

Cloud-Computing-Projekt

Projektgruppe

15. Januar 2026

Inhaltsverzeichnis

1 Firebase Authentication

1.1 Zugriff auf den Authentication-Bereich

Die Konfiguration der Benutzerverwaltung erfolgt über die Firebase Console. Nach Auswahl des Projekts *Doku* wird im linken Navigationsmenü der Bereich *Authentication* ausgewählt. Dieser Bereich dient als zentrale Verwaltungsoberfläche für alle Aspekte der Authentifizierung.

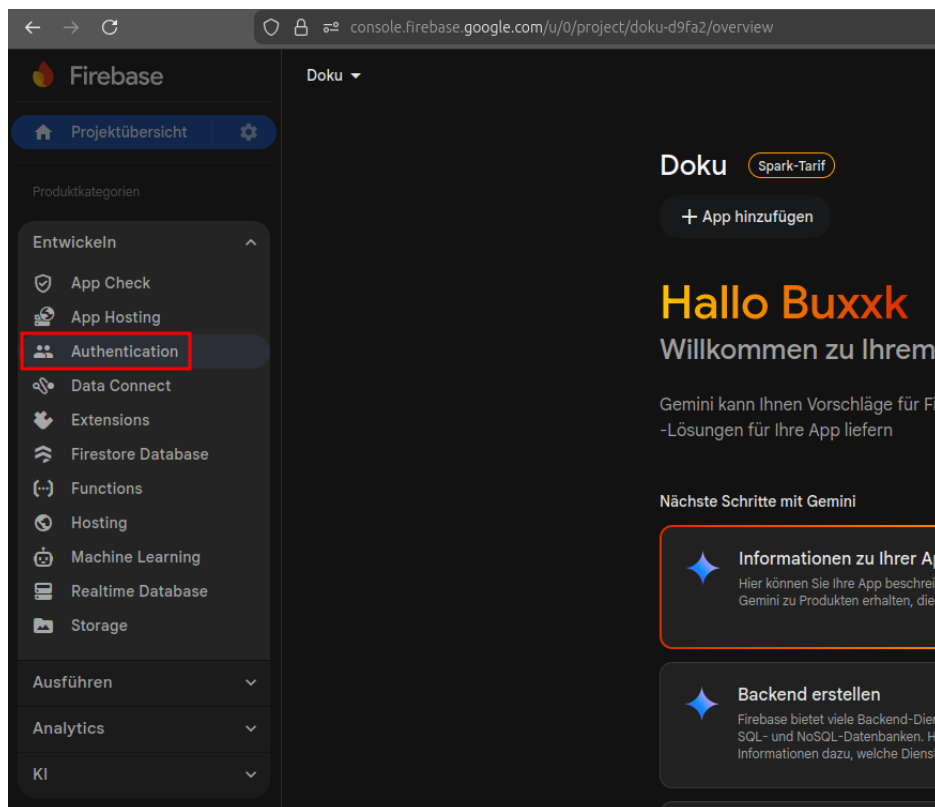


Abbildung 1: Aufruf des Authentication-Bereichs in der Firebase Console

1.2 Übersicht der Nutzerverwaltung

Nach dem Aufruf des Authentication-Moduls wird standardmäßig der Reiter *Nutzer* angezeigt. In diesem Bereich verwaltet Firebase alle registrierten Benutzerkonten der Anwendung.

Für jeden Nutzer speichert Firebase unter anderem:

- den verwendeten Authentifizierungsanbieter,

- den Zeitpunkt der Erstellung des Kontos,
- den Zeitpunkt der letzten Anmeldung,
- eine eindeutige Benutzer-ID (UID).

Die UID dient als stabiler Identifikator und wird für die Zuordnung von benutzerspezifischen Daten sowie für Autorisierungsentscheidungen in nachgelagerten Services verwendet.

