

# Middleware – Cloud Computing – Übung

## Hybride Cloud: AWS - Öffentliche Cloud

---

Wintersemester 2022/23

Laura Lawniczak, Tobias Distler, Ines Messadi

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)

<https://sys.cs.fau.de>



Lehrstuhl für Verteilte Systeme  
und Betriebssysteme



FRIEDRICH-ALEXANDER  
UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT

## Amazon Web Services

Überblick

Elastic Compute Cloud (EC2)

Simple Storage Service (S3)

Amazon CloudWatch

Amazon Java SDK

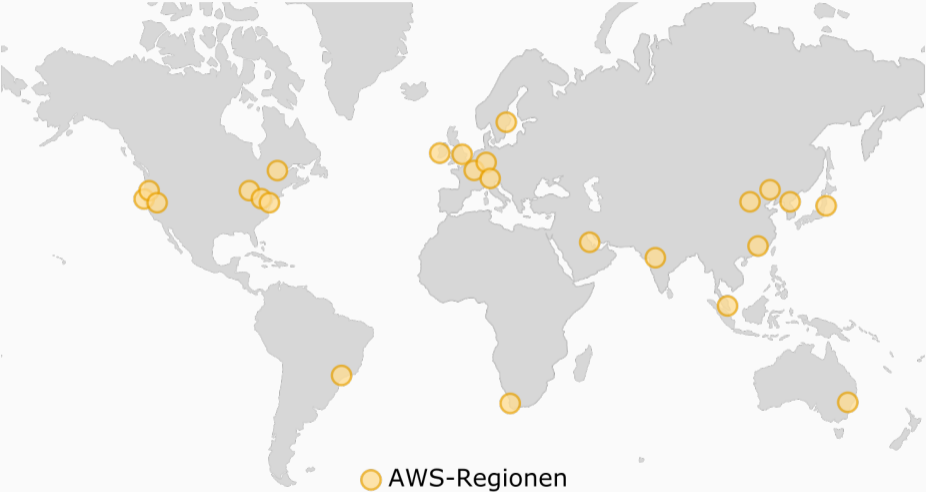
# Amazon Web Services

---

## Überblick

- Die Amazon Web Services bestehen aus Diensten, die den Aufbau komplexer Systeme in einer Cloud-Infrastruktur ermöglichen
- Dienste (Auszug):
  - Elastic Compute Cloud (EC2) – Betrieb virtueller Maschinen
  - Elastic Block Storage (EBS) – Bereitstellung VM-Abbilder und Datenträger
  - Simple Storage Service (S3) – Netzwerkbasierter Speicher-Dienst
  - CloudWatch – Überwachungsfunktionen für AWS-Dienste
- Die Abrechnung erfolgt nach tatsächlichem Verbrauch **und** Standort
  - Betriebsstunden, Speicherbedarf
  - Transfervolumen, Anzahl verarbeiteter Anfragen
  - Standorte in Nord- und Südamerika, Europa, Südafrika und Asien-Pazifik: <https://infrastructure.aws/>
  - Berechnung der Gesamtbetriebskosten: <https://calculator.aws/>

# Amazon Web Services (AWS)



- Benutzung der Amazon Web Services (u. a.) über Web-Oberfläche  
→ `https://i4mw-gruppeXX.signin.aws.amazon.com/console`  
(XX durch eigene Gruppennummer ersetzen)
  - ↔ Login-Informationen befinden sich in der Gruppeneinteilungs-E-Mail
  - ↔ Immer die Region `eu-west-1` verwenden
- AWS CLI: AWS-Befehlszeilen-Schnittstelle

```
alias aws=/proj/i4mw/pub/aufgabe2/awsccli/bin/aws
```

- Python-Werkzeug zum Zugriff auf sämtliche AWS-Dienste
  - Alias-Befehl am besten in die Datei `~/.profile` eintragen, damit die AWS CLI nach jedem CIP-Pool-Login funktionieren
  - Konfiguration: Setzen der Zugangsdaten und Region. Siehe nächste Folie
- Liste der verfügbaren AWS-Kommandozeilen-Tools

```
> aws help  
> aws <service> help  
> aws <service> <command> help
```

