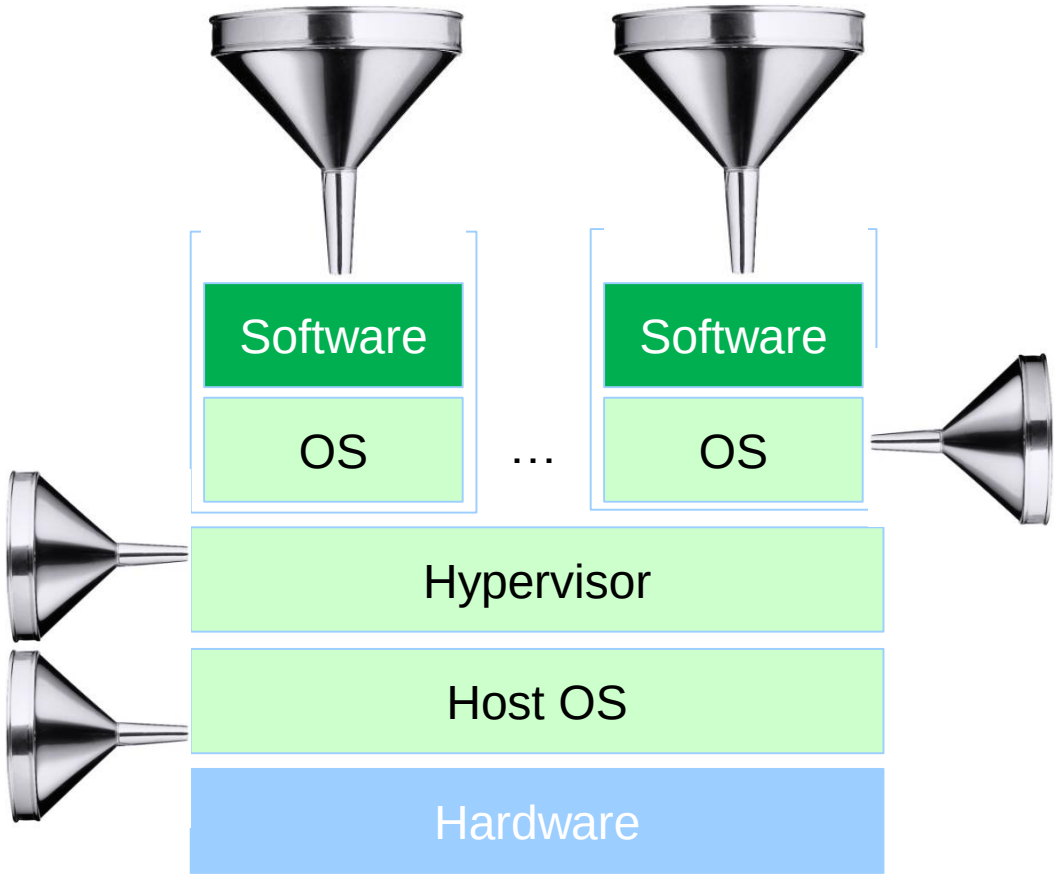
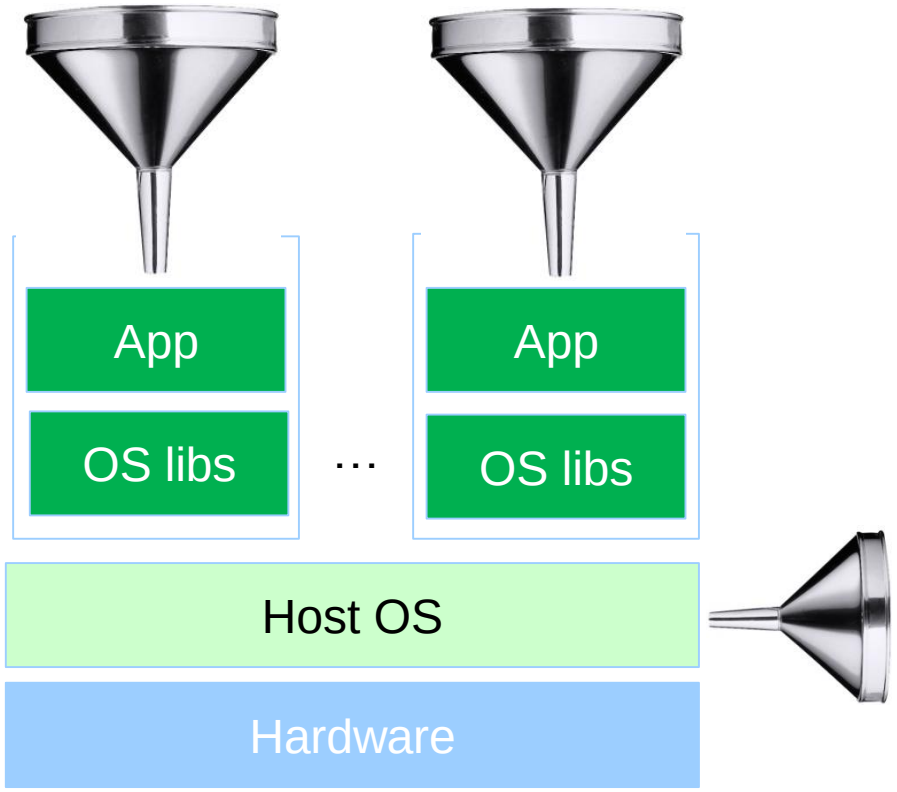
QAWARE
SOFTWARE ENGINEERING

