbeitung von Sicherheitsvorfällen. Es fungiert als Analyse-Engine, indem es Informationen sammelt und je nach Fall Antworten oder Aktionen durchführt. Cortex kann eigenständig oder in Kombination mit anderen Tools verwendet werden (Project, 2021). 48

Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit (CIA) (Confidentiality, Integrity and Availability im Original)beschreiben die drei wichtigsten Schutzziele der IT-Sicherheit: Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit (Wendzel, 2018). 8

Cyberangriff Angriffe über Cyberspace. Solche Angriffe zielen darauf ab, Unternehmen und ihre Infrastrukturen zu zerstören, zu lähmen, zu kontrollieren oder die Integrität ihrer Daten zu stehlen oder zu manipulieren (NIST, 2020b). 1, 2, 6, 24–26, 66, 67

Cyber Kill Chain (CKC) auch *Cyberattack Lifecycle* genannt, bezieht sich auf ein Sicherheitsmodell für die Identifizierung, Analyse und Unterbrechung von fortgeschrittenen Cyberangriffen. Dieses Modell hat sieben festgelegte Phasen: *Reconnaissance*, *Weaponization*, *Delivery*, *Exploitation*, *Installation*, *Command & Control (C2)* und *Actions on Objectives* (Martin, 2018). 10

Cybersicherheit - Diese Domäne umfasst Kenntnisse und Methoden für den Schutz, die Prävention und Wiederherstellung von elektronischen Kommunikationsmitteln und deren Inhalten. Dabei konzentriert sie sich auf deren Verfügbarkeit, Integrität, Authentizität, Vertraulichkeit und Nichtabstreitbarkeit. (NIST, 2020b). 27

Domain Specific Language (DSL) Abfragesprache von Elasticsearch für die Kommunikation mit der Databank. Diese Abfragesprache hat zwei verschiedene Typen: „Leaf“ für die Suche nach spezifischen Mustern und „Compound“ für die logische Kombination von mehrere Abfragen (elastic, 2015). 17, 23

Endpunkt bezieht sich auf Geräte oder Systeme, die mit dem Netzwerk verbunden sind. Diese können z.B. Handys, Servers, Computers, Sensoren sein (Microsoft Security, 2022). iii, 5–7, 9, 11, 13, 17, 19, 20, 36–38, 40, 42, 45, 48, 50

Fail2ban ist ein Intrusion Prevetion Tool, das gegen Brute-Force Angriffe schützt, indem Logdateien analyisiert und verdächtige IP-Adresse blockiert.(Fail2ban, 2016). 61

Falsch Positiv ist eine Warnmeldung einer nicht vorhandenen Verwundbarkeit (NIST, 2020c). 11

Frontend bezieht sich auf die Benutzeroberfläche und die Elemente, mit denen die Benutzer direkt interagieren (at, 2022). 18, 20, 23, 52, 53

Grafana Ecosystem beinhalt die Tools Loki, Grafana, Tempo, Mimir und Phlare (Grafana Labs, 2022b). 36–38, 67

grafische Benutzeroberfläche (GUI) - Es handelt sich dabei um eine visuelle Schnittstelle, die es dem Benutzer ermöglicht, mit Anwendungen mittels Symbole und grafischen Elementen zu interagieren. Im Gegensatz dazu verwendet die textbasierte Benutzeroberfläche (CLI) Befehlszeilen und Texteingabe zur Steuerung von Anwendungen (Fu, 2018). 8

Hashwerte sind Zeichenfolgen, die durch Anwenden einer mathematischen Funktion (Hashfunktion) auf einen Text oder eine Datei erzeugt werden. Die Rückführung auf das ursprüngliche Objekt aus dem Hashwert sollte jedoch unmöglich sein (Wendzel, 2018). 28

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) ist die Grundlage des Internets. Dieses Protokoll definiert die Regeln für die Übertragung von Texten und Dateien im Internet. Das Protokoll verwendet acht Methoden, um die Kommunikation zwischen Clients und Servern herzustellen: *GET, POST, HEAD, DELETE, CONNECT, OPTIONS, PUT* und *TRACE* (Chai and Ferguson, 2021) and (tutorialspoint, 2009). 21

Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) ist ein US-Bundesgesetz über den Schutz von sensitiven personenbezogenen Gesundheitsdaten (U.S. Depart-

ment of Health & Human Services, 2016). 8

Hydra ist eine Open Source Tool für Brute-Force Angriffe (Kali, 2022a). 29, 30

JavaScript Object Notation (JSON) ist eine Standard text-basierte Dateiformat, die von Menschen leicht zu verstehen ist und von Maschine einfach zu analysieren und strukturieren (parsen). Es ist eine Untermenge der JavaScript Programmiersprache (Ecma, 2017). 39

Kali ist eine Open Source Linux-Distribution, die speziell auf den Einsatz von Sicherheitstools für Angriffe und Sicherheitstests ausgelegt ist (Kali, 2022b). 29

Künstliche Intelligenz (KI) bezeichnet die Fähigkeit, Maschinen menschenähnliche kognitive Fähigkeiten wie Verständnis, Entscheidungsfindung, Lernen und Problemlösung zu entwickeln (Collins et al., 2021). 67

Log- und Messdaten und Ablaufverfolgung sind drei große Datenquelle für die Überwachung eines Systems und spiele eine wesentliche Rolle in der Beobachtbarkeit. Logdateien speichern Ereignisse oder Aktionen, die in einem System stattfinden. Messdaten zeigen quantifizierte Daten, wie Aufnahmerate oder Anzahl von verwendeten Resource. Ablaufverfolgung beschäftigt sich mit dem Informationsfluss bei der Ausführung einer Anwendung (Tozzi, 2022). 67

LogQL ist eine für Grafana Loki entwickelte Abfragesprache. Sie wird verwendet, um Logdateien zu zusammenzustellen (Grafana Labs, 2021c). 20, 23, 39, 41–45, 48, 55, 63–66

Machine Learning (ML) bezieht sich auf die Fähigkeit von Systemen, automatisch und menschenähnlich Probleme zu lösen und spezifische Aufgabe zu erledigen (Janiesch et al., 2021). 9, 15

Mitre ATT&CK Abkürzung für *Adversarial Tactics, Techniques and Common Knowledge*. Es bezieht sich auf eine weltweit zugängliche Wissensbasis mit detaillierter Beschreibung, Klassifizierung und Bekämpfung von verschiedenen Angriffstechniken (MITRE ATT&CK, 2018a). iii, 1, 2, 10, 24–28, 64–66

Mimir ist ein in Grafana integriertes Tool, das ähnlich wie Grafana Loki funktioniert. Es ermgölicht skalierbare Dateispeicherung, Bearbeitung und Abfrage mit der Abfragesprache LogQl (Grafana Labs, 2022d). 36, 48

Multi-Faktor-Authentisierung (MFA) bezeichnet ein Authentifizierungsverfahren, bei dem mindestens zwei unabhängige Komponenten zur Identitätsprüfung verwendet werden, um eine höhere Sicherheit zu gewährleisten. Zum Beispiel kann ein Benutzer aufgefordert werden, sich mit einem Passwort und einem Fingerabdruck oder einem Token und/oder einer Gesichtserkennung zu authentifizieren (Ibrokhimov

et al., 2019). 39

National Institute of Standards and Technology (NIST) ist eine US-Behörde, die für die Regelungen, Vereinheitlichung und Weiterentwicklung von Standards im Bereich Informationstechnologie zuständig ist (NIST, 2020a). 1

Network Operations Center (NOC) ist ein zentralisierter Bereich eines Unternehmens, der für die Überwachung und Verwaltung von Netzwerkaktivitäten verantwortlich ist. (Mohammed et al., 2021). 16

Open Source beschreibt Software, die folgende Voraussetzungen erfüllen: freie Verteilung, Kopierung, Modifizierung und Nutzung und keine Diskriminierung gegenüber Personen und/oder Gruppe (Open Source Initiative, 2007). iii, 1, 2, 5, 8, 10, 12, 16, 23, 24, 37

OpenTelemetry ist eine Sammlung von Tools zu Generierung, Sammlung und Exportierung von Messdaten, auch telemetrische Daten genannt. Das Tool besteht aus *Agents* und *Collectors*. Der Agent wird auf jedem Endpunkt installiert, um Daten zu sammeln. Der Collector empfängt die Daten und leitet sie weiter (Grafana Labs, 2022c), (OpenTelemetry, 2023) und (Höfling, 2022). 36–38

Password Spraying ist ein Angriff gegen Anmeldedaten, indem mögliche Passwörter gegen verschiedenen viele Benutzernamen verwendet werden. Das Ziel dieses Angriffes ist eine Kontosperrung zu vermeiden, indem wenige Versuche pro Nutzer stattfindet (Swathi, 2022). 28, 29, 32, 33

Password Stuffing ist ein Angriff gegen Passwörter, indem bekannte Anmeldedaten von vorherigen Angriffen verwendet werden. Dieser Angriff basiert sich auf die Idee, dass Nutzer dasselbe Passwort für verschiedenen Systemen verwenden (Ba et al., 2021). 28, 30–32

Payment Card Industry Data Security Standard (PCDI DSS) sind Sicherheitsstandards, die von Unternehmen, die Kreditkarten akzeptieren, verarbeiten, speichern oder übertragen, eingehalten werden müssen (Centers for Disease Control and Prevention, 2016). 8

Phlare ist auch ein Tool vom Grafana Ecosystem, das sich mit der Sammlung und der Analyse von Daten über die Leistung von Anwendung beschäftigt (Grafana Labs, 2022e) und (Salinger, 2021). 36

Plugin sind optionale Software-Komponenten, die weitere Funktionalitäten zu einer Anwendung hinzufügen (IT-Service.Network, 2020). 9, 16, 19, 24, 48

Portnummer ist eine numerische Identifikation eines Dienstes oder einer Verbindung. Es handelt sich um eine logische Adressierung, die zur Identifikation eines oder

mehrerer Prozesse verwendet wird (Tanenbaum and Wetherall, 2011). 43

Prometheus ist ein Open Source Tool der Firma SoundCloud. Es dient der Überwachung und Erstellung von Warnmeldungen, die auf der Grundlage von vordefinierten Regeln konfiguriert werden (Prometheus, 2016). 19, 36, 37, 40, 48

Proprietär bezieht sich auf Software, die einer Firma oder Person gehört. Für die Nutzung ist in der Regel der Kauf einer Lizenz erforderlich. In diesem Fall haben Kunden nur begrenzten oder keinen Zugriff auf den Quellcode (Nexcess, 2022). 2, 8, 23

Reguläre Ausdrücke (RegExp) ,*regular expressions* im Original, sind Methode, um Muster in Zeichenketten zu beschreiben. Im Informatikbereich werden solche Ausdrücke verwendet, um spezifische Texte oder Einträge in Textdateien zu finden (Qusef and Hassan, 2018). 39, 51

Rockyou ist eine Textdatei mit über 8 Milliarden Passwörtern im Klartext. Diese Datei stammt aus einem Angriff gegen Yahoo im Jahr 2009 und wird seitdem ständig aktualisier (Mikalauskas, 2023). 30–32

Secure Shell Protocol(SSH) ist ein Netzwerkprotokoll, das eine verschlüsselte Verbindung zwischen Endpunkten bietet. SSH wird meistens für die Fernadministration von Computern verwendet. Dieses Protokoll ermöglicht die Erstellung einer sicheren Verbindung in einer unsicheren Umgebung (Wendzel, 2018). iii, 29

Security Operations Center (SOC) ist ein zentralisierter Bereich eines Unternehmens, der für die Überwachung, Identifizierung, Bewertung und Reaktion auf Sicherheitsvorfälle verantwortlich ist. (Vielberth, 2021). 1, 5

Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) beschreiben in der Mittre ATT&CK Matrix Verhalten, Methode un Mustern bei Cyberangriffe (Maymi et al., 2017). 1, 2, 24, 27, 28, 64, 66

Tempo ist ein Tool von Grafana Ecosystem, das sich für die Unterscheidung und Erkennung von Prozessen beschäftigt, dieses Verfahren heißt verteilte Rückverfolgung (Grafana Labs, 2020a) und (DevInsider, 2021). 36

Ubuntu ist eine Linux-Distribution, die oft für Server, Clients und Internet of Things (IoT) verwendet wird (Ubuntu, 2023b). 29

Use Cases sind narrative Beschreibungen der Interaktionen zwischen Systemen und Benutzern. Sie dienen der Anforderungserhebung für ein System (Savic et al., 2012). 2, 10, 11, 66

Virtuelle Maschine (VM) ist eine Kopie der Hardware-Struktur mit einer eigenen Auf-

teilung von Ressourcen und einem eigenen Betriebssystem. Auf einer physischen Maschine, auch Host genannt, können mehrere solcher VMs ausgeführt werden. Sie emulieren ein echtes und unabhängiges System (Tanenbaum, 2009). 25, 29

Zweites Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme ist das zweite Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme wurde im Jahr 2021 als verabschiedetes Bundesgesetz zur Erhöhung der Sicherheit von informationstechnischen Systemen besonders von den kritischen Infrastrukturen (Harmes, 2023). 8

Abkürzungsverzeichnis

API Application Programming Interface (API).

BSI Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik.

CIA Confidentiality, Integrity and Availability.

CKC Cyber Kill Chain.

DSL Query Domain Specific Language.

FPO Fachspezifische Prüfungsordnung.

GUI grafische Benutzeroberfläche.

HTTP Hypertext Transfer Protocol.

IDS Intrusion Detection System.

IPS Intrusion Prevention System.

HIPAA Health Insurance Portability and Accountability Act.

JSON JavaScript Object Notation .

KI Künstliche Intelligenz.

LML Log Monitoring Lackey.

ML Machine Learning.

MFA Multi-Faktor-Authentisierung.

NIST National Institute of Standards and Technology.

NOC Network Operations Center.

OSSIM Open Source Security Information Management.

OTX Open Threat Exchange.

OWASP Open Web Application Security Project.

PCDI DSS Payment Card Industry Data Security Standard.

RegExp Reguläre Ausdrücke.

SSH Secure Shell Protocol.

SEM Security Event Management.

SIM Security Information Management.

SIEM Security Information and Event Management.

SOC Security Operations Center.

TTP Taktiken, Techniken, Prozeduren.

USM Unified Security Management.

VM virtuelle Maschine.

1. Einleitung

Der heutige Netzwerkverkehr ist fast tausendfach größer als vor 20 Jahren (Roser et al., 2015). Das Internet wird heutzutage für fast all unsere Tätigkeiten verwendet: Soziale Netzwerke, Video und Audio-Streaming, Einkauf, behördliche Angelegenheiten und viele andere. So viel Verkehr generiert eine unermessliche Menge von Daten, die alle möglichen Inhalte beinhalten, von unschuldigen Anfragen nach einem eigenen Kontostand bis zur Ausführung von beabsichtigten Anfragen, um Systeme lahmzulegen. Um ersteres vom letzterem zu unterscheiden, verwenden viele Firmen das sogenannte Security Information and Event Management (SIEM) oder Log-Analyse-Tools.

Das National Institute of Standards and Technology (NIST) definiert SIEM als Software für die Sammlung, Anpassung, Analyse, Überwachung und Bedrohungserkennung von Sicherheitsdaten aus verschiedenen Quellen (NIST, 2020d). Die Bewertung dieser Daten spielt eine wesentliche Rolle bei solchen Anwendungen, um zu entscheiden, ob es sich um eine legitime Anfrage oder um einen Cyberangriffe handelt. Mit den Daten von SIEM kann das Security Operations Center (SOC) Team Maßnahmen ergreifen. Log Analysis und Log Management beziehen sich auf die Sammlung, Bearbeitung, Speicherung, Löschen, Weiterleitung und Überwachung von Loginformationen. In dieser Arbeit benutzen wir den Begriff „Log-Analyse-Tools“, um diese Systeme zu referenzieren.

In diesem Projekt recherchieren und vergleichen wir existierende SIEM und Log-Analyse-Tools. Danach entscheiden wir uns für eine Open Source Lösung, um eine kostengünstige Verbreitung und Implementierung zu ermöglichen. Mit dem ausgewählten Tool analysieren und bewerten wir spezifische Logdateien, damit wir in Zukunft potenzielle Angriffe erkennen können. Die Regelsätze für die Angriffserkennung sollen mithilfe der Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) von Mitre ATT&CK aufgebaut werden.

Unser Ziel ist es, eine umfangreiche Open Source Lösung zu finden bzw. zu gestalten, die uns ermöglicht, Cyberangriffe nach vordefinierten Regelsätzen zu detektieren. Proprietäre Lösungen gibt es viele auf dem Markt. Sie sind meistens kostenpflichtig und verlangen spezielle Wartung. Da sich solche Lösungen eher an große Konzerne richten, beschäftigen wir uns mit dem Aufbau und der Strukturierung einer eigenen Lösung mithilfe von Open Source Tools.

Diese Arbeit wird in folgende Teile geteilt:

- Definition von SIEMs und Log-Analyse-Tools
- Beschreibung von existierenden Proprietären und Open Source Lösungen
- Entscheidung für die Implementierung eines Open Source Lösung
- Generierung und Extrahierung von Logdateien nach der Ausführung von einem ausgewählten Cyberangriff
- Installation, Konfiguration und Generierung von Warnmeldungen mit den ausgewählten Anwendungen
- Definition der Use Cases und Implementierung der Regelsätze für die Erkennung der vorherigen Angriffe anhand der Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) der Mitre ATT&CK Matrix
- Auswertung der implementierten Tools mit der Verwendung von spezifischen Logdateien der Hochschule in der ausgewählten Lösung

1.1. Problemstellung

Während der Entwicklung dieser Arbeit beschäftigen wir uns mit folgender Fragenstellung:

- Wie können wir ein Log-Analyse-Tool konfigurieren, dass es vordefinierte Angriffe nach der Mitre ATT&CK Matrix automatisch erkennen kann?
- Wie können wir allgemeine Regelsätze definieren, sodass wir sie später für die verschiedene TTP der Mitre ATT&CK Matrix anpassen können?

Das folgende Diagramm, 1, stellt den Aufbau und Entwicklung dieser Arbeit dar, wie oben beschrieben:

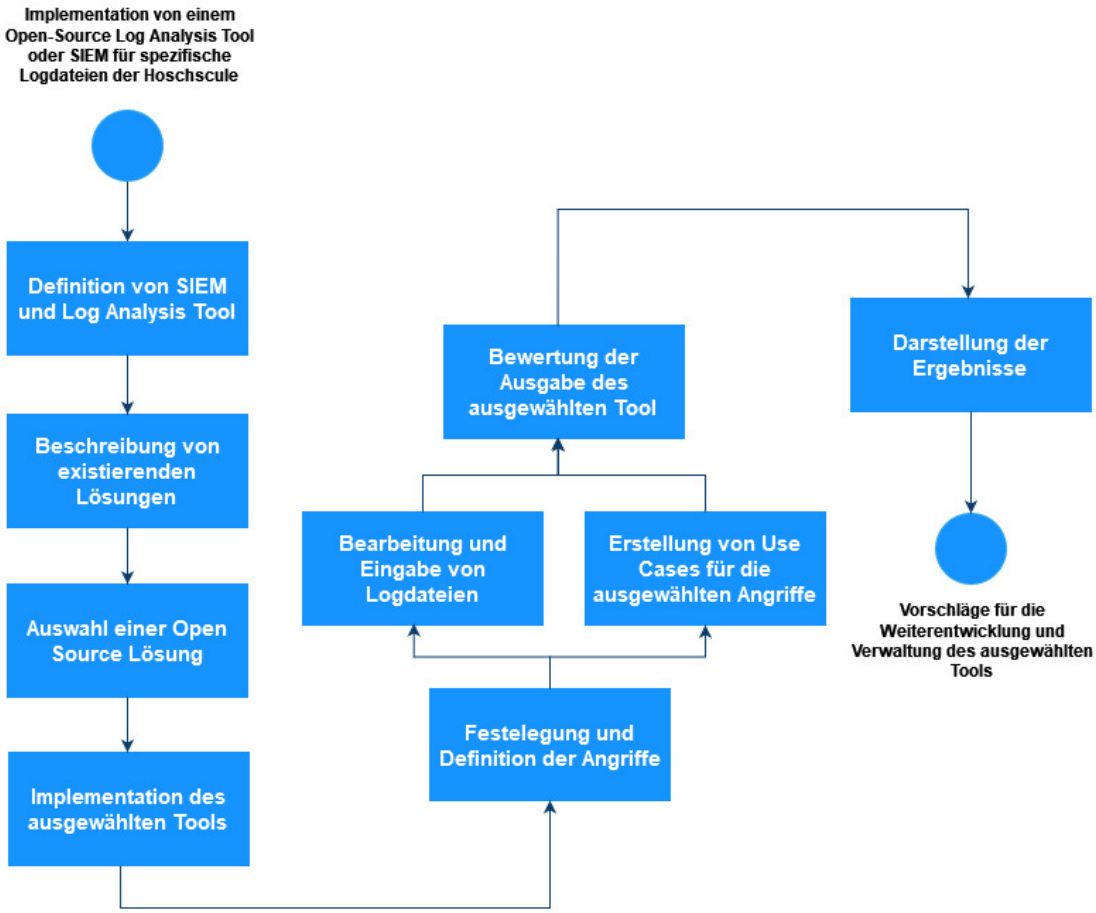


Abbildung 1: Aufbau dieser wissenschaftlichen Recherche
Quelle: Eigene Darstellung

2. Definition von SIEMs und Log-Analyse-Tools

Sowohl in der wissenschaftlichen als auch in der kommerziellen Literatur gibt es verschiedene Definitionen von SIEM. Diese widersprechen sich nicht, aber zeigen unterschiedliche Perspektiven. Eine von diesen Definitionen behauptet, dass SIEM das Ergebnis einer Kombination zwischen dem Security Event Management (SEM) und Security Information Management (SIM) ist (Dorigo, 2012). Das Erste bezieht sich auf die Identifizierung, Bewertung, Beobachtung und den Bericht von Sicherheitsvorfällen mithilfe von verschiedenen Log Dateien (techopedia, 2015). Das Zweite ist eine Software, die bei der automatischen Sammlung von Loginformationen aus vielen Quellen, wie Firewall und Servern unterstützt (techopedia, 2022). Da die meisten SIEM-Lösungen kostenpflichtig sind, existieren auch viele Open Source Log-Analyse-Tools, die eine ähnliche Aufgabe erledigen, ohne die Kernelemente von SIEM zu besitzen.

Log-Analyse-Tools sind in der Regel Anwendungen die Logdateien empfangen, speichern, bearbeiten und nach spezifischen Regeln bewerten. Diese Tools unterstützen Programmierer und Systemadministratoren bei der Überwachung des Zustands von Systemen oder einer Software. Ein solches Tools kann Logdateien von verschiedenen Endpunkte und in verschiedenen Formaten empfangen, so dass es schließlich einen Bericht oder eine Grafik erzeugt (Łukasz Korzeniowski and Goczyła, 2022). Ihre Nutzung beschränkt sich nicht auf den Sicherheitsbereich ein, sondern kann für gesamte IT-Bereiche nützlich sein.

In dem Universum des SOC mischen sich verschiedene Begriffe, die manchmal zur Verwirrung führen, weil sie ähnliche Bedeutungen haben und Verantwortungen abdecken. Intrusion Detection System (IDS), Intrusion Prevention System (IPS), Security Information and Event Management (SIEM) und Log-Analyse-Tools werden von Laien und sogar von Spezialisten oft verwechselt, da ihre Aufgaben mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede haben. Diese Tools sind fester Bestandteil eines SOC, jedoch konzentrieren wir uns auf Log-Analyse. Um den Fokus der Arbeit einzuschränken, erläutern wir demnächst Abschnitt die erwähnten Begriffe.