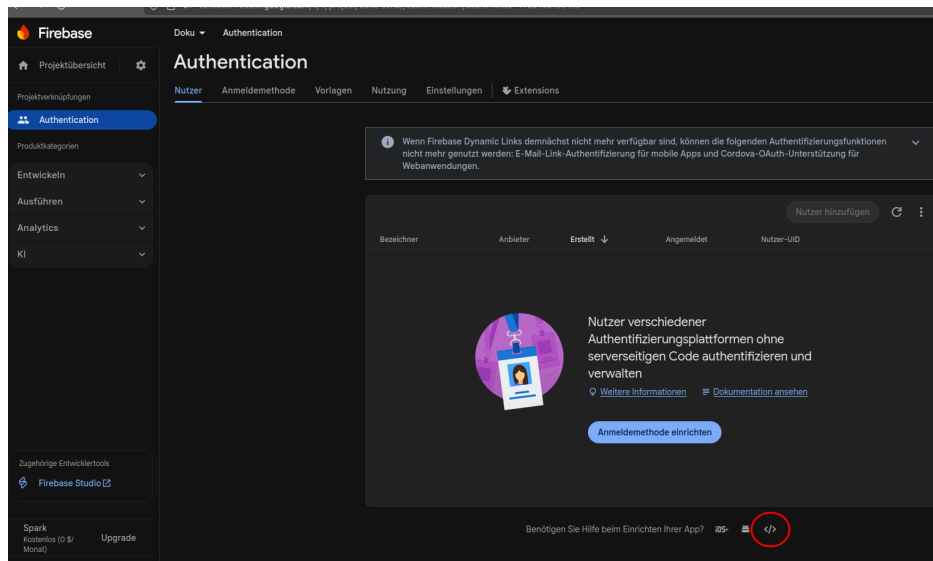


Abbildung 2: Nutzerübersicht innerhalb von Firebase Authentication

1.3 Konfiguration der Anmeldemethoden

Die verfügbaren Anmeldemethoden werden im Reiter *Anmeldemethode* konfiguriert. In diesem Projekt wurden bewusst mehrere Authentifizierungsanbieter aktiviert, um unterschiedliche Anmeldewege zu ermöglichen.

Konkret wurden folgende Anbieter eingerichtet:

- **E-Mail-Adresse / Passwort** als klassische Form der Anmeldung,
- **Google** als externer OAuth-2.0-Anbieter.

Die Aktivierung erfolgt über die Schaltfläche *Neuen Anbieter hinzufügen*. Jeder Anbieter kann unabhängig voneinander aktiviert oder deaktiviert werden.