## ■ Ablegen der Credentials zum API-Zugriff in Datei `~/.aws/credentials`

→ Automatische Verwendung durch Programme, welche auf die API zugreifen

- 1) Anlegen der privaten Konfigurationsdateien `~/.aws/credentials` und `~/.aws/config` mit eingeschränkten Zugriffsrechten

```
> mkdir ~/.aws
> touch ~/.aws/credentials ~/.aws/config
> chmod 600 ~/.aws/*
```

- 2) Erstellen von `aws_access_key_id` und `aws_secret_access_key` über die Web-Oberfläche:

→ <https://console.aws.amazon.com/iam/>

→ Menü „Users“, Namen anklicken, Reiter „Security Credentials“, Abschnitt „Access Keys“

→ Eintragen in `~/.aws/credentials`

```
[default]
aws_access_key_id = <schluessel_id>
aws_secret_access_key = <privater_schluessel>
```

- 3) Setzen der Region in `~/.aws/config`

```
[default]
region = eu-west-1
```

## **Amazon Web Services**

---

### **Elastic Compute Cloud (EC2)**



- Voraussetzungen für die Instanziierung einer virtuellen Maschine
  - Amazon Machine Image (AMI, Liste: > `aws ec2 describe-images`)
  - EC2-Schlüsselpaar
  - VPC-Netzwerk
- Bei der Instanziierung muss die Größe der virtuellen Maschine festgelegt werden
  - Instanz-Typen variieren in Anzahl der CPU-Kerne, Speichergröße etc.  
→ <http://aws.amazon.com/ec2/instance-types/>
  - Für Testzwecke reicht der Betrieb kleiner Instanzen aus  
→ API-Name: `t2.nano`
- Optionales Nutzdatenfeld `user-data`
  - Base64-kodierter String
  - Maximal 16 kByte

- Einmalig EC2-Schlüsselpaar im Browser generieren

→ <https://console.aws.amazon.com/ec2/home?region=eu-west-1#s=KeyPairs>

- Schlüsselname wählen (z. B. gruppeX)
- Privaten Schlüssel unter `~/.aws/gruppeX.pem` speichern
- Zugriffsrechte mit `chmod` absichern

```
> chmod 600 ~/.aws/gruppeX.pem
```

- VPC-Netzwerk inklusive Subnetz nötig

→ Konfiguration (optional): <https://console.aws.amazon.com/vpc/home?region=eu-west-1>

- Existiert bereits im zur Verfügung gestellten AWS-Account

- Security-Group für Port-Freigaben einrichten

→ <https://console.aws.amazon.com/ec2/home?region=eu-west-1#SecurityGroups>

- Basis-Security-Group bereits im AWS-Account vorhanden (Name: `i4mw`)
- **Achtung:** Erlaubt nur Kommunikation zwischen VMs in AWS

↪ Für SSH externe Zugriffe über das TCP-Protokoll mit Port 22 von `0.0.0.0/0` und `::/0` (CIDR-Notation, entspricht weltweitem Zugriff) freigeben!

- Änderungen möglich während Instanz läuft

## ■ Starten einer Linux-Instanz

- Instanz-Typ: t2.nano
- AMI: ami-0ee415e1b8b71305f [↔ Amazon Linux 2 AMI]
- Schlüsselname (<key>): beim Erstellen selbst gewählt (z. B. gruppe0)
- Nutzdatenfeld mit String füllen (<user-data>): z. B. Hello World.
- <subnet-id>: Ermitteln der ID (SubnetId) eines VPC-Subnetzes z. B. über

```
> aws ec2 describe-subnets | grep -i subnetid
```

- <sg-id>: Ermitteln der ID (GroupID) der Security-Group i4mw z. B. über

```
> aws ec2 describe-security-groups --filters Name=group-name,Values=i4mw \  
  | grep -i -e groupname -e groupid
```