Intrusion Detection System (IDS), Intrusion Prevention System (IPS) und Security Information and Event Management (SIEM) sind Sicherheitstool als Software und/oder Hardware, die zusammenarbeiten können, um eine umfangreiche Netzwerksicherheit anzubieten. Intrusion Detection System (IDS) identifizieren und berichten über Cyberangriffe, indem er Netzwerkverkehr überwacht. Nach der Erkennung eines verdächtigen Verkehrs, muss das SOC Team zur Handlung kommen. Intrusion Prevention System (IPS) überwacht den Netzwerkverkehr und kann die Verbindung automatisch unterbrechen, falls es verdächtig ist (Wendzel, 2018). Ein IPS kann konfiguriert werden, um automatisch nach festgelegten Mustern zu handeln. Beide Tools können Logdateien generieren, die von einer SIEM-Lösung oder Log-Analyse-Tools gesammelt werden können. Die Abbildung 2 stellt eine allgemeine Struktur von SIEM-Lösungen dar:

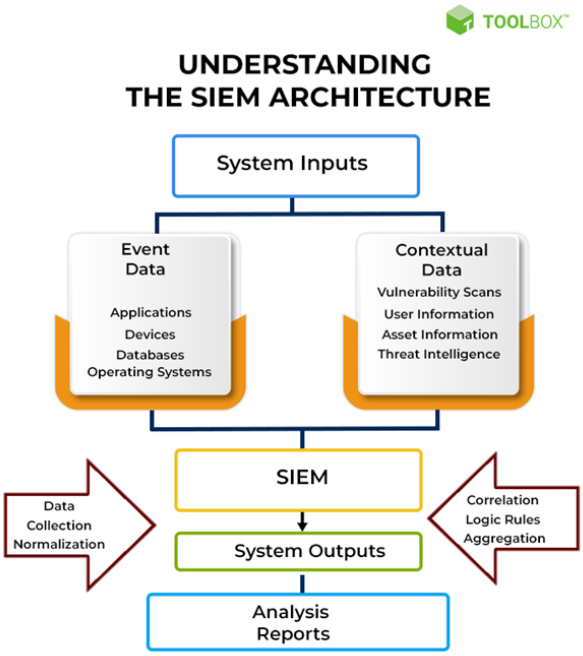


Abbildung 2: Allgemeine Struktur eines SIEM
Quelle: (Mohanan, 2022)

Oben auf dem Bild, sehen wir, dass es zwei wichtige Datenquellen gibt, auf der linken Seite sind die Logdateien der Endpunkten und auf der rechten Seite die Informationen,

um Anomalien zu erkennen. Nur die linke Seite stellt ein Log-Analyse-Tool dar. Mit der Nutzung der Elemente der rechten Seite, werden die Daten verarbeitet, um Muster zu erkennen und Informationen herauszuholen. Diese Zusammenarbeit repräsentiert eine SIEM-Lösung, die als Ergebnis ein oder mehreren Berichten und/oder Grafiken ausgeben kann. Granadillo et al. (2021) teilt ein SIEM in unabhängige Blöcke auf, wo jeder Block eine spezifische Funktion hat. Diese Blöcke und die Richtung der Information werden in der Abbildung 3 dargestellt:

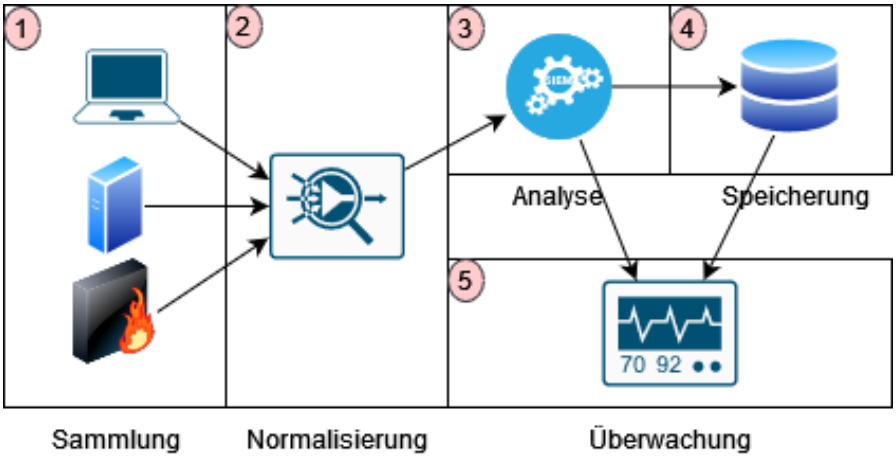


Abbildung 3: Allgemeine Informationsfluss eines SIEM nach Granadillo et al. (2021)

In der Abbildung 3 sehen wir den Informationsfluss, wo die Logdateien erstellt werden, bis ihr Inhalt bearbeitet und verarbeitet wird. Die Logdateien der Endpunkte werden von einem sogenannten *collector* gesammelt (1). Diese werden dann angepasst, damit sie eine einheitliche Formatierung bekommen (2), da sie verschiedene Format und Inhalte beinhalten. Danach werden die normalisierten Daten analysiert und nach Angriffsmuster verarbeitet (3). Der Inhalt wird dann in einer Datenbank gespeichert (4) und sowohl das Ergebnis der Analyse als auch der Inhalt können von einer Überwachungstool in Grafik- und/oder Textformat aufgerufen werden (5) Granadillo et al. (2021).

Aus der bisherigen Abbildung, 3, stellen wir fest, dass SIEM das Ergebnis der Integration von zwei wichtigen Komponenten ist, Datensammlung und Verarbeitung. Das Ziel

dieser Software ist es die automatische Analyse zu ermöglichen, indem Daten kombiniert und bewertet werden können. In vielen Bereichen, wie Finanzen (Payment Card Industry Data Security Standard (PCDI DSS)), Gesundheitswesen (Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)), sind SIEMs eine gesetzliche vorgegeben (Jog, 2020). In Deutschland verpflichtet das Zweites Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme die Anwendungen solcher Lösungen, um Schädigung der Confidentiality, Integrity and Availability (CIA) zu verhindern (BSI, 2021). Log-Analyse-Tools sind seinerseits Tools zu der Speicherung, Anpassung, Bewertung und Darstellung von Logdateien, ohne dass sie sich auf die Sicherheitsebenen fokussieren.

2.1. Existierende SIEMs Lösungen und Log-Analyse-Tools

Wir trennen hier die existierenden SIEMs und Log-Analyse-Tools in *Proprietär* und *Open Source*. In den folgenden Abschnitten präsentieren wir das *Proprietär*e Tool Splunk, um einen Maßstab für unsere Auswahl über Funktionalität zu definieren und analysieren zusätzlich folgende Tools:

- AlienVault Open Source Security Information Management (OSSIM)
- Prelude
- FortiSIEM
- Elastic Stack
- Grafana integriert mit Loki

2.1.1. Splunk

Splunk, von dem gleichnamigen Unternehmen, wurde 2003 in den USA auf dem Markt gebracht (Splunk, 2022b). Splunk bietet einfache Wartung, benutzerfreundliche GUI und Skalierbarkeit (Kazarov et al., 2018). Es gehört zu den meistverwendeten SIEM und zu ihren Kunden gehören große Konzerne wie Airbus, Coca-Cola, Intel und die Deutsche Bahn. Splunk bietet laut seiner Webseite folgende Funktionalitäten an (Splunk, 2015a):

- Skalierbare Datenplattform
- Warnmeldung basierend auf Risiken
- Bedrohungserkennung mithilfe von Machine Learning (ML)
- Automatische Aktualisierung von der Bedrohungs- und Schwachstellen-Datenbank
- Unkomplizierte Installation und Anwendung

Die Architektur und der Informationsfluss von Splunk unterscheidet sich nicht von der oben dargestellten Struktur in der Abbildung 2 und Abbildung 3. Da es sich hier um eine proprietäre Lösung handelt, lässt sich Splunk mit anderen Funktionalitäten verwalten und erweitern.

Die Abbildung 4 zeigt ein zusammenfassendes Diagramm über den Umfang des Informationsflusses von Splunk laut Splunk (2015b):

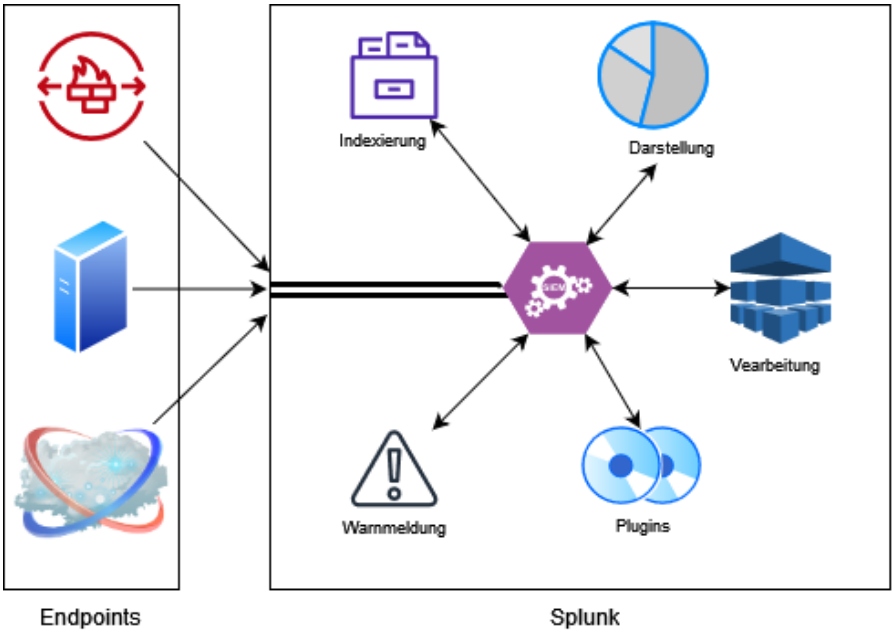


Abbildung 4: Allgemeine Informationsfluss von Splunk

Auf der Abbildung 4 haben wir links den Endpunkte, dessen Logdateien von Splunk und seine Plugins und Funktionalitäten (rechts) verarbeitet und analysiert werden. Das Kon-

zept von Splunk lässt sich von der Idee formulieren, dass verschiedenen und unabhängige Funktionalitäten zusammenarbeiten (Splunk, 2015b).

Wie in anderen Tools, funktioniert die Bedrohungserkennung mithilfe von Regelsätzen, die aus Uses Cases entstehen. Laut der Dokumentation existieren sie in folgenden Szenarien: Überwachung, Untersuchung und Erkennung. Die Software ist sowohl mit Mitre ATT&CK Matrix als auch mit Cyber Kill Chain (CKC) für die Gestaltung ihrer Erkennungsregel integriert (Splunk, 2022a).

In der wissenschaftlichen Literatur haben wir Su et al. (2016), wo Angriffe auf einem System simuliert und schließlich mit Splunk analysiert wurden, um Gefahren zu identifizieren und diese im Voraus zu sehen. In Selvaganesh et al. (2022) wurde beschrieben, wie eine Splunk-Instanz installiert und konfiguriert wird, um spezifische Brute-Force Angriffe zu erkennen.

2.1.2. AlienVault OSSIM

AlienVault OSSIM ist eine im Jahr 2007 entwickelte Open Source SIEM Lösung. Im Jahr 2018 wurden sie von der Firma AT&T Communication gekauft (CBNINSIGHTS, 2020). In der Beschreibung des Anbieters steht, dass er sie auch dabei unterstützt, Daten zu sammeln, zu normalisieren und zu bewerten. Er behauptet auch, dass sein Tool in der Lage ist, Schwachstellen und Angriffe zu erkennen, das Verhältnis zu beobachten und Datenzusammenhänge zu erschließen (AT&T Cybersecurity, 2022).

AlienVault hat eine kostenpflichtige Version, die Alien Vault Unified Security Management (USM) heißt. Auf der Webseite von AT&T steht, dass es keine dedizierte Dokumentation für die Open Source Version AlienVault OSSIM gibt, da viele Funktionalitäten von der kostenpflichtigen Version stammen (AT&T Cybersecurity, 2022).

Die nächste Abbildung 5 stellt das von dem Anbieter freigelegte Architekturdiagramm von der USM Version dar (AT&T Cybersecurity, 2022):

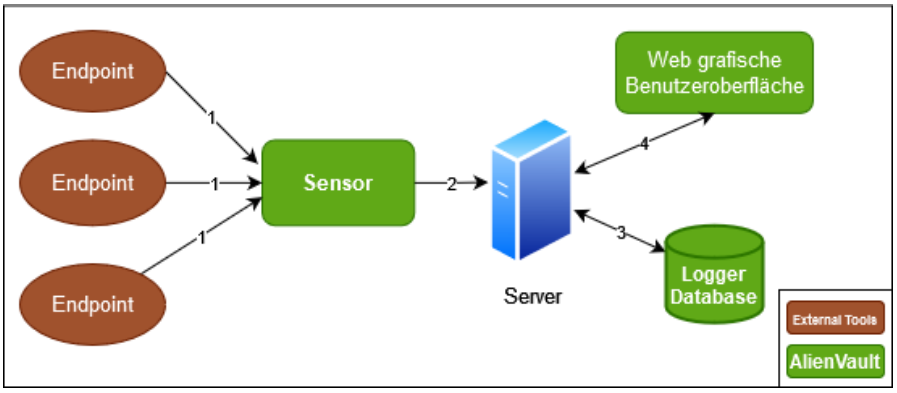


Abbildung 5: Architekturdiagramm von AlienVault USM

Links auf der Abbildung 5 sehen wir die mit einem Sensor verbundenen Endpunkte (1). Der Sensor analysiert die Daten und leitet diese zu dem Server (2) weiter (Vault, 2019). Die Daten werden auf Logger (3) gespeichert und über die GUI (4) dargestellt.

Laut der Website Comparitech steht AlienVault auf dem 13ten Platz von den am besten bewerteten SIEM-Lösungen. Die Seite beschreibt auch, dass zu dem Tool einen IDS, ein Verhaltensüberwachungssystem und einen Schwachstellen-Scanner integriert sind. Die Anwendung ist auch mit der Plattform Open Threat Exchange(OTX) verbunden - diese ermöglicht eine Teilung von Informationen über die Schwachstelle. Comparitech highlighted, dass die Anwendung wegen ihrer niedrigen Kosten besser für kleine oder mittelständige Unternehmen geeignet ist (comparitech, 2023).

Die Anwendung soll konsistenten Daten Zusammenhang anbieten und das Auftauchen von Falsch Positiv vermeiden. AlienVault kommt mit vordefinierten Uses Cases, die dabei unterstützen, gewöhnliche Angriffsszenarien zu erkennen. Die Installation, die Einstellung und die Integration mit anderen Tools ist auch benutzerfreundlich (Gómez et al., 2022). Nabil et al. (2017) behauptet, dass für viele Quellen eine manuelle Normalisierung der Logdateien notwendig ist.

Die meisten Publikationen über AlienVault OSSIM stammen aus kommerziellen Quellen und diese konzentrierten sich auf eine kostenpflichtige SIEM-Lösung von AT&T.

2.1.3. Prelude

Das im Jahr 2002 in Frankreich von Yoann Vandoorselaere veröffentlichten Tool Prelude zählt zu einer europäischen Open Source SIEM Lösung. Laut dem Anbieter verfügt Prelude unter anderem folgende Funktionalitäten (Prelude SIEM, 2018):

- Informationszentralisierung
- Datenaggregation und -Zusammenhang mit vordefinierten und von dem Nutzer angepassten Regeln
- Einbruchserkennungsmechanismen
- Datennormalisierung

Die Anwendung besteht aus verschiedenen unabhängigen Modulen. Unter denen nennen wir Warnmeldung, Archivierung, Analyse und Verwaltung. Erstens gehört zu der zentralen Aufgabe dieser Lösung - es kann folgendes: Daten empfangen, normalisieren, Zusammenhänge erschließen und Meldungen generieren. Das zweite Modul, Archivierung, konzentriert sich auf die Speicherung und Verfügbarkeit der Daten. Der Analyse-Modul stellt Daten in verschiedenen Formaten dar. Das letzte Modul, Verwaltung, dient dazu, die Anwendung zu steuern, Nutzer zu erstellen und deren Rechte zu konfigurieren (European Comission, 2015).

Die Abbildung 6 zeigt die Integration verschiedener Module von Prelude und wie sie miteinander kommunizieren, um Analyse, Meldung und Speicherung zu generieren (Prelude Team, 2007):

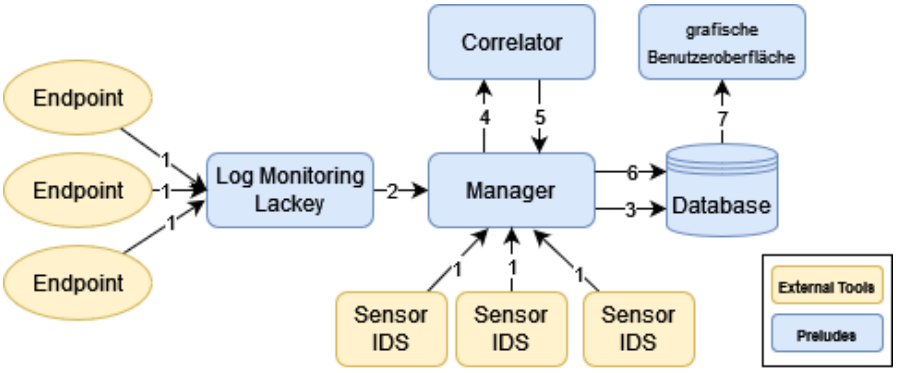


Abbildung 6: Integration zwischen den Modulen von Prelude

Aus der Abbildung 6 und der offizielen Dokumentation können wir folgenden Informationsfluss erkennen - die Daten werden von der Endanwendung generiert und zum Loganalyzer (Prelude Log Monitoring Lackey (LML)) (1) geschickt, wo sie normalisiert und bewertet werden. Für die Logs, wo es verdächtige Werte nach den vordefinierten Regelsätzen in Log Monitoring Lackey (LML) gibt, werden Warnmeldungen generiert. Diese Meldungen werden zum Manager Module (2) weitergeleitet. Der Manager kann auch Daten von IDS mithilfe von Sensoren empfangen (1), die an den Endpunkte installiert sind, um Events zu analysieren und zum Manager zu schicken. Die Daten werden in der Database gespeichert (3) und auch zum Correlator weitergeleitet (4), wo dieser nach einem Zusammenhang zwischen anderen Daten sucht. Das Ergebnis von Correlator wird wieder zum Manager (5) geschickt und danach zu der Datenbank (6). Schließlich stehen die Berichte in der GUI (7) zur Verfügung (Prelude SIEM, 2020).

Die Architektur der Anwendung ermöglicht sowohl einen zentralisierten als auch einen dezentralisierten Aufbau, wie auf der Abbildung 7 gezeigt wird. In der ersten funktioniert Prelude als zentral und empfängt Daten von verschiedenen Datenquellen und in den zweiten gibt es mehrere sogenannte „Branches“ von Preludes, dessen Manager sich miteinander verbunden sind, damit das Ergebnisse sich in einer GUI darstellen lässt (Prelude Team, 2007).

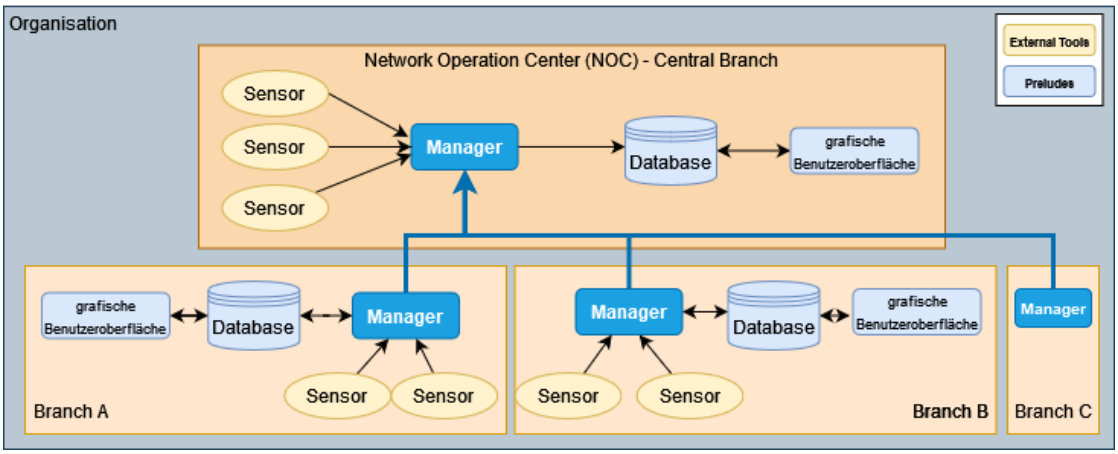


Abbildung 7: Erweiterte Architektur von Prelude mit dezentralisierten Datenquellen Datenverarbeitung laut Prelude Team (2007)

Radoglou-Grammatikis et al. (2021) verglicht Preludes, AlienVault und Cyberoam iView anhand technischer und nutzerfreundlicher Kriterien. Von diesen Kriterien nennen wir folgende (Radoglou-Grammatikis et al., 2021):

- **technische Kriterien**
  - Echtzeige Leistung
  - Umfang und Flexibilität der Meldungen
  - Zusammenhang von Warnmeldung
- **nutzerfreundliche Kriterien**
  - Vollständige Dokumentation
  - Schwierigkeitsgrad der Installation
  - Schwierigkeitsgrad der Einstellung

In den technischen Kriterien lag Prelude auf dem dritten Platz und bei Benutzerfreundlichkeit bekam Prelude den ersten.

2.1.4. FortiSIEM

FortiSIEM ist eine SIEM-Lösung von der US-amerikanischen Firma Fortinet. Fortinet kaufte im Jahr 2016 das Unternehmen AccelOps und dessen SIEM-Lösung und benannte es zum FortSIEM (Fortinet, 2016).

Laut dem Anbieter hat FortiSIEM eine robuste Integration mit anderen Tools und lässt sich leicht und einwandfrei skalieren. Andere Versionen des Tools sind mit Machine Learning (ML) integriert, sodass die Anwendung auch Verhältnisanalysen durchführen kann (Fortinet, 2022). Das Tool bietet auch eine umfangreiche und ausführliche Dokumentation an. Die nächste Abbildung, 8, zeigt die skalierbare Architektur von FortiSIEM:

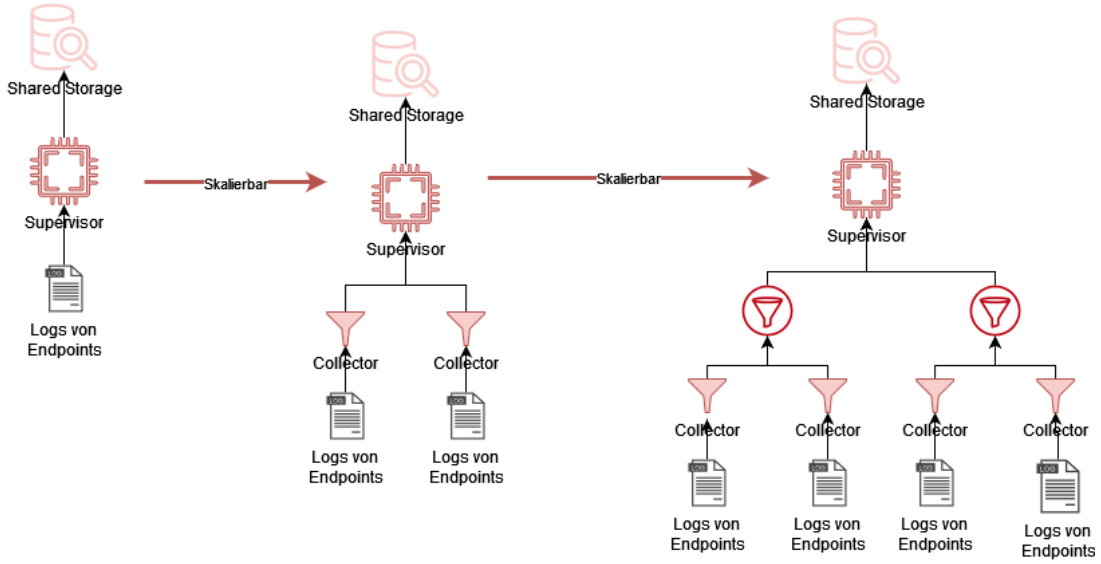


Abbildung 8: Skalierbare Architektur von FortiSIEM laut Fortinet (2020)

Auf der linken Seite der Abbildung 8 haben wir eine einfache Struktur, wo die Logdatei zum „Supervisor“ geschickt ist. Diese ist für die Analyse und Darstellung der Daten zuständig. Wenn die Architektur skaliert (mitte), kommen die „Collectors“. Diese tragen dazu bei, die Skalierbarkeit zu unterstützen, da sie Logdateien aus verschiedenen Quellen empfangen und normalisieren. Auf weitere Erweiterung (rechts) sind dann die „Workers“, die die Datenanalyse durchführen und für die Database zuständig ist (Fortinet, 2018).

In der wissenschaftlichen Literatur sagt Ramírez Tomás (2018), dass FortiSIEM eine schnelle Erkennung von Angriffen bietet und über Network Operations Center (NOC) Funktionalität verfügt, wie Netzmanagement. Wie andere SIEMs Lösungen, biete FortiSIEM die folgenden Funktionalitäten: Datensammlung und Normalisierung, Daten Zusammenhang, Generierung von Berichten, Warnmeldungen, Datenauswertung.

2.1.5. Elastic Stack

Elastic Stack stammt aus der Verbindung von drei Tools: Elasticsearch, Logstash und Kibana. Erstes ist eine Such-und Analyse-Maschine. Das Zweite ist eine serverseitige Anwendung zur Datenverarbeitung, -Weiterleitung und Sammlung von Logdateien. Schließlich Kibana hat eine eigene Abfragesprache, die dafür zuständig ist, Daten zu filtern und visuelle Darstellungen in einem Grafik-Format auszugeben (packt, 2019). Von diesen drei Tools Logstash ist das einzige Open Source (elastic, 2021). Obwohl die anderen zwei kostenlos verwendet werden können, gehören sie nicht zu der Open Source Kategorie (Open Source Initiative, 2007). Dieses Tool besitzt viele Eigenschaften einer SIEM-Lösung und wird von vielen SOC verwendet, ist aber für viele Experten kein SIEM für sich, da es über keine Warnmeldungssystem, Daten Zusammenhang und Verwaltung von Vorfällen verfügt (Miller, 2021). Diese und anderen Funktionalitäten lassen sich aber durch Plugins integrieren.

Die nächste Abbildung, 9, stellt die Architektur von Elastic Stack mit ihren integrierten Elementen dar:

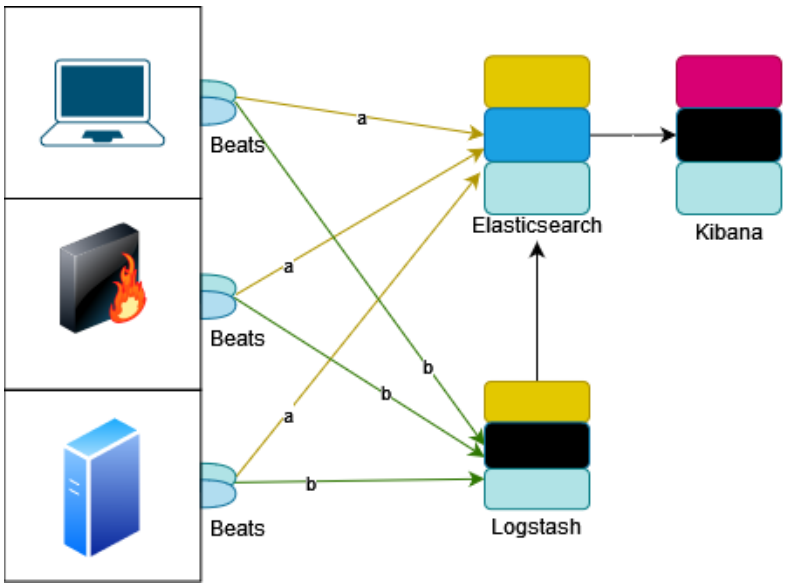


Abbildung 9: Integration zwischen Elasticsearch, Logstash und Kibana laut packt (2019)

Die Beats auf der Abbildung 9 sind an der Endpunkten installiert und leiten Daten entweder zu Elasticsearch (a) oder zu Logstash (b) weiter. In Elasticsearch werden die Daten nach Muster mithilfe der Abfragesprache Query Domain Specific Language (Query DSL) s gesucht. In Logstash werden die Daten verarbeitet, gespeichert und weitergeleitet. Schließlich stellt Kibana die Daten grafisch über die GUI dar(Jain, 2018).

