

Middleware – Cloud Computing – Übung

Christopher Eibel, Michael Eischer, Tobias Distler

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

www4.cs.fau.de

Wintersemester 2018/19



Hybrid Clouds & Virtualisierung

- Einführung

- Aufbau einer virtuellen Maschine

Amazon Web Services

- Überblick

- Elastic Compute Cloud (EC2)

- Simple Storage Service (S3)

- Amazon CloudWatch

- Amazon Java SDK

Aufgabe 2

- Aufgabenstellung

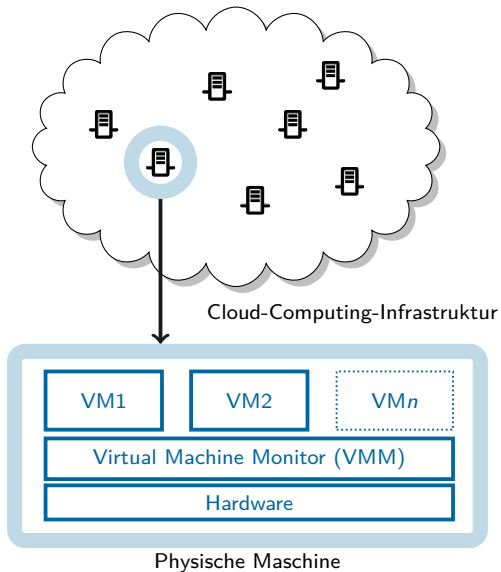
- OpenStack



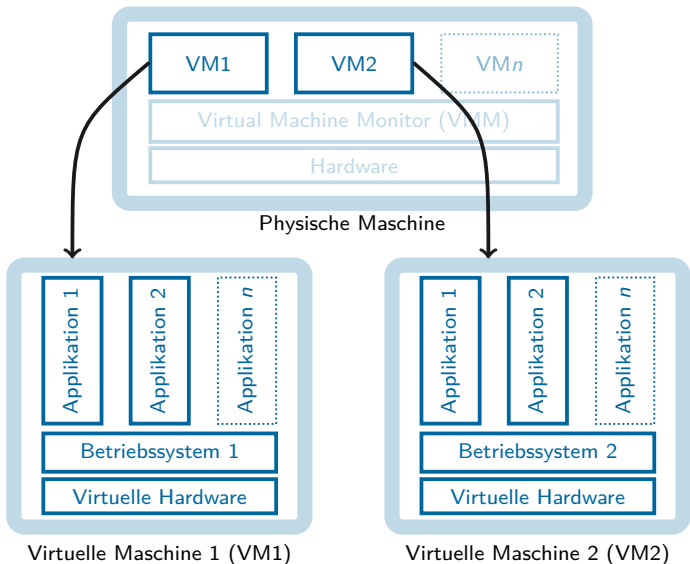
- Public Cloud: Cloud-Dienste frei für jeden verfügbar
 - *aaS: „X as a Service“-Gedanke
 - Umfangreiche Kostenmodelle
- Private Cloud: IT- bzw. Cloud-Dienste werden z. B. von einem Unternehmen oder einer Einrichtung selbst betrieben
 - Interne Nutzung: Datenschutz und IT-Sicherheit
 - Aber auch: Bereitstellung von eigenen Ressourcen für öffentliche Nutzung
- **Hybrid Cloud:** Mischform aus Private und Public Cloud
 - Sicherheitskritische Teile einer Anwendung laufen nur in der Private Cloud
 - Skalierbarkeit, Ausdehnung auf (kostenintensivere) Public-Cloud-Dienste (z. B. beim Auftreten von Lastspitzen)



Virtualisierung als Grundlage für Cloud Computing



Aufbau einer virtuellen Maschine



- Notwendige Betriebsmittel
 - Physische Maschine und Gastgeberbetriebssystem („Host“)
 - Virtualisierungssoftware, die den Virtual Machine Monitor bereitstellt
 - **Abbild der zu betreibenden virtuellen Maschine**

- Aufbau des Abbilds einer virtuellen Maschine
 - Meta-Informationen (spezifisch, je nach Virtualisierungssoftware)
 - **Dateisystem**, beinhaltet für gewöhnlich:
 - Kern des zu virtualisierenden Gastbetriebssystems („Guest“)
 - User-Space-Komponenten des Gastbetriebssystems
 - Daten