Kapitel 4: Provisionierung

Provisionierung: Wie kommt Software in die Boxen?



Hardware-Virtualisierung



Betriebssystem-Virtualisierung

Provisionierung ist die Bezeichnung für die automatisierte Bereitstellung von IT-Ressourcen.
http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/provisionierung.html

Eine kurze Geschichte der Systemadministration.

Ohne Virtualisierung (vor 2000)

- Manuelles Installieren von Betriebssystem auf dedizierter Hardware
- Manuelle Installation von Infrastruktur-Software
- Manuelle / Teilautomatisierte / Automatische Installation der Anwendungssoftware per Installer, Skript, proprietäre Lösungen

Virtualisierung einzelner Maschinen (2000 – heute)

- Manuelles Installieren von virtuellen Maschinen
- Manuelle Installation von Infrastruktur-Software
- Manuelle / Teilautomatisierte / Automatische Installation der Anwendungssoftware per Installer, Skript, proprietäre Lösungen

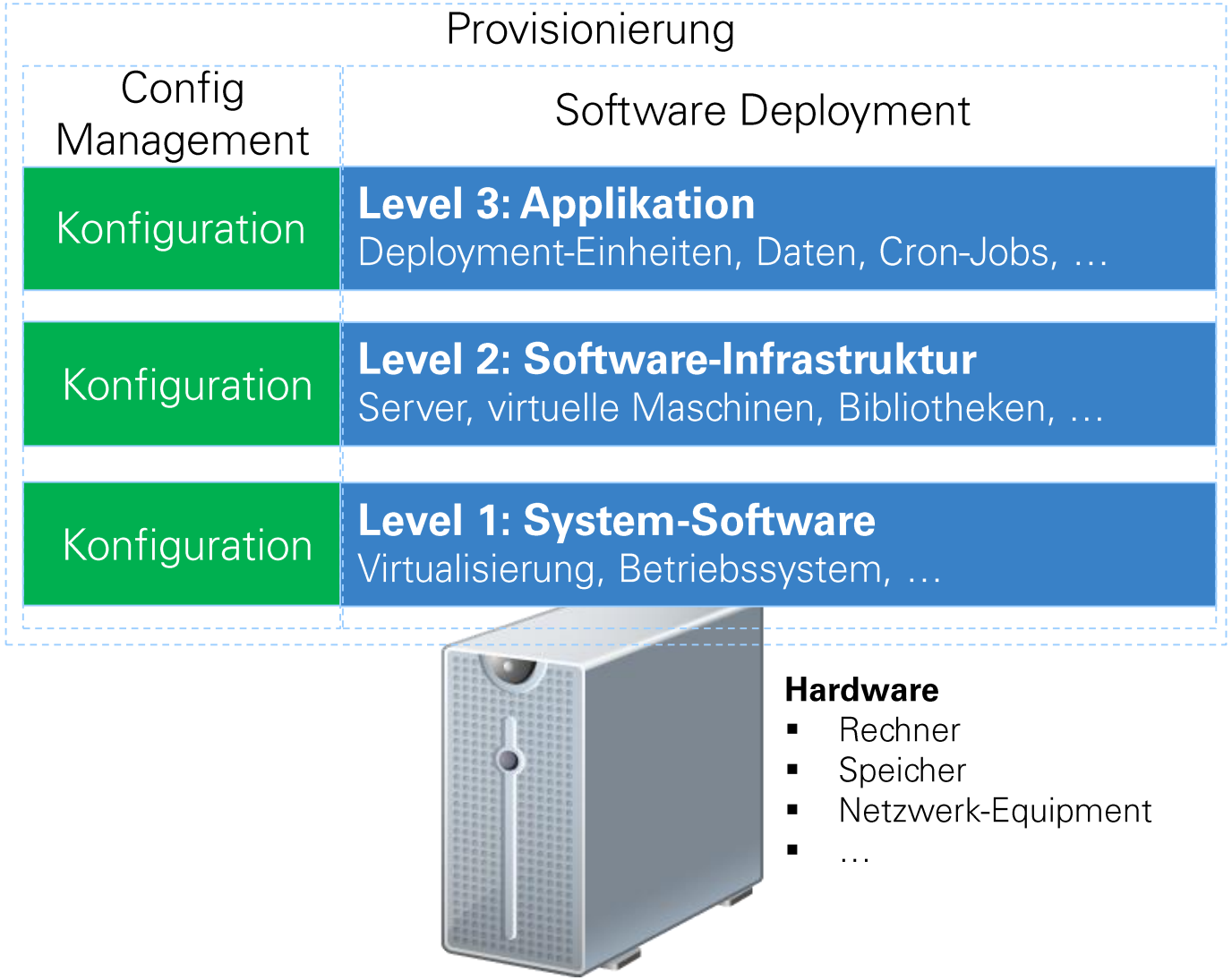
Virtualisierung in der Cloud (seit 2010)

- Automatisches Bereitstellen von vorgefertigten virtuellen Maschinen und Containern
- Manuelle Installation der Infrastruktur-Software nur 1x im Clone-Master-Image
- Bereitstellen einer definierten Umgebung auf Knopfdruck

Infrastructure-as-Code (2010 – heute)

- Programmierung der Provisionierung und weiterer Betriebsprozeduren

Provisierung erfolgt auf drei verschiedenen Ebenen und in vier Stufen.



Laufende Software!

4 **Application Provisioning**

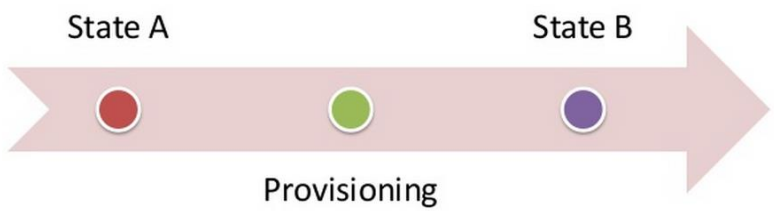
3 **Server Provisioning**
Bereitstellung der notwendigen Software-Infrastruktur für die Applikation.

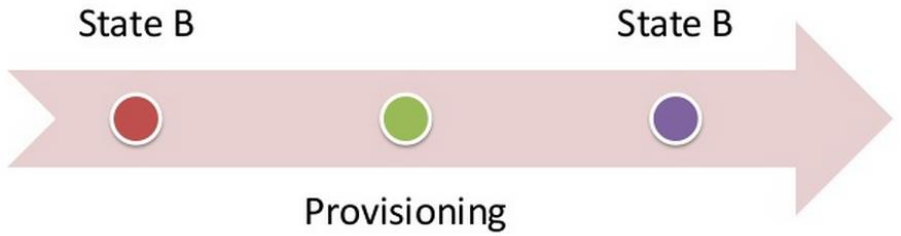
2 **Bootstrapping**
Bereitstellung der Betriebsumgebung für die Software-Infrastruktur.