Advani et al. (2020) recherchiert über die Log Analyse-Funktionalitäten von Elastic Stack und die Unterstützung bei Normalisierung und Indexierung von Daten für eine lesbare Ausgabe. Die Skalierbarkeit wurde in der Studie von Wang et al. (2019) erwähnt, wo Elastic Stack für Wi-Fi Logging eingesetzt wurde.

Die offizielle Dokumentation von Elastic Stack beschreibt, dass die Anwendung folgende Funktionalitäten besitzt (elastic, 2022):

- Datensuche, -Normalisierung und -Analyse

- Speicherung
- visuelle Ausgabe

Die Abbildung 10 zeigt laut der offiziellen Dokumentation die Aufteilung der Funktionalitäten pro Element von Elastic Stack:

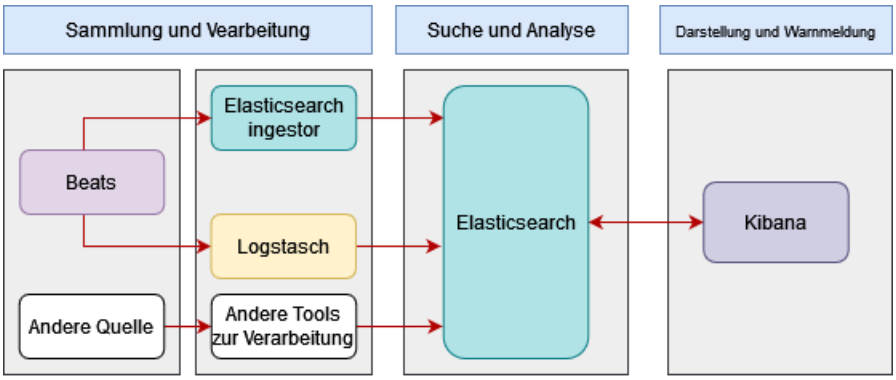


Abbildung 10: Aufteilung der Funktionalitäten zwischen den Komponenten

Die aufgeteilte Struktur auf der Abbildung 10 hat die folgenden Komponenten: die „Ingestor“, die für das Hinzufügen, die Sammlung und die Anpassung des Inhalts der Logdateien zuständig ist; die Speicherung, wo die Daten analysiert werden und schließlich der „Verbrauchen“, wo die Darstellung und die Warnmeldungen stattfinden (elastic, 2022).

Die wissenschaftliche Publikation über Elastic Stack ist vielfältiger als bei anderen recherchierten Tools. Die Mehrheit von denen beschäftigen sich eher mit den Logging-Funktionalitäten als mit den SIEM-Eigenschaften der Anwendung.

2.1.6. Grafana

Von allen recherchierten Lösungen ist Grafana die Einzige, die weder SIEM noch Log-Analyse-Tools ist. Grafana wird als Frontend Plattform für Visualisierung von Daten beschrieben. Mit dem Tool ist es möglich Grafiken zu erstellen und Warnmeldungen zu generieren. Das Ziel der Anwendung ist, Informationen in einer einfachen und verständlichen Art und Weise zur Verfügung zu stellen (redhat, 2022).

Im Jahr 2014 wurde Grafana von der Firma Grafana Labs freigegeben. Ursprünglich sollte Grafana ein einfacheres Bearbeitungstool für Grafiken sein und ermöglichen, Datenanfragen unkomplizierter zu machen. Das Tool sollte auch mithilfe von Plugins erweitert werden (Ödegaard, 2019).

In der Webseite betont der Anbieter, dass Grafana die Zentralisierung und den Zugang von Daten vereinfachen. Alle Art von Daten lassen sich analysieren und darstellen, von der Leistung von Anwendungen bis Verkaufsdaten und Krankheitsfällen. Die Anwendung soll auch den Zusammenhang von Daten ermöglichen, um wichtige Informationen herauszunehmen (Grafana Labs, 2016a). Grafana ermöglicht die Aufrufe der Daten mithilfe von verschiedenen Abfragesprache, je nachdem welche Datenquelle verwendet wird. Das Tool bietet auch eine eigene Funktionalität, um Warnmeldungen zu generieren oder lässt sich mit externen Tools, wie Alertmanager von Prometheus, integrieren.

Grafana ist auch mit dem Logging Tool Loki und Promptail integriert. Promtail ist für Sammlungen der Logdateien und Weiterleitung an Loki zuständig während Loki sich um die Speicherung, Indexierung und Abfrage kümmert.

Die Architektur von Loki besteht aus den folgenden Komponenten: „distributor“, „ingester“ und „querier“, wie auf der Abbildung 11 dargestellt:

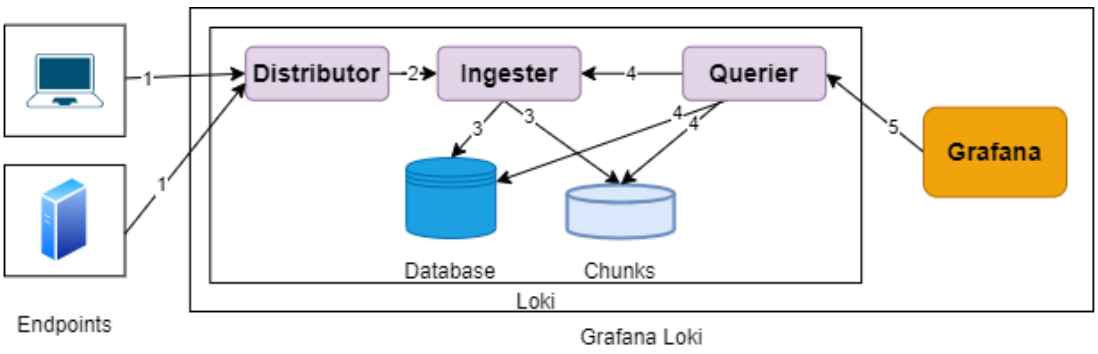


Abbildung 11: Architektur von Loki Veeramachaneni (2018)

Auf der Abbildung 11 empfängt „distributor“ die Streams von den (1) Endpunkte und

überprüft ihre Richtigkeit in Bezug auf den Zeitstempel und Länge der Logzeile. In dem „distributor“ wird auch die Aufnahmenrate konfiguriert. Der „distributor“ leitet die Streams zum (2) „ingester“ weiter, wo er die Daten in kleinen Datenblöcken (3) speichert. Diese Daten werden wiederum in der Database (3) je nach „Label“ aufgenommen. Dieses Verfahren soll Skalierbarkeit und Fehlertoleranz ermöglichen. Schließlich beschäftigt sich der „querier“ mit den Abfragen (4) in der Abfragesprache LogQL. Der „querier“ holt Daten sowohl von „ingester“ als auch von der Database. Sobald dieses Verfahren fertig ist, kann Grafana Frontend nach diesen Daten fragen (Grafana Labs, 2021b) und (Veeramachaneni, 2018).

Promptail wird an jedem Endpunkt installiert und schickt den Inhalt der Logdateien als Stream zu Loki. Diese Streams werden dann in Loki mit „Labels“ (Schlüssel-Wert-Paar) identifiziert. Jeder Stream ist ein Teil des Inhalts der Logdateien. Laut Grafana Labs (2016b) bleibt der Stream ohne Indexierung, um Effizienz bei der Verwaltung des Inhalts zu gewinnen. Im Vergleich zu anderen Tools, wie Elastic Stack, wird der gesamte Inhalt indexiert (Anand, 2023). Bei Loki werden nur die Metadaten, wie Zeitstempel oder andere kundenspezifische „Labels“, dann indexiert.

Für eine optimale Nutzung von Grafana wird es empfohlen, wenig „Labels“ zu benutzen, um eine Eskalation des Speicherbedarfs zu vermeiden Welch (2020). Die Abbildung 12 zeigt den Eskalationseffekt, der durch die Nutzung von „Labels“ entsteht:

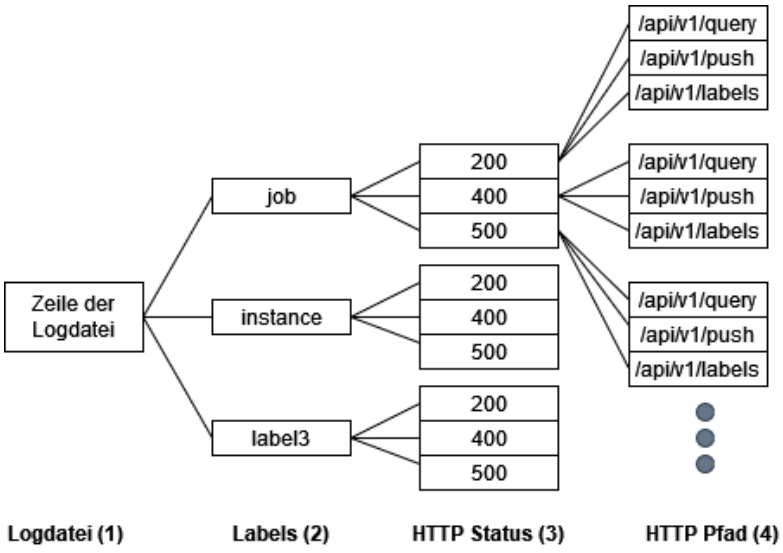


Abbildung 12: Eskalation bei Verwendung von „Labels“ laut Welch (2020)

Auf Abbildung 12 haben wir vier Ebenen. Die erste ist die Zeile der Logdatei (1), die zweite sind die vom Benutzer definierten „Labels“ (2), und die dritte und vierte beziehen sich auf die Antwort (3) und die verwendete HTTP-Anfrage (4), um nach Inhalten zu suchen, sie hinzuzufügen und zu indizieren. Aus einer Zeile der Logdatei haben wir drei kundendefinierte „Labels“ definiert, die wiederum drei potenzielle Zustände haben. Aus diesen drei Zuständen haben wir drei mögliche HTTP-Pfade. Aus drei „Labels“ ergeben sich insgesamt 27 Streams, um die Zeile zu lesen, zu indizieren und zu speichern. Dies kann laut Welch (2020) zu einer Beeinträchtigung der Leistung führen. Die folgende mathematische Formel zeigt das Ergebnis unserer Beschreibung:

```
Labels = 3, Anfrage = 3, HTTP-Antworte = 3
Total Streams = Labels x Anfrage x HTTP-Antworte
Total Streams = 3 x 3 x 3
Total Streams = 27
```

Promtail kann aber Logdateien nur zur Grafana Loki oder zu einer anderen Promtail Instanz schicken. In der Konfigurationsdatei von Promtail kann die Häufigkeit, in der nach neuem Inhalt in den Logdateien gesucht wird, konfiguriert werden. Auf Abbildung 13 wird die Verbindung zwischen Promtail und Grafana Loki dargestellt (Grafana Labs, 2022a):

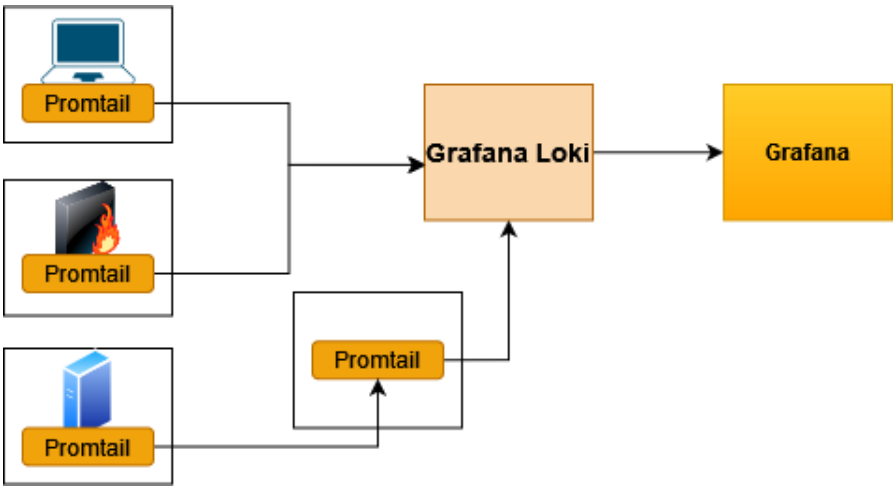


Abbildung 13: Integration von Log-Quellen mit Promptail (links), Loki (mitte) und Grafana (rechts)

Die wissenschaftliche Literatur über Grafana konzentriert sich eher auf die Anwendung des Tools für die grafische Darstellung von Daten als für ihre Nutzung in dem Sicherheitsbereich. Eine Recherche von Manases and Zinca (2022) wollte das Ergebnis von der Überwachung von Cloud-basierten Systemen, von Netzwerkaktivitäten und von Netzwerkverkehr mithilfe von Grafana darstellen. Die wissenschaftliche Recherche über die Implementierung und Integration von Grafana mit anderen Tools zum Sicherheitszweck ist neu und bietet deshalb viele Perspektiven für die Weiterentwicklung an.

2.2. Auswahlkriterien

Der Erwerb einer SIEM Lösung würde wahrscheinlich die Anforderungen dieser wissenschaftlichen Arbeit decken. Da solche Lösungen meistens (oder alle) Proprietär und kostenpflichtig sind, legten wir als Auswahlkriterium fest, dass die Anwendungen für unsere Arbeit Open Source sein müssen. Von allen analysierten Tools sind die Kombinationen Grafana, Loki, Promtail und Kibana, Elasticsearch, Logstash am geeignetsten für unsere Auswahl. In der Tabelle 1 vergleichen wir beide dieser Konbinationen (Anand, 2023):

Grafana	**Elastic Stack**	**Gemeisame Rolle**
Grafana	Kibana	Frontend, grafische Darstellung
Loki	Elasticsearch	Backend, Verarbeitung des Inhalts der Logdateien
Promtail	Logstash	Backend, Sammlung von Logdateien

Tabelle 1: Gemeinsamkeiten zwischen den Kombinationen Grafana, Loki, Promtail und Kibana, Elasticsearch, Logstash

Die nächste Tabelle, 2, fasst die Unterschieden zwischen den Tools zusammen:

Eigenschaft	**Grafana, Loki und Promtail**	**Kibana, Elasticsearch und Logstash**
Open Source	ja	nicht im Elasticsearch
Dokumentation von Promtail und Logstash (Kray, 2022)	einfach	Umfangreich
Entwickelt spezifisch für Verarbeitung von Logdateien (Yigal, 2013)	nein	ja
Komplexität bei der Installation und Einstellung (Better Stack Team, 2023)	niedrig	hoch
Grafische Darstellung	ja	ja
Dashboards und Grafik	ja	ja
Eigene Abfragesprache	abhängig von der Datenquelle (Grafana), LogQL (Loki)	Query Domain Specific Language (Query DSL)
Indexierung	nur Metadata (Loki)	vollständig (Elasticsearch)

Eigenschaft	Grafana, Loki und Promtail	Kibana, Elasticsearch und Logstash
Dekomprimierung von Datei	ja (Promtail)	ja (Logstash)
Integration mit anderen Database Tools	ja	nur mit Elasticsearch
Weiterleitung des Loginhalts	nur an Promtail und an Loki (Promtail)	umfangreiche Integration mit anderen Tools (Logstash)
Integrietes Tool für Generierung von Warnmeldungen (Yigal, 2013)	ja (Alerting)	von Plugins abhängig

Tabelle 2: Unterschiede zwischen den Kombinationen Grafana, Loki, Promtail und Kibana, Elasticsearch, Logstash

Grafana erfüllt die folgenden Voraussetzungen für unsere Auswahl: 100% Open Source, integriertes Alerting Tool und breiter Kompatibilität (außer Promtail). Da Grafana nicht spezifisch für den Sicherheitsbereich konzipiert wurde (Yigal, 2013), verlangt die Implementierung besonders Beobachtung, um unsere Bedürfnisse vollständig zu erfüllen.

In den nächsten Kapiteln beschäftigen wir uns mit der Integration dieser Tools, um eine ähnliche SIEM Lösung zu präsentieren. Wir beschreiben auch, wie Cyberangriffe anhand der Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) der Mitre ATT&CK Matrix erkannt werden können. Für die Generierung der Logdateien mit Angriffsmustern in ihren Inhalten simulieren wir zwei Cyberangriffe. Danach beschäftigen wir uns mit der Installation, Einstellungen und Sammlungen von Logdateien in Promtail, Grafana und Loki. Nachdem die Grundfunktionalitäten eingerichtet sind und einwandfrei funktionieren, untersuchen wir Regelsätze für die Erkennung und Warnmeldung von potenziellen Angriffen. Schließlich überprüfen wir unseren Aufbau anhand spezifischer Logdateien aus der Hochschule Worms. Unser Ziel ist Grafana, Loki und Promtail so einzustellen, dass es in der Lage ist, die Muster dieser Cyberangriffe zu erkennen und darüber zu berichten.

3. Implementierung

In diesem Kapitel geht es um die Implementierung und den Aufbau von Grafana, um Cyberangriff mithilfe der Mitre ATT&CK Matrix zu erkennen. Das Labor wird mit einem Container und virtuellen Maschine (VM) aufgebaut, wie im Diagramm in der Abbildung 14 dargestellt.

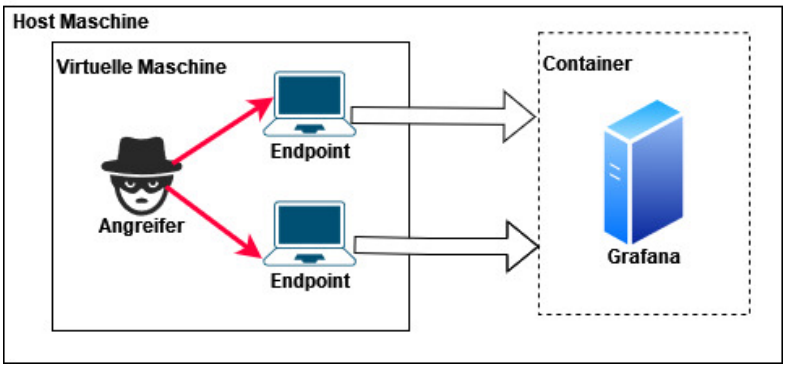


Abbildung 14: Aufbau unseres Arbeitslabors

Unser Aufbau verfolg folgende Ziele: die Aufnahme und Anpassung von Logdateien für Grafana, die Mustererkennung für ausgewählte Cyberangriffe und schließlich die Erstellung von Warnmeldungen für die Endnutzer, damit sie geeignete Sicherheitsmaßnahmen ergreifen können.

Der gezielte Ablauf unserer Arbeit ist in der Abbildung 15 dargestellt:

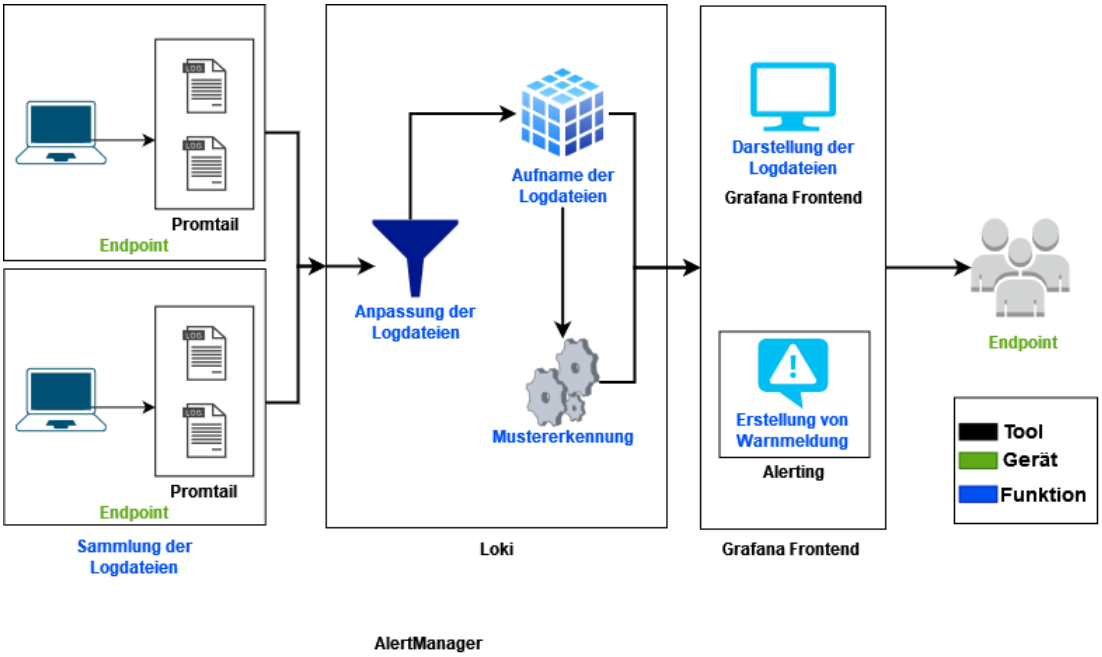


Abbildung 15: Erwarteter Ablauf der Sammlung der Logdateien bis zur Warnmeldung

3.1. Angriffserkennung anhand der Mitre ATT&CK Matrix

Es gibt verschiedene Methoden und Frameworks, die von SOC-Teams verwendet werden, um Cyberangriffe zu vermeiden, zu erkennen und zu unterbrechen. Da sich die Richtlinien und Schwerpunkte dieser Frameworks und Methoden unterscheiden können und somit unterschiedliche Anforderungen an den Aufbau unserer Struktur stellen könnten, entschieden wir uns für die Mitre ATT&CK Matrix, insbesondere da dieses Framework auch in Splunk integriert ist.

Die Mitre ATT&CK Matrix hat folgenden Zwecke (MITRE ATT&CK, 2018b):

- Erkennung und Analyse von Angriffstechnik
- strukturierte Datensammlung über Bedrohungen
- Emulieren von Cyberangriffe für die Anwendung an Angriffsübungen

- Systemhärtung und Verbesserung der Verteidigungsmaßnahmen

Die Matrix ermöglicht Unternehmen und SOC-Teams umfassende Möglichkeiten, um ihre Ressourcen zu schützen und ihr Fachwissen im Bereich der Cybersicherheit zu erweitern (Hazel, 2021). In dieser Arbeit konzentrieren wir uns auf die Entwicklung und Implementierung einer Methode zur automatischen Erkennung und Analyse von Angriffstechniken in Grafana.

Die Mitre ATT&CK Matrix ist auf Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) basiert. Angriffe, Gegenmaßnahmen und Erkennung werden nach TTP definiert. Die Matrix besteht aus 14 Taktiken, zu denen jeweils Techniken gehören, die wiederum in Sub-Techniken unterteilt sind. Jede Sub-Technik wird mit Beispielen, Härtungsmaßnahmen und Erkennungsregeln beschrieben. Die Abbildung 16 zeigt, wie die TTP aufgebaut werden:

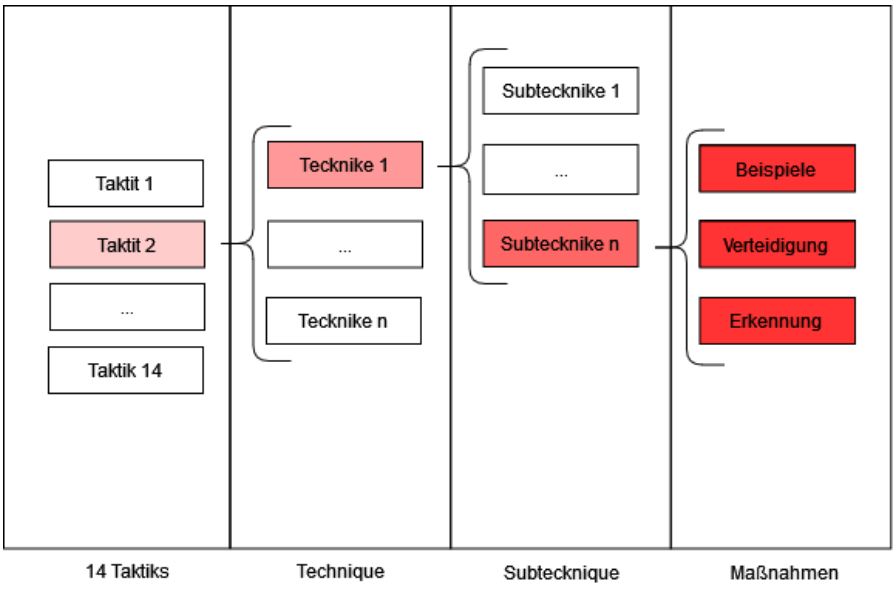


Abbildung 16: Struktur der Mitre ATT&CK Matrix laut MITRE ATT&CK (2018b)

3.1.1. Auswahl des Angriffes

In dieser Arbeit beschäftigen wir uns mit der Taktik „Zugang zu Anmeldedaten“ und ihrer Technik „Brute-Force Angriffe“. Diese Technik ist in vier Untertechniken unterteilt:

- Brute-Force Angriffe
- Entschlüsselung von Hashwerte
- *Password Stuffing*
- *Password Spraying*

Da unser Ziel hier ist, Grafana zu verwenden, um Angriffe zu erkennen, haben wir uns für einen einfachen und reproduzierbaren Angriff entschieden, der wenige Ressourcen erfordert. In diesem Fall kann ein Brute-Force Angriffe mit zwei VMs problemlos durchgeführt werden. Für diesen Angriff verwenden wir die Sub-Technik Ërraten von Anmeldedaten und *Password Stuffing*, da sie ähnliche Erkennungsmethoden aufweisen. Da unser Fokus bei dieser wissenschaftlichen Arbeit auf der Angriffserkennung liegt, schließen andere Maßnahmen wir hierbei aus.

