Middleware - Cloud Computing – Übung

Tobias Distler, Klaus Stengel,
Timo Hönig, Christopher Eibel

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

www4.cs.fau.de

Wintersemester 2014/15

Überblick

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://awstcocalculator.com/`

G. DeCandia, D. Hastorun, M. Jampani, G. Kakulapati, A. Lakshman, A. Pilchin, S. Sivasubramanian, P. Vosshall, 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)
  - Anlegen der privaten Konfigurationsdatei `~/.aws/aws.conf`

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

  - Eintragen von `AWS_ACCESS_KEY_ID` und `AWS_SECRET_ACCESS_KEY`

```
export AWS_ACCESS_KEY_ID=<schluessel_id>
export AWS_SECRET_ACCESS_KEY=<privater_schluessel>
```

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

  - Hinterlegen des privaten Schlüssels und des Zertifikats
    - Neues Zertifikat erstellen
    - Abspeichern des *privaten* Schlüssels unter `~/.aws/key.pem`
    - Abspeichern des Zertifikats unter `~/.aws/cert.pem`

→ `http://tinyurl.com/x509-certificates`, Reiter „X.509 Certificate“

  - Zugriffsrechte einschränken

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

Betriebsumgebung

- Nach Erstellen von `~/.aws/aws.conf` und dem Hinterlegen des privaten Schlüssels sowie des Zertifikats 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, ACL)
  - 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, `http://www.s3fox.net`)
  - 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 Java SDK

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

  → `/proj/i4mw/pub/aufgabe7/aws-java-sdk-1.1.2.jar`

  → `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. Anmeldedaten („Credentials“, Typ `BasicAWSCredentials`)
  2. Client-Objekt (Typ `AmazonEC2Client`)
  3. Instanziierungs-Request (Typ `RunInstancesRequest`)
  4. Ergebnis (Typ `RunInstancesResult`)

Amazon Java SDK: Instanziierung einer VM

- Minimal-Beispiel (analog Kommandozeilen-Beispiel)

```
AWSCredentials credentials = new BasicAWSCredentials(accessKeyID,
                                                     secretKey);
AmazonEC2Client ec2 = new AmazonEC2Client(credentials);
ec2.setEndpoint("https://ec2.eu-west-1.amazonaws.com");
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. Anmeldedaten („Credentials“, Typ `BasicAWSCredentials`, unverändert)
  2. Client-Objekt (Typ `AmazonElasticLoadBalancingClient`)
  3. Portzuweisungs-Objekt (Typ `Listener`)
  4. Instanziierungs-Request (Typ `CreateLoadBalancerRequest`)
  5. Ergebnis (Typ `CreateLoadBalancerResult`)
- Beispiel:

```
AmazonElasticLoadBalancingClient lb =
            new AmazonElasticLoadBalancingClient(credentials);
lb.setEndpoint("https://elasticloadbalancing.eu-west-1." +
               "amazonaws.com");
```