1 **Bare Metal Provisioning**
Initialisierung einer physikalischen Hardware für den Betrieb.

Konzeptionelle Überlegungen zur Provisionierung.

Systemzustand := Gesamtheit der Software, Daten und Konfigurationen auf einem System.
Provisionierung := Überführung von einem System in seinem aktuellen Zustand auf einen Ziel-Zustand.





Was ein Provisionierungsmechanismus leisten muss:

1. Ausgangszustand feststellen
2. Vorbedingungen prüfen
3. Zustandsverändernde Aktionen ermitteln
4. Zustandsverändernde Aktionen durchführen
5. Nachbedingungen prüfen und ggf. Zustand zurücksetzen

Zusicherungen

Idempotenz: Die Fähigkeit eine Aktion durchzuführen und sie das selbe Ergebnis erzeugt, egal ob sie einmal oder mehrfach ausgeführt wird.

Konsistenz: Nach Ausführung der Aktionen herrscht ein konsistenter Systemzustand. Egal ob einzelne, mehrere oder alle Aktionen gescheitert sind.

Die neue Leichtigkeit des Seins.

Old Style

1. Ausgangszustand feststellen
2. Vorbedingungen prüfen
3. Zustandsverändernde Aktionen ermitteln
4. Zustandsverändernde Aktionen durchführen
5. Nachbedingungen prüfen und ggF. Zustand zurücksetzen

New Style

„Immutable Infrastructure / Phoenix Systems“

1. ~~Ausgangszustand feststellen~~
2. ~~Vorbedingungen prüfen~~
3. ~~Zustandsverändernde Aktionen ermitteln~~
4. Zustandsverändernde Aktionen durchführen
5. Nachbedingungen prüfen ~~und ggF. Zustand zurücksetzen~~

Immutable Infrastructure

An *immutable infrastructure* is another infrastructure paradigm in which servers are **never modified** after they're deployed. If something needs to be updated, fixed, or modified in any way, **new servers built from a common image with the appropriate changes** are provisioned to replace the old ones. After they're validated, they're put into use and **the old ones are decommissioned**.

The benefits of an immutable infrastructure include **more consistency and reliability** in your infrastructure and a **simpler, more predictable deployment process**. It mitigates or entirely **prevents** issues that are common in mutable infrastructures, like **configuration drift and snowflake servers**. However, using it efficiently often includes comprehensive deployment automation, fast server provisioning in a cloud computing environment, and solutions for handling stateful or ephemeral data like logs.

Quelle: https://www.digitalocean.com/community/tutorials/what-is-immutable-infrastructure

Eine Übersicht gängiger Provisionierungswerkzeuge.