Die Abbildung 17 zeigt anhand der Mitre ATT&CK Matrix den Umfang unserer Implementierung:

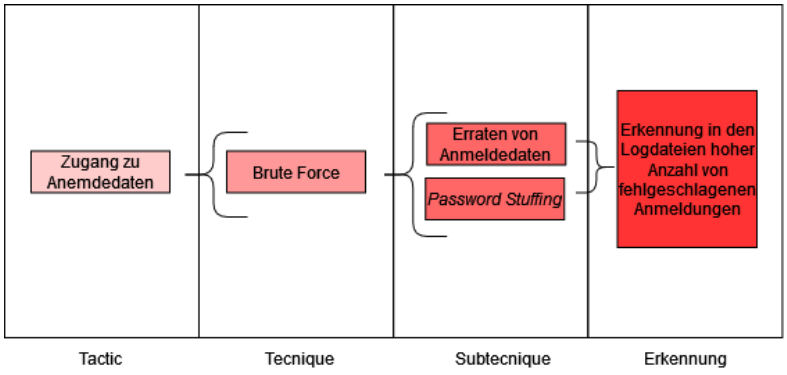


Abbildung 17: Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) für unseren Angriff laut MITRE ATT&CK (2020)

3.2. Einrichtungen der Tools und Generierung von Logdateien

In diesem Abschnitt konzentrieren wir uns auf die folgenden Punkte:

1. Einrichtung von VMs für das Opfersystem und den Angreifer
2. Simulation der Angriffe zur Erzeugung von Logdateien
3. Installation und Konfiguration von Grafana, Loki und Promtail in Container
4. Weiterleitung der Logdateien an Grafana

3.2.1. Einrichtung der VMs für Opfersystem und Angreifen

Die beiden VMs sind eine „Kali virtuellen Maschine (VM)“ und „Ubuntu Server 22.04.2“ mit standardmäßigen Einstellungen. Beide Maschinen wurden entsprechend ihrer jeweiligen Dokumentation installiert (Kali, 2019) und (Ubuntu, 2023a).

Für das Opfersystem haben wir uns für die Passwörter „qwertz“ und „password“ entschieden, da sie laut einer Umfrage von silicon.de (2022) zu den zehn am häufigsten verwendeten Passwörtern in Deutschland gehören. Für die Durchführung des Password Spraying haben wir folgende Benutzername-Passwort Kombinationen erstellt:

Opfersystem 1	Opfersystem 2
admin:123456	bob:hallo
user1:passwort	master:alice
user2:abc123	hans:daniel
user3:qwertyuiop	bruno:super123

3.2.2. Generierung von Logdateien mit der Simulation des Angriffes

Für den Angriff verwenden wir folgende Tools:

- Secure Shell Protocol (SSH)
- Hydra

In diesem Szenario sendet Hydra gleichzeitig mehrere Authentifizierungsversuche an das Opfersystem, um eine SSH-Verbindung herzustellen. Das Tool verwendet ein sogenanntes

Wörterbuch mit verschiedenen Einträgen, die als Passwörter dienen. Für unseren Test benutzen wir das bekannte Rockyou-Wörterbuch.

Die Abbildung 18 zeigt, wie das Password Stuffing abläuft:

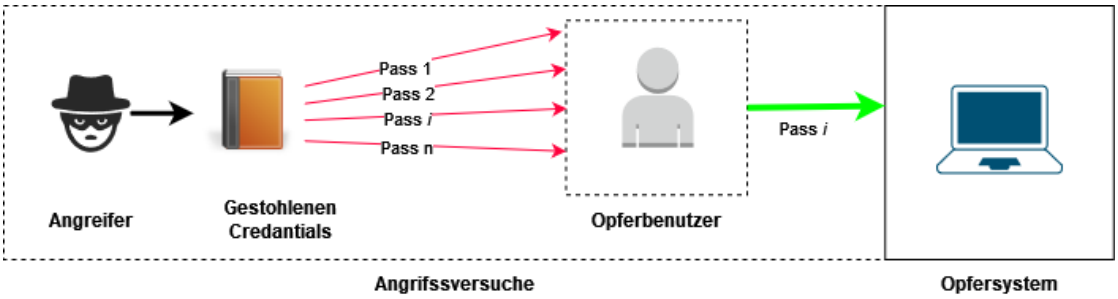


Abbildung 18: Darstellung von *Password Stuffing* nach Ba et al. (2021)

In diesem Angriff versucht der Angreifer sich mit einem Konto anzumelden, indem er mit vielen Passwörtern aus dem Wörterbuch probiert, bis ein richtiges gefunden wurde. Es können mehrere Anmeldungsversuche geschickt werden, bis eine von denen funktioniert.

Password Stuffing wurde mit folgendem Kommando durchgeführt (Kali, 2022a):

```
hydra -l [Benutzername] -P rockyou.txt [Opfersystem] ssh -V -t 4

# Erklärung
-l: Spezifikation des Benutzernamens, den wir angreifen
-P: Auswahl der Datei mit bekannten Passwörtern
ssh: Auswahl der Anwendung, die wir angreifen
-V: Ausführliche Ausgabe über Versuche, Fehler und Erfolg
-t 4: Anzahl von gleichzeitigen Verbindungen
```

Die Abbildungen 19 und 20 zeigen ein Teil der Ausgabe von Hydra während der Ausführung von Password Stuffing gegen das Opfersystem1 und Opfersystem2:

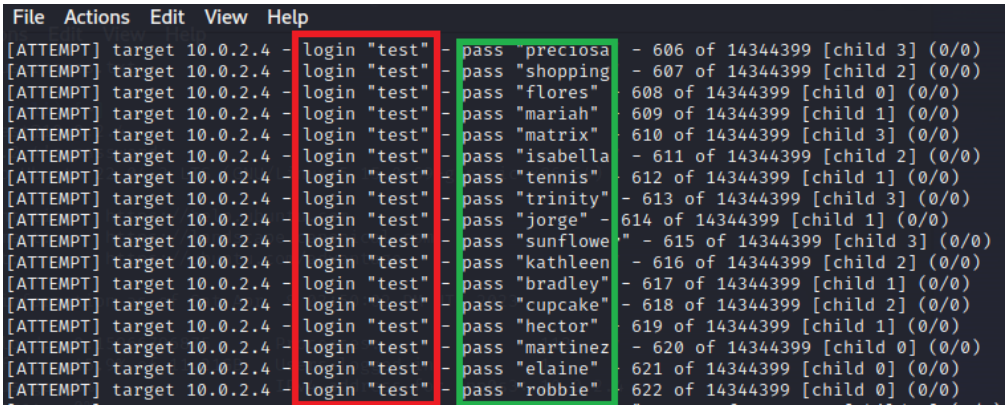


Abbildung 19: Ausgabe von *Password Stuffing* gegen Opfersystem1

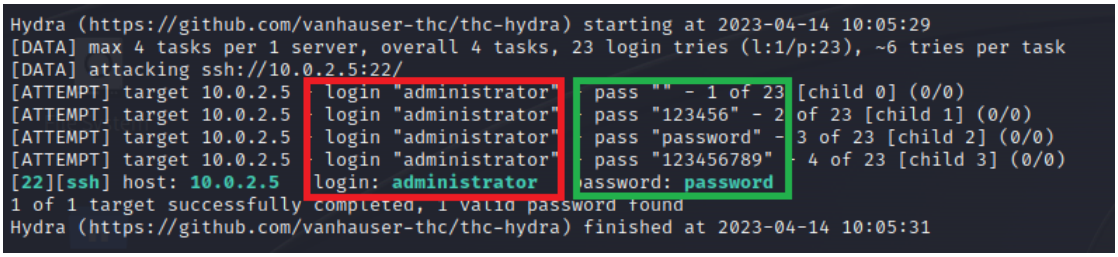


Abbildung 20: Ausgabe von *Password Stuffing* gegen Opfersystem2

Auf den Abbildungen 19 und 20 sehen wir in rot markiert, dass der Angriff den Benutzernamen „test“ im Opfersystem1 und „Administrator“ Opfersystem2 zielt. In grün werden die verschiedenen Passwörter aus Rockyou-Wörterbuch verwendet. Auf der Abbildung 20 wird das gefundene Passwort grün geschrieben.

Unser nächster Angriff, Password Spraying, ist in der Abbildung 21 dargestellt:

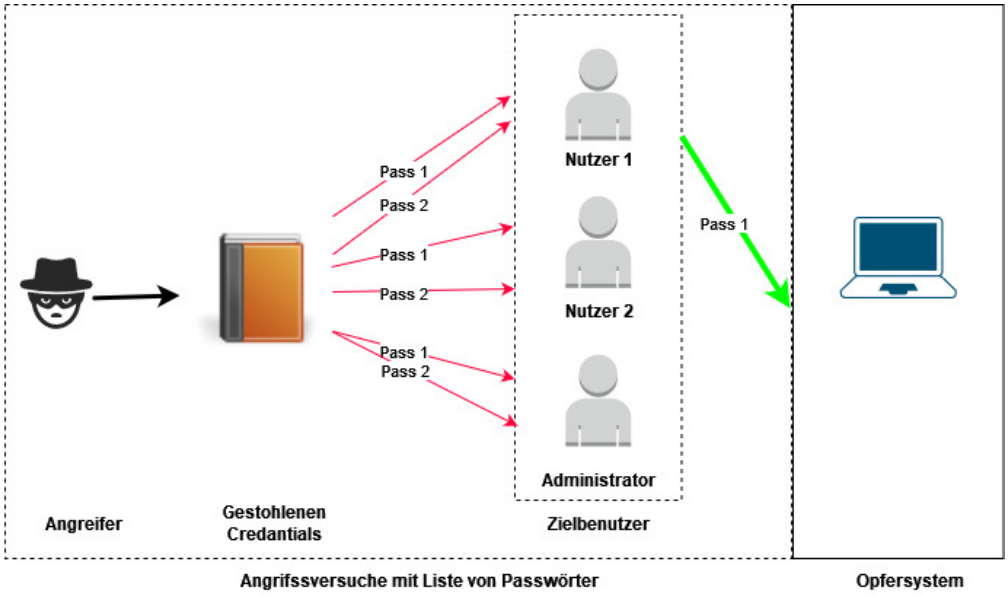


Abbildung 21: Darstellung von *Password Spraying* laut Swathi (2022)

Aus der Abbildung 21 sehen wir, dass bei Password Spraying weniger Passwörter im Vergleich zum Password Stuffing verwendet werden. In diesem Fall werden gegen mögliche viele existierenden Benutzername versucht. Hier will der Angreifer Kontosperrungen vermeiden und gegenüber Sicherheitsmaßnamen unauffällig bleiben.

Für diesen Angriff benutzen wir folgendes Kommando:

```
hydra -L username2.txt -P passwoerter.txt [Opfersystem2] ssh -V -t 4
-L: Auswahl der Datei mit gefunden Benutzernamen
```

In diesem Fall gehen wir davon aus, dass der Angreifer einige oder alle Benutzernamen bereits kennt. Da bei diesem Angriff weniger Anmeldeversuche pro Nutzer durchgeführt werden, verwenden wir eine selbst erstellte Datei mit weniger Passwörtern als die Rocky-ou-Datei. Unsere Datei enthält die am häufigsten verwendeten Passwörter in Deutschland (silicon.de, 2022).

Die Abbildungen 22 und 23 zeigen die Ausgabe von Password Spraying:

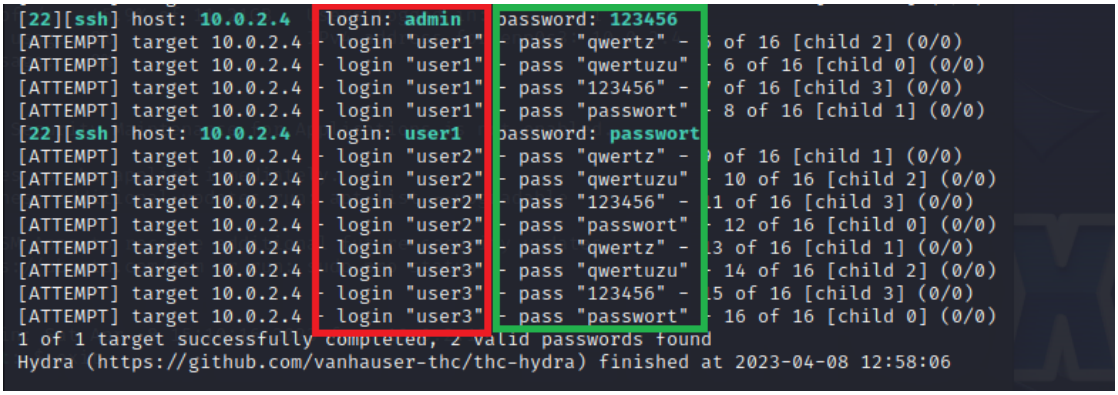


Abbildung 22: Ausgabe von *Password Spraying* in Kali Linux gegen Opfersystem1

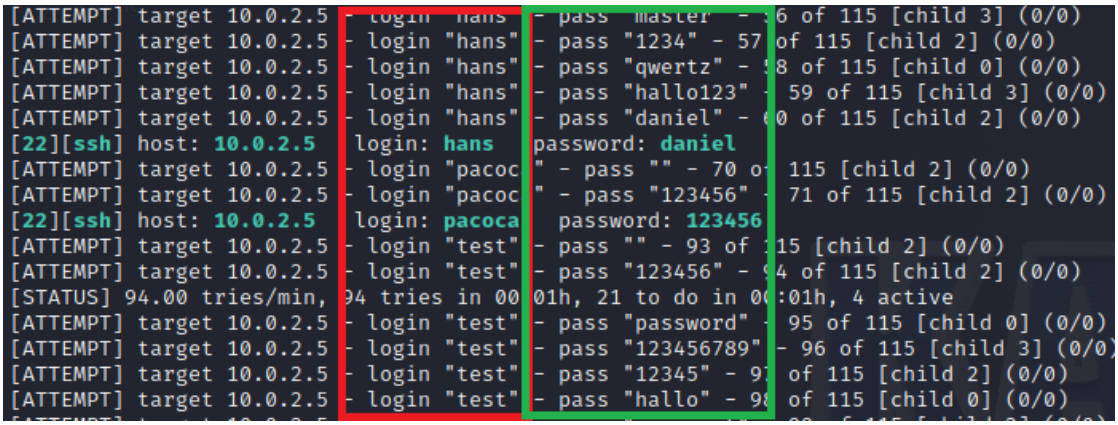


Abbildung 23: Ausgabe von *Password Spraying* in Kali Linux gegen Opfersystem2

Die Abbildungen 22 und 23 zeigen die verschiedenen Benutzername (rot markiert) aber wenige Passwörter pro Nutzer (grün markiert). Auf beiden Abbildungen werden die gefundenen Passwörter grün geschrieben.

3.2.3. Installation und Einrichtung von Grafana, Loki und Promtail

Für die Einrichtung griffen wir sowohl offizielle Dokumentation von Grafana als auch auf externe Quellen zurück, um die Einstellungen an unsere Umgebung anzupassen (Polinowski, 2019). In den Anhängen A und B befinden sich die heruntergeladene originale Konfigurationsdatei von Grafana Labs (2020b) und die an unsere Umgebung angepasst. Diese Dateien benutzten wir für die Installation, Einstellung und Verwendung der Applikationen in Containers.

Für diesen ersten Test wurden die Logdateien des Opfersystems manuell auf den Container übertragen, da wir hier nur eine Instanz von Promtail verwendeten. Für unsere Arbeit nahmen wir die folgenden Versionen von den Anwendungen:

Anwendung	**Angewandte Version**
Grafana	9.5.2
Loki	2.8.2
Promtail	2.8.2

Tabelle 3: Verwendete Versionen der Anwendungen laut Grafana Labs (2023b) und Grafana Labs (2023a)

Nach der Ausführung des Kommandos ist die Anwendung benutzbar, wie in der Abbildung 24 dargestellt:

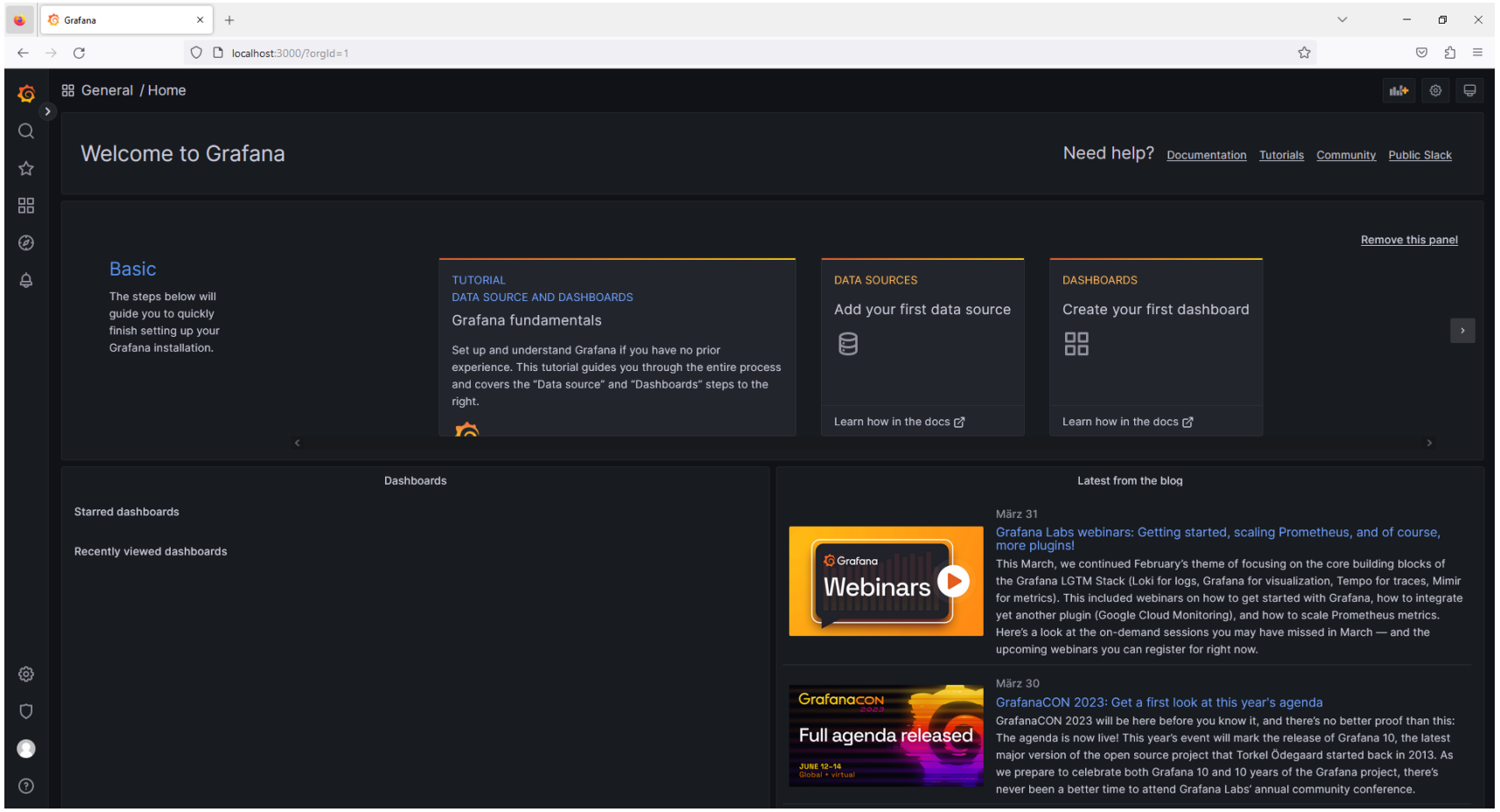


Abbildung 24: Screenshot der Willkommensseite von Grafana Loki

3.2.4. Weiterleitung der Logdateien zu Grafana

Grafana Loki bietet interne und externe Möglichkeiten Logdateien zu empfangen. Die internen beziehen sich auf Grafana Tools, während die externen unabhängige Methoden von Grafana benutzen:

1. **interne Methode**:
    a) Promtail
    b) Grafana Agents
2. **externe Methode**
    a) Application Programming Interface (API)
    b) OpenTelemetry

In unserer Arbeit verwenden wir **Promtail**, der in einem Container läuft. Diese Instanz sendet die von uns ausgewählten Logdateien an Grafana und verarbeitet alle Dateien innerhalb eines sogenannten „jobs“. Promtail kann Logdateien nur zu Loki oder zu anderen Promtail-Instanzen schicken (Grafana Labs, 2020e). Die Abbildung 13 auf der Seite 21 zeigt diese beschriebene Struktur.

In einer produktiven Umgebung ist die Installation von **Grafana Agents** auf jedem Endpunkt eine andere Lösung, um Grafana Loki mit Logdateien zu füllen. Während Promtail Logdatei nur zu Loki schickt, kann Grafana Agents Logdateien zu Prometheus, OpenTelemetry und zu Tools von *Grafana Ecosystem*, wie Mimir, Tempo, Phlare, Loki und Grafana integriert werden (Grafana Labs, 2022b).

Die nächste Abbildung, 25, zeigt den Kommunikationsfluss zwischen Grafana Agents und den integrierten Tools:

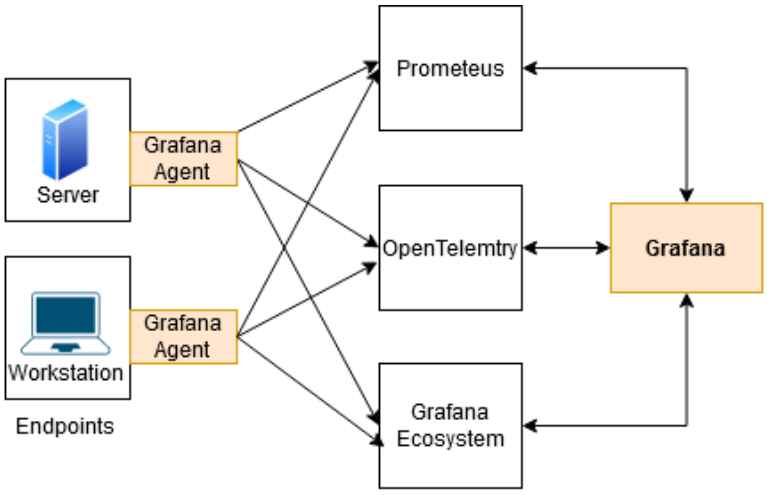


Abbildung 25: Kommunikation zwischen Grafana Agents, Prometheus, OpenTelemetry und *Grafana Ecosystem* laut Grafana Labs (2022b)

Der Kommunikationsfluss bei Grafana Agents funktioniert ähnlich, wie bei Promtail. Die Endpunkte (links), wo die Agents installiert sind, schicken die Logdateien zu den kompatiblen Tools (mitte), die wiederum mit Grafana (rechts) kommunizieren.

Die Sendung des Inhalts der Logdateien findet auch mithilfe von Grafana Loki HTTP **API** statt. In diesem Fall werden die Zeilen der Logdateien und nicht der Datei zum Endpunkt von Loki mit HTTP POST-Anfrage geschickt.

Die nächste Möglichkeit, Logdateien zu Grafana zu übertragen ist mithilfe von **OpenTelemetry**. OpenTelemetry ist ein Open Source Tool, um Logdateien zu empfangen (Grafana Labs, 2022c). Die Integration mit Grafana erfolgt über die Nutzung von APIs. Der *Collector* läuft in derselben Umgebung wie Grafana Loki, damit er die Logdateien empfangen und verarbeiten kann. Die *Agents* laufen auf jedem Endpunkte und kommunizieren mit dem *Collector*.

Die Abbildung 26 stellt das Kommunikationsverfahren zwischen OpenTelemetry und die Tools von *Grafana Ecosystem*:

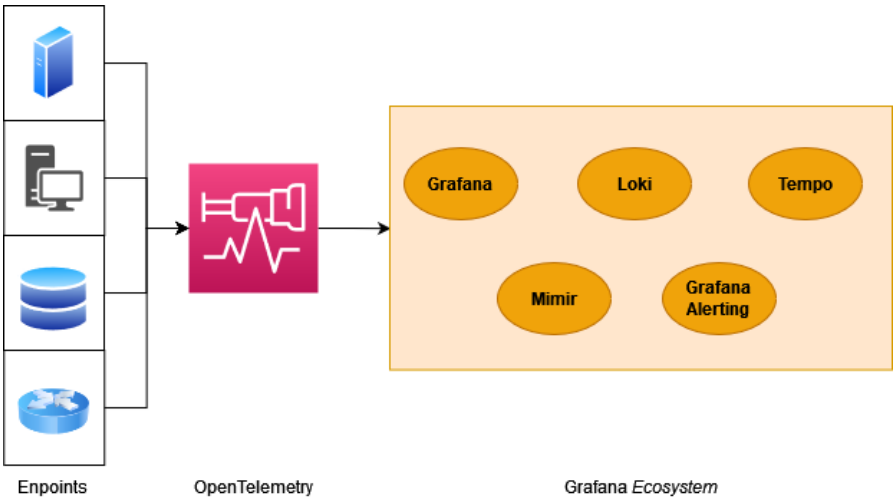


Abbildung 26: Datenfluss zwischen OpenTelemetry und *Grafana Ecosystem* laut Grafana Labs (2021d)

Auf der linken Seite der Abbildung 26 haben wir die verschiedenen Endpunkte, auf denen jeweils ein *Collector* läuft. In der Mitte ist der OpenTelemetry Endpunkte, der die Datei sammelt und dessen Inhalt verarbeitet. Diese werden schließlich an die Tools von *Grafana Ecosystem* weiterleitet.