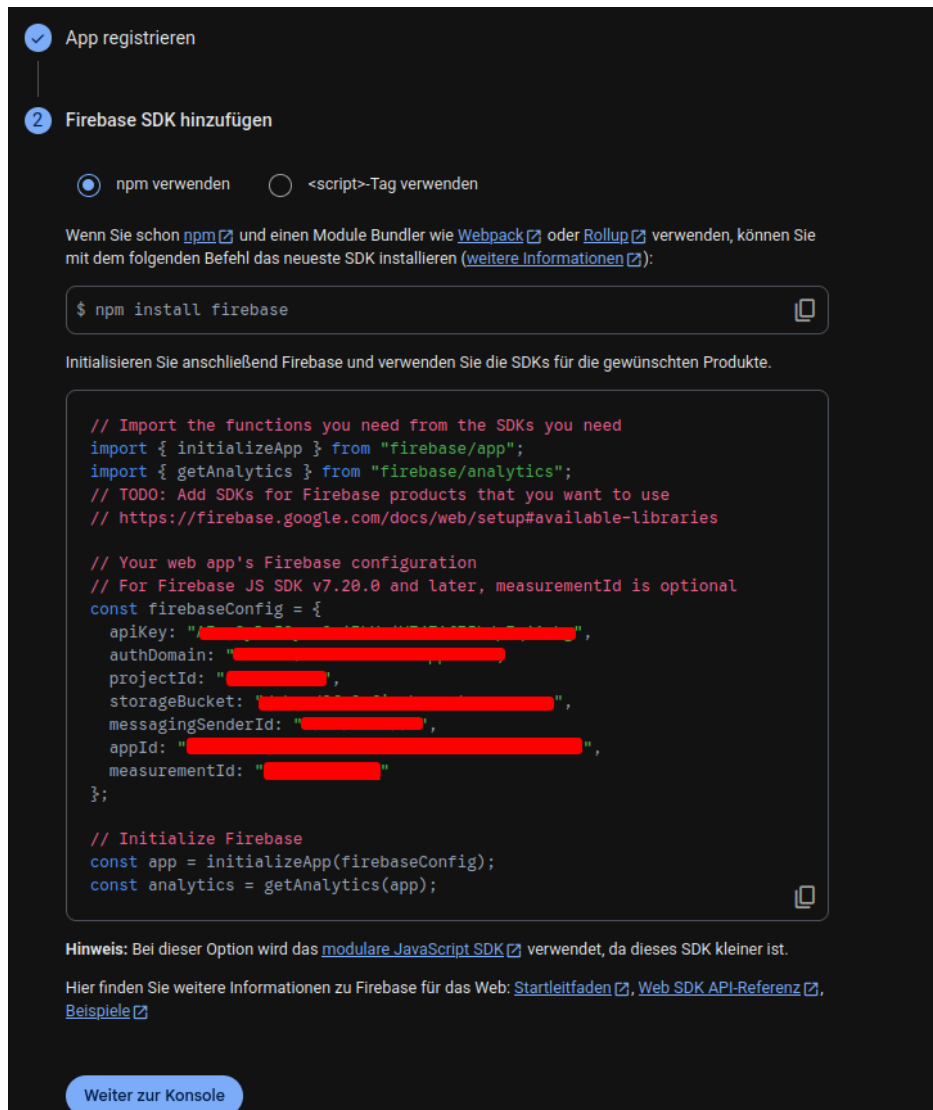


Abbildung 3: Auswahl und Aktivierung der Anmeldemethoden

1.4 Registrierung der Web-Anwendung

Um Firebase Authentication im Frontend nutzen zu können, wurde eine Web-Anwendung im Firebase-Projekt registriert. Dieser Schritt ist notwendig, damit das Frontend eindeutig dem Projekt zugeordnet werden kann.

Nach der Registrierung stellt Firebase eine projektspezifische Konfiguration zur Verfügung, die unter anderem folgende Parameter enthält:

- `apiKey`

- authDomain
- projectId
- storageBucket
- appId

Diese Konfigurationsdaten werden im Frontend verwendet, um das Firebase SDK zu initialisieren und eine Verbindung zu den Firebase-Diensten herzustellen.

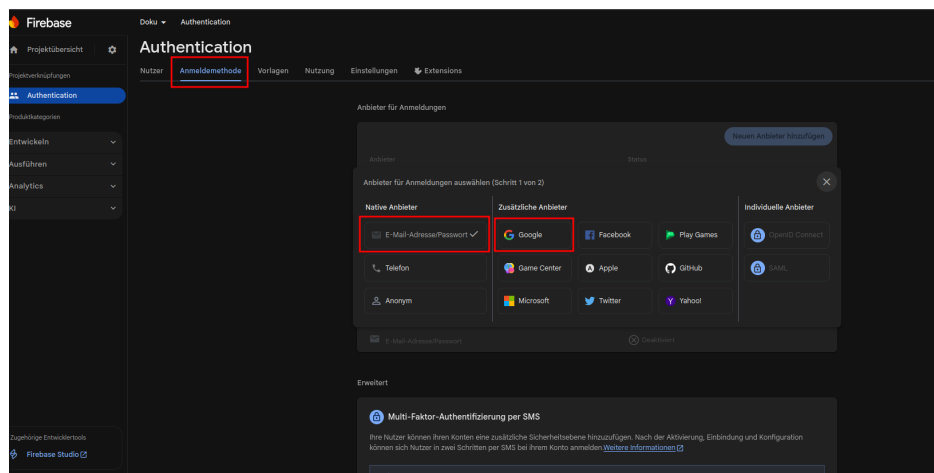


Abbildung 4: Firebase SDK Konfiguration für die Web-Anwendung

1.5 Einbindung des Firebase SDK

Für die Einbindung von Firebase im Frontend wurde das modulare JavaScript SDK verwendet. Die Installation erfolgt über den Node Package Manager (npm). Nach der Initialisierung des SDK kann die Authentication-Funktionalität direkt im Client genutzt werden.

Die Authentifizierung erfolgt vollständig über Firebase, wodurch keine Passwörter oder sicherheitskritischen Zugangsdaten im eigenen Backend gespeichert oder verarbeitet werden müssen.

1.6 Zusammenfassung

Firebase Authentication übernimmt in diesem Projekt die vollständige Benutzerverwaltung und Authentifizierung. Durch die Nutzung eines externen 3rd-Party-Dienstes wird eine sichere, skalierbare und wartbare Lösung bereitgestellt, die sich nahtlos in weitere Google-Cloud-Dienste integrieren lässt.

2 Backend-Services mit Cloud Run Functions

2.1 Ziel der Backend-Funktionalität

Zur Umsetzung der serverseitigen Logik wurde Google Cloud Run in Verbindung mit Cloud Functions eingesetzt. Ziel ist es, dem Frontend eine klar definierte REST-Schnittstelle bereitzustellen, über die sicher auf Anwendungsdaten, Datenbanken und Cloud-Storage-Ressourcen zugegriffen werden kann.

Direkte Zugriffe aus dem Frontend auf Datenbank oder Storage werden dabei bewusst vermieden. Sämtliche Datenmanipulationen erfolgen ausschließlich über die bereitgestellten Backend-Services.

