

# Middleware – Cloud Computing – Übung

Tobias Distler, Christopher Eibel,  
Michael Eischer, Timo Hönig

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

[www4.cs.fau.de](http://www4.cs.fau.de)

Wintersemester 2016/17



## Amazon Web Services

- Überblick

- Elastic Compute Cloud (EC2)

- Simple Storage Service (S3)

- Elastic Load Balancing

- Amazon Java SDK

## Aufgabe 7

- Übersicht

- Hinweise

- Java

  - Thread-Pools

  - Executor-Service

  - HttpClient



# Amazon Web Services (AWS)

- 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
  - Simple Storage Service (S3) – Netzwerkbasierter Speicher-Dienst
  - Elastic Load Balancing – Lastverteilung für EC2
  - Elastic Map Reduce – MapReduce-Framework basierend auf EC2 und S3
  - DynamoDB – Key-Value-Store basierend auf Dynamo
- Die Abrechnung erfolgt nach tatsächlichem Verbrauch **und** Standort
  - Betriebsstunden, Speicherbedarf
  - Transfervolumen, Anzahl verarbeiteter Anfragen
  - Standorte in Nord- und Südamerika, Europa und Asien-Pazifik
  - Berechnung der Gesamtbetriebskosten: <https://awstccocalculator.com/>



G. DeCandia, D. Hastorun, M. Jampani, G. Kakulapati, A. Lakshman, A. Pilchin, S. Sivasubramanian, P. Voshall, and W. Vogels.

**Dynamo: Amazon's Highly Available Key-value Store.**

*In Proc. of the 21st Symposium on Operating Systems Principles. ACM, 2007.*



# Amazon Web Services (AWS)



## Database

### DynamoDB

Predictable and Scalable NoSQL Data Store

### ElastiCache

In-Memory Cache

### RDS

Managed Relational Database

### Redshift

Managed Petabyte-Scale Data Warehouse

## Storage & CDN

### S3

Scalable Storage in the Cloud

### EBS

Networked Attached Block Device

### CloudFront

Global Content Delivery Network

### Glacier

Archive Storage in the Cloud

### Storage Gateway

Integrates On-Premises IT with Cloud Storage

### Import Export

Ship Large Datasets

## Cross-Service

### Support

Phone & email fast-response 24X7 Support

### Marketplace

Buy and sell Software and Apps

### Management Console

UI to manage AWS services

### SDKs, IDE kits and CLIs

Develop, integrate and manage services

## Analytics

### Elastic MapReduce

Managed Hadoop Framework

### Kinesis

Real-Time Data Stream Processing

### Data Pipeline

Orchestration for Data-Driven Workflows

## Compute & Networking

### EC2

Virtual Servers in the Cloud

### VPC

Virtual Secure Network

### ELB

Load balancing Service

### WorkSpaces

Virtual Desktops in the cloud

### Auto Scaling

Automatically scale up and down

### DirectConnect

Dedicated Network Connection to AWS

### Route 53

Scalable Domain Name System

## Deployment & Management

### CloudFormation

Templated AWS Resource Creation

### CloudWatch

Resource and Application Monitoring

### Elastic Beanstalk

AWS Application Container

### IAM

Secure AWS Access Control

### CloudTrail

User Activity Logging

### OpsWorks

DevOps Application Management Service

### CloudHSM

Hardware-based key storage for compliance

## App Services

### CloudSearch

Managed Search Service

### Elastic Transcoder

Easy-to-use Scalable Media Transcoding

### SES

Email Sending Service

### SNS

Push Notification Service

### SQS

Message Queue Service

### SWF

Workflow Service for Coordinating App Components

### AppStream

Low-latency Application Streaming



# Amazon Web Services (AWS)



# Amazon Web Services: Betriebsumgebung

- Jede Gruppe erhält für die Benutzung der Amazon Web Services eine E-Mail mit Account-Informationen
- Einrichten der Betriebsumgebung (CIP-Pool)
  - 1) Anlegen der privaten Konfigurationsdatei `~/.aws/aws.conf`

```
$ mkdir ~/.aws  
$ touch ~/.aws/aws.conf
```