3.3. Aufbau der Erkennungsregel für den ausgewählten Angriff

Ein Brute-Force Angriffe lässt sich durch eine hohe Anzahl der fehlgeschlagenen Anmeldeversuche erkennen (Selvaganesh et al., 2022). Wir betrachten eine Situation, in der keine Gegenmaßnahmen wie Kontosperre nach n beliebigen Versuchen oder Multi-Faktor-Authentisierung (MFA), implementiert sind. Die folgende Abbildung, 27, stellt einen allgemeinen Ablauf eines Anmeldeverfahrens dar:

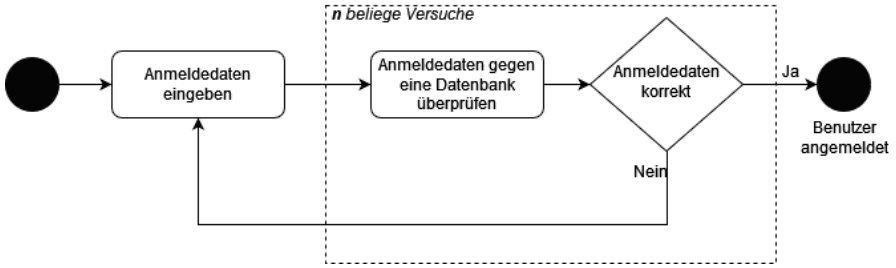


Abbildung 27: Allgemeiner Ablauf eines Anmeldungsverfahrens laut Selvaganesh et al. (2022)

Grafana bietet ein Konfigurationsmuster für die Eingabe und Darstellung von SSH Events an. In dieser Konfiguration sind bereits Regelsätze für die Verarbeitung der Log-Einträge in Loki und Quellcode für die Generierung von Grafiken in Grafana. Diese Konfigurationsdatei ermöglicht eine umfassende Analyse dieser Daten (VoidQuark, 2022). Die geschickten Logdateien werden mithilfe der folgenden Elemente gelesen und verarbeitet:

Element	Beschreibung
JavaScript Object Notation (JSON)	Lesbare Dateiformat, deren Daten nach dem Regel Schlüssel-Wert-Paar gespeichert sind
Muster	Lesen und Extraktion der Information der Logdateien
Reguläre Ausdrücke (RegExp)	Mustererkennung aus der Logdatei
Logfmt	Extraktion von Schlüssel:Wert Paar der Logdateien

Tabelle 4: Elementen eines Regelsatz in Grafana Loki laut VoidQuark (2022) und (Setter, 2015)

Für jedes Angriffsszenario benutzen wir spezifische Regeln, die mit LogQL aufgebaut sind. Die Filterung findet mithilfe von zwei „Labels“ „instance“ und „job“ statt. In Promtail wird jeder Endpunkt als „instance“ bezeichnet. Eine oder mehrere „instances“ werden einem „job“ zugewiesen. „Jobs“ beziehen sich auf die Vearbeitung des Inhalts der Logdateien nach den spezifizierten Regeln, in unserem Fall, Überprüfung von SSH-Logdateien. Diese Struktur stammt aus dem Tool Prometheus. Alle unsere „instance“ werden in einem „job“ eingepackt, wo sie nach den gleichen Regeln verarbeitet werden. Zusätzliche „Labels“ können auch definiert werden (Prometheus, 2015). Das folgende Diagramm, 28, stellt die Beziehung zwischen dieser beiden „Labels“ dar:

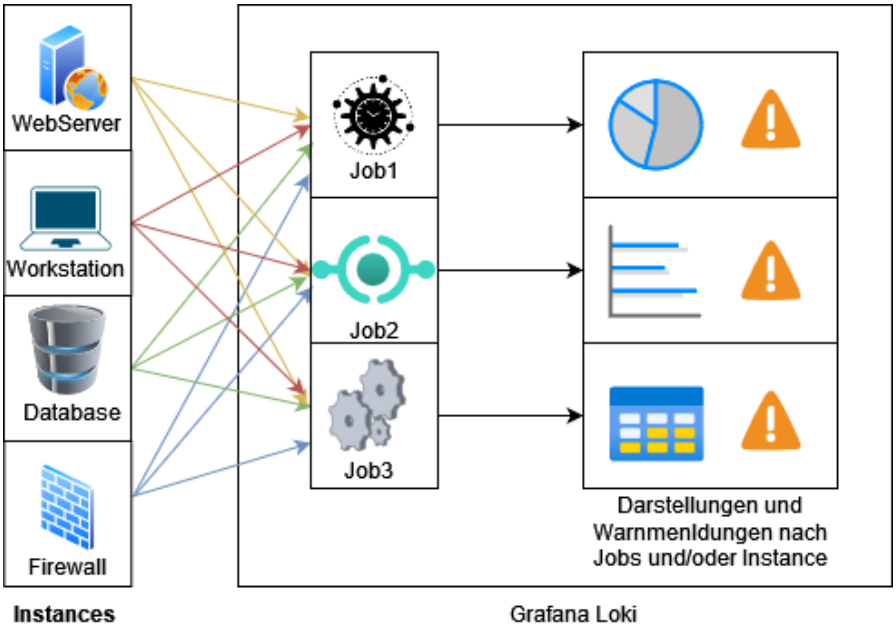


Abbildung 28: Beziehung zwischen „instance“ und „job“

Der Inhalt Logdateien kann dann in Grafana nach den definierten „Labels“ aufgerufen werden, wie auf der folgenden Abbildung 29 dargestellt:

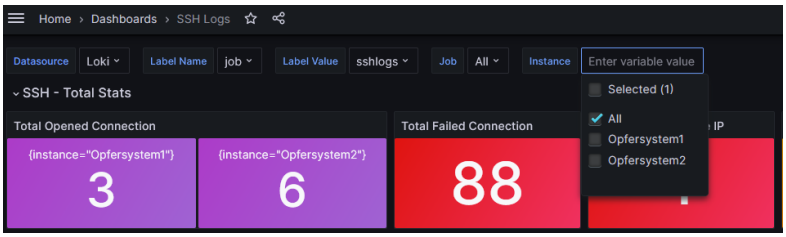


Abbildung 29: Aufrufe des Inhalts der Logdateien nach bestimmten „Labels“

Mit LogQL können auch Filterung verwendet, um nach bestimmten „instance“ und/oder „jobs“ die Daten aufzurufen, wie auf der Abbildung 30 dargestellt:

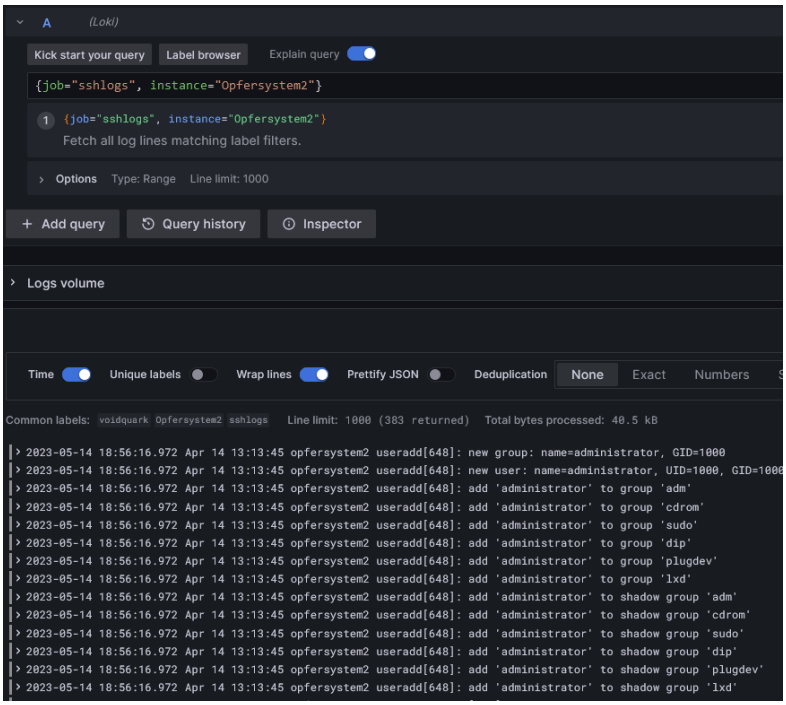


Abbildung 30: Aufrufe des Inhalts der Logdateien LogQL

In dem nächsten Abschnitt beschreiben wir, wie diese Regel in LogQL geschrieben werden.

3.3.1. Regelsätze in LogQL

In diesem Abschnitt fassen wir zusammen, wie eine Abfrage in LogQL für eine Logdatei mit SSH Einträgen aussieht. Für ausführliche Informationen über den Aufbau der Abfrage verweisen wir die offizielle Dokumentation, auf die diese Erklärung basiert ist (Grafana Labs, 2021c). Unsere Logdatei enthält unter anderem folgende Zeile:

```
14 14:05:30 opfersystem2 sshd[1698]: Failed password for administrator
from 10.0.2.15 port 58036 ssh2
```

Um fehlgeschlagene Anmeldeversuche zu erkennen, extrahieren wir folgende Felder aus den SSH-Logdateien. Wir verwenden diese Information, um gleiche Events zu erkennen und deren Anzahl festzustellen.

```
14 14:05:30 opfersystem2 sshd[1698]: Failed password for administrator
from 10.0.2.15 port 58036 ssh2
```

Wir teilen die Abfrage unten mit, um ihre Bestandteile besser zu verstehen:

LogQL-Codeschnipsel	**Beschreibung**
sum by(add) (rate({job="*JOBNAME*" instance= "$instance"}	Hiermit wird die Aufsummierung der Benutzernamen definiert, die wir mit „Patterns“ in LogQL definiert haben. „Patterns“ ermöglichen die einfache Extrahierung von Informationen aus einer Zeile. Wir holen alle Log-Einträge, die sich auf den von uns definierten Job beziehen. Wir können auch nach spezifischen Endpunkt filtern, indem wir das Schlüsselwort „instance“ benutzen.
|	„|“ funktioniert in LogQL wie eine Pipeline für die Verkettung von mehreren Suchmustern.
|= ‘**sshd**[’ |= ‘: **Failed**’	Suche nach Zeilen mit den in den rot markierten Einträgen.

Element	Beschreibung
!~ ‘**invalid user**’ !~ ‘**Legitimer_Nutzer**’ !~ ‘**Legitime_Adresse**’	Suche nach Zeilen **ohne** diese Einträge. Wir können beispielsweise Einträge ausschließen, die auf legitimen Nutzer oder IP-Adresse beziehen, um falsche Positive zu vermeiden
| pattern ‘<_> for <**Benutzername**> from <**Quelladresse**> port <_>’ [$ __range]))	Die Wörter „Benutzername“ und „Quelladresse“ dienen als „Patterns“ dazu, einen Benutzernamen und eine Quelle IP-Adresse aus der Logzeile zu extrahieren. Die Platzhalter „<_>“ sind unbenannte Elemente, die in diesem Fall auf die Einträge „password“ und Portnummer in der Zeile verweisen.

Tabelle 5: Elementen eines Regelsatz in Grafana Loki laut VoidQuark (2022) und Setter (2015)

Schließlich sieht der Regelsatz so aus:

```
sum by(add) (rate(job="JOBNAME", instance=~"$instance"
|= 'sshd['
|= ':Failed' !~ 'invalid user' !~ 'Legitimer_Nutzer' !~ 'Legitime_Adresse'
| pattern '<_> for <Benutzername> from <Quelladresse> port <_>'
| __error __="" [$__range]))
```

Eine allgemeine Erkennungsregel in LogQL kann so aussehen:

```
Operation (GesuchterWert) (Operation(label1="LabelWert",
label2="Label2Wert")
|= 'Gesuchte Inhalt in der Logdatei'
| !'Inhalt im
Logdatei ausschliessen'
| Regulärer Ausdrucke
| pattern '<_> WortImLogDatei <GesuchterInhalt> WortImLogDatei <_>'
| __error __="" [$__range]))
```

3.4. Hinzufügen der Regelsätze Grafana Loki

Die Regelsätze in Grafana Loki können sowohl **manuell** im Menü „Code“ als auch über die **GUI** im Menü „Builder“ geschrieben werden. Letzteres bietet eine benutzerfreundlichere Umgebung, um die Regeln zu schreiben. Die folgenden Abbildungen, 31 und 32, zeigen diese beiden Optionen:

```
sum by (username) (count_over_time({job=~"varlogs", job=~".*",
instance=~".*"} |="sshd[" |~": Invalid|: Connection closed by
authenticating user|: Failed .* user" | pattern `<_> user <username> <_>
port` | __error__="" [2m]))
```

Abbildung 31: Feld in Grafana Loki für manuelle die Eingabe des LogQL-Codes

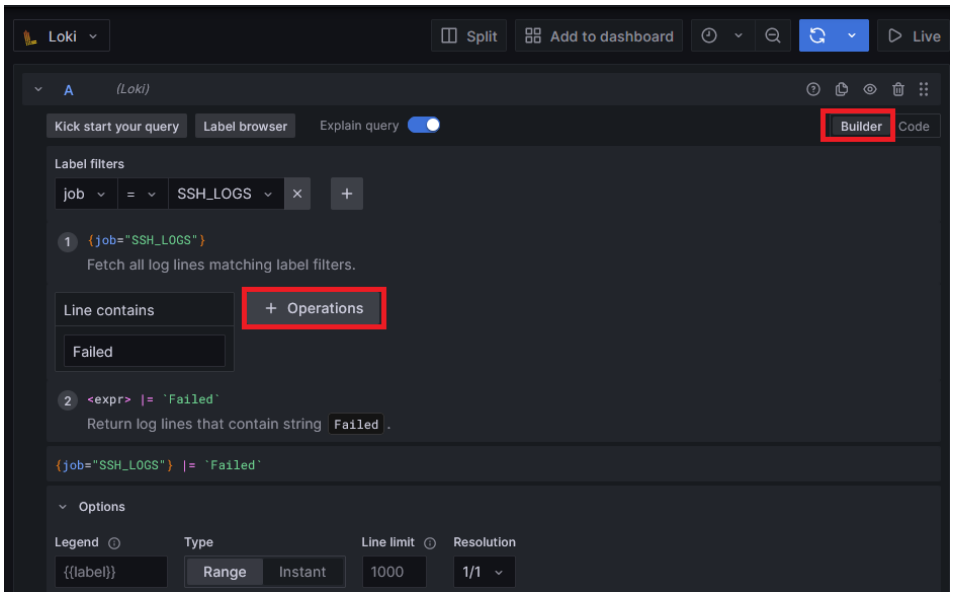


Abbildung 32: „Builder“ in Grafana Loki für nutzerfreundlichere Eingabe des LogQL-Codes

Beide Optionen bieten die Möglichkeit, eine Erklärung zur Abfrage anzuzeigen, wie auf der Abbildung 33 gezeigt wird:

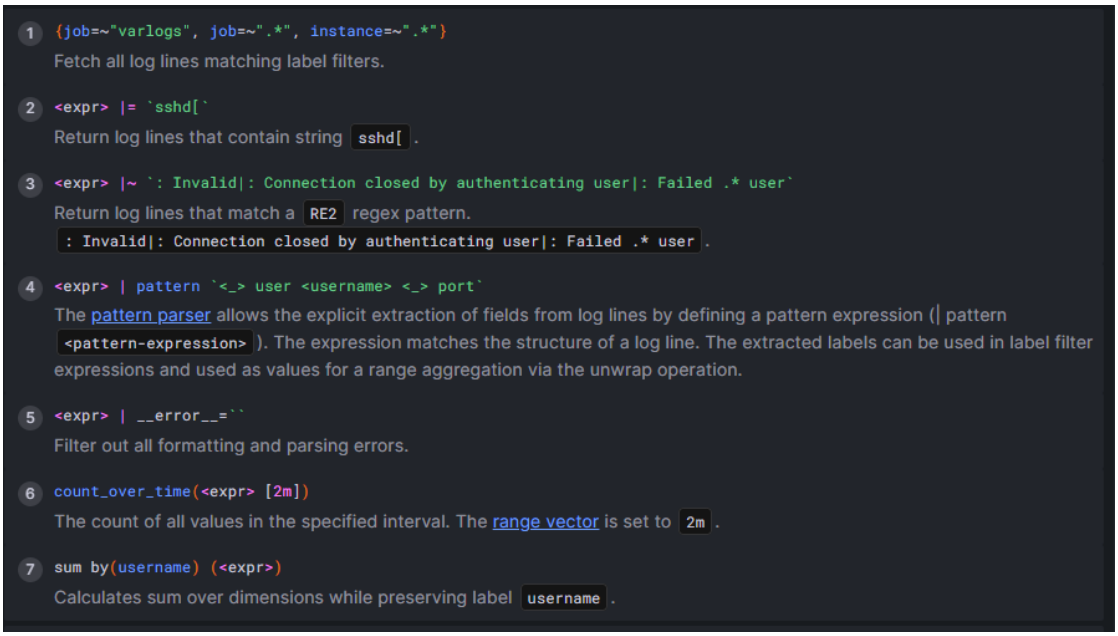


Abbildung 33: Ausführliche Information über die Abfrage

Mit der Nutzung von *API* Endpunkt von Loki ist es möglich nach dem Inhalt der Logdateien abzufragen, indem die Regelsätze in LogQL geschrieben werden. In diesem Fall bekommen wir das gefilterte Ergebnis als Antwort (Grafana Labs, 2020c).

```
# Muster für die Anfrage
curl -G -s  "http://LokiInstance/Endpunkt" --data-urlencode 'Logql Abfrage'
| jq

# Beispiel
curl -G -s  "http://LokiInstance/loki/api/v1/query" --data-urlencode
'sum by(add) (rate({job="JOBNAME", instance=~"$instance"} |= 'sshd[' |= ':
Failed' !~ 'invalid user' !~ 'Legitimer_Nutzer' !~ 'Legitime_Adresse' |
pattern '<_> for <Benutzername> from  <Quelladresse> port <_>' [$__range]))'
| jq
```

Nachdem die SSH-Logdateien gelesen und verarbeitet wurden, bekommen wir von Grafana Loki die zusammenfassenden Ergebnissen, wie unter auf der Abbildung 35 dargestellt:

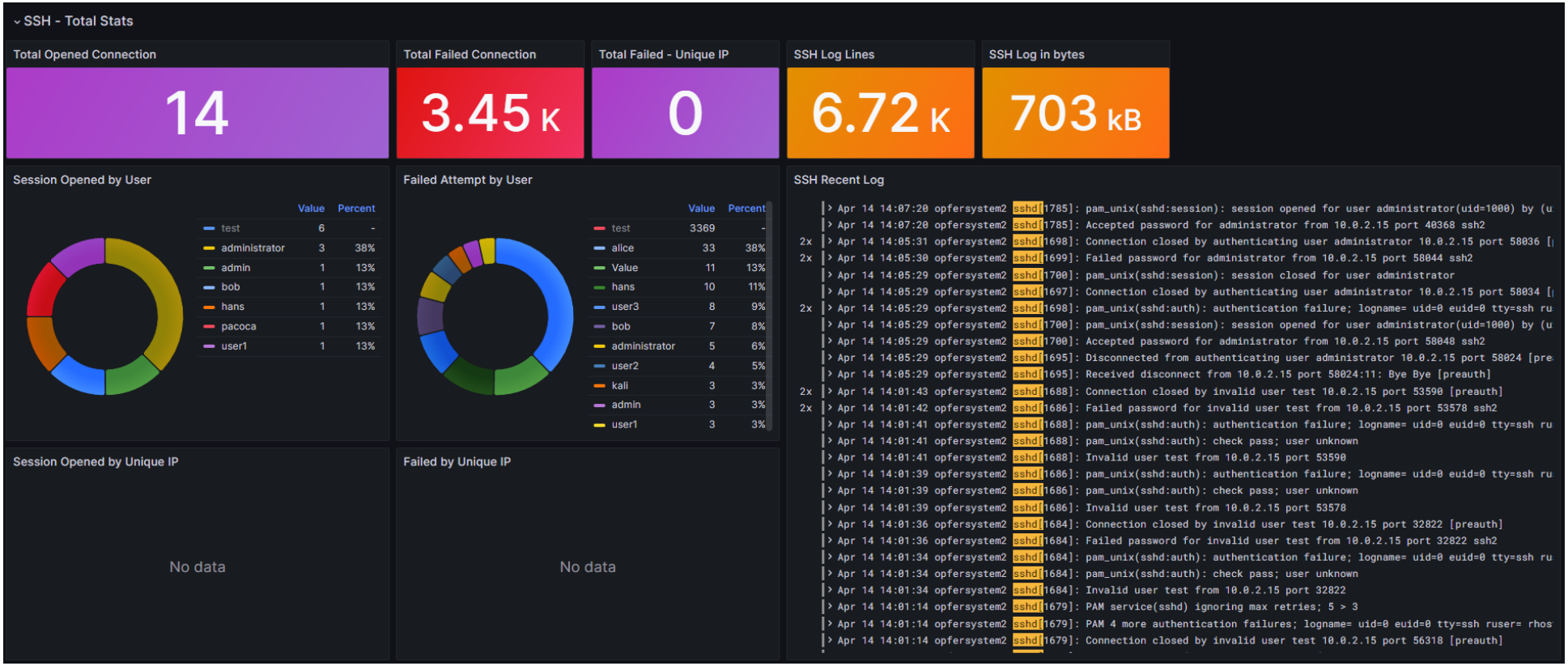
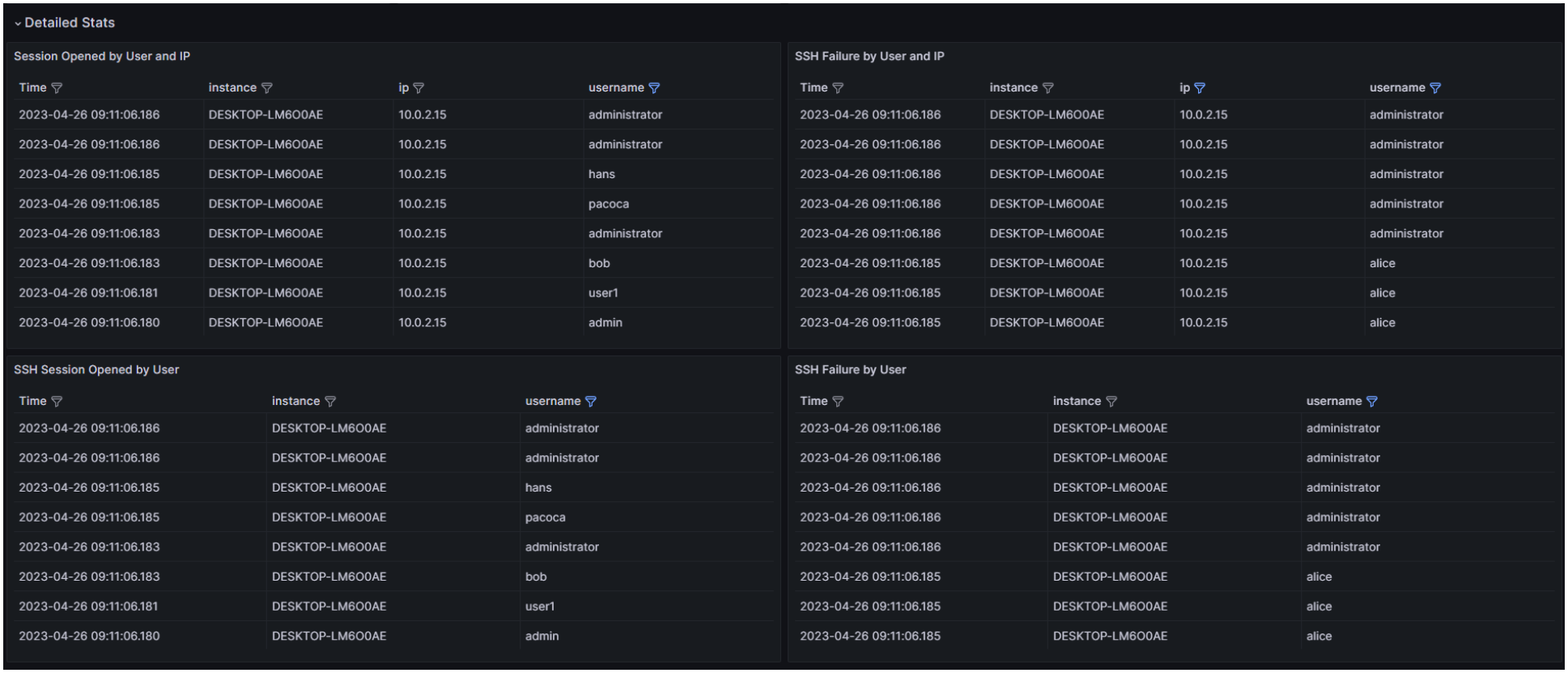


Abbildung 34: Ausgabe der Verarbeitung der SSH Logdateien von Grafana Loki

Das nächste Abbidung, 35, gibt ausführliche Informationen der Logdateien:



Detailed Stats

Session Opened by User and IP

Time	instance	ip	username
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	administrator
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	hans
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	pacoca
2023-04-26 09:11:06.183	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	administrator
2023-04-26 09:11:06.183	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	bob
2023-04-26 09:11:06.181	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	user1
2023-04-26 09:11:06.180	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	admin

SSH Failure by User and IP

Time	instance	ip	username
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	administrator
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	alice
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	alice
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	10.0.2.15	alice

SSH Session Opened by User

Time	instance	username
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	administrator
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	hans
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	pacoca
2023-04-26 09:11:06.183	DESKTOP-LM6O0AE	administrator
2023-04-26 09:11:06.183	DESKTOP-LM6O0AE	bob
2023-04-26 09:11:06.181	DESKTOP-LM6O0AE	user1
2023-04-26 09:11:06.180	DESKTOP-LM6O0AE	admin

SSH Failure by User

Time	instance	username
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	administrator
2023-04-26 09:11:06.186	DESKTOP-LM6O0AE	administrator
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	alice
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	alice
2023-04-26 09:11:06.185	DESKTOP-LM6O0AE	alice

Abbildung 35: Ausführliche Darstellung der SSH Logdateien von Grafana Loki

3.5. Einrichtung der Warnmeldungen in Grafana

In den vorherigen Teilen dieser Arbeit haben wir uns damit auseinandergesetzt, Grafana so einzurichten, dass wir schließlich eine Lösung ähnlich einer SIEM erhalten. Von unseren ursprünglichen Zielen haben wir bereits Folgendes erreicht:

1. Sammlung der Logdateien von den Endpunkte mit Promtail
2. Anpassung der Logdateien für die Weiterleitung an Grafana Loki
3. Nutzung von Regelsätzen in Loki für die Analysierung der SSH Logdateien
4. Grafische Darstellung der Ergebnisse in Grafana mit den in Loki verwendeten Regelsätzen

Unser letztes Ziel besteht darin, Warnmeldungen für potenzielle Angriffe mithilfe der Ergebnisse von Loki zu generieren. Grafana kann sowohl intern mit der Funktionalität **Alerting** als auch extern mit Plugins, wie **Alertmanager**, Warnmeldungen generieren. Der zweite kann Daten von Prometheus, Cortex und Mimir als Datenquelle verwenden (Grafana Labs, 2021a) und kann Daten von beliebigen Endpunkte empfangen.