## ■ Starten über die Kommandozeile

```
> aws ec2 run-instances --instance-type t2.nano \  
  --image-id ami-0ee415e1b8b71305f \  
  --key gruppe0 --user-data="<user-data>" \  
  --subnet-id <subnet-id> \  
  --security-group-ids <sg-id>
```

- Überprüfen des Status der Instanz mit `> aws ec2 describe-instances`

↳ Antwort enthält auch öffentliche IP-Adresse (`PublicIpAddress`)

- Sobald der Boot-Vorgang abgeschlossen ist, erfolgt der Zugriff auf die Instanz mittels SSH

```
> ssh -i ~/.aws/gruppeX.pem \  
ec2-user@ec2-xxx-xxx-xxx-xxx.eu-west-1.compute.amazonaws.com
```

- Bei Konflikten aufgrund erneuter Adressvergabe, alten SSH-Host-Key entfernen:

```
> ssh-keygen -R <server_address>
```

- Bei Zugriffsproblemen: Boot-Meldungen über die Web-Schnittstelle oder mit

```
> aws ec2 get-console-output --instance-id <id> --output text nach Fehlern durchsuchen
```

↳ Richtiger Benutzername für SSH verwendet?

- Innerhalb der virtuellen Maschine
  - Abrufen von Meta-Informationen mit `> ec2-metadata`
  - Enthalten Nutzdatenfeld `user-data`

- Zum Terminieren einer im Betrieb befindlichen Instanz ist die eindeutige Instanz-ID notwendig
- Das Kommando `> aws ec2 describe-instances` listet die InstanceId (Format: `i-xxxxxxx`)
- Unter Kenntnis dieser ID kann die Instanz beendet werden:

```
> aws ec2 describe-instances
(...)
> aws ec2 terminate-instances --instance-ids i-xxxxxxx
```

- Kontrolle: <https://console.aws.amazon.com/ec2/home>

### Achtung!

Bitte stets sicherstellen,  
dass **alle unbenutzten** Instanzen beendet (gelöscht) werden!

## **Amazon Web Services**

---

### **Simple Storage Service (S3)**

# Amazon Simple Storage Service (S3)

- Der Simple Storage Service (S3) ist ein Netzwerk-Dateisystem
  - Einfache API
  - REST-Schnittstelle
  - Zugriffskontrolle mittels Zugriffskontrolllisten (Access Control Lists, ACLs)
  
- Eindeutige Identifikation von Dateien durch Bucket (Kübel) und Dateiname:  
`s3://<bucket>/<dateiname>`
- Kein hierarchischer Namensraum
  - Dateinamen mit Separator / möglich
  - Web-Konsole zeigt dies als Ordner an
  
- Übersetzung der S3-Adressrepräsentation in eine URL
  - S3: `s3://<bucket>/<dateiname>`
  - URL: `http://<bucket>.s3.amazonaws.com/<dateiname>`

### ■ Zugriff auf Daten in S3 im CIP-Pool via

```
> aws s3 <befehl>
```

- cp / rm / mv
- mb / rb
- ls
- ...

### ■ Erstellen eines Bucket:

```
> aws s3 mb s3://gruppe0-bucket  
make_bucket: gruppe0-bucket
```

### ■ Speichern einer *öffentlichen* Datei im Bucket gruppe0-bucket:

```
> echo "Hello World." > foo.bar  
> aws s3 cp --acl public-read foo.bar s3://gruppe0-bucket/foo.bar  
upload: foo.bar to s3://gruppe0-bucket/foo.bar
```



- Laden der Datei `foo.bar` aus dem Bucket `gruppe0-bucket`:

```
> aws s3 cp s3://gruppe0-bucket/foo.bar foo.bar.copy  
download: s3://gruppe0-bucket/foo.bar to foo.bar.copy
```

- Löschen der Datei `foo.bar` aus dem Bucket `gruppe0-bucket`:

```
> aws s3 rm s3://gruppe0-bucket/foo.bar  
delete: s3://gruppe0-bucket/foo.bar
```

- Ausführliche Liste mit Beschreibungen der `s3`-Befehle:

```
> aws s3 help
```

- Alternative Zugriffsmethoden:

- Browser (Amazon Web Services Console, <https://console.aws.amazon.com/s3/home>)
- Einhängen als Dateisystem (`s3fs`, FUSE-basiert)

## **Amazon Web Services**

---

**Amazon CloudWatch**

- Umfangreiche Überwachungsfunktionen für viele AWS-Dienste
- Protokollierung und lange Speicherung der Daten
  
- Beispiele
  - Amazon EC2: CPU-Auslastung, gesendete/empfangene Netzwerkpakete
  - Amazon EBS: Lese- und Schreiblatenz
  
- Metriken: Messwerte über Zeit
  - Metriken abfragen aber auch eigene Metriken einpflegbar
  - Minutengranularität möglich
  - Ältere Daten werden aggregiert und ausgedünnt
- Alarme: Automatische Reaktion bei auffälligen Veränderungen
- Visualisierung: Darstellung der Daten in einem Dashboard möglich  
<https://eu-west-1.console.aws.amazon.com/cloudwatch> → „Metriken“

## ■ Metriken

- Enthalten Messwerte mit Zeitstempeln (UTC)
- Gruppieren in *Namensräume* wie AWS/EC2, AWS/EBS, AWS/S3, ...
- *Dimensionen* zum Zuordnen von Datensätzen, z. B. per Instanz-ID

## ■ Metriken für EC2 Instanzen

- Grundlegende Überwachung (5 Minutenintervalle), kostenlos
- Detaillierte Überwachung (1 Minutenintervalle), zusätzliche Kosten
- Benutzerdefinierte Metriken: aus Anwendung heraus, selbst definierbar

## ■ Abruf

- Benötigt Start- und Endzeitpunkt sowie Aggregationszeitraum
- Aggregation innerhalb eines Zeitraums (Period) per Minimum / Maximum / Durchschnitt / ...
- Zeitraum muss gleich oder ein Vielfaches des Erzeugungsintervall sein
- Möglicherweise verzögert verfügbare Daten

## Amazon Web Services

---

Amazon Java SDK

- Amazon stellt Java-Bibliotheken für die Verwendung der Amazon Web Services bereit  
/proj/i4mw/pub/aufgabe2/aws-java-sdk-2.17.267  
→ Dokumentation: <https://sdk.amazonaws.com/java/api/latest/>
- Java-Packages für den Betrieb virtueller Maschinen in Amazon EC2 und Amazon CloudWatch
  - `software.amazon.awssdk.services.ec2`
  - `software.amazon.awssdk.services.cloudwatch`
- Grundlegende Verwendung des SDK
  1. Initial: Client-Objekt (z. B. Typ `Ec2Client`) erstellen und gegenüber AWS authentifizieren
  2. Anfrageparameter in Anfrageobjekt (z. B. Typ `RunInstancesRequest`) setzen  
↳ Objekte nicht modifizierbar, Erzeugung per Builder-Pattern
  3. Anfrage über Client-Objekt abschicken
  4. Gibt Ergebnisobjekt (z. B. Typ `RunInstancesResponse`) zurück, das Ergebnis der Anfrage enthält  
↳ Ergebnisobjekt spiegelt *Zustand zum Zeitpunkt der Antwort* wider

## ■ Minimal-Beispiel (analog Kommandozeilen-Beispiel)

**Beachte:** Vor dem Aufruf am `Ec2Client.Builder` müssen in der Konfigurationsdatei `~/.aws/credentials` die Optionen `aws_access_key_id` und `aws_secret_access_key` gesetzt sein.