- Analogie zur Objektorientierung
 - Das statische Abbild einer virtuellen Maschine entspricht einer **Klasse**
 - Eine im Betrieb befindliche virtuelle Maschine ist die **Instanz** eines solchen Abbilds



Hybrid Clouds & Virtualisierung

Einführung

Aufbau einer virtuellen Maschine

Amazon Web Services

Überblick

Elastic Compute Cloud (EC2)

Simple Storage Service (S3)

Amazon CloudWatch

Amazon Java SDK

Aufgabe 2

Aufgabenstellung

OpenStack



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://awstccalculator.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

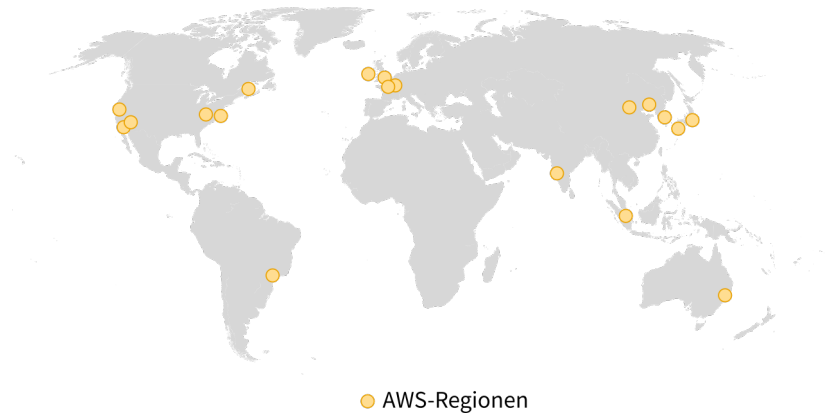
Workflow Service for Coordinating App Components

AppStream

Low-latency Application Streaming



Amazon Web Services (AWS)



Amazon Web Services: Betriebsumgebung

- 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

```
export PATH="$PATH:/proj/i4mw/pub/aufgabe2/aws/bin"
```

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

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



Amazon Web Services: Betriebsumgebung

- Ablegen der Credentials zum API-Zugriff in Datei empfehlenswert für spätere Übergabe an Programme, welche auf die API zugreifen

↳ Konfiguration auch mit `> aws configure` möglich

- 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/>, Menüpunkt „Users“, eigenen 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 Elastic Compute Cloud (EC2)

- Voraussetzungen für die Instanziierung einer virtuellen Maschine
 - Amazon Machine Image (AMI, Liste: `aws ec2 describe-images`)
 - 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: `t2.nano`
- Nutzdatenfeld `user-data`
 - Base64-kodierter String
 - Maximal 16 kByte
 - Optional



■ 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
```

■ VPC-Netzwerk inklusive Subnetz nötig

- Existiert bereits im zur Verfügung gestellten AWS-Account
- In Web-Oberfläche konfigurierbar (optional): <http://tinyurl.com/aws-vpcs>

■ Security-Group für Port-Freigaben einrichten

- Basis-Security-Group (u. a. mit Port-Freigabe für SSH) bereits im AWS-Account vorhanden (Name: `i4mw`)
- ↔ Für SSH sind externe Zugriffe über das TCP-Protokoll mit Port 22 von `0.0.0.0/0` (CIDR-Notation, entspricht weltweitem Zugriff) freigegeben
- Änderungen möglich während Instanz läuft
- In Web-Oberfläche konfigurierbar: <http://tinyurl.com/aws-sgroups>



Amazon EC2: Starten einer Instanz

■ Starten einer Linux-Instanz:

- Instanz-Typ: `t2.nano`
- AMI: `ami-047bb4163c506cd98` [↔ Amazon Linux AMI]
- Schlüsselname (`<key>`): beim Erstellen selbst gewählt (z. B. `gruppe0`)
- Nutzdatenfeld mit String füllen (`<user-data>`): z. B. `Hello World`.
- `<net-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 | grep -B3 -i groupid
```

■ Starten über die Kommandozeile

```
> aws ec2 run-instances --instance-type t2.nano \  
  --image-id ami-047bb4163c506cd98 \  
  --key <key> --user-data="<user-data>" \  
  --subnet-id <net-id> \  
  --security-group-ids <sg-id>
```