In dieser Arbeit versuchen wir unser Warnmeldungs-System mithilfe von Alerting von Grafana. Die Warnmeldungen können direkt in der GUI von Grafana konfiguriert werden. Dazu folgt man den folgenden Schritten (Grafana Labs, 2019):

1. Name der Regel
2. Regelsätze in LogQL
3. Definition von Gruppen für jede Art von Warnmeldung. Gruppen können später verschiedenen Einstellungen zugewiesen werden, wie z.B. Benachrichtigungen und Inhalte.
4. Informationen über die Warnmeldung, wie eine eindeutige ID und eine Beschreibung. Der Nutzer kann diese Felder so definieren, wie es notwendig ist.
5. Benachrichtigung der Zielgruppe, die diesen Fall später bearbeiten wird.
6. „Labels“ zur besseren Organisation der Warnmeldungen.
7. Konfiguration von E-Mail in Grafana für die Weiterleitung der Warnmeldungen.

Für unseren ersten Test erstellen wir Warnmeldungen über die **GUI** von Grafana für fehlgeschlagene Anmeldeversuche für existierenden (A) und nichtexistierenden (B) Benutzernamen. Wenn dieser Wert größer als fünf ist, dann wird eine E-Mail mit der Wanrmeldung geschickt. Wir definierten die oben genannten Elemente (komplete Konfigura-

tion im Anhang C) und verwendeten die folgenden Regelsätze (VoidQuark, 2022). Die generierte Warnmeldung ist auf der Abbildung 36 dargestellt.

```
# (A)
sum by (username) (count_over_time({job=~"sshlogs"}
|="sshd["
|~": Invalid |: Connection closed by authenticating user |: Failed .* user"
|pattern '<_> user <username> <_> port'
| __error__="" [$__interval]))

# (B)
sum by (username) (count_over_time({job=~"sshlogs"}
|="sshd["
|=": Failed" !~"invalid user"
| pattern '<_> for <username> from <_> port'
| __error__=""[$__interval]))
```

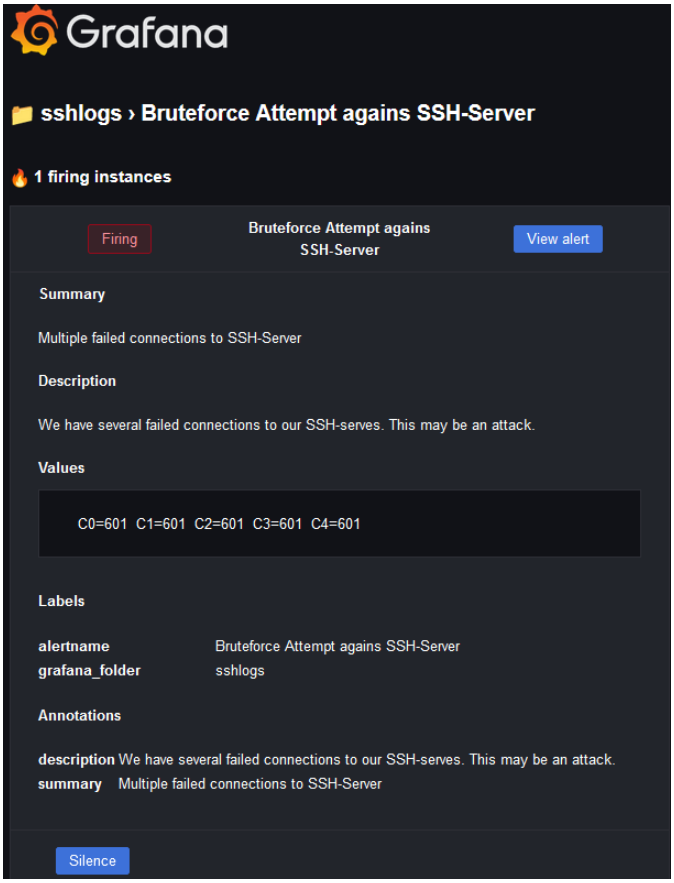


Abbildung 36: Generierte Warnmeldung von Grafana wurde per E-Mail geschickt

4. Evaluation der Implementation mit echten Logdateien

In diesem Abschnitt präsentieren wir unsere Implementierung für die Analyse von SSH-Logdateien der Hochschule. Diese Logdateien wurden zwischen März und April 2023 aufgenommen und sie bestehen aus vier Dateien mit insgesamt 40 Megabyte. Wir benutzen diese Logdateien, um mögliche Angriffe auf diesem System der Hochschule zu detektieren.

4.1. Einstellungen von Promtail und Loki

Die Extrahierung des Inhalts der Logdateien erfolgt im Promtail mit folgenden Konfigurationen aus der offiziellen Dokumentation (Grafana Labs, 2020f):

Konfigurationsfeld	**Beschreibung**
scrape_configs	Steht für die Funktionalität von Promtail, automatisch nach Logdateien zu suchen.
- job_name: sshlogs	Definition des Names unseres „job“
decompression enabled: true initial_sleep: 10s format: gz	Promtail kann verschiedene Komprimierungsformate verarbeiten, darunter auch .gz, welches wir in unserer Arbeit verwenden. Das Feld *initial_sleep* beschreibt das Intervall, bevor die Dekomprimierung beginnt. Dieses Feld kann nützlich sein, wenn komprimierte Dateien vorhanden sind, deren Komprimierungsvorgang jedoch noch nicht abgeschlossen ist. Das Feld *format* gibt das Komprimierungsformat an (Grafana Labs, 2020e).
static_configs: - targets: - loki labels: job: sshlogs instance: Endpunkt-Name __path__: /var/log/**.gz	Das Feld *targets* bezieht sich auf die Kommunikation mit der Loki-Instanz. Das Feld *Labels* zeigt an, unter welcher Bezeichnung der Inhalt dieser Datei in Loki aufgerufen werden kann. *__path__* gibt den Pfad zu den Logdateien im System an.
pipeline_stages: - match: selector: '{job="sshlogs"}' action: keep	Hier können wir den Inhalt der Logzeile definieren, bevor wir es zu Loki schicken. Nur Logzeilen mit diesem „Label“ werden modifiziert und dessen Inhalt wird beibehalten. Alternativ gibt es „drop“, um diesen Inhalt zu löschen.

Konfigurationsfeld	Beschreibung
stages: - regex: (Reguläre Ausdrücke (RegExp) am Ende dieser Tabelle) - timestamp: source: time format: “Jan _2 15:04:05” location: „Europe/Berlin“	Promtail bietet verschiedene Typen von „stages“ zur Bearbeitung von Logzeilen an. Diese „stages“ werden nacheinander verarbeitet. In unserem Fall verwenden wir die „stages“ RegExp, „Labels“ und „Timestamp“. Die erste „stage“, RegExp, liest den Zeitstempel und die IP-Adresse aus der Logzeile. Sie ermöglicht es uns, bestimmte Muster in den Logzeilen zu erkennen und die relevanten Informationen zu extrahieren. Die zweite „stage“, „Labels“, nutzt die zuvor gefundene IP-Adresse aus der ersten „stages“ und erstellt ein neues „Labels“. Dadurch können wir die Logzeilen basierend auf der IP-Adresse weiter kategorisieren und filtern. Die letzte „stage“, „Timestamp“, nimmt den Zeitstempel aus der Logzeile und speichert ihn in Loki. Dies sorgt dafür, dass das Datum der Logzeile in Grafana Loki angezeigt wird, anstatt das Datum des Hochladens in Loki. Durch die Verwendung dieser „stages“ ermöglicht uns Promtail eine flexible und effiziente Bearbeitung der Logzeilen, um sie besser zu analysieren und zu visualisieren

Tabelle 6: Konfigurationsausschnitt von Promtail

```
'^(?P<time>[A-Za-z]{3}\s{1,2}\d{1,2}\s\d{2}:\d{2}:\d{2}).*from.(?P<sourceIP>(?:
25[0-5]|(?:2[0-4]|1\d|[1-9]|)\d)\.(?:25[0-5]|(?:2[0-4]|1\d|[1-9]|)\d)\.(?:25[0
-5]|?:2[0-4]|1\d|[1-9]|)\d)\.(?:25[0-5]|(?:2[0-4]|1\d|[1-9]|)\d))'
```

Unsere gesamte Einstellung für Promtail befindet sich im Anhang B auf der Seite 78.

In der Tabelle 7 zeigen wir einen Konfigurationsausschnitt von Loki, die wir anpassen mussten, um unsere Logdateien verarbeiten zu lassen. Diese Konfiguration wurde mithilfe der offizielen Dokumentation (Grafana Labs, 2020d) und des offizielen Forumsbeitrags von Grafana Loki (itsnotv, 2022) gestaltet.

Konfigurationsfeld	Beschreibung
query_range: parallelise_shardable_queries: true	Bezieht sich auf Abfrage und Ergebnis von Inhalt der Logdateien in spezifischen Zeitspanne. Der Abfrage-Prozess findet parallel statt.
frontend: max_outstanding_per_tenant: 10000	Dieser Block bezieht sich auf Abfrage in Frontend-Ebene. Anzahl von erlaubten ausstehenden Abfrage. Um Leistung zu gewinnen, sagten wir, dass ein einzelner Nutzer, diese Anzahl von ausstehenden Anfragen hat. In einer produktiven Umgebung ist dieser Wert von der Rechenkapazität abhängig.
querier: max_concurrent: 2048	Festelegung der Verarbeitung von Abfrage Anzahl der gleichzeitigen Abfragen, die verarbeitet werden.
limits_config: reject_old_samples: false split_queries_by_interval: 15m max_query_parallelism: 32	Festlegung der Aufnahmerate und Nutzung von Ressourcen. Ermöglicht die Aufnahme von alten Logdateien, was in unserem Fall notwendig ist, da unsere Datei von April 2023 ist. Trennung von Abfragen nach einem definierten Intervall. Jedes Intervall wird gleichzeitig ausgeführt Maximale Anzahl von parallelen Abfragen.

Tabelle 7: Konfigurationsausschnitt von Loki

4.2. Generierung von Grafiken

Nachdem die Konfiguration fertig ist, können wir die Containers starten und mithilfe des Musters von VoidQuark (2022) Grafiken mit Informationen über SSH-Verbindungen generieren. Mit der Frontend-Anwendung Grafana können wir Daten in verschiedenen Zeitspannen anzeigen und nach „Labels“ filtern.

Für unsere ersten Grafiken wollen wir die Anzahl von fehlgeschlagenen Anmeldeversuchen pro Benutzername ableiten. Dafür benutzen wir folgende Abfrage:

```
count by (username) (count_over_time({job=~"sshlogs"}
|="sshd["
|~": Invalid |: Connection closed by authenticating user |  Failed .* user"
| pattern `<_> user <username> <_> port`
| __error__="" [$__interval]))

count by (username) (count_over_time({job=~"sshlogs"}
|="sshd["
|=": Failed" !~"invalid user"
| pattern `<_> user <username> <_> port`
| __error__="" [$__interval]))
```

Die rot markierten Elemente in der Abfrage zeigen die Wort-Kombinationen, nach denen wir im Loginhalt suchen. Die blau markierten Elemente extrahieren ein spezifisches Muster aus dem Loginhalt, in diesem Fall den wollen Benutzernamen aus der Logzeile auslesen. Die erste Abfrage zielt darauf ab, gezielt fehlgeschlagene Anmeldeversuche zu extrahieren, während die zweite Abfrage fehlgeschlagene Anmeldeversuche mit nichtexistierenden Benutzernamen verknüpft. Beide Abfragen führen eine Aufzählung (*sum by*) der gefundenen Zeilen durch.

Die generierte Grafik ist auf der Abbildung 37 dargestellt. Sie zeigt die Aktivität in einer Zeitspanne von 24 Stunden:

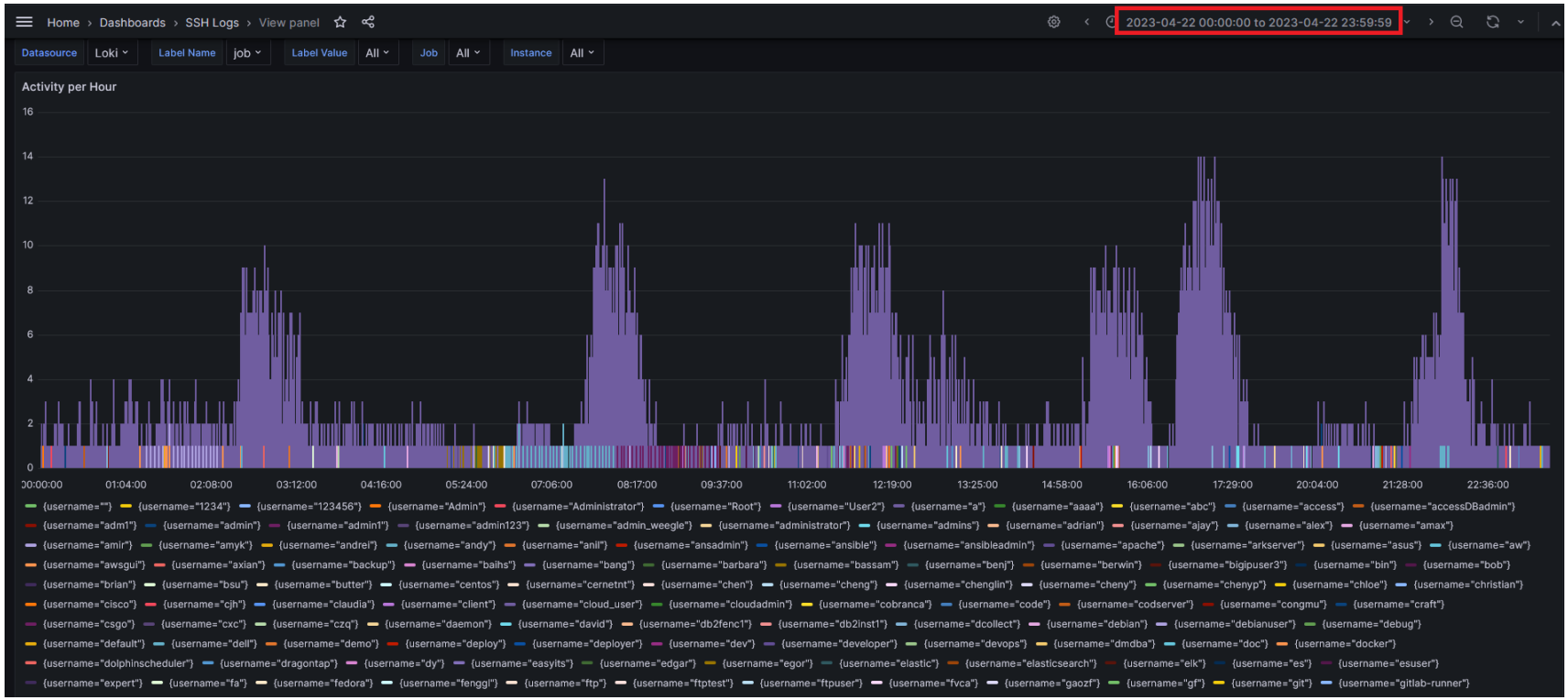


Abbildung 37: Balkendiagramm Darstellung der fehlgeschlagenen Anmeldeversuche in einem Zeitfenster von 24 Stunden am 22.4.2023

Aus der Abbildung 37 können wir ableiten, dass am 22.4.2023 möglicherweise ein Brute-Force Angriffe stattfand. Dabei wurden gängige Benutzernamen verwendet, um Anmeldeversuche durchzuführen. Wir können auch sehen, dass am 22.4.2023 zwischen 16:00 und 17:30 Uhr die meisten Versuche stattfanden und dass der Angreifer am öftesten mit dem Benutzer „root“ versuchte, sich anzumelden. Da es auch andere viele Benutzernamen gibt, können wir auch davon ausgehen, dass der Angreifer auch Wörterbucher für verschiedenen gängige Benutzername-Passwort Kombinationen verwendete.

Für unsere nächsten Grafiken wollen wir eine Aufsummierung der fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro Benutzername am 22.4.2023 ableiten. Wir benutzen dieselben Regelsätze wie vorher, aber anstelle von (*sum by*), verwenden wir (*count by*) Funktion von LogQL. Die generierten Grafiken sind auf den Abbildungen 38 und 39 dargestellt:

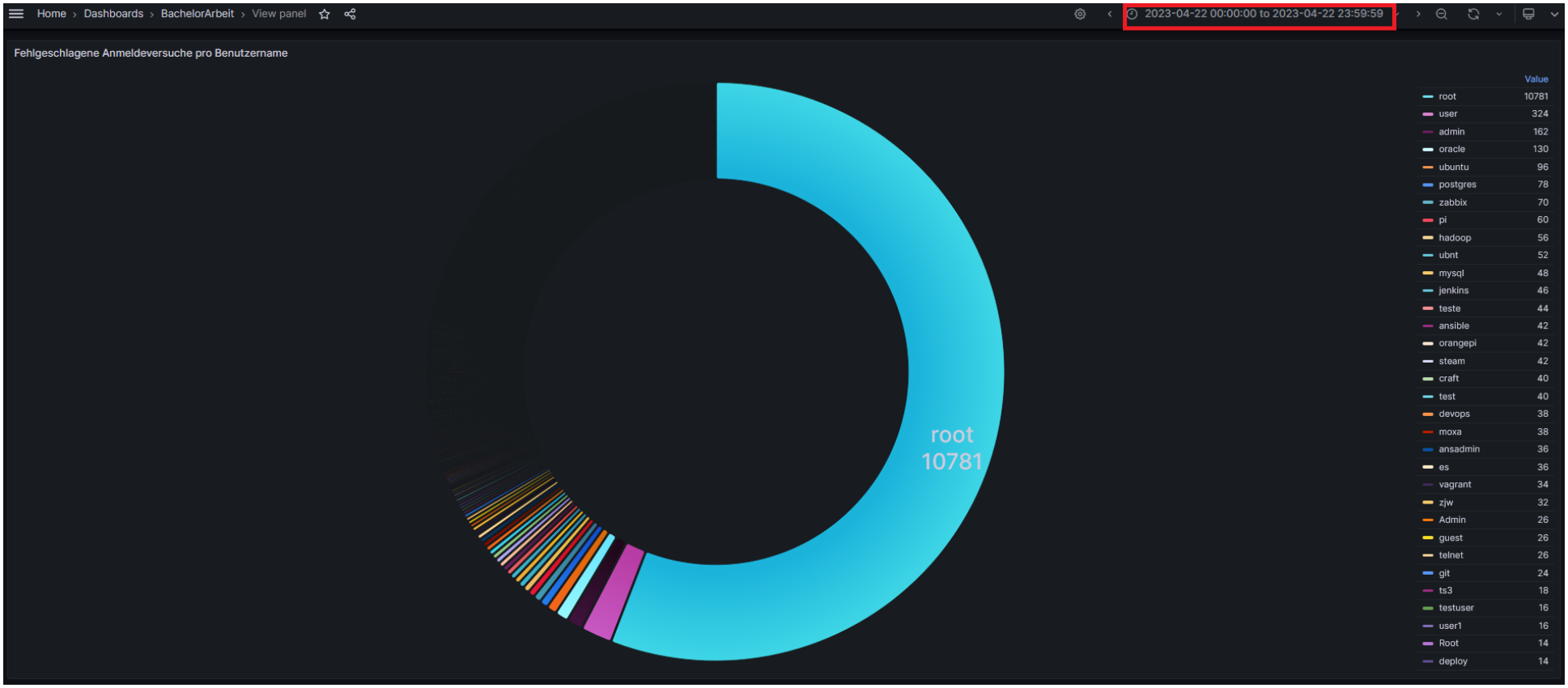


Abbildung 38: Kuchendiagramm von Anzahl fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro Benutzername

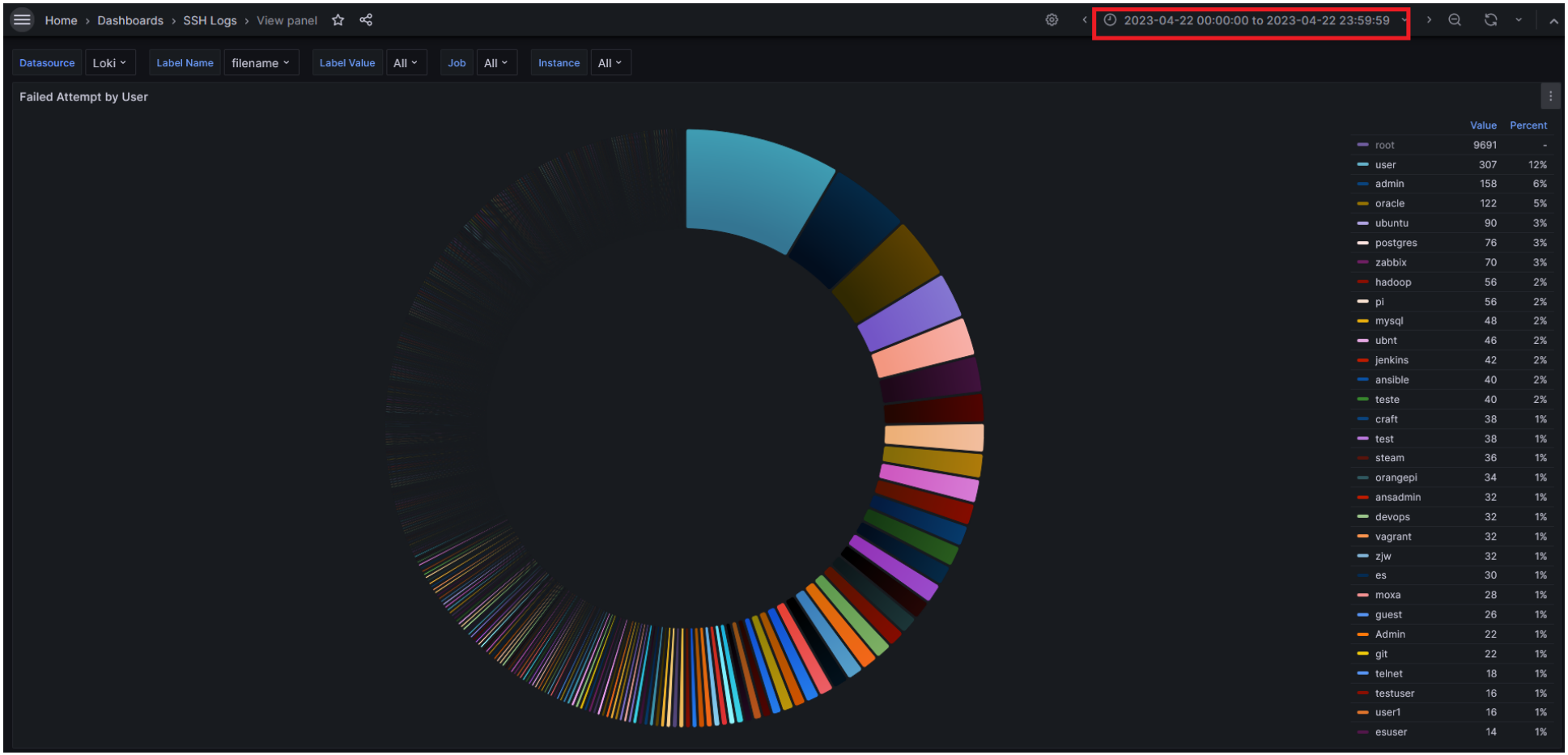


Abbildung 39: Kuchendiagramm von Anzahl fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro Benutzername

Aus der Abbildung 38 und 39 stellen wir fest, dass am 22.4.2023 einen potenziellen Brute-Force Angriffe stattfand. Dabei wurden gängige Benutzernamen verwendet, um Anmeldeversuche durchzuführen. Zum Beispiel gab es 10.781 Versuche mit dem Benutzernamen „root“, 324 Versuche mit „user“ und 162 Versuche mit „admin“.

Grafana bietet auch eine interaktive Möglichkkeit, die Grafik darzustellen, sodass man Elemente ein- und ausblenden kann. Auf der Abbildung 39 blendeten wir den Benutzername „root“ aus, um eine andere Darstellung anzubieten.

Die nächsten Abbildungen, 40 und 41, zeigen die Anzahl von fehlgeschlagenen Anmeldeversuchen pro IP-Adresse. In der Abbildung 41 wurde die meistverwendete IP-Adresse ausgeblendet. Wir benutzen die vorherige Abfrage mit dem Unterschied, dass unser „Pattern“ eine IP-Adresse herausfiltern soll:

```
count by (username) (count_over_time({job=~"sshlogs"}
|="sshd["
|~": Invalid |: Connection closed by authenticating user |  Failed .* user"
| pattern `<_> from <Source_IP> port`
| __error__="" [$__interval]))

count by (username) (count_over_time({job=~"sshlogs"}
|="sshd["
|=": Failed" !~"invalid user"
| pattern `<_> from <Source_IP> port`
| __error__="" [$__interval]))
```

Aus Abbildungen 40 und 41 identifizieren wir die IP-Adressen, von denen die meisten fehlgeschlagenen Anmeldeversuche am 22.4.2023 stammen. Da verschiedene IP-Adresse verwendeten wurden, können wir davon ausgehen, dass der potenzielle Angreifer versuchte, unnauffällig zu bleiben.