2.2 Aufruf von Cloud Run in der Google Cloud Console

Die Erstellung und Verwaltung der Backend-Services erfolgt über die Google Cloud Console. Nach Auswahl des Projekts wird im Navigationsmenü der Dienst *Cloud Run* aufgerufen. Innerhalb dieses Bereichs werden alle laufenden Services zentral angezeigt und verwaltet.

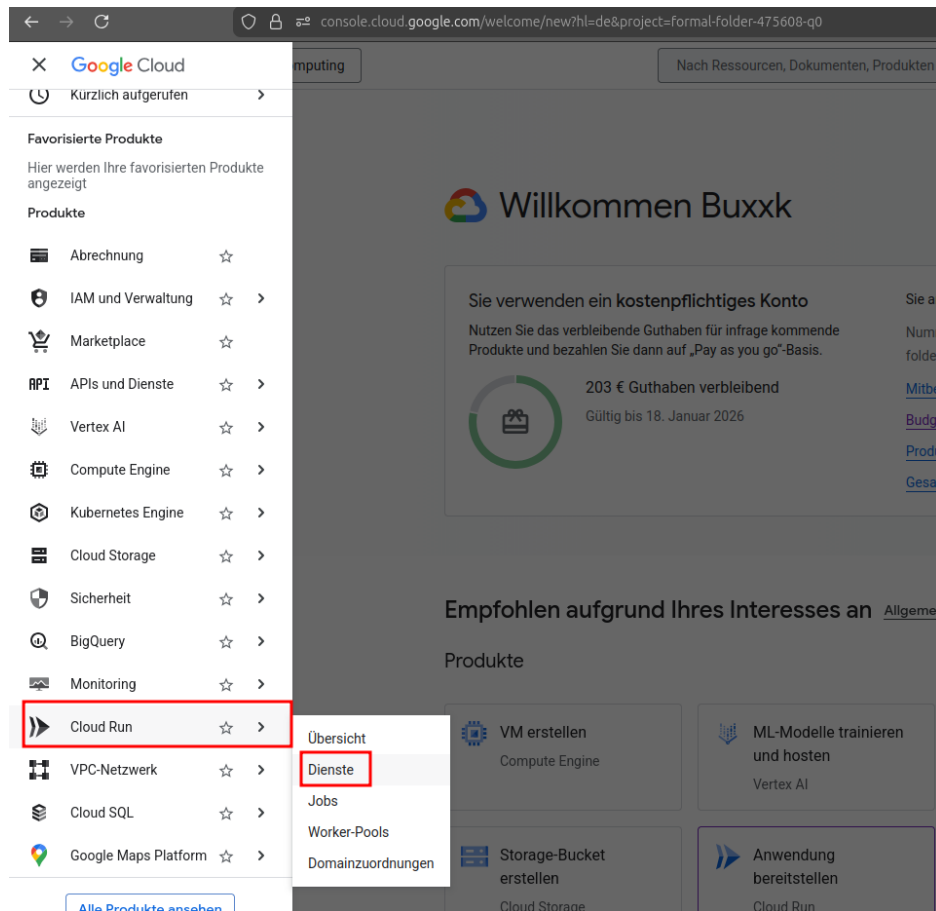


Abbildung 5: Navigation zu Cloud Run innerhalb der Google Cloud Console

2.3 Übersicht der bestehenden Services

In der Serviceübersicht werden alle bereitgestellten Cloud-Run-Services angezeigt. Jeder Service stellt einen eigenständigen HTTP-Endpunkt dar und kann unabhängig von anderen Services skaliert, aktualisiert oder neu bereitgestellt werden.

In diesem Projekt werden mehrere Services eingesetzt, darunter:

- API-Services zur Verarbeitung von Anwendungsdaten,
- Funktionen zum Upload von Dateien,
- Funktionen zum Abruf von Inhalten aus dem Cloud Storage.

Dienste	Container bereitstellen	Repository verbinden	Funktion schreiben	Aktualisieren
---------	-------------------------	----------------------	---------------------------	---------------

Ein Dienst stellt einen eindeutigen Endpunkt bereit und skaliert die zugrunde liegende Infrastruktur automatisch, um eingehende Anfragen zu verarbeiten. Stellen Sie ein Container-Image, einen Quellcode oder eine Funktion bereit, um einen Dienst zu erstellen.