- 2) Erstellen und Eintragen von `AWS_ACCESS_KEY` und `AWS_SECRET_KEY`

```
export AWS_ACCESS_KEY=<schluessel_id>  
export AWS_SECRET_KEY=<privater_schluessel>
```

→ <http://tinyurl.com/access-keys>, Reiter „Access Keys“

- 3) Zugriffsrechte einschränken

```
$ chmod 600 ~/.aws/*
```



# Amazon Web Services: Betriebsumgebung

- Nach dem Erstellen von `~/.aws/aws.conf` kann die globale Konfigurationsdatei geladen werden

```
$ source /proj/i4mw/pub/aufgabe7/aws.conf
```

- Diesen Schritt nach jedem Login im CIP-Pool ausführen, damit die EC2-Kommandozeilen-Tools (z. B. `ec2-run-instances`) funktionieren
- Alternative: Obigen Befehl *einmalig* in die Datei `~/.profile` eintragen, um den manuellen Aufruf zu vermeiden.

```
$ echo "source /proj/i4mw/pub/aufgabe7/aws.conf" >> ~/.profile
```

- Liste der verfügbaren EC2-Kommandozeilen-Tools:

```
$ ec2-<TAB><TAB>
```



# Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

- Voraussetzungen für die Instanziierung einer virtuellen Maschine
  - Amazon Machine Image (AMI, Liste: `ec2-describe-images -a`)
  - EC2-Schlüsselpaar
- 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: `m1.small`
- Nutzdatenfeld `user-data`
  - Base64-kodierter String
  - Maximal 16 kByte
  - Optional



# Amazon EC2: Starten einer Instanz

- Einmalig EC2-Schlüsselpaar im Browser generieren
  - Schlüsselname wählen (z. B. gruppe0)
  - Privaten Schlüssel unter `~/ .aws/gruppe0.pem` speichern  
→ <https://console.aws.amazon.com/ec2/home?region=eu-west-1#s=KeyPairs>
  - Zugriffsrechte mit `chmod` setzen

```
$ chmod 600 ~/ .aws/gruppe0.pem
```

- Persistente Freigabe von Port 22 (SSH), Starten einer Linux-Instanz
  - AMI: `ami-6056b817` [`↔` Amazon Linux AMI]
  - Instanz-Typ: `m1.small`
  - Schlüsselname: `gruppe0`
  - Nutzdatenfeld mit einem String füllen: `Hello World.`

```
$ ec2-authorize default -p 22
$ ec2-run-instances --instance-type m1.small --key gruppe0 \
  --user-data="Hello World." ami-6056b817
```

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



## Amazon EC2: Zugriff auf eine Instanz

- Sobald die Instanz den Boot-Vorgang abgeschlossen hat, erfolgt der Zugriff auf die Maschine mittels SSH  
→ Öffentlicher Hostname der Instanz via `ec2-describe-instances`

```
$ ssh -i ~/.aws/gruppe0.pem -l ec2-user \  
ec2-xxx-xxx-xxx-xxx.eu-west-1.compute.amazonaws.com
```

- Bei Konflikten aufgrund erneuter Adressvergabe, SSH mit dem Parameter `-o StrictHostKeyChecking=no` starten
- Hinweise:
  - In der Betriebsumgebung der virtuellen Maschine werden mit `ec2-metadata` Meta-Informationen über das System angezeigt. Auch das Nutzdatenfeld `user-data` kann so ausgewertet werden.
  - Root-Rechte erhält man mit dem Kommando `sudo su -`
- Bei Zugriffsproblemen: Boot-Meldungen über die Web-Schnittstelle oder mit `ec2-get-console-output` nach Fehlern durchsuchen
- Debugging auf dem Live-System: Prüfen der Log-Dateien (`/var/log/*`)