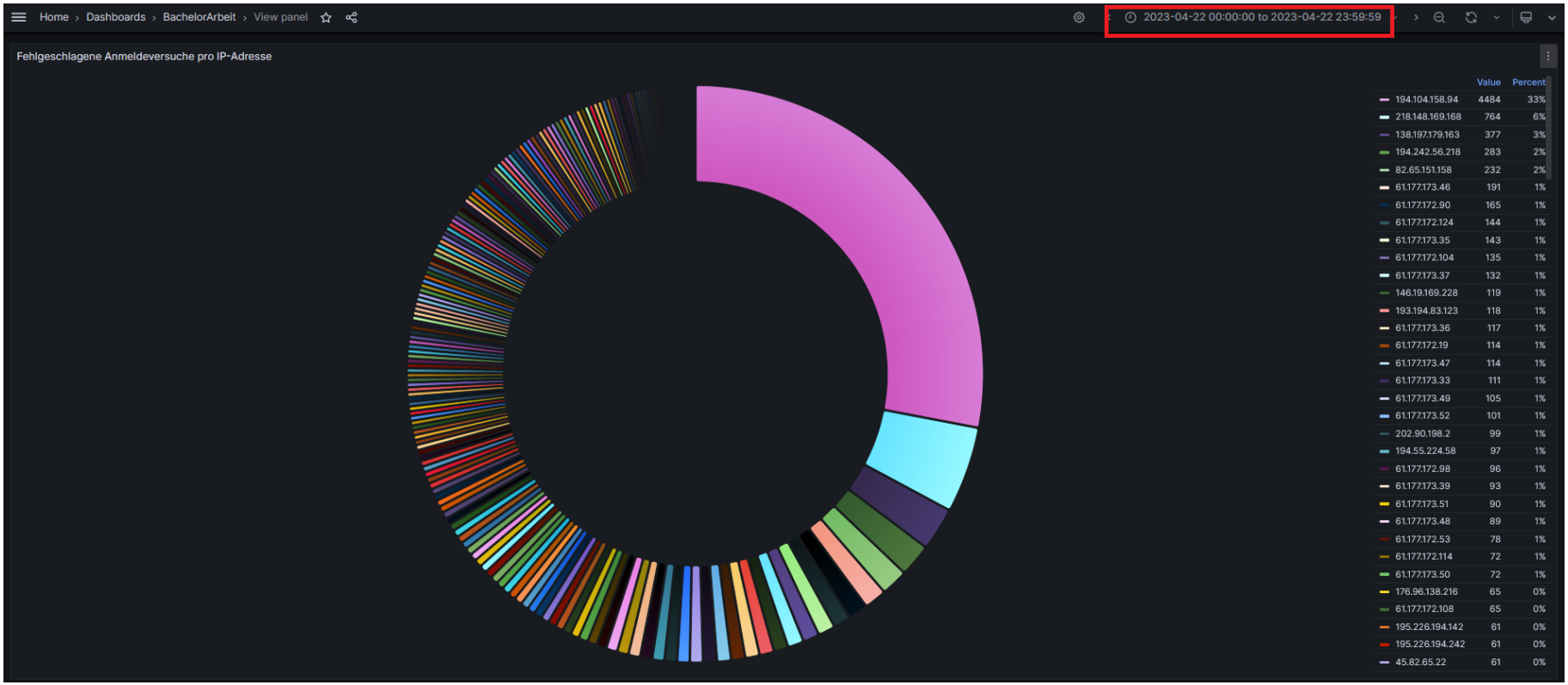


Abbildung 40: Kuchendiagramm von Anzahl fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro IP-Adresse

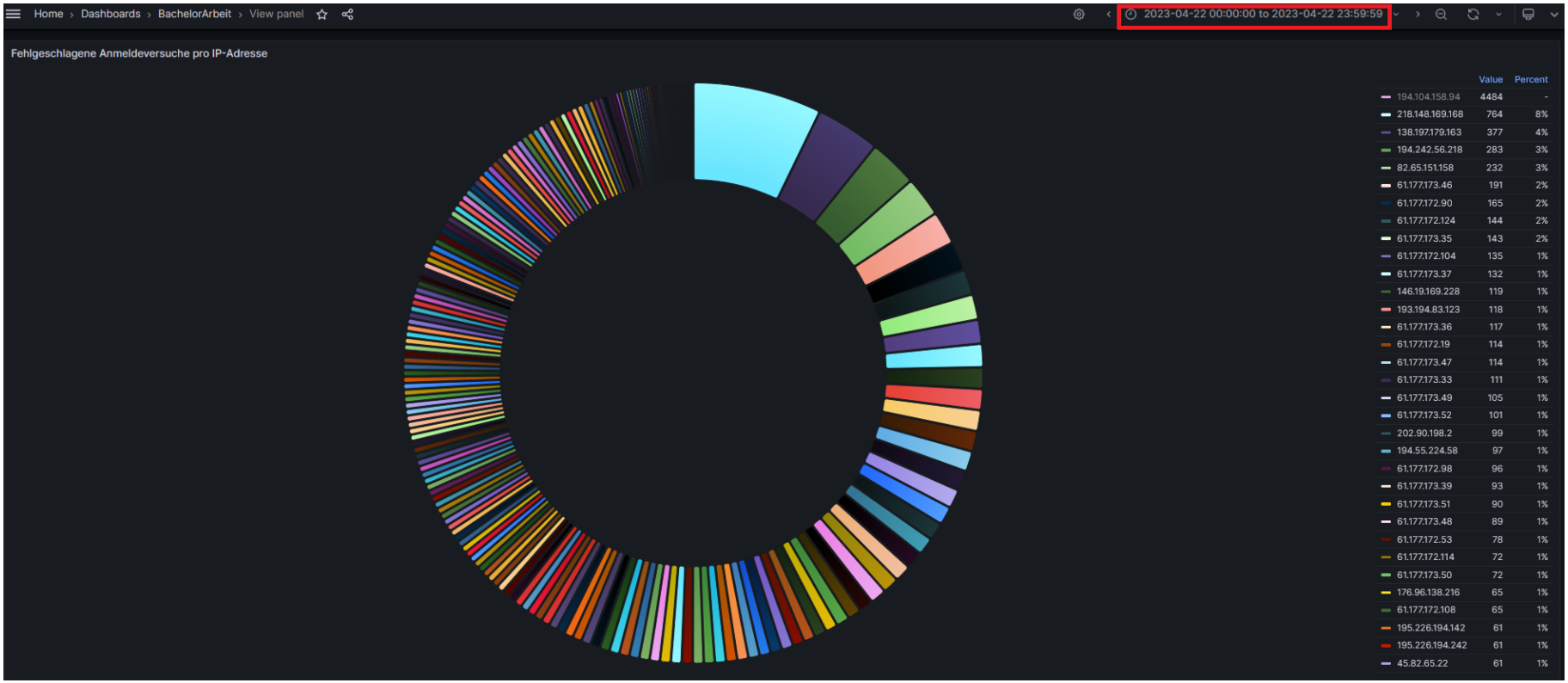


Abbildung 41: Kuchendiagramm von Anzahl fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro IP-Adresse

4.3. Generierung von Warnmeldungen

Mithilfe der oben gezeigten Abfragen generieren wir auch Warnmeldungen mit dem Alerting-Tool von Grafana. Grafana bietet neben Grafiken und anderen visuellen Darstellungen auch eine eigenständige Funktion für das Alerting. Das bedeutet, dass das Alerting-Tool unabhängig von der Visualisierungsfunktionalität von Grafana funktioniert. In der Praxis ist es möglich, Loki allein für Abfragen und Speicherung zu verwenden und Grafana ausschließlich für die Generierung von Warnmeldungen.

Warnmeldungen dienen hauptsächlich der Echtzeitanalyse. Da unsere Logdateien jedoch aus den Monaten März und April 2023 stammen, verschieben wir die Daten in die entsprechenden Monate, um „Echtzeit"-Daten für die Analyse zu simulieren. Dies ermöglicht uns, aktuelle Warnungen und Alarme basierend auf den verschobenen Daten zu generieren. Wir haben unsere Logdateien so angepasst.

```
                    Mar ===> Apr | März ====> April
                    Apr ===> May | April ===> May
              26 Apr ===> 27 May | 26 April ===> 27 May
```

Für unsere Warnmeldung benutzten wir folgende Abfrage:

```
sum by (Source_IP) (count_over_time({job=~"sshlogs"}
|="sshd["
|~": Invalid
|:Connection closed by authenticating user
|: Failed .* user"
| pattern `<_> from <Source_IP> port`
| __error__="" [5m]))
```

Aus dieser Abfrage ermitteln wir die Anzahl der fehlgeschlagenen Anmeldeversuche pro IP-Adresse. Mit einem Zeitfenster von einer Woche lösen wir eine Meldung aus, wenn diese Anzahl den Wert von fünf überschreitet. Diese Schwelle legten wir gemäß der Empfehlung von RedHat (2020) für die Nutzung von SSH-Servern mit dem Tool Fail2ban fest. In Abbildung 42 zeigen wir, wie eine Warnmeldung aussieht. Zudem können wir die Quelladresse des fehlgeschlagenen Anmeldeversuchs erkennen.

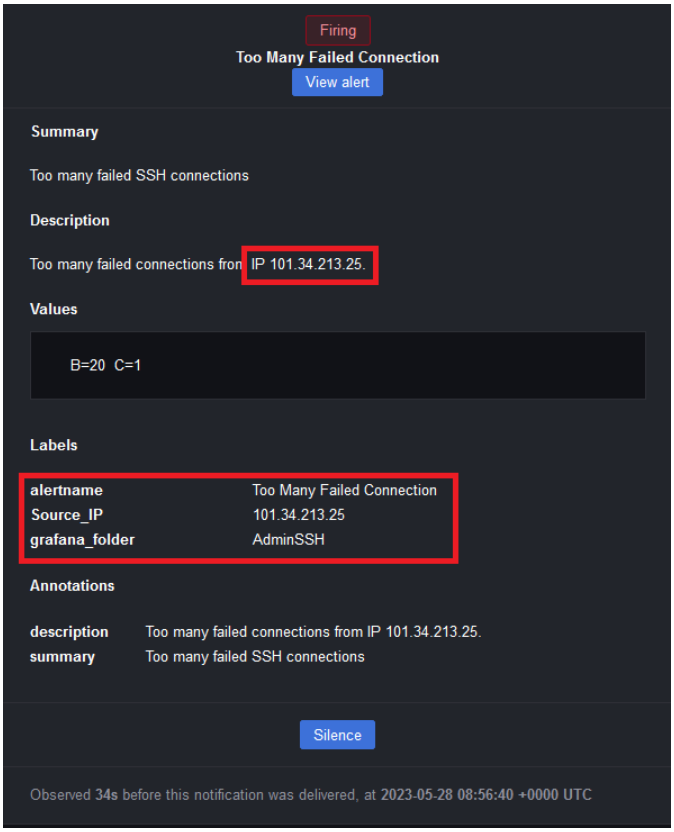


Abbildung 42: Warnmeldung von Grafana über fehlgeschlagenen SSH-Anmeldeversuch

Aus Abbildung 42 können wir sehen, dass das extrahierte Pattern zum „Label“ geworden ist. Dieses kann dann verwendet werden, um eine Textnachrichte in die Warnmeldungen zu schreiben.

4.4. Zusammenfassung der Evaluation

Grafana und ihre integrierten Tools bieten zahlreiche Möglichkeiten, um Daten zu kombinieren, darzustellen und Warnmeldungen zu generieren. Um jedoch die volle Kontrolle und Flexibilität zu nutzen und gezielte Informationen aus den Logdaten zu extrahieren und sie in Grafiken oder Warnmeldungen zu nutzen, ist es wichtig, die Abfragesprache LogQL effektiv einzusetzen, um präzise Abfragen zu erstellen. Diese Präzision ermöglicht es, Logdaten nach bestimmten Kriterien zu filtern, sie zu kombinieren, Aggregationen durchzuführen und weitere Transformationen vorzunehmen.

Ein gründliches Verständnis von Promtail und Loki hilft dabei, die Konfiguration und das Mapping der Logdaten richtig durchzuführen, um nur die erforderlichen Informationen zu extrahieren und zu indizieren. Dadurch wird sichergestellt, dass die Anwendungen effizient arbeiten und die Logabfrage schnell und genau erfolgt.

5. Fazit

5.1. Diskussion der Ergebnisse

In dieser Arbeit emulierten wir, mithilfe von Grafana, Loki und Promtail eine SIEM-Lösung, um Überwachungsmechanismen anhand von Logdateien zu erstellen. In der Tabelle 8 zeigen wir die Rolle jedes verwendeten Tools bei der Erreichung unseres Ziels:

Tool	**Funktionalität**
Promtail	Datensammlung
Loki	Normalisierung und Verarbeitung
Grafana	Berichts- und Grafikgenerierung
Grafana:Alerting	Generierung von Warnmeldungen

Tabelle 8: Verwendete Tools und ihre Hauptfunktionalitäten
Verwendete Tools und ihre Hauptfunktionalitäten

Wir stellen fest, dass die verwendeten Tools eine kosteneffektive Möglichkeit bieten, ein Überwachungssystem zu implementieren. Die Methoden zur Erkennung von Angriffen lassen sich anhand der Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) der Mitre ATT&CK Matrix definieren. Nach der Auswahl eines Angriffs erstellen wir Regelsätze mit der Abfragesprache LogQL in Loki, um Muster zu identifizieren, die auf den ausgewählten Angriff hindeuten. Diese Regelsätze werden dann verwendet, um Warnmeldungen über den Angriff zu generieren und zu versenden.

Zu unsere initialen Ziele:

- Wie können wir ein Log-Analyse-Tool konfigurieren, dass es vordefinierte Angriffe nach der Mitre ATT&CK Matrix automatisch erkennen kann?
- Wie können wir allgemeine Regelsätze definieren, sodass wir sie später für die verschiedene TTP der Mitre ATT&CK Matrix anpassen können?

können wir sagen, dass die Mitre ATT&CK Matrix umfangreiche Informationen anbietet, um präzise Regelsätze zu generieren.

5.2. Herausforderungen

Zu unserem primären Ziel können wir sagen, dass die Mitre ATT&CK-Matrix umfangreiche Informationen bietet, um zielgerichtete Regelsätze zu generieren. Die Erstellung dieser Regelsätze kann jedoch eine der größten Herausforderungen bei der Implementierung darstellen, da die Verwendung der Abfragesprache LogQL viel Zeit in Anspruch nehmen kann. Sobald diese Hürde jedoch überwunden ist, ist es möglich, präzise Regelsätze zu erstellen, um potenzielle Angriffe zu identifizieren. Die Lernkurve für den Aufbau der richtigen Regelsätze kann eine große Herausforderung darstellen, wie auch in unserem Fall.

Da Logdateien aus produktiven Umgebungen eine große Menge an Informationen enthalten, müssen die Regelsätze so definiert werden, dass sie die relevanten Informationen wie IP-Adresse, Portnummer, Zeitfenster und Zeitabstände zwischen Anfragen filtern und nach Angriffsmustern kategorisieren können.

Die zweite große Herausforderung bestand darin, die richtigen Einstellungen und Funktionen von Promtail, Loki und Grafana zu verwenden. Das Beherrschen dieser Elemente kann dazu beitragen, dass die Anwendungen reibungslos funktionieren und vertrauenswürdige Ergebnisse liefern.

Die korrekte Konfigurierung von Promtail, besonders von „scrape_configs“, begünstigt die Extrahierung spezifischer Informationen und die Generierung präziser „Labels“. Das Verständnis über die vielfältigen Funktionalitäten von Grafana trägt dazu bei, dass die ausgegebenen Daten die notwendigen Informationen enthalten, um den Entscheidungsprozess zu erleichtern. Die richtigen Einstellungen gewährleisten eine fehlerfreie Nutzung der Anwendungen und erleichtert ihre Skalierbarkeit. In diesem Fall können sowohl die offizielle Dokumentation als auch die offiziellen Forenbeiträge dazu beitragen, die Tools richtig zu konfigurieren.

Letztendlich sind „Labels“ wichtige Elemente bei Grafana, Loki und Promtail. Die richtige Indizierung spielt eine entscheidende Rolle für die Leistung der Anwendung. Die Verwendung vieler „Labels“ erfordert hohe Rechenkapazität und kann auch zu fehlerhaften Ergebnissen führen. Die Rechenkapazität muss ebenfalls angepasst werden, um Abstürzen wegen steigenden Anfragen (siehe Abbildung 12 auf Seite 20) zu vermeiden.

5.3. Zukünftige Forschung

Dieser Arbeit ermöglicht eine Weiterentwicklung in verschiedenen Bereichen:

- **Abdeckung vielen möglichen Cyberangriffen mit neuen Regelsätze und Dashboards**:

Mit der Nutzung der Taktiken, Techniken, Prozeduren (TTP) der Mitre ATT&CK Matrix ist es möglich, Regelsätze in LogQL für andere Cyberangriffe aufzubauen und dadurch Logdateien aus verschiedenen Systemen und Anwendungen zu verwenden. Mit anderen Regelsätzen ist es möglich umfassende Sicherheit für produktive Umgebungen zu bieten, indem mehr Uses Cases abgedeckt werden, um Angriffe zu erkennen. Zur Unterstützung bietet Grafana in ihrer offiziellen Webseite bereits kundenspezifische Dashboards an, die verwendet und an die jeweilige Situation angepasst werden können.

- **Beherschung der Tools: Promtail, Loki und Grafana**:

Grafana, Loki und Promtail bieten in ihrer Konfiguration verschiedenen Möglichkeiten, um Informationen von Logdateien zu extrahieren, zu filtern und zu analysieren. Eine tiefe Beherrschung von „scrape_configs“ von Promtail trägt dazu bei, Logdateien zu erkennen und wichtige Informtionen direkt zu filtern, ohne das weitere Abfragen notwendig sind, indem auch Leistung gespart wird. Eine Weiterarbeit mit der Abfragesprache LogQL hilft dabei, präzise und effizieren Abfrage aufzubauen, um bessere Grafiken und/oder Warnmeldung zu genieren. Zusätzlich kann die vielfältigen Funktionalitäten von Grafana dabei unterstützen, zuverlässige Grafiken und Tabellen zu generieren, um nützliche

Informationen aus den Logdateien grafisch darzustellen. Die Beherrschung dieses Tool stellt auch eine mögliche und vielversprechende weitere Recherche dar.

- **Umfangreiche Beobachtbarkeit mit den Tools der *Grafana Ecosystem***:

Die Tools um den *Grafana Ecosystem* bieten viele Möglichkeiten, um eine deutliche und akkurate Beobachtbarkeit eines Systems durchzuführen. Wenn kombiniert, ermöglichen sie eine holistische Analyse von Log- und Messdaten und Ablaufverfolgung. Die kombinierte Implementierung in einer produktiven Umgebung kann dazu beitragen, die Sicherheit eines Systems auch bei skalierbaren Umgebungen zu verbessern. Eine Recherche in dieser Richtung hat auch die Möglichkeit, positive Ergebnisse zu liefern.

- **Automatische Antworten auf mögliche Cyberangriffen**:

Eine umfangreiche SIEM-Lösung bietet laut Mohammed et al. (2021) die wichtigsten Informatinen, um Angriffe zu erkennen. Die Sicherheitsanalyse stoppt jedoch nicht in der Erkennung, sondern verlangt Handlungen, um laufende Angriffe zu stoppen oder potenzielle zu verhindern. Die Entwicklung oder die Integration von existierenden Tools, um automatisch gegen Cyberangriffe zu handeln, stellen auch eine mögliche Perspektive für zukünftige Recherche dar.

- **Nutzung von KI**:

Moderne Angriffe haben heutzutage einen dynamischen Aspekt, der sich an die Umgebung anpasst, insbesondere durch die fortschreitende Entwicklung von Künstliche Intelligenz (KI) (Guembe et al., 2022). KI kann zur Automatisierung von Aufgaben oder zur effizienten Datenanalyse eingesetzt werden. Für die Weiterentwicklung dieser Arbeit kann KI eine Unterstützung bei dem Aufbau von performanteren Regelsätzen bieten, um zuverlässiger und effizienter Log-Analyse zu gestalten.

Diese Möglichkeiten zusammen oder getrennt könnten dazu beitragen, einen sicheren Netzwerkverkehr zu gewährleisten.

Literaturverzeichnis

Advani, S., Mridul, M., Vij, P. S. R., Agarwal, M., and A., L. P. (2020). Iot data analytics pipeline using elastic stack and kafka. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 8:144–148.
https://www.ijarcce.com/upload/2016/april-16/IJARCCE%2013.pdf. Zugriff am 07.03.2023.

Anand, A. (2023). Loki vs elasticsearch - which tool to choose for log analytics?
https://signoz.io/blog/loki-vs-elasticsearch/. Zugriff am 18.05.2023.

at (2022). Abfragesprache.
https://www.alexanderthamm.com/de/data-science-glossar/abfragesprache/. Zugriff am 08.04.2023.

AT&T Cybersecurity (2022). Alienvault ossim.
https://cybersecurity.att.com/products/ossim. Zugriff am 05.03.2023.

Ba, M. H. N., Bennett, J., Gallagher, M., and Bhunia, S. (2021). A case study of credential stuffing attack: Canva data breach. In *2021 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, pages 735–740.
https://doi.org/10.1109/CSCI54926.2021.00187. Zugriff am 26.03.2023.

Better Stack Team (2023). Grafana vs Kibana: How to Choose in 2023.
https://betterstack.com/community/comparisons/grafana-vs-kibana/. Zugriff am 18.05.2023.

BSI (2021). Zweites Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (IT-Sicherheitsgesetz 2.0).
https://www.bsi.bund.de/DE/Das-BSI/Auftrag/Gesetze-und-Verordnungen/IT-SiG/2-0/it_sig-2-0_node.html. Zugriff am 04.03.2023.

CBNINSIGHTS (2020). Alienvault.
https://www.cbinsights.com/company/alienvault. Zugriff am 05.03.2023.

Centers for Disease Control and Prevention (2016). Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA).
https://www.pcicomplianceguide.org/faq/. Zugriff am 04.03.2023.

Chai, W. and Ferguson, K. (2021). What is HTTP?
https://www.techtarget.com/whatis/definition/HTTP-Hypertext-Transfer-Protocolk. Zugriff am 17.04.2023.

Collins, C., Dennehy, D., Conboy, K., and Mikalef, P. (2021). Artificial intelligence in information systems research: A systematic literature review and research agenda. *International Journal of Information Management*, 60:102383.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401221000761. Zugriff am 21.02.2023.

comparitech (2023). The Best SIEM Tools for 2023 Vendors & Solutions Ranked.
https://www.comparitech.com/net-admin/siem-tools/. Zugriff am 05.03.2023.

DevInsider (2021). Was ist distributed tracing?
https://www.dev-insider.de/was-ist-distributed-tracing-a-17a5fcbe722ca868e1f393fd6c35bbbb/. Zugriff am 05.03.2023.

Dorigo, S. (2012). Security Information and Event Management. Master's thesis, Radboud University Nijmegen.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiNu-XkhsD9AhV4FzQIHdMkBWYQFnoECCYQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ru.nl%2Fpublish%2Fpages%2F769526%2Fthesissanderdorigo.pdf&usg=AOvVaw3oPn4KBFwgJwexoXZ1Be40. Zugriff am 03.03.2023.

Douglis, F. and Nieh, J. (2019). Microservices and containers. *IEEE Internet Computing*, 23(6):5–6.
https://doi.org/10.1109/MIC.2019.2955784. Zugriff am 236.03.2023.

Ecma, E. (2017). ECMA-404 - The JSON Data Interchange Syntax.
https://www.ecma-international.org/publications-and-standards/standards/ecma-404/. Zugriff am 18.05.2023.

elastic (2015). Query DSL.
https://www.elastic.co/guide/en/elasticsearch/reference/current/query-dsl.html#query-dsl. Zugriff am 18.05.2023.

elastic (2021). *FAQ on 2021 License Change*.
https://www.elastic.co/pricing/faq/licensing. Zugriff am 26.03.2023.

elastic (2022). *Elastic Docs*.
https://www.elastic.co/guide/en/welcome-to-elastic/current/new.html. Zugriff am 5.02.2023.

European Comission (2015). SIEM design and development.
https://cordis.europa.eu/project/id/644425. Zugriff am 05.03.2023.

Fail2ban (2016). Fail2ban.
https://www.fail2ban.org/wiki/index.php/Main_Page. Zugriff am 01.06.2023.

Fortinet (2016). Fortinet Announces Acquisition of AccelOps .
https://www.fortinet.com/corporate/about-us/newsroom/press-releases/2016/fortinet-announces-acquisition-of-accelops. Zugriff am 06.03.2023.

Fortinet (2018). Key Concepts.
https://help.fortinet.com/fsiem/5-1-2/Online-Help/HTML5_Help/Key_concepts.htm. Zugriff am 18.05.2023.

Fortinet (2020). FortiSIEM Reference Architecture.
https://www.fortinet.com/content/dam/maindam/PUBLIC/02_MARKETING/02_Collateral/DeploymentGuide/dg-fortisiem-reference-architecture.pdf. Zugriff am 06.03.2023.

Fortinet (2022). FortiSIEM Solutions.
https://www.fortinet.com/products/siem/fortisiem. Zugriff am 06.03.2023.

Fu, F. (2018). Chapter six - design and analysis of complex structures. In *Design and Analysis of Tall and Complex Structures*, pages 177–211. Butterworth-Heinemann. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008101018100006X. Zugriff am 06.03.2023.

Grafana Labs (2016a). Dashboard anything. Observe everything. https://grafana.com/grafana/. Zugriff am 12.03.2023.

Grafana Labs (2016b). Grafana Loki documentation. https://grafana.com/docs/loki/latest/fundamentals/overview/. Zugriff am 10.05.2023.