Filter	Filter-Services								
<input type="checkbox"/> Name ↑	Bereitstellungstyp	Anfragen/Sekunde	Region	Authentifizierung	Ingress	Zuletzt bereitgestellt	Bereitgestellt von	Empfehlung	
<input checked="" type="checkbox"/> api-service	(-) Funktion	0.02	europa-west3	Öffentlicher Zugriff	Alle	vor 2 Tagen	eni.avdovic@gmail.com	–	
<input type="checkbox"/> azblfrontend	(A) Container	0	europa-west3	Öffentlicher Zugriff	Alle	vor 7 Stunden	eni.avdovic@gmail.com	★ Sicherheit	
<input type="checkbox"/> get-image-function	(-) Funktion	0	europa-west3	Öffentlicher Zugriff	Alle	vor 5 Tagen	wares.za03@gmail.com	★ Sicherheit	
<input type="checkbox"/> trio-function	(-) Funktion	0	europa-west1	Öffentlicher Zugriff	Alle	vor 11 Tagen	burak289altun@gmail.com	★ Sicherheit	
<input type="checkbox"/> upload-image-function	(-) Funktion	0	europa-west3	Öffentlicher Zugriff	Alle	vor 5 Tagen	burak289altun@gmail.com	–	

Abbildung 6: Übersicht der bestehenden Cloud-Run-Services

2.4 Erstellung einer neuen Cloud-Run-Function



Zur Erstellung eines neuen Backend-Services wurde die Option *Funktion schreiben* gewählt. Dabei handelt es sich um eine Cloud-Run-Function, die direkt über einen Inline-Editor erstellt und bereitgestellt werden kann.

Während der Erstellung werden grundlegende Parameter definiert, darunter:

- der eindeutige Name des Services,
- die Region (z. B. europe-west3),
- die verwendete Laufzeitumgebung (Node.js),
- die Authentifizierungsart,
- das Abrechnungsmodell.

← Dienst erstellen

Ein Dienst stellt einen eindeutigen Endpunkt bereit und skaliert die zugrunde liegende Infrastruktur automatisch, um eingehende Anfragen zu verarbeiten. Der Dienstname und die Region können später nicht mehr geändert werden.

 Artifact Registry	 Docker Hub
<input type="radio"/> Überarbeitung aus dem vorhandenen Container-Image bereitstellen	<input type="radio"/> Kontinuierlich aus einem Repository bereitstellen (Quelle oder Funktion)
	<input checked="" type="radio"/> Funktion mit einem Inline-Editor erstellen

Konfigurieren

Dienst-Name *
beispiel

Region *
europe-west3 (Frankfurt)

[So wählen Sie eine Region aus](#)

Endpunkt-URL

<https://beispiel-898583273277.europe-west3.run.app>

Laufzeit *
Node.js 22

Trigger (optional)

+ Trigger hinzufügen

Authentifizierung *

- ☐ Öffentlichen Zugriff erlauben
Es werden keine Authentifizierungsprüfungen ausgeführt.
- ☐ Authentifizierung anfordern
Wählen Sie entweder Identity and Access Management (IAM), Identity-Aware Proxy (IAP) oder beides aus.

Abrechnung

- ☒ Anfragebasiert
Gebühren fallen nur dann an, wenn Anfragen verarbeitet werden. Die CPU wird außerhalb von Anfragen eingeschränkt.
- ☐ Instanzbasiert
Gebühren fallen für den gesamten Lebenszyklus von Instanzen an. Vollständige CPU für die gesamte Lebensdauer jeder Instanz.

Abbildung 7: Konfiguration eines neuen Cloud-Run-Services

2.5 Authentifizierung, Skalierung und Abrechnung

Für den erstellten Service wurde ein öffentlicher HTTP-Endpunkt bereitgestellt, sodass das Frontend direkt mit der Cloud-Run-Funktion kommunizieren kann. Die Zugriffskontrolle kann optional über IAM oder Identity Tokens erweitert werden.

Die Skalierung erfolgt automatisch auf Basis der eingehenden Anfragen. Die minimale Anzahl an Instanzen wurde auf null gesetzt, wodurch im Leerlauf keine Kosten entstehen.

Die Abrechnung erfolgt anfragebasiert, sodass Kosten nur bei tatsächlicher Nutzung des Services anfallen.