Amazon EC2: Zugriff auf eine Instanz

- Überprüfen des Status der Instanz mit `aws ec2 describe-instances`; auch: Abfrage der öffentlichen IP-Adresse (→ `PublicIpAddress`)
- Sobald die Instanz den Boot-Vorgang abgeschlossen hat, erfolgt der Zugriff auf die Maschine mittels SSH

```
> ssh -i ~/.aws/gruppe0.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>`
- 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 -`
- Debugging auf dem Live-System: Prüfen der Log-Dateien (`/var/log/*`)
- Bei Zugriffsproblemen: Boot-Meldungen über die Web-Schnittstelle oder mit `aws ec2 get-console-output` nach Fehlern durchsuchen



Amazon EC2: Beenden einer Instanz

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

```
> aws ec2 describe-instances
(...)
> aws ec2 terminate-instances i-xxxxxxxx
```

- Kontrolle: <https://console.aws.amazon.com/ec2/home>
- Bitte stets sicherstellen,
dass **alle unbenutzten** Instanzen beendet werden!



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

```
> 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
```



Amazon S3: Zugriff auf Daten

- 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)



- Umfangreiche Überwachungsfunktionen für viele AWS-Dienste
- Protokollierung und lange Speicherung der Daten
- Metriken: in beide Richtungen (Lesen/Schreiben) möglich
 - Grundlegende Überwachung (5 Minuten), kostenlos
 - Detaillierte Überwachung (1-Min.-Intervalle), zusätzliche Kosten
 - Benutzerdefinierte Metriken: aus Anwendung heraus, selbst definierbar
- Alarme: Automatische Reaktion bei auffälligen Veränderungen
- Visualisierung: Darstellung der Daten in einem Dashboard möglich
<https://eu-west-1.console.aws.amazon.com/cloudwatch> → „Dashboard“
- Beispiele
 - Amazon EC2: CPU-Auslastung, gesendete/empfangene Netzwerkpakete
 - Amazon EBS: Lese- und Schreiblatenz
 - Amazon RDS: verfügbarer Arbeitsspeicher/Speicherplatz



- Amazon stellt eine Java-Bibliothek für die Verwendung der Amazon Web Services zur Verfügung

```
/proj/i4mw/pub/aufgabe2/aws/aws-java-sdk-1.11.424/lib/aws-java-sdk-1.11.424.jar
```

3rd-Party-Bibliotheken:

```
/proj/i4mw/pub/aufgabe2/aws/aws-java-sdk-1.11.424/third-party/lib
```

→ <http://docs.amazonwebservices.com/AWSJavaSDK/latest/javadoc/index.html>

- Relevante Packages für den Betrieb von virtuellen Maschinen in Amazon EC2 und Amazon CloudWatch:

- `com.amazonaws.services.ec2`

- `com.amazonaws.services.cloudwatch`

- 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 in der Konfigurationsdatei `~/.aws/credentials` die Optionen `aws_access_key_id` und `aws_secret_access_key` gesetzt sein.

- Initialisierung

`com.amazonaws.services.ec2`

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

- Setzen des Namens einer VM-Instanz `com.amazonaws.services.ec2.model`

```
Tag tag = new Tag("Name", "MyVMName");

TagSpecification spec = new TagSpecification()
    .withTags(tag)
    .withResourceType("instance");

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



Amazon Java SDK: Instanziierung einer VM

■ Minimal-Beispiel (Fortsetzung)

com.amazonaws.services.ec2.model

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

```
RunInstancesRequest request = new RunInstancesRequest()
    .withImageId("ami-9ca607e5")
    .withTagSpecifications(spec)
    .withInstanceType("t2.nano")
    .withMinCount(1)
    .withMaxCount(1)
    .withKeyName("gruppe0-key")
    .withUserData(Base64.encodeAsString(userDataBytes)) // com.amazonaws.util
    .withMonitoring(true) // optional, detailliertere Metriken aktivieren
    .withSecurityGroupIds("sg-989f5ce3") // z.B. im Web-Interface erstellen
    .withSubnetId("subnet-0eab946a"); // (VPC muss Security-Group vorab
    // zugeordnet werden)
RunInstancesResult result = ec2.runInstances(request);
```

■ Hinweise:

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



- Initialisierung (ähnlich wie bei EC2) `com.amazonaws.services.cloudwatch`

```
AmazonCloudWatch cw = AmazonCloudWatchClientBuilder.standard()  
    .withRegion("eu-west-1").build();
```