Imperativ **Deskriptiv**

Shell Scripting Shell Abstraktion Zustandsautomaten

Dockerfiles und Docker Compose

Provisionierung mit DockerFile und Docker Compose

Deployment-Ebenen

Level 3: Applikation
Deployment-Einheiten, Daten, Cron-Jobs, …

Level 2: Software-Infrastruktur
Server, virtuelle Maschinen, Bibliotheken, …

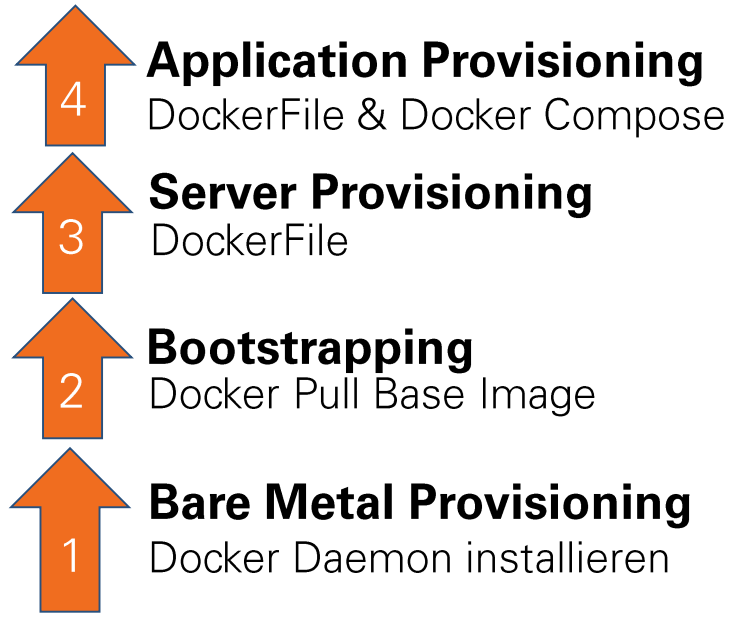
Level 1: System-Software
Virtualisierung, Betriebssystem, …

Docker-Image-Kette

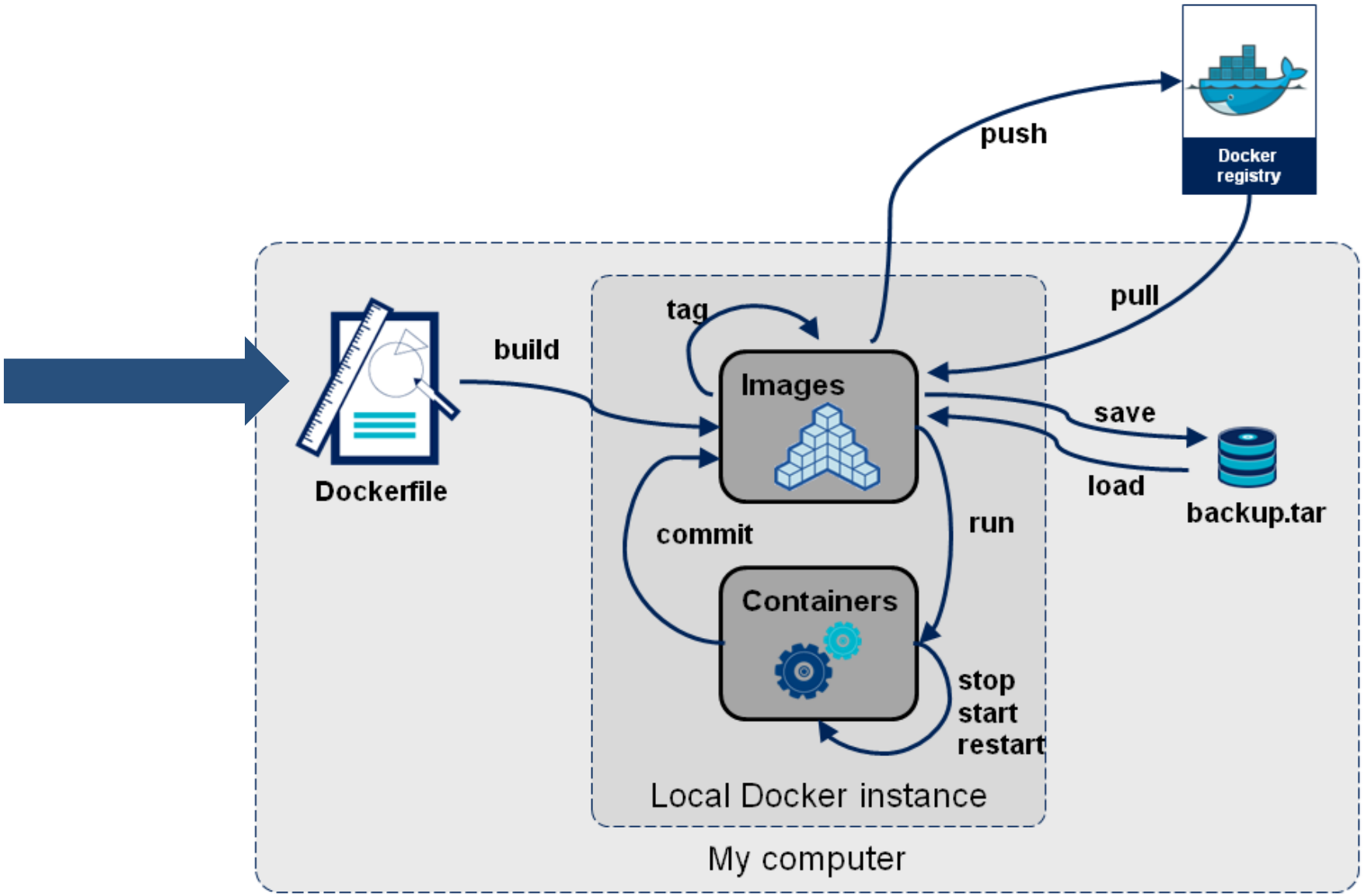
Applikations-Image
(z.B. www.qaware.de)