The screenshot shows the AWS CloudRun console configuration page. It is divided into several sections:
1. **Abrechnung** (Billing): Two radio buttons are present. 'Anfragebasiert' (Request-based) is selected, with a subtext: 'Gebühren fallen nur dann an, wenn Anfragen verarbeitet werden. Die CPU wird außerhalb von Anfragen eingeschränkt.' 'Instanzbasiert' (Instance-based) is unselected, with a subtext: 'Gebühren fallen für den gesamten Lebenszyklus von Instanzen an. Vollständige CPU für die gesamte Lebensdauer jeder Instanz.'
2. **Dienstskalierung** (Service scaling): 'Autoscaling' is selected. Below it are two input fields: 'Mindestanzahl von Instanzen' (Minimum number of instances) with the value '0', and 'Maximale Anzahl von Instanzen' (Maximum number of instances). A link 'Legen Sie 1 fest, um Kaltstarts zu reduzieren. Weitere Informationen' is below the first field. 'Manuelle Skalierung' is unselected.
3. **Ingress**: 'Intern' is selected, with a subtext: 'Traffic von Ihrem Projekt, der freigegebenen VPC und dem Perimeter der VPC Service Controls zulassen. Traffic von einem anderen Cloud Run-Dienst muss über eine VPC geleitet werden. Es gelten Einschränkungen. Weitere Informationen'. 'Traffic von externen Application Load Balancern zulassen' is unselected. 'Alle' is selected, with a subtext: 'Direkten Zugriff auf den Dienst über das Internet zulassen'.
4. **Container, Netzwerk, Sicherheit**: A section header with a dropdown arrow.
5. **Buttons**: At the bottom, there are two buttons: 'Erstellen' (Create) and 'Abbrechen' (Cancel). The 'Erstellen' button is highlighted with a red rectangle.

Abbildung 8: Abrechnungs- und Skalierungseinstellungen des Cloud-Run-Services

2.6 Einbindung in die Gesamtarchitektur

Die Cloud-Run-Functions bilden die zentrale Schnittstelle zwischen Frontend, Datenbank und Cloud Storage. Das Frontend kommuniziert ausschließlich über diese Services mit dem Backend.

Durch diese Architektur wird sichergestellt, dass:

- keine direkten Datenbankzugriffe aus dem Client erfolgen,
- sensible Operationen serverseitig kontrolliert werden,
- die Anwendung horizontal skalierbar bleibt,
- sicherheitsrelevante Logik zentral im Backend gebündelt ist.

3 Identity and Access Management (IAM)

3.1 Ziel des IAM-Konzepts

Zur Absicherung der Cloud-Infrastruktur wurde Google Cloud Identity and Access Management (IAM) eingesetzt. Ziel ist es, Zugriffe auf Cloud-Ressourcen granular zu steuern und sicherzustellen, dass jede Komponente der Anwendung nur über die minimal notwendigen Berechtigungen verfügt.

IAM bildet damit die Grundlage für:

- kontrollierten Zugriff auf Cloud-Run-Services,
- abgesicherte Datenbank- und Storage-Zugriffe,
- Trennung von Frontend, Backend und Infrastruktur,
- Nachvollziehbarkeit von Zugriffen über Audit-Logs.

3.2 Aufruf des IAM-Bereichs

Die Konfiguration der Zugriffsrechte erfolgt über den Bereich *IAM und Verwaltung* innerhalb der Google Cloud Console. Nach Auswahl des Projekts wird der Menüpunkt *IAM* geöffnet.