## Amazon EC2: Beenden einer Instanz

- Für das Terminieren einer im Betrieb befindlichen Instanz ist die eindeutige Instanz-ID notwendig
- Das Kommando `ec2-describe-instances` listet die Instanz-ID in der zweiten Spalte (Format: `i-xxxxxxxx`)
- Unter Kenntnis dieser ID kann die Instanz mit `ec2-terminate-instance` beendet werden:

```
$ ec2-describe-instances
(...)
$ ec2-terminate-instances i-xxxxxxxx
```

- Mit dem Befehl `ec2-terminate-all-instances` (nur im CIP-Pool verfügbar!) werden alle laufenden Instanzen des Benutzers beendet
- Kontrolle: <https://console.aws.amazon.com/ec2/home>
- Bitte stets sicherstellen,  
dass **keine unbenutzten** Instanzen laufen!



# Amazon Simple Storage Service (S3)

---

- Der Simple Storage Service (S3) ist ein Netzwerk-Dateisystem
  - REST-, SOAP- und BitTorrent-Schnittstellen
  - Zugriffskontrolle mittels Zugriffskontrolllisten (Access Control Lists, ACLs)
  - Einfache API
- Eindeutige Identifikation von Dateien durch Bucket (Kübel) und Dateiname: `s3://<bucket>/<dateiname>`
- Buckets können *nicht* geschachtelt werden
- Übersetzung der S3-Adressrepräsentation in eine URL
  - S3: `s3://<bucket>/<dateiname>`
  - URL: `http://<bucket>.s3.amazonaws.com/<dateiname>`
- Prominente Dienste, die S3 nutz(t)en:
  - Netflix
  - Dropbox
  - Twitter (Bilddaten)



# Amazon S3: Zugriff auf Daten

- Zugriff auf Daten in S3 im CIP-Pool via `s3cmd`
- Einmalige Konfiguration:

```
$ s3cmd --configure
Access Key: <schluessel_id>
Secret Key: <privater_schluessel>
Encryption password: <leer>
(...)
Save settings? [y/N] y
```

- Lediglich „Access Key“ und „Secret Key“ müssen angegeben werden  
→ <http://tinyurl.com/access-keys>, Reiter „Access Keys“
- Erstellen eines Bucket:

```
$ s3cmd mb s3://gruppe0-bucket
Bucket 's3://gruppe0-bucket/' created
```

- Speichern einer *öffentlichen* Datei im Bucket `gruppe0-bucket`:

```
$ echo "Hello World." > foo.bar
$ s3cmd --acl-public put foo.bar s3://gruppe0-bucket/foo.bar
foo.bar -> s3://gruppe0-bucket/foo.bar [1 of 1]
Public URL of the object is:
http://gruppe0-bucket.s3.amazonaws.com/foo.bar
```



# Amazon S3: Zugriff auf Daten

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

```
$ s3cmd get s3://gruppe0-bucket/foo.bar foo.bar.copy
```

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

```
$ s3cmd del s3://gruppe0-bucket/foo.bar  
File s3://gruppe0-bucket/foo.bar deleted
```

- Ausführliche Liste der `s3cmd`-Befehle:

```
$ s3cmd --help
```

- Alternative Zugriffsmethoden:

- Browser (Amazon Web Services Console, <https://console.aws.amazon.com/s3/home>)
- Firefox-Plugin (z. B. S3Fox, <https://addons.mozilla.org/de/firefox/addon/s3fox/>)
- Einhängen als Dateisystem (s3fs, FUSE-basiert)



# Amazon Elastic Load Balancing

---

- Mit dem Dienst „Amazon Elastic Load Balancing“ können virtuelle Load-Balancer (Lastverteilungsknoten) in EC2 definiert werden
- Erstellung eines Load-Balancer
  - Symbolischer Name, findet sich im endgültigen Hostnamen wieder
  - Port-Zuweisung(en), Load-Balancer-Port und Ziel-Port der EC2-Instanzen können variieren
  - „Health-Check“ und direkte Zuweisung von EC2-Instanzen sind bei der Erstellung optional
- Einem Load-Balancer können nach seiner Erstellung beliebig viele EC2-Instanzen zugeordnet werden
- Eingehende Anfragen werden im *Round-Robin*-Verfahren an die zugeordneten EC2-Instanzen weitergereicht
- Ansonsten ist der Load-Balancer eine passive Instanz; er instanziiert oder terminiert *keine* Instanzen