## ■ Initialisierung `software.amazon.awssdk.services.ec2, software.amazon.awssdk.regions`

```
Ec2Client ec2 = Ec2Client.builder()
    .region(Region.EU_WEST_1)
    .build();
```

## ■ Setzen des Namens einer VM-Instanz `software.amazon.awssdk.services.ec2.model`

```
Tag tag = Tag.builder().key("Name").value("MyVMName").build();
```

```
TagSpecification spec = TagSpecification.builder()
    .tags(tag)
    .resourceType("instance")
    .build();
```

```
[...] // Fortsetzung auf der nächsten Folie
```

## ■ Minimal-Beispiel (Fortsetzung)

software.amazon.awssdk.services.ec2.model

```
String userData = "Hello world.";  
byte[] userDataBytes = userData.getBytes();
```

```
RunInstancesRequest request = RunInstancesRequest.builder()  
    .imageId("ami-0ee415e1b8b71305f")  
    .tagSpecifications(spec)  
    .instanceType("t2.nano")  
    .minCount(1)  
    .maxCount(1)  
    .keyName("gruppeX-key")  
    .userData(Base64.getEncoder().encodeToString(userDataBytes)) // java.util.Base64  
    // optional, detailliertere Metriken aktivieren  
    .monitoring(RunInstancesMonitoringEnabled.builder().enabled(true).build())  
    .securityGroupIds("sg-abcd123") // z.B. im Web-Interface erstellen  
    .subnetId("subnet-1234abc") // (VPC muss Security-Group vorab zugeordnet werden)  
    .build();  
RunInstancesResponse response = ec2.runInstances(request);
```

## ■ Hinweise:

- Mittels des Objektes response die Instanz-ID in Erfahrung bringen
- Auf die eigentliche Instanziierung prüfen (DescribeInstancesRequest)
- Zwischen zwei Abfragen des Instanzstatus kurz warten



## ■ Initialisierung (ähnlich wie bei EC2)

`software.amazon.awssdk.services.cloudwatch`

```
CloudWatchClient cw = CloudWatchClient.builder()
    .region(Region.EU_WEST_1).build();
```

## ■ Metrik abrufen: Zeitintervall und Dimension festlegen

- Erwartetes Zeitformat: ISO 8601, UTC (z. B. 2020-11-25T09:00:00Z)
- Beispielhaftes Definieren von Anfangs- und Endzeitpunkt

```
// Packages: java.time.Clock, java.time.Instant
Instant endTime = Clock.systemUTC().instant();
Instant startTime = endTime.minusSeconds(120); // Datenpunkte ueber 2-Min.-Intervall

// Package: software.amazon.awssdk.services.cloudwatch.model.Dimension
Dimension dimension = Dimension.builder()
    .name("InstanceId")
    .value("i-xxxxxxx")
    .build();
```

- Unter *Windows*: Abschneiden auf Millisekunden notwendig!

```
Clock.systemUTC().instant().truncatedTo(ChronoUnit.MILLIS)
```

## ■ Metrik abrufen (Fortsetzung)

software.amazon.awssdk.services.cloudwatch.model

```
// Request zum Holen der Werte einer Metrik zusammensetzen und absenden
// festlegen, dass nur Durchschnittswerte abgefragt werden
GetMetricStatisticsRequest req = GetMetricStatisticsRequest.builder()
    .statistics(Statistic.AVERAGE)
    .metricName("NetworkIn")
    .dimensions(dimension)
    .namespace("AWS/EC2")
    .period(60)
    .startTime(startTime)
    .endTime(endTime)
    .build();
GetMetricStatisticsResponse res = cw.getMetricStatistics(req);

// Zeitstempel und Durchschnittswerte ausgeben
for (Datapoint dp : res.datapoints()) {
    System.out.printf("%s: %s\n", dp.timestamp(), dp.average());
}
```

## ■ Weiterführende Links

- [https://docs.aws.amazon.com/AmazonCloudWatch/latest/monitoring/cloudwatch\\_concepts.html](https://docs.aws.amazon.com/AmazonCloudWatch/latest/monitoring/cloudwatch_concepts.html)
- [https://docs.aws.amazon.com/AmazonCloudWatch/latest/APIReference/API\\_GetMetricStatistics.html](https://docs.aws.amazon.com/AmazonCloudWatch/latest/APIReference/API_GetMetricStatistics.html)
- [https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/viewing\\_metrics\\_with\\_cloudwatch.html](https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/viewing_metrics_with_cloudwatch.html)