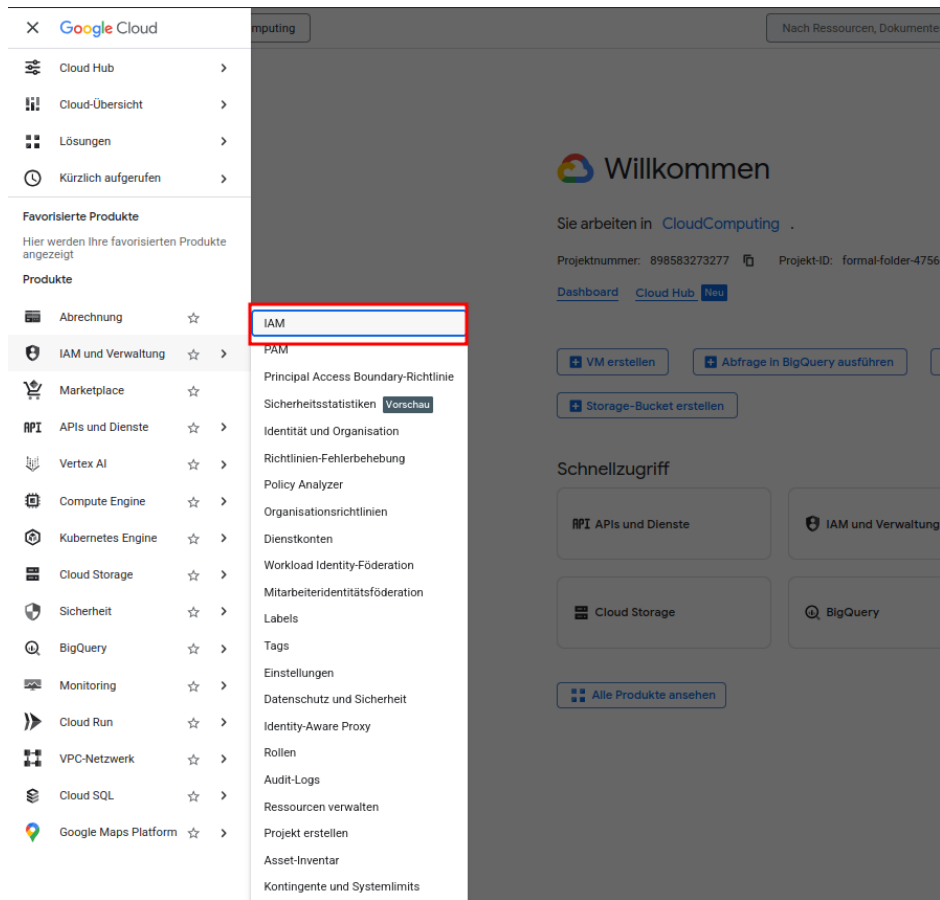


Abbildung 9: Navigation zum IAM-Bereich in der Google Cloud Console

3.3 Vergabe von Zugriffsrechten

Innerhalb der IAM-Übersicht können Hauptkonten, Gruppen und Dienstkonten mit spezifischen Rollen ausgestattet werden. Die Vergabe neuer Berechtigungen erfolgt über die Funktion *Zugriffsrechte erteilen*.

Dabei wird zunächst ein Hauptkonto oder Dienstkonto ausgewählt und anschließend eine oder mehrere Rollen zugewiesen, die definieren, welche Aktionen auf Projektebene erlaubt sind.

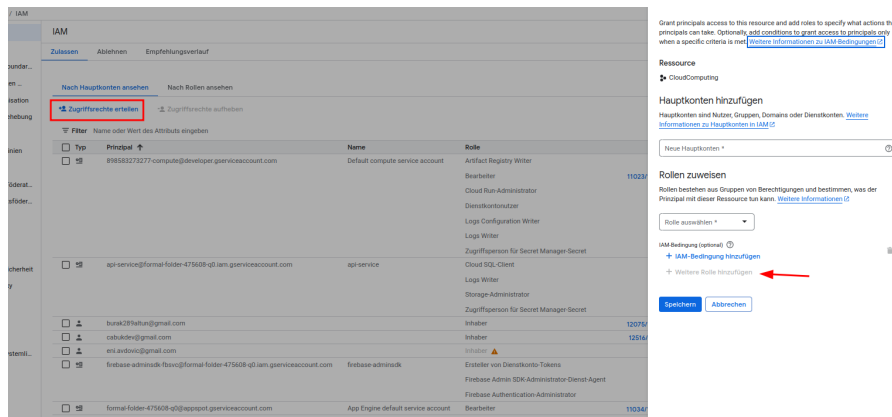


Abbildung 10: Erteilen von Zugriffsrechten über IAM

3.4 Service Accounts für Backend-Services

Für die Backend-Services wurde ein dediziertes Dienstkonto (*api-service*) verwendet. Dieses Dienstkonto wird von den Cloud-Run-Services genutzt, um kontrolliert auf weitere Cloud-Ressourcen zugreifen zu können.

Dem Dienstkonto wurden gezielt Rollen zugewiesen, unter anderem:

- Zugriff auf Cloud Storage,
- Zugriff auf Cloud SQL,
- Schreibrechte für Logs,
- Zugriff auf Secrets im Secret Manager.

Durch diese Trennung wird vermieden, dass Cloud-Run-Services mit übergeordneten oder globalen Rechten ausgeführt werden.

<input type="checkbox"/>	api-service@formal-folder-475608-q0.iam.gserviceaccount.com	api-service	Cloud SQL-Client Logs Writer Storage-Administrator Zugriffsperson für Secret Manager-Secret
--------------------------	---	-------------	--

Abbildung 11: Zugewiesene Rollen für das Service Account des API-Services

3.5 Einbindung des Service Accounts in Cloud Run

Das konfigurierte Dienstkonto wird direkt dem Cloud-Run-Service zugewiesen. Dies erfolgt bei der Bereitstellung oder Aktualisierung eines Services im Reiter *Sicherheit*.