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



- Amazon stellt eine Java-Bibliothek für die Verwendung der Amazon Web Services zur Verfügung
  - `/proj/i4mw/pub/aufgabe7/aws-java-sdk-1.11.86/lib/aws-java-sdk-1.11.86.jar`
  - 3rd-Party-Bibl.: `/proj/i4mw/pub/aufgabe7/aws-java-sdk-1.11.86/third-party/lib`
  - `http://docs.amazonwebservices.com/AWSJavaSDK/latest/javadoc/index.html`
- Relevante Packages für den Betrieb von virtuellen Maschinen und Load-Balancern in EC2:
  - `com.amazonaws.services.ec2`
  - `com.amazonaws.services.elasticloadbalancing`
- Folgende Objekte sind bei der Instanziierung einer virtuellen Maschine in EC2 beteiligt
  1. Client-Objekt (Typ `AmazonEC2`)
  2. Instanzierungs-Request (Typ `RunInstancesRequest`)
  3. Ergebnis (Typ `RunInstancesResult`)



# Amazon Java SDK: Instanziierung einer VM

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

**Beachte:** Vor dem Aufruf am `AmazonEC2ClientBuilder` müssen die Umgebungsvariablen `AWS_ACCESS_KEY_ID` und `AWS_SECRET_KEY` (→ Credentials) gesetzt sein.

```
AmazonEC2 ec2 = AmazonEC2ClientBuilder.standard()
    .withRegion("eu-west-1").build();
RunInstancesRequest request = new RunInstancesRequest();
```

```
String userData = "Hello World.";
request.setInstanceType("m1.small");
request.setKeyName("gruppe0");
request.setImageId("ami-7fd4e10b");
request.setMinCount(1);
request.setMaxCount(1);
request.setPlacement(new Placement("eu-west-1a"));
```

```
byte[] userDataBytes = userData.getBytes();
request.withUserData(Base64.encodeBase64String(userDataBytes));
RunInstancesResult result = ec2.runInstances(request);
```

## ■ Hinweise:

- Mittels des Objektes `result` die Instanz-ID in Erfahrung bringen
- Auf die eigentliche Instanziierung prüfen (`DescribeInstancesRequest`)



# Amazon Java SDK: Erstellen eines Load-Balancer

- Entsprechend die Erstellung eines Load-Balancer:
  1. Client-Objekt (Typ `AmazonElasticLoadBalancing`)
  2. Portzuweisungs-Objekt (Typ `Listener`)
  3. Instanziierungs-Request (Typ `CreateLoadBalancerRequest`)
  4. Ergebnis (Typ `CreateLoadBalancerResult`)
- Beispiel (auch hier müssen die Credentials bereits gesetzt sein, siehe Folie 9-16):

```
AmazonElasticLoadBalancing lb =  
    AmazonElasticLoadBalancingClientBuilder.standard()  
        .withRegion("eu-west-1")  
        .build();
```

```
List<Listener> listeners = new ArrayList<Listener>();  
listeners.add(new Listener("tcp", 80, 80));  
List<String> zones = new ArrayList<String>();  
zones.add(new String("eu-west-1a"));
```

```
CreateLoadBalancerRequest request =  
    new CreateLoadBalancerRequest("lb-name", listeners, zones);  
CreateLoadBalancerResult result =  
    lb.createLoadBalancer(request);
```



# Amazon Java SDK: Zuordnung einer Instanz

- Einem Load-Balancer können im Folgenden beliebige EC2-Instanzen (↪ `com.amazonaws.services.elasticloadbalancing.model.Instance`) zugewiesen werden

- Beispiel:

```
List<Instance> instances = new ArrayList<Instance>();  
instances.add(...);
```

```
RegisterInstancesWithLoadBalancerRequest request =  
    new RegisterInstancesWithLoadBalancerRequest();  
request.setLoadBalancerName("lb-name");  
request.setInstances(instances);  
lb.registerInstancesWithLoadBalancer(request);
```