Grafana Labs (2019). Alerting. https://grafana.com/docs/grafana/latest/alerting/. Zugriff am 21.04.2023.

Grafana Labs (2020a). About Grafana Tempo. https://grafana.com/oss/tempo/. Zugriff am 11.05.2023.

Grafana Labs (2020b). Getting started. https://grafana.com/docs/loki/latest/getting-started/. Zugriff am 09.04.2023.

Grafana Labs (2020c). Grafana Loki HTTP API. https://grafana.com/docs/loki/latest/api/. Zugriff am 17.04.2023.

Grafana Labs (2020d). Loki - configuration. https://grafana.com/docs/loki/latest/configuration/. Zugriff am 23.05.2023.

Grafana Labs (2020e). Promtail. https://grafana.com/docs/loki/latest/clients/promtail/. Zugriff am 11.05.2023.

Grafana Labs (2020f). Promtail - configuration. https://grafana.com/docs/loki/latest/clients/promtail/configuration/. Zugriff am 23.05.2023.

Grafana Labs (2021a). Alertmanager. https://grafana.com/docs/grafana/latest/alerting/manage-notifications/alertmanager/. Zugriff am 21.04.2023.

Grafana Labs (2021b). Grafana loki documentation - fundamentals - architecture - components. https://grafana.com/docs/loki/latest/fundamentals/architecture/components//. Zugriff am 24.05.2023.

Grafana Labs (2021c). LogQL: Log query language. https://grafana.com/docs/loki/latest/logql/. Zugriff am 14.04.2023.

Grafana Labs (2021d). What is opentelemetry? https://grafana.com/oss/opentelemetry/. Zugriff am 17.04.2023.

Grafana Labs (2022a). Dashboard anything. Observe everything. https://grafana.com/logs/. Zugriff am 12.03.2023.

Grafana Labs (2022b). Grafana Agent.
https://grafana.com/docs/agent/latest/. Zugriff am 17.04.2023.

Grafana Labs (2022c). How to send logs to grafana loki with the opentelemetry collector using fluent forward and filelog receivers.
https://grafana.com/blog/2022/06/23/how-to-send-logs-to-grafana-loki-with-the-opentelemetry-collector-using-fluent-forward-and-filelog-receivers/. Zugriff am 17.04.2023.

Grafana Labs (2022d). What is Grafana Mimir?
https://grafana.com/docs/loki/latest/logql/. Zugriff am 21.04.2023.

Grafana Labs (2022e). What is Grafana Phlare?
https://grafana.com/oss/phlare/. Zugriff am 11.05.2023.

Grafana Labs (2023a). Grafana Loki (Version 2.8.2).
https://github.com/grafana/loki. Zugriff am 18.05.2023.

Grafana Labs (2023b). Grafana (Version 9.5.2).
https://github.com/grafana/grafana. Zugriff am 18.05.2023.

Granadillo, G., González-Zarzosa, S., and Diaz, R. (2021). Security Information and Event Management (SIEM): Analysis, Trends, and Usage in Critical Infrastructures. *Sensors*, 21:4759.
https://www.mdpi.com/1424-8220/21/14/4759. Zugriff am 21.02.2023.

Guembe, B., Azeta, A., Misra, S., Osamor, V. C., Fernandez-Sanz, L., and Pospelova, V. (2022). The emerging threat of ai-driven cyber attacks: A review. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1):2037254.
https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08839514.2022.2037254. Zugriff am 14.05.2023.

Gómez, E. C. F., Almeida, O. X. B., and Gamboa, L. M. A. (2022). Analysis of centralized computer security systems through the alienvault ossim tool. *Ecuadorian Science Journal*, 6(1):23–31.
https://journals.gdeon.org/index.php/esj/article/view/181. Zugriff am 03.03.2023.

Harmes, T. (2023). It-sicherheitsgesetz 2.0.
https://rz10.de/knowhow/it-sicherheitsgesetz-2-0/. Zugriff am 04.03.2023.

Hazel, T. (2021). How To Use the MITRE ATT&CK Framework.
https://www.chaossearch.io/blog/how-to-use-mitre-attck-framework. Zugriff am 26.03.2023.

Höfling, M. J. (2022). Was ist opentelemetry?
https://www.datacenter-insider.de/was-ist-opentelemetry-a-e6c095b313e36269b752d760b2438bb2/. Zugriff am 12.05.2023.

IBM (2020). What is an api (application programming interface)?
https://www.ibm.com/topics/api. Zugriff am 17.04.2023.

Ibrokhimov, S., Hui, K. L., Al-Absi, A. A., hoon jae lee, and Sain, M. (2019). Multi-Factor Authentication in Cyber Physical System: A State of Art Survey. In *2019 21st International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, pages 279–284. https://doi.org/10.23919/ICACT.2019.8701960, Zugriff am 26.03.2023.

IT-Service.Network (2020). Was ist ein plug-in? https://www.hhs.gov/hipaa/for-professionals/privacy/index.html. Zugriff am 04.03.2023.

itsnotv (2022). Grafana dashboard shows "too many outstanding requests" after upgrade to v2.4.2 #5123. GitHub forum. https://github.com/grafana/loki/issues/5123. Zugriff am 21.05.2023.

Jain, U. (2018). *Lateral Movement Detection Using ELK Stack*. PhD thesis, University of Houston. https://uh-ir.tdl.org/handle/10657/3109. Zugriff am 07.03.2023.

Janiesch, C., Zschech, P., and Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3):685–695. https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2. Zugriff am 13.03.2023.

Jog, Y. (2020). Security Information and Event Management (SIEM). https://www.linkedin.com/pulse/security-information-event-management-siem-yatin-jog. Zugriff am 04.03.2023.

Kali (2019). Kali inside virtualbox (guest vm). https://www.kali.org/docs/virtualization/install-virtualbox-guest-vm/. Zugriff am 02.04.2023.

Kali (2022a). Hydra. https://www.kali.org/tools/hydra/. Zugriff am 02.04.2023.

Kali (2022b). What is kali linux & kalis features. https://www.kali.org/docs/introduction/. Zugriff am 02.04.2023.

Kazarov, A., Avolio, G., Chitan, A., and Mineev, M. (2018). Experience with splunk for archiving and visualisation of operational data in atlas tdaq system. *Journal of Physics: Conference Series*, 1085:32052. http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1085/3/032052. Zugriff am 04.03.2023.

Kray, M. (2022). Top 5 Open-Source Log Shippers (alternatives to Logstash) in 2022 . https://dev.to/max_kray/top-5-open-source-log-shippers-alternatives-to-logstash-in-2022-5f24. Zugriff am 18.05.2023.

Manases, L. and Zinca, D. (2022). Automation of network traffic monitoring using docker images of snort3, grafana and a custom api. In *2022 21st RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet)*, pages 1–4. https://doi.org/10.1109/RoEduNet57163.2022.9921063. Zugriff am 13.03.2023.

Martin, L. (2018). The cyber kill chain. https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/cyber/cyber-kill-chain.html. Zugriff am 12.03.2023.

Maymi, F., Bixler, R., Jones, R., and Lathrop, S. (2017). Towards a definition of cyberspace tactics, techniques and procedures. In *2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pages 4674–4679. http://dx.doi.org/10.1109/BigData.2017.8258514. Zugriff am 09.05.2023.

Microsoft Security (2022). Endpoints defined. https://www.microsoft.com/en-us/security/business/security-101/what-is-an-endpoint. Zugriff am 12.03.2023.

Mikalauskas, E. (2023). Rockyou2021: largest password compilation of all time leaked online with 8.4 billion entries. https://cybernews.com/security/rockyou2021-alltime-largest-password-compilation-leaked/. Zugriff am 02.04.2023.

Miller, J. (2021). Is Elastic STACK (ELK) the best SIEM option? https://www.bitlyft.com/resources/is-elk-the-best-siem-option#:~:text=The%20ELK%20stack%20is%20a,system%20from%20a%20system%20provider. Zugriff am 07.03.2023.

MITRE ATT&CK (2018a). Frequently Asked Questions. https://attack.mitre.org/resources/faq/. Zugriff am 12.03.2023.

MITRE ATT&CK (2018b). Getting Started. https://attack.mitre.org/resources/getting-started/. Zugriff am 26.03.2023.

MITRE ATT&CK (2020). Brute Force. https://attack.mitre.org/techniques/T1110/. Zugriff am 26.03.2023.

Mohammed, S. A., Mohammed, A. R., Côté, D., and Shirmohammadi, S. (2021). A machine-learning-based action recommender for network operation centers. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 18(3):2702–2713. https://doi.org/10.1109/TNSM.2021.3095463. Zugriff am 20.02.2023.

Mohanan, R. (2022). What Is Security Information and Event Management (SIEM)? Definition, Architecture, Operational Process, and Best Practices. https://www.spiceworks.com/it-security/vulnerability-management/articles/what-is-siem/. Zugriff am 26.02.2023.

Nabil, M., Soukainat, S., Lakbabi, A., and Ghizlane, O. (2017). SIEM selection criteria for an efficient contextual security. In *2017 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)*, pages 1–6. https://doi.org/10.1109/ISNCC.2017.8072035. Zugriff am 26.02.2023.

Nexcess (2022). Open source vs. proprietary: Which is better? https://www.nexcess.net/blog/open-source-vs-proprietary/. Zugriff am 26.02.2023.

NIST (2020a). About nist. https://www.nist.gov/about-nist. Zugriff am 19.02.2023.

NIST (2020b). Cyber attacke. https://csrc.nist.gov/glossary/term/Cyber_Attack. Zugriff am 19.02.2023.

NIST (2020c). False positive.
https://csrc.nist.gov/glossary/term/false_positive. Zugriff am 05.03.2023.

NIST (2020d). Glossary.
https://csrc.nist.gov/glossary/. Zugriff am 19.02.2023.

Open Source Initiative (2007). The Open Source Definition (Annotated).
https://opensource.org/definition/. Zugriff am 17.02.2023.

OpenTelemetry (2023). Opentelemetry.
https://opentelemetry.io/. Zugriff am 12.05.2023.

packt (2019). What is elk stack?
https://subscription.packtpub.com/book/big-data-and-business-intelligence/9781788831031/1/ch01lvl1sec10/what-is-elk-stack. Zugriff am 07.03.2023.

Polinowski, M. (2019). What is elk stack?
https://mpolinowski.github.io/docs/DevOps/Provisioning/2021-04-07--loki-prometheus-grafana/2021-04-07/. Zugriff am 09.04.2023.

Prelude SIEM (2018). Prelude SIEM: Smart Security.
https://www.prelude-siem.com/en/prelude-siem-en/. Zugriff am 05.03.2023.

Prelude SIEM (2020). *Prelude Documentation: version 5.2.*
https://www.prelude-siem.org/docs/5.2/en/. Zugriff am 06.03.2023.

Prelude Team (2007). *Manual User.*
https://www.prelude-siem.org/projects/prelude/wiki/. Zugriff am 06.03.2023.

Project, T. (2021). Thehive - a 4-in-1 security incident response platform.
https://thehive-project.org/. Zugriff am 21.04.2023.

Prometheus (2015). Jobs and instances.
https://prometheus.io/docs/concepts/jobs_instances/. Zugriff am 08.05.2023.

Prometheus (2016). Documentation.
https://prometheus.io/docs/introduction/overview/. Zugriff am 14.04.2023.

Qusef, A. and Hassan, M. (2018). Power of using regular expression patterns in software coding standards quality control. In *2018 International Arab Conference on Information Technology (ACIT)*, pages 1–7.
https://doi.org/10.1109/ACIT.2018.8672682. Zugriff am 09.04.2023.

Radoglou-Grammatikis, P., Sarigiannidis, P., Iturbe, E., Rios, E., Martinez, S., Sarigiannidis, A., Eftathopoulos, G., Spyridis, Y., Sesis, A., Vakakis, N., Tzovaras, D., Kafetzakis, E., Giannoulakis, I., Tzifas, M., Giannakoulias, A., Angelopoulos, M., and Ramos, F. (2021). Spear siem: A security information and event management system for the smart grid. *Computer Networks*, 193:108008.
https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.108008. Zugriff am 03.03.2023.

Ramírez Tomás, I. (2018). *Implementación de un sistema de gestión de eventos de seguridad en una empresa de tamaño medio.* PhD thesis, Universitat Politècnica de València.

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/109765/Ram%c3%adrez%20-%20Implementaci%c3%b3n%20de%20un%20sistema%20de%20gesti%c3%b3n%20de%20eventos%20de%20seguridad%20en%20una%20empresa%20de%20tama%c3%b1....pdf?sequence=1&isAllowed=y. Zugriff am 06.03.2023.

RedHat (2020). Linux security: Protect your systems with fail2ban. https://www.redhat.com/sysadmin/protect-systems-fail2ban. Zugriff am 01.06.2023.

redhat (2022). What is grafana? https://www.redhat.com/en/topics/data-services/what-is-grafana. Zugriff am 13.03.2023.

Roser, M., Ritchie, H., and Ortiz-Ospina, E. (2015). Internet. *Our World in Data*. https://ourworldindata.org/internet. Zugriff am 17.02.2023.

Salinger, N. (2021). Introduction to Continuous Profiling. https://granulate.io/blog/introduction-to-continuous-profiling/. Zugriff am 11.05.2023.

Savic, D., da Silva, A. R., Vlajic, S., Lazarevic, S., Stanojevic, V., Antovic, I., and Milic, M. (2012). Use case specification at different levels of abstraction. In *2012 Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology*, pages 187–192. https://doi.org/10.1109/QUATIC.2012.64. Zugriff am 12.03.2023.

Selvaganesh, M., Karthi, P., Kumar, V. A. N., and Moorthy, S. R. P. (2022). Efficient brute-force handling methodology using indexed-cluster architecture of splunk. In *2022 International Conference on Electronics and Renewable Systems (ICEARS)*, pages 697–701. https://doi.org/10.1109/ICEARS53579.2022.9752323. Zugriff am 12.03.2023.

Setter, M. (2015). Logfmt: A Log Format That's Easy To Read and Write. https://www.cloudbees.com/blog/logfmt-a-log-format-thats-easy-to-read-and-write. Zugriff am 10.04.2023.

silicon.de (2022). Das beliebteste deutsche Passwort 2022 lautet: 123456. https://www.silicon.de/41703603/das-beliebteste-deutsche-passwort-2022-lautet-123456. Zugriff am 02.04.2023.

Sowmya, G. V., Jamuna, D., and Reddy, M. V. K. (2012). Blocking of Brute Force Attack. *International journal of engineering research and technology*, 1.

Splunk (2015a). Splunk Enterprise Security. https://www.splunk.com/en_us/products/enterprise-security.html. Zugriff am 12.03.2023.

Splunk (2015b). The splunk platform enables end-to-end visibility from edge to cloud. https://www.splunk.com/en_us/products/splunk-enterprise.html. Zugriff am 03.05.2023.

Splunk (2022a). Use Cases.

https://docs.splunk.com/Documentation/ES/7.1.0/Usecases/Overview. Zugriff am 12.03.2023.

Splunk (2022b). What Is Security Information and Event Management (SIEM)? https://www.splunk.com/en_us/data-insider/what-is-siem.html. Zugriff am 12.03.2023.

Su, T.-J., Wang, S.-M., Chen, Y.-F., and Liu, C.-L. (2016). Attack detection of distributed denial of service based on splunk. In *2016 International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering (ICAMSE)*, pages 397–400. https://doi.org/10.1109/ICAMSE.2016.7840355. Zugriff am 12.03.2023.

Swathi, K. (2022). Brute Force Attack on Real World Passwords. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 3(11):552–558. https://www.ijrpr.com/archive.php?volume=3&issue=11. Zugriff am 26.02.2023.

Tanenbaum, A. S. (2009). *Moderne Betriebssysteme*. Pearson, München.

Tanenbaum, A. S. and Wetherall, D. (2011). *Computer Networks*. Prentice Hall, München, 5 edition.

techopedia (2015). Security Event Management. https://www.techopedia.com/definition/25763/security-event-management. Zugriff am 03.03.2023.

techopedia (2022). Security Information Management (SIM). https://www.techopedia.com/definition/25763/security-event-management. Zugriff am 03.03.2023.

Tozzi, C. (2022). The 3 pillars of observability: Logs, metrics and traces. https://www.techtarget.com/searchitoperations/tip/The-3-pillars-of-observability-Logs-metrics-and-traces. Zugriff am 24.05.2023.

tutorialspoint (2009). HTTP - Methods. https://www.tutorialspoint.com/http/http_methods.htm. Zugriff am 17.04.2023.

Ubuntu (2023a). Get Ubuntu Server. https://ubuntu.com/download/server. Zugriff am 31.03.2023.

Ubuntu (2023b). Ubuntu. https://ubuntu.com/. Zugriff am 31.03.2023.

U.S. Department of Health & Human Services (2016). The HIPAA Privacy Rule. https://www.hhs.gov/hipaa/for-professionals/privacy/index.html. Zugriff am 04.03.2023.

Vault, A. (2019). AlienVault USM Anywhere. https://www.unifiedthreatworks.com/datasheets/DS-USM-Anywhere.pdf. Zugriff am 10.05.2023.

Veeramachaneni, G. (2018). Loki: Prometheus-inspired, open source logging for cloud natives. https://grafana.com/blog/2018/12/12/loki-prometheus-inspired-open-sourc

e-logging-for-cloud-natives/. Zugriff am 24.05.2023.

Vielberth, M. (2021). *Encyclopedia of Cryptography, Security and Privacy*, chapter Security Operations Center (SOC), pages 1–3. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-27739-9_1680-1. Zugriff am 04.03.2023.

VoidQuark (2022). Parsing SSH Logs with Grafana Loki. https://voidquark.com/parsing-ssh-logs-with-grafana-loki/. Zugriff am 10.04.2023.

Wang, Y.-T., Yang, C.-T., Kristiani, E., and Chan, Y.-W. (2019). The implementation of wi-fi log analysis system with elk stack. In *Frontier Computing*, pages 246–255, Singapore. Springer Singapore. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-3648-5_28. Zugriff am 07.03.2023.

Welch, E. (2020). The concise guide to labels in loki. https://grafana.com/blog/2020/08/27/the-concise-guide-to-labels-in-loki/. Zugriff am 19.05.2023.

Wendzel, S. (2018). *IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke*. Springer Vieweg, Wiesbaden.

Yigal, A. (2013). Grafana vs. Kibana: The Key Differences to Know. https://logz.io/blog/grafana-vs-kibana/. Zugriff am 18.05.2023.

Ödegaard, T. (2019). The (Mostly) Complete History of Grafana UX. https://grafana.com/blog/2019/09/03/the-mostly-complete-history-of-grafana-ux/. Zugriff am 13.03.2023.

Łukasz Korzeniowski and Goczyła, K. (2022). Landscape of automated log analysis: A systematic literature review and mapping study. *IEEE Access*, 10:21892–21913. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3152549. Zugriff am 12.03.2023.

A. Originalle Einstellungsdateien

A.1. Loki

```
auth_enabled: false

server:
  http_listen_port: 3100
  grpc_listen_port: 9096

common:
  instance_addr: 127.0.0.1
  path_prefix: /tmp/loki
  storage:
    filesystem:
      chunks_directory: /tmp/loki/chunks
      rules_directory: /tmp/loki/rules
  replication_factor: 1
  ring:
    kvstore:
      store: inmemory

query_range:
  results_cache:
    cache:
      embedded_cache:
        enabled: true
        max_size_mb: 100

schema_config:
  configs:
    - from: 2020-10-24
      store: boltdb-shipper
      object_store: filesystem
      schema: v11
      index:
        prefix: index_
        period: 24h

ruler:
  alertmanager_url: http://localhost:9093
```

A.2. Promtail

```
server:
  http_listen_port: 9080
  grpc_listen_port: 0

positions:
  filename: /tmp/positions.yaml

clients:
  - url: http://loki:3100/loki/api/v1/push

scrape_configs:
- job_name: system
  static_configs:
  - targets:
      - localhost
    labels:
      job: varlogs
      __path__: /var/log/*log
```

B. Angepasste Einstellungsdateien

Unten befindet sich die angepassten Konfigurationsdateien (Polinowski, 2019):

B.1. Loki

```
auth_enabled: false

server:
  http_listen_port: 3100
  grpc_listen_port: 9096

common:
  instance_addr: 127.0.0.1
  path_prefix: /tmp/loki
  storage:
    filesystem:
      chunks_directory: /tmp/loki/chunks
      rules_directory: /tmp/loki/rules
  replication_factor: 1
  ring:
    kvstore:
      store: inmemory

query_range:
  parallelise_shardable_queries: true
  results_cache:
    cache:
      embedded_cache:
        enabled: true
        max_size_mb: 100

frontend:
  max_outstanding_per_tenant: 10000

limits_config:
  reject_old_samples: false
  split_queries_by_interval: 15m
  max_query_parallelism: 32

querier:
  max_concurrent: 2048
query_scheduler:
  max_outstanding_requests_per_tenant: 10000

schema_config:
  configs:
    - from: 2020-10-24
      store: boltdb-shipper
      object_store: filesystem
      schema: v11
      index:
        prefix: index_
        period: 24h

ruler:
  alertmanager_url: http://localhost:9093
```

B.2. Promtail

```
---
server:
  http_listen_port: 9080
  grpc_listen_port: 0

positions:
  filename: /tmp/positions.yaml

clients:
  - url: http://loki:3100/loki/api/v1/push
    tenant_id: tenant1

scrape_configs:
- job_name: sshlogs
  pipeline_stages:
  - match:
      selector: '{job="sshlogs"}'
      action: keep
      stages:
      - regex:
      expression: '^(?P<time>[A-Za-z]{3}\s{1,2}\d{1,2}\s\d{2}:\d{2}:\d
      {2}).*from.(?P<sourceIP>(?:25[0-5]|(?:2[0-4]|1\d|[1-9]|)\d)\.(?:
      25[0-5]|(?:2[0-4]|1\d|[1-9]|)\d)\.(?:25[0-5]|(?:2[0-4]|1\d|[1-9]
      |)\d)\.(?:25[0-5]|(?:2[0-4]|1\d|[1-9]|)\d))'
  - labels:
      sourceIP: ${sourceIP}
  - timestamp:
      format: "Jan _2 15:04:05"
      source: time
      location: "Europe/Berlin"
  decompression:
    enabled: true
    initial_delay: 15s
    format: gz
  static_configs:
  - targets:
      - loki
    labels:
      job: sshlogs
      #env: voidquart
      instance: Opfersystem1
      __path__: /opt/*.gz
```

B.3. Docker Compose Datei

```
version: "3"

networks:
  loki:

services:
  loki:
    image: grafana/loki:2.4.1
    volumes:
      -  ${PWD}/loki-config.yaml:/etc/loki/loki-config.yaml
    ports:
      - "3100:3100"
    command: -config.file=/etc/loki/local-config.yaml
    networks:
      - loki

  promtail:
    image: grafana/promtail:2.8.2
    container_name: Opfersystem1
    volumes:
      - ${PWD}/promtail-local-config_opfer1.yaml:/etc/promtail/promtail
      -config.yaml
      - ${PWD}/temp/:/opt/
    command: -config.file=/etc/promtail/promtail-config.yaml
             -config.expand-env=true
             #-querier.max-outstanding-requests-per-tenant= 2048
    networks:
      - loki

  grafana:
    image: grafana/grafana:latest
    ports:
      - "3000:3000"
    networks:
      - loki
```

C. Einstellungsdateien für die Warnmeldung in Grafana

Unten befindet sich unser Regel für die Generierung von Warnmeldungen in Fälle eines Brute-Force Angriffes gegen SSH Server.

```
apiVersion: 1
groups:
    - orgId: 1
      name: sshTeam
      folder: sshlogs
      interval: 1m
      rules:
        - uid: lHYZTLPVz
          title: Bruteforce Attempt agains SSH-Server
          condition: C
          data:
            - refId: A
              queryType: range
              relativeTimeRange:
                from: 600
                to: 0
              datasourceUid: sx2e5YE4k
              model:
                datasource:
                    type: loki
                    uid: sx2e5YE4k
                editorMode: code
                expr: 'sum by(username) (count_over_time({job=~"varlogs",
                job=~".*", instance=~".*"} |= `sshd[` |~ `: Invalid|:
                Connection closed by authenticating user|: Failed .*
                user` != `test` | pattern `<_> user <username> <_> port`
                | __error__=`` [2400h]))'
                hide: false
                intervalMs: 1000
                maxDataPoints: 43200
                queryType: range
                refId: A
            - refId: B
              queryType: range
              relativeTimeRange:
                from: 600
                to: 0
              datasourceUid: sx2e5YE4k
              model:
                datasource:
                    type: loki
                    uid: sx2e5YE4k
                editorMode: code
                expr: 'sum by(username) (count_over_time({job=~"varlogs",
                job=~".*", instance=~".*"} |= `sshd[` |= `: Failed` !~
                `invalid user` != `test` | pattern `<_> for <username>
                from <_> port` | __error__=`` [2400h]))'
                hide: false
                intervalMs: 1000
                maxDataPoints: 43200
                queryType: range
                refId: B
            - refId: C
              datasourceUid: __expr__
              model:
                conditions:
                    - evaluator:
                        params:
                            - 5
                            - 0
                        type: gt
                      operator:
                        type: and
```

```
                query:
                  params:
                      - A
                reducer:
                  params: []
                  type: count
                type: query
              - evaluator:
                  params:
                      - 5
                      - 0
                  type: gt
                operator:
                  type: or
                query:
                  params:
                      - B
                reducer:
                  params: []
                  type: count
                type: query
          datasource:
              name: Expression
              type: __expr__
              uid: __expr__
          expression: ""
          intervalMs: 1000
          maxDataPoints: 43200
          refId: C
          type: classic_conditions
      noDataState: NoData
      execErrState: Error
      for: 5m
      annotations:
        description: We have several failed connections to our
        SSH-serves. This may be an attack.
        summary: Multiple failed connections to SSH-Server
      isPaused: false
```