Durch diese Zuweisung werden alle Zugriffe des Cloud-Run-Services automatisch im Kontext des gewählten Dienstkontos ausgeführt.

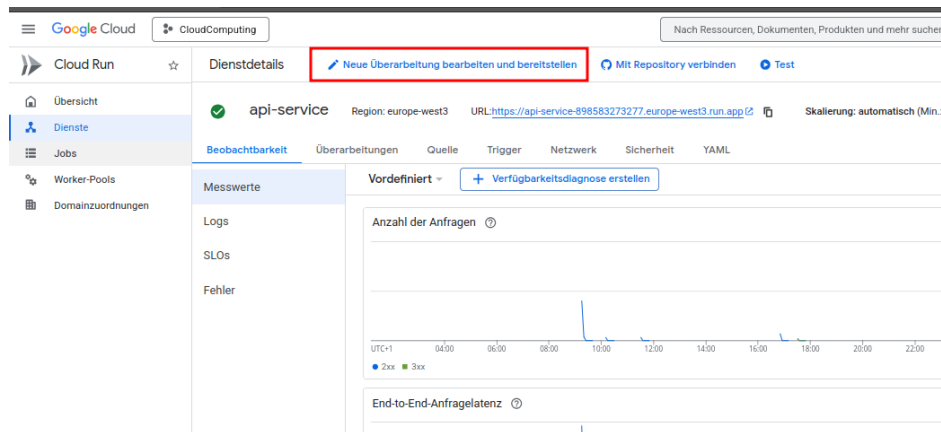


Abbildung 12: Zuweisung des Service Accounts zu einem Cloud-Run-Service

3.6 Revisionen und sichere Aktualisierung

Jede Änderung an der Konfiguration eines Cloud-Run-Services führt zur Erstellung einer neuen Revision. Diese Revision enthält neben dem Container-Image auch die Sicherheits- und IAM-Einstellungen.

Durch dieses Revisionsmodell bleibt jederzeit nachvollziehbar, welche Konfiguration aktiv ist und welche Berechtigungen verwendet werden.

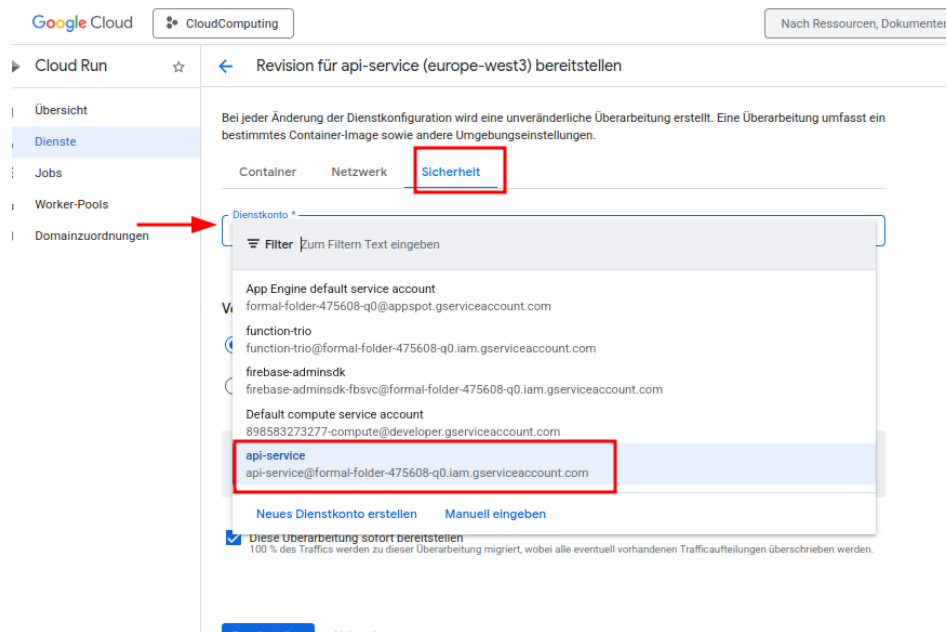


Abbildung 13: Bereitstellung einer neuen Revision mit aktualisierten Sicherheitsparametern

3.7 Sicherheitsbewertung

Durch den Einsatz von IAM in Kombination mit dedizierten Service Accounts wird das Prinzip der minimalen Rechtevergabe (Least Privilege) umgesetzt. Frontend-Komponenten besitzen keinerlei direkte Zugriffsrechte auf Cloud-Ressourcen.

Alle sicherheitskritischen Operationen werden ausschließlich durch Backend-Services durchgeführt, die klar definierte Rollen und Berechtigungen besitzen.