- Metrik abrufen: Zeitintervall und Dimension festlegen

- Erwartetes Zeitformat: ISO 8601, UTC (z. B. 2017-11-03T13:45:00Z)
- Beispielhaftes Definieren von Anfangs- und Endzeitpunkt

```
// Packages: java.time.Clock, java.time.Instant  
Instant e = Clock.systemUTC().instant();  
Instant s = e.minusMinutes(2); // Datenpunkte ueber 2-Min.-Intervall  
  
// Package: com.amazonaws.services.cloudwatch.model.Dimension  
Dimension dimension = new Dimension()  
    .withName("InstanceId")  
    .withValue("i-xxxxxxx");
```

- Weiterführende Links

- http://docs.aws.amazon.com/AmazonCloudWatch/latest/monitoring/cloudwatch_concepts.html
- http://docs.aws.amazon.com/AmazonCloudWatch/latest/APIReference/API_GetMetricStatistics.html



- Metrik abrufen (Fortsetzung) `com.amazonaws.services.cloudwatch.model`

```
// Request zum Holen der Werte einer Metrik zusammensetzen und absenden
// festlegen, dass nur Durchschnittswerte abgefragt werden
GetMetricStatisticsRequest req = new GetMetricStatisticsRequest()
    .withStatistics(Statistic.Average)
    .withPeriod(60)
    // Package: java.util.date
    .withStartTime(Date.from(s))
    .withEndTime(Date.from(e))
    .withMetricName("DiskWriteBytes")
    .withNamespace("AWS/EC2")
    .withDimensions(dimension);
GetMetricStatisticsResult res = cw.getMetricStatistics(req);

// Zeitstempel und Durchschnittswerte ausgeben
for (Datapoint dp : res.getDatapoints()) {
    System.out.printf("%s: %s\n", dp.getTimestamp().getTime(),
        dp.getAverage());
}
```



Hybrid Clouds & Virtualisierung

Einführung

Aufbau einer virtuellen Maschine

Amazon Web Services

Überblick

Elastic Compute Cloud (EC2)

Simple Storage Service (S3)

Amazon CloudWatch

Amazon Java SDK

Aufgabe 2

Aufgabenstellung

OpenStack



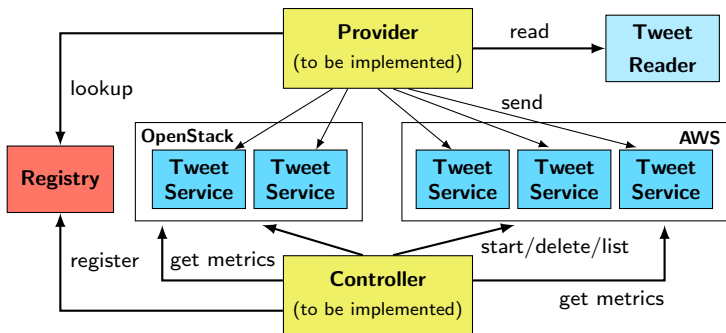
Aufgabe 2

- Web-Service in der hybriden Cloud-Computing-Umgebung ausführen
 - Cloud-Ansteuerung
 - Lastverteilung
 - Dynamische Skalierung
- Basis-Technologien
 - Amazon EC2 vs. OpenStack Nova
 - Amazon CloudWatch vs. OpenStack Ceilometer/Gnocchi
 - Amazon EBS vs. OpenStack Glance/Cinder
 - Amazon S3 (vs. OpenStack Swift)
- Amazon Web Services
 - Rund 10 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 2: Hybrid Cloud

- Tweet-Service wird bereitgestellt, Registry(-Zugriff) wie gehabt
- Teilaufgaben
 - Cloud-Controller für manuelle Cloud-Instanzen-Ansteuerung (VMs starten, beenden, auflisten, nach Metriken abfragen)
 - Verteilung von Tweet-Anfragen im Provider
 - Erweiterter Cloud-Controller zur dynamischen Steuerung der VMs



Aufgabe 2: Hybrid Cloud

- Gemeinsame Schnittstelle: `MWCloudPlatform`
- Betrieb des Dienstes in Amazon EC2
 - Spezifische Klasse zur VM-Ansteuerung: `MWCloudPlatformAWS`
 - AMI wird bereitgestellt
 - Java & Java-Bibliotheken für Dienst
 - Java-Bibliotheken bereits im Image (`ami-0e0737f5da641f34b`) enthalten
 - Installierte Java-Version im AMI: OpenJDK Runtime Environment 8
 - Hinterlegen des JAR-Archivs des Diensts auf S3
- Betrieb des Dienstes in OpenStack
 - Spezifische Klasse zur VM-Ansteuerung: `MWCloudPlatformOpenStack`
 - Erzeugung und Konfiguration eines eigenen VM-Abbilds
 - Installation des Grundsystems
 - Hinzufügen von Java, Java-Bibliotheken für Dienst
 - **OpenStack-Rechnerübung: Mo., 12.11., 16:00–18:00 + X Uhr (s. t.)
alternativ: Mi., 14.11., 14:00–16:00 + X Uhr (s. t.)**
 - Platz im Raum 00.156-113 ist begrenzt: Bitte als Gruppe unter <https://doodle.com/poll/ywt57pu4fcyr6pbh> eintragen
 - Hinterlegen des JAR-Archivs des Diensts auf S3