Server Image
(z.B. NGINX)

Base Image
(z.B. Ubuntu)



Provisionierung von Images mit dem Dockerfile.



Provisionierung von Images mit dem Dockerfile

Ein Dockerfile erzeugt auf Basis eines anderen Images ein neues Images. Dabei werden die folgenden Aktionen automatisiert:

- Konfiguration des Images und der daraus resultierenden Container
- Ausführung von Provisionierungs-Aktionen

Ein Dockerfile ist somit eine Image-Repräsentation alternativ zu einem physischen Image

(Bauanteilung vs. Bauteil).

- Wiederholbarkeit beim Bau von Containern
- Automatisierte Erzeugung von Images ohne diese verteilen zu müssen
- Flexibilität bei der Konfiguration und bei den benutzten Software-Versionen
- Einfache Syntax und damit einfach einsetzbar

Befehl: `docker build -t <ziel_image_name> <Dockerfile>`

Das Dockerfile wird zum Bau des Image verwendet

```
FROM centos:7.4.1708

RUN yum install -y epel-release && \
    yum install -y wget nginx && \
    yum install -y php php-mysql php-fpm && \

    sed -i -e "s/;\?cgi.fix_pathinfo\s*=\s*1/cgi.fix_pathinfo = 0/g" /etc/php.ini && \
    sed -i -e "s/daemonize = no/daemonize = yes/g" /etc/php-fpm.conf && \

    sed -i -e "s/;\?listen.owner\s*=\s*nobody/listen.owner = nobody/g" /etc/php-
fpm.d/www.conf && \
    sed -i -e "s/;\?listen.group\s*=\s*nobody/listen.group = nobody/g" /etc/php-
fpm.d/www.conf && \

    sed -i -e "s/user = apache/user = nginx/g" /etc/php-fpm.d/www.conf && \
    sed -i -e "s/group = apache/group = nginx/g" /etc/php-fpm.d/www.conf

COPY docker/php.conf /etc/nginx/default.d/
EXPOSE 80
ENTRYPOINT php-fpm && nginx -g 'daemon off;'
```

Dockerfile Commands

Element	Meaning
FROM <image-name>	Sets to base image (where the new image is derived from)
MAINTAINER <author>	Document author
RUN <command>	Execute a shell command and commit the result as a new image layer (!)
ADD <src> <dest>	Copy a file into the containers. <src> can also be an URL. If <src> refers to a TAR-file, then this file automatically gets un-tared.
VOLUME <container-dir> <host-dir>	Mounts a host directory into the container.
ENV <key> <value>	Sets an environment variable. This environment variable can be overwritten at container start with the –e command line parameter of `docker run`.
ENTRYPOINT <command>	The process to be started at container startup
CMD <command>	Parameters to the entrypoint process if no parameters are passed with `docker run`
WORKDIR <dir>	Sets the working dir for all following commands
EXPOSE <port>	Informs Docker that a container listens on a specific port and this port should be exposed to other containers
USER <name>	Sets the user for all container commands

http://docs.docker.com/engine/reference/builder

Nutzung von Docker Compose für Multi-Container Apps.