- Nach der Zuordnung der Instanz leitet der Load-Balancer gemäß seiner Portzuweisung Anfragen an die Instanz weiter
- Die Portzuweisung kann zur Laufzeit verändert werden
- Antworten der EC2-Instanz werden durch den Load-Balancer an den anfragenden Host geschickt



Amazon Web Services

Überblick

Elastic Compute Cloud (EC2)

Simple Storage Service (S3)

Elastic Load Balancing

Amazon Java SDK

Aufgabe 7

Übersicht

Hinweise

Java

Thread-Pools

Executor-Service

HttpClient



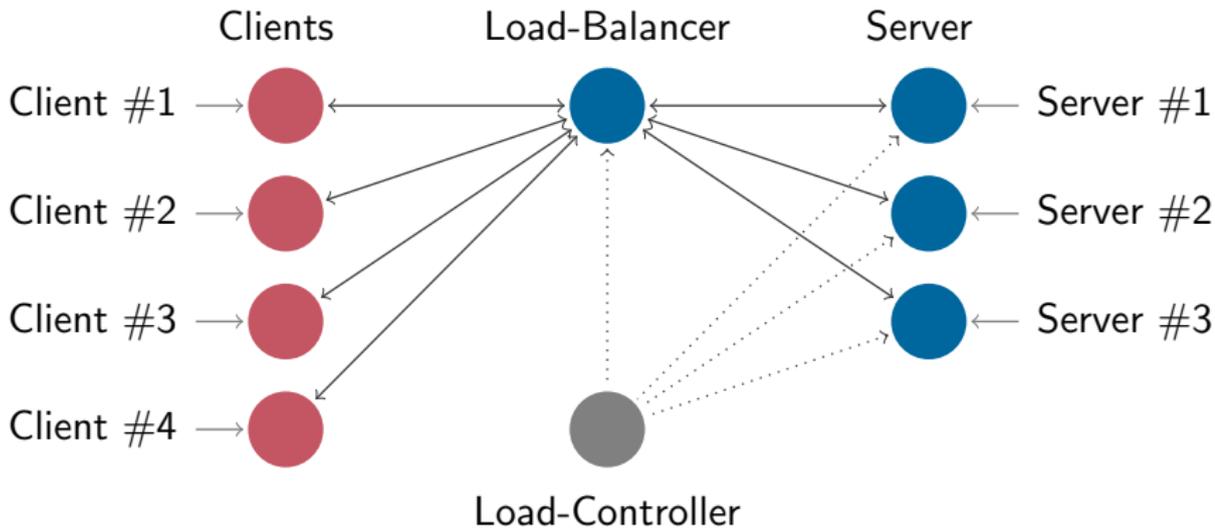
# Aufgabe 7

---

- Web-Services in der Cloud-Computing-Umgebung von Amazon
  - Erweiterter Web-Service aus der ersten Übungsaufgabe:
    - Lastverteilung
    - Dynamische Skalierung
  - Amazon-Basis-Technologien:
    - Amazon EC2
    - Amazon S3
    - Amazon Elastic Load Balancing
- Amazon Web Services
  - Rund 20 US-Dollar Guthaben pro Gruppe
  - Guthaben kann lediglich für Amazon Web Services verwendet werden
  - Aktuelle AWS-Kosten: <http://aws.amazon.com/pricing/>
- Globaler Systemstatus der Amazon Web Services
  - Bei Störungen können (Teile der) Amazon Web Services ausfallen
  - Aktueller Status: <http://status.aws.amazon.com/>