Testen der Dienstlauffähigkeit

- Direkter Zugriff über HTTP-Anfrage (hier: GET-Anfrage)

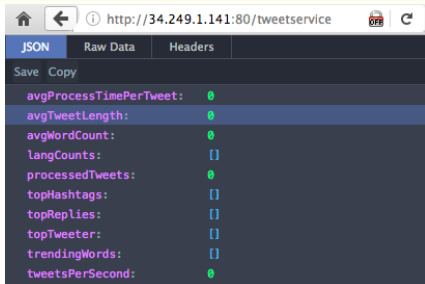
```
> curl http://<ip-address>:<port>/tweetservice
```

- Direkter Zugriff über den Web-Browser

- Instanz nicht erreichbar

→ Einstellungen der Security Group kontrollieren

- Logs per SSH einsehen



Field	Value
avgProcessTimePerTweet:	0
avgTweetLength:	0
avgWordCount:	0
langCounts:	[]
processedTweets:	0
topHashtags:	[]
topReplies:	[]
topTweeter:	[]
trendingWords:	[]
tweetsPerSecond:	0

```
> ssh -i <private_key (e.g., gruppe0.pem)> ec2-user@<ip_address>
```

- IP-Adresse z. B. über `aws ec2 describe-instances` ermitteln
- Überprüfen, ob Java-Prozess läuft: `> ps aux | grep java`
- Fehlersuche: Durchsuchen von `/var/log/i4mw-java.log` (nicht existent, falls Java-Prozess nicht gestartet werden konnte) und `/var/log/syslog`



Zugriff auf OpenStack

- Web-Frontend
 - Dashboard: <https://i4cloud.cs.fau.de>
 - Zugangsdaten: siehe E-Mail mit Zugangsdaten
- Kommandozeile
 - OpenStack-Client-Programm: `openstack`
 - **Vor Verwendung:** `openrc`-Datei `sourcen` (siehe unten)
- Alle Kommandozeilenbefehle benötigen vorherige Authentifizierung
 - 1) Download der RC-Datei (`<user>-openrc.sh`) über Dashboard:
 - „Projekt“ → „API Access“
 - „Download OpenStack RC File“
 - 2) RC-Datei einlesen und ausführen (`sourcen`)

```
$ source /path/to/<user>-openrc.sh
```

- Benutzerdaten für Login per OpenStack-Konsole auf einer laufenden Instanz vom bereitgestellten Beispielabbild (`debian-example`):
USER: `cloud` PASSWORD: `cloud`



- OpenStack4j: Java-API für OpenStack-Dienste
 - Bibliotheken: /proj/i4mw/pub/aufgabe2/openstack4j
 - Dokumentation: <http://www.openstack4j.com/learn>
 - **Achtung: OpenStack4j funktioniert nicht, falls sich die Tika-Bibliothek auf dem Classpath befindet**
- Authentifizierung

```
// Package: org.openstack4j.model.common
Identifier projectIdentifier = Identifier.byId(<projectIdentifier>);
Identifier domainName = Identifier.byName(<domainIdentifier>);
OSClientV3 osc = OSFactory.builderV3() // Packages:
    .endpoint(<os_auth_url_from_rc_file>) // org.openstack4j.{api,openstack}
    .credentials(<user>, <pass>, domainName)
    .scopeToProject(projectIdentifier)
    .authenticate();
```

- Endpunkt-Adresse: Variable OS_AUTH_URL (in RC-Datei)
- Benutzername (<user>) und Passwort (<pass>):
siehe E-Mail zur Gruppeneinteilung
- Projekt-ID (<projectIdentifier>, String) → RC-Datei/Web-Oberfläche
- Domänen-Name (<domainName>, String) → RC-Datei/Web-Oberfläche