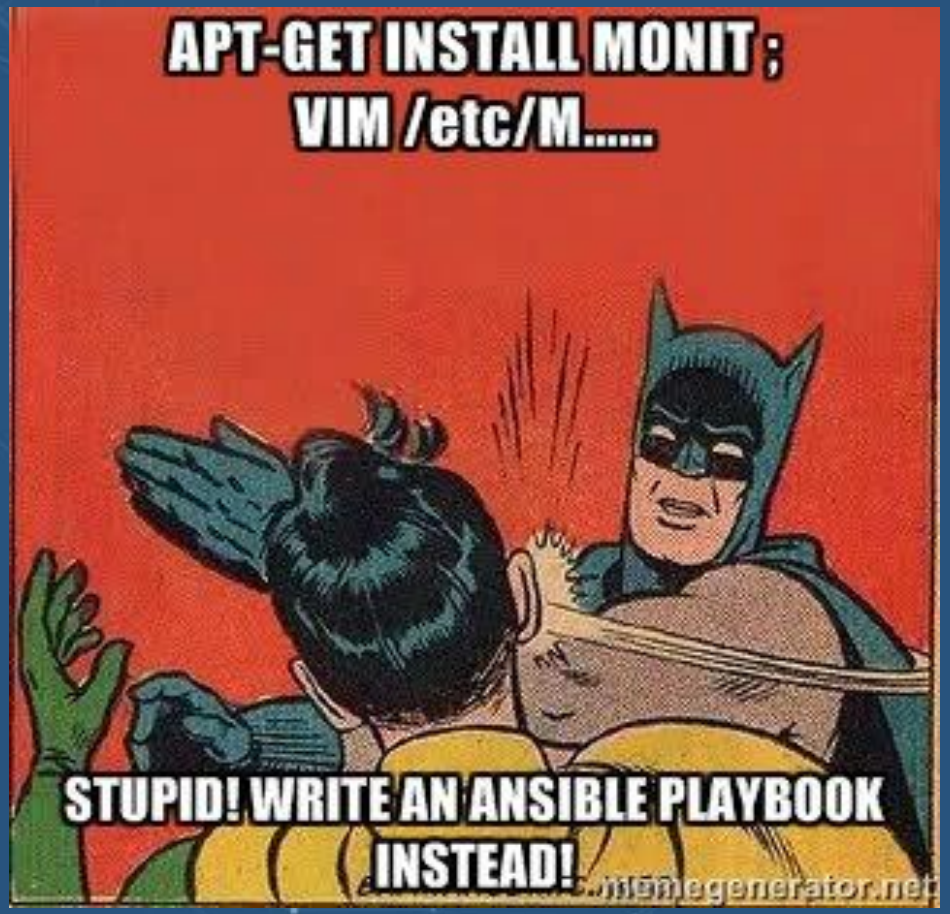
docker-compose.yml

```
version: '3'
services:
  web:
    build: .
    ports:
    - "5000:5000"
    volumes:
    - .:/code
    - logvolume01:/var/log
    links:
    - redis
  redis:
    image: redis
volumes:
  logvolume01: {}
```

```
$ docker-compose up -d --build
$ docker-compose stop
$ docker-compose rm -s -f
```

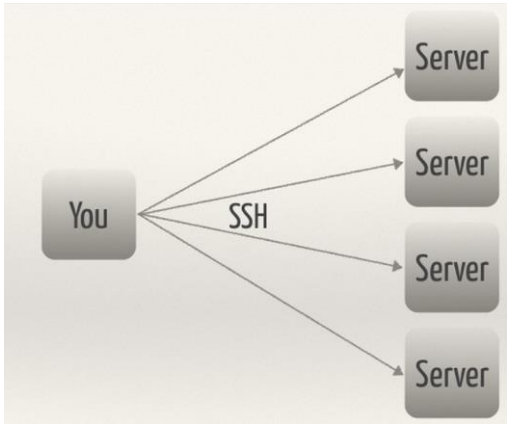
Demo!