```
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 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);
```

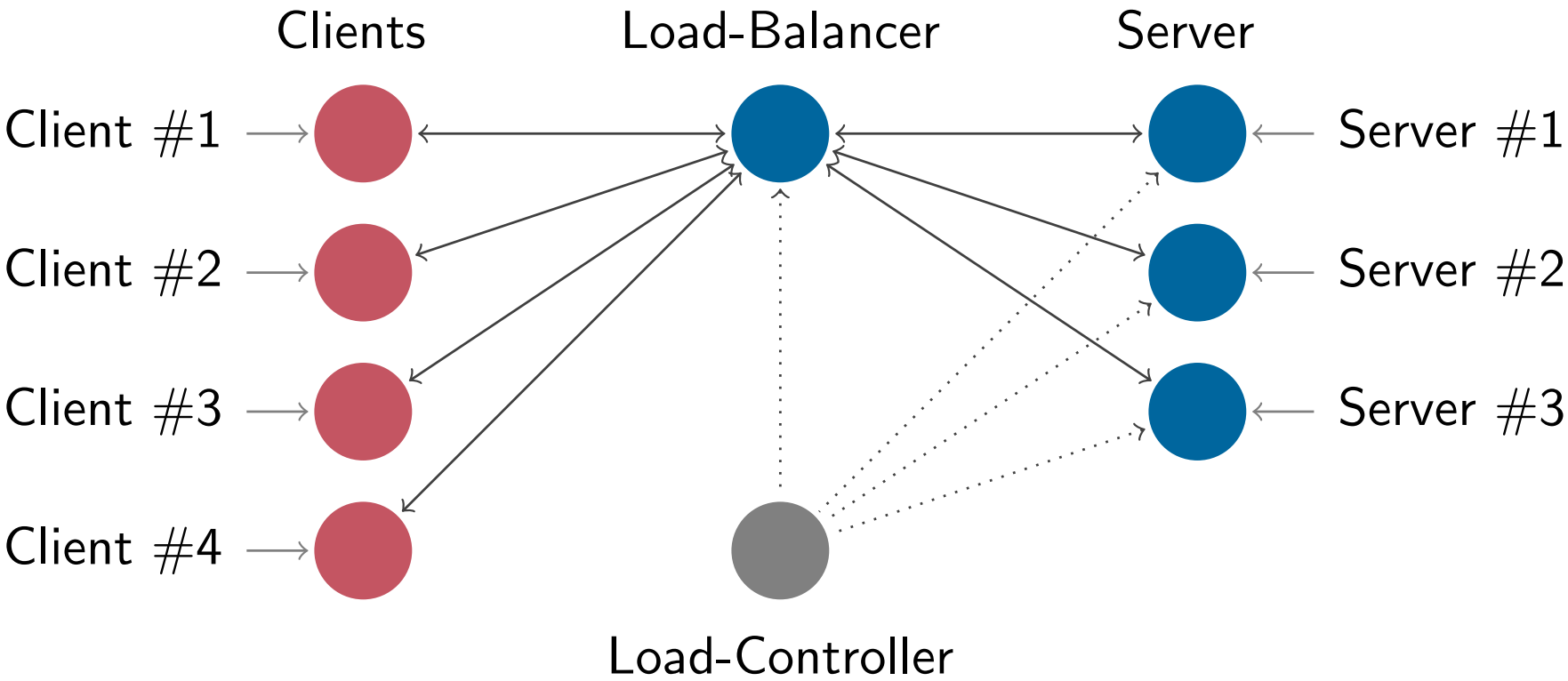
- Nach der Zuordnung der Instanz leitet der Load-Balancer gemäß seiner Portzuweisung Anfragen an die Instanz weiter
- Die Portzuweisung kann zur Laufzeit verändert werden
- Antworten der EC2-Instanz werden durch den Load-Balancer an den anfragenden Host geschickt

Überblick

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
  - Jede Übungsgruppe verfügt über ein Guthaben von 100 US-Dollar
  - 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



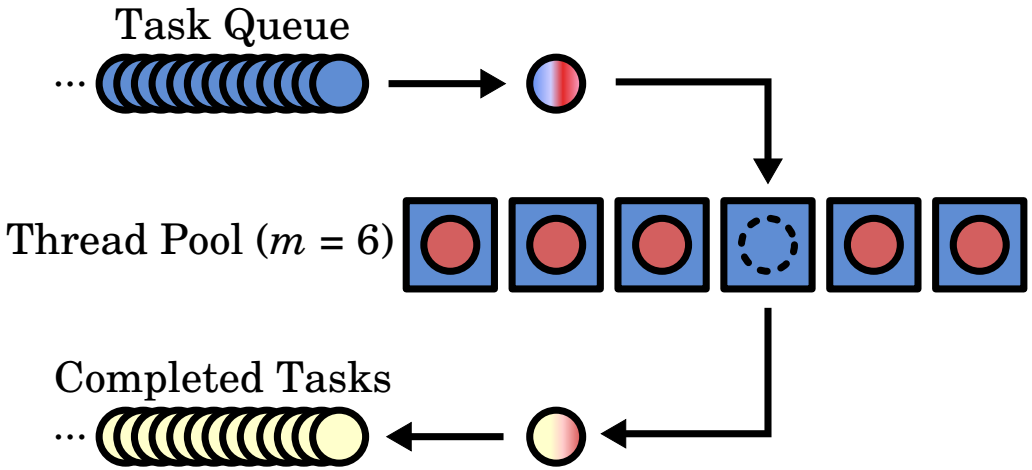
Hinweise für Aufgabe 7

- 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 (→ Übung vom 5. November 2014) für Server und Client
  - Hinterlegen der Archive auf S3
  - EC2-Instanzen starten

    Hinweis: Das bereitgestellte Amazon-Machine-Image *ami-e43ccd93* verfügt über die Daten, die für den Betrieb des Facebook-Service notwendig sind
- 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

Thread-Pools

- 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 $\rightarrow$ Worker-Thread
- Vorteil: Geringerer Aufwand für die Speicherverwaltung

Runnable

`java.util.concurrent.Runnable`

- 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);
  }
}
```

Executor-Service

`java.util.concurrent.Executor{s,Service}`

- 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 Executer-Service garantiert, dass bei der Abarbeitung der *n* Tasks, maximal *m* Threads gleichzeitig ausgeführt werden

HttpClient

`org.apache.commons.httpclient.HttpClient`

- 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";
HttpMethod 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