- Konfiguration (ähnlich zu AWS-API) über ServerCreate-Objekt

```
ServerCreate sc = Builders.server() // org.openstack4j.model.compute.api  
    .<config_option1>  
    .<config_option2>[...].<config_optionN>.build();
```

→ Konfigurieren von Instanzname, Instanztyp (Flavor-**ID**), Abbild-**ID**, Keypair, Netzwerk-**ID**, Security-Group, UserData (Kodierung mittels `java.util.Base64`)

- Boot mit Konfiguration (Aufruf blockiert, bis VM aktiv ist)

```
Server server = osc.compute().servers()  
    .bootAndWaitActive(sc, <max_wait_time_in_ms>);
```

- Statusabfrage `org.openstack4j.model.compute.Server.Status`

```
String serverId = server.getId();  
Status st = osc.compute().servers().get(serverId).getStatus();
```



- Floating-IP zuweisen org.openstack4j.model.{compute,common}

```
List<? extends FloatingIP> ips = osc.compute().floatingIps().list();
FloatingIP floatingIp = ips.get(0);
// [...] unbenutzte Ip mit (floatingIp.getInstanceId() == null) suchen
ActionResponse r = osc.compute().floatingIps().addFloatingIP(server,
floatingIp.getFloatingIpAddress());
```

- Floating-IP abfragen org.openstack4j.model.{compute,common}

```
String publicIp = "";
List<? extends Address> vmAddresses = server.getAddresses()
                                           .getAddresses("internal");

for (Address address: vmAddresses) {
    if (address.getType().equals("floating")
        && address.getVersion() == 4) {
        publicIp = address.getAddr();
        break;
    }
}
```



Zugriff auf Metriken in OpenStack mittels Gnocchi

- REST-Anfragen → Zugriff über `WebTarget`-Objekt
- Dokumentation: <http://gnocchi.xyz/rest.html>
- Gnocchi-Endpoint (Gnocchi-URL) über Kommandozeile ermitteln

```
> openstack catalog list
```

→ Suche nach „gnocchi“ und „i4region“

- HTTP-Header (Schlüssel-Wert-Paare) muss *für alle* Gnocchi-Anfragen zur Authentifizierung gesetzt werden

- Schlüssel (<key>): „X-Auth-Token“
- Wert (<value>): Zunächst Token anfordern

```
String authToken = osc.getToken().getId();
```

- Prinzip der Header-Modifizierung bei REST-Anfragen

```
Response r = target.request()  
    .header(<key>, <value>).post(Entity.text("test"));
```



Zugriff auf Metriken in OpenStack mittels Gnocchi

- Instanz-gebundene ID einer Metrik (z. B. `cpu_util`) abfragen

→ GET-Anfrage auf Pfad listet alle Metriken auf:

`<Gnocchi-URL>/v1/resource/instance/<vm-id>`

- Ermittlung der ID einer Metrik (im Folgenden: `<measure-id>`)
- Rückgabe der Ergebnisse erfolgt im JSON-Format
- Datentyp: `MWGnocchiInstanceResource.class`

- Messwerte für eine bestimmte Metrik abfragen

→ GET-Anfrage auf Pfad:

`<Gnocchi-URL>/v1/metric/<measure-id>/measures?start=<time>&granularity=1`

- `<time>`: Zeitstempel (analog zu CloudWatch)
oder relative Zeitangabe, z. B. `"-30seconds"`
- `granularity=1`: Aggregationszeitraum über jeweils 1 Sekunde
- Datentyp: `String[] [] .class`

- Ceilometer-Polling-Frequenz nach neuen Daten: 10 Sekunden

→ es wird nicht jede Sekunde ein neuer Datenpunkt erzeugt



■ Timer-Klasse `java.util.Timer`

- Einfache Scheduler-Funktionalität für `TimerTask`-Objekte
- Zentrale Methoden

```
void schedule(TimerTask task, long delay);  
void scheduleAtFixedRate(TimerTask t, long dy, long period);  
void cancel();
```

- `schedule()` Einmalig auszuführenden Task aufsetzen
- `scheduleAtFixedRate()` Periodischen Task aufsetzen
- `cancel()` Timer beenden

■ Timeout-Handler-Klasse `java.util.TimerTask`

- Basisklasse für von `Timer` eingeplante Tasks
- Zentrale Methoden

```
abstract void run();  
boolean cancel();
```

- `run()` Task ausführen → Timeout behandeln
- `cancel()` Task bzw. Timeout abbrechen