Ansible


APT-GET INSTALL MONIT ;
VIM /etc/M.....
STUPID! WRITE AN ANSIBLE PLAYBOOK
INSTEAD!
memegenerator.net

Ansible

- Open-Source-Provisionierungswerkzeug von Red Hat
- Ausgelegt auf die Provisionierung großer heterogener IT-Landschaften
- Entwickelt in der Sprache Python
- Push-Prinzip: Benötigt im Vergleich zu anderen Lösung weder einen Agenten auf den Ziel-Rechnern (SSH & Python reicht) noch einen zentralen Provisionierungs-Server
- Variante ansible-container zur Provisionierung von Containern
- Ist einfach zu erlernen im Vergleich zu anderen Lösungen. Deklarativer Stil.
- Umfangreiche Bibliothek vorgefertigter Provisionierungs-Aktionen inkl. Community-Funktion (https://galaxy.ansible.com) und Beispielen (https://github.com/ansible/ansible-examples)



Provisionierung mit Ansible

Deployment-Ebenen

Level 3: Applikation
Deployment-Einheiten, Daten, Cron-Jobs, …

Level 2: Software-Infrastruktur
Server, virtuelle Maschinen, Bibliotheken, …

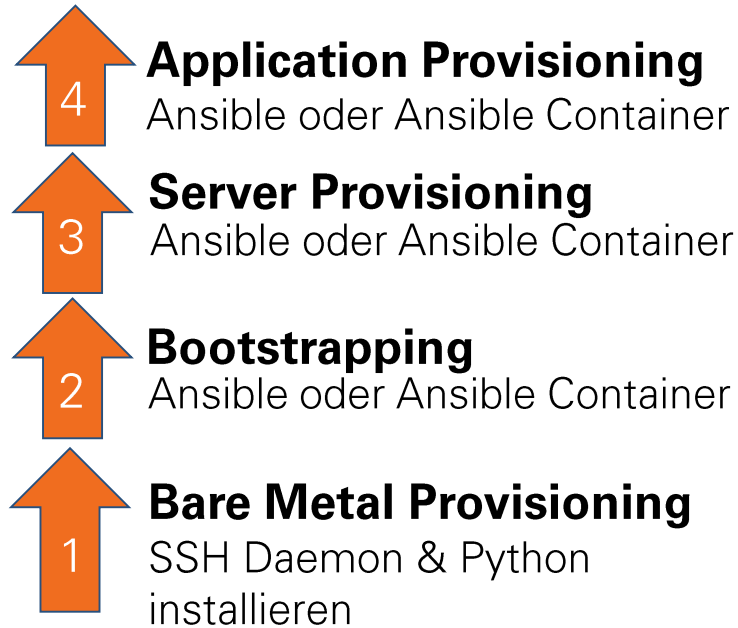
Level 1: System-Software
Virtualisierung, Betriebssystem, …

Docker-Image- oder VM-Kette

Applikations-Image
(z.B. www.qaware.de)

Server Image
(z.B. NGINX)

Base Image
(z.B. Ubuntu)



Die wichtigsten zu erstellenden Dateien bei einer Provisionierung mit Ansible.

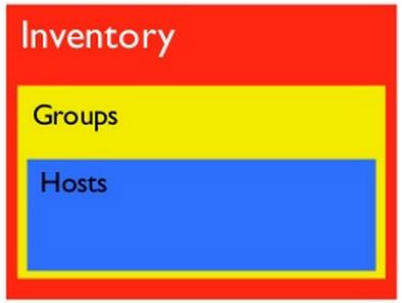
Playbook (YAML-Syntax)
Provisionierungs-Skript.

```
- hosts: all
  tasks:
  - yum: pkg=httpd state=installed
```

- *Modul* = Implementierung einer Provisionierungs-Aktion
- *Task* = Beschreibung einer Provisionierungs-Aktion
- *Role* = Ausführung von Tasks auf Hosts oder Host-Gruppen

Inventory
Hosts