# Aufgabe 7: Systemübersicht



# Hinweise für Aufgabe 7

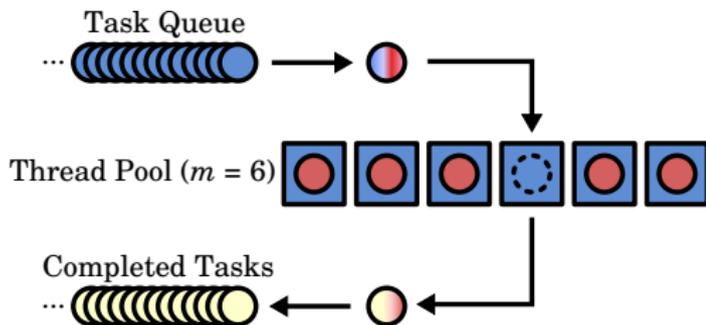
- Erweiterung des Web-Service aus der ersten Aufgabe
  - MWFacebookServer: Erfassung der Auslastung des Dienstes  
→ `/proj/i4mw/pub/aufgabe7/src/MWFacebookServer.tar.gz`
  - MWClient: Abfrage der Server-Auslastung, Protokollierung der Antwortzeiten des Server und Erzeugung hoher synthetischer Systemlast
- Betrieb des Dienstes in Amazon EC2
  - Java-Archive für Server und Client
  - Hinterlegen der Archive auf S3
  - EC2-Instanzen starten

**Hinweise:**

  - Das bereitgestellte Amazon-Machine-Image *ami-5b5c053d* verfügt über die Daten, die für den Betrieb des Facebook-Service notwendig sind
  - Installierte Java-Version im AMI: Oracle Java SE Development Kit 8
- Load-Controller
  - Instanziierung und Terminierung von Server-Instanzen mit Java
  - Erstellen eines Load-Balancer in EC2, Zuordnung von Instanzen
  - Lastüberwachung und entsprechende Regulierung des Systems



- Ein Thread-Pool ist eine zentral verwaltete Liste von Worker-Threads
- Einem Thread-Pool der Größe  $m$  werden  $n$  Tasks zugeordnet
- Für gewöhnlich gilt:  $n \gg m$



- Für die Abarbeitung der Tasks muss kein eigener Thread gestartet werden → Worker-Thread
- Vorteil: Geringerer Aufwand für die Speicherverwaltung

- Für die abzuarbeitenden Tasks wird eine Klasse benötigt, die das Interface `Runnable` implementiert
- Die Signatur der zu implementierenden Methode `run()` hat *keine* Aufrufparameter
- Daten müssen deshalb entweder mit Hilfe des Konstruktors übergeben werden (siehe Beispiel) oder bei der Ausführung von `run()` zur Laufzeit in Erfahrung gebracht werden

```
public class MWRunnable implements Runnable {
    private int id;

    public MWRunnable(int id) {
        this.id = id;
    }

    public void run() {
        System.out.println("ID: " + this.id);
    }
}
```



- In Java reduziert der Executor-Service den Programmieraufwand für Thread-Pools
- Erstellung eines Thread-Pool mit einer definierten Größe:

```
ExecutorService svc = Executors.newFixedThreadPool(int m);
```

- Der Parameter  $m$  spezifiziert die Größe des Thread-Pool
  
- Für die Ausführung von insgesamt  $n$  Tasks gilt es, die Methode `execute` zu verwenden:

```
for (int id = 0; id < n; id++) {  
    svc.execute(new MWRunnable(id));  
}
```

- Der Executor-Service garantiert, dass bei der Abarbeitung der  $n$  Tasks, maximal  $m$  Threads gleichzeitig ausgeführt werden



- Mittels der Klasse `HttpClient` soll festgestellt werden, ob ein Web-Service auf Anfragen antwortet
- Beispiel (Zugriff auf `http://www.example.com/foo.bar`):

```
HttpClient httpClient = new HttpClient();
String url = "http://www.example.com:80/foo.bar";
GetMethod method = new GetMethod(url);
try {
    int statusCode = httpClient.executeMethod(method);
    if (statusCode == HttpStatus.SC_OK) {
        /* Erfolgreicher Zugriff */
    }
} catch (Exception e) {
    /* Ausnahmebehandlung */
} finally {
    method.releaseConnection();
}
```

- Grundgerüst für eine periodische Abfragemethode, die prüft, ob auf einem Server (z. B. VM) ein Web-Service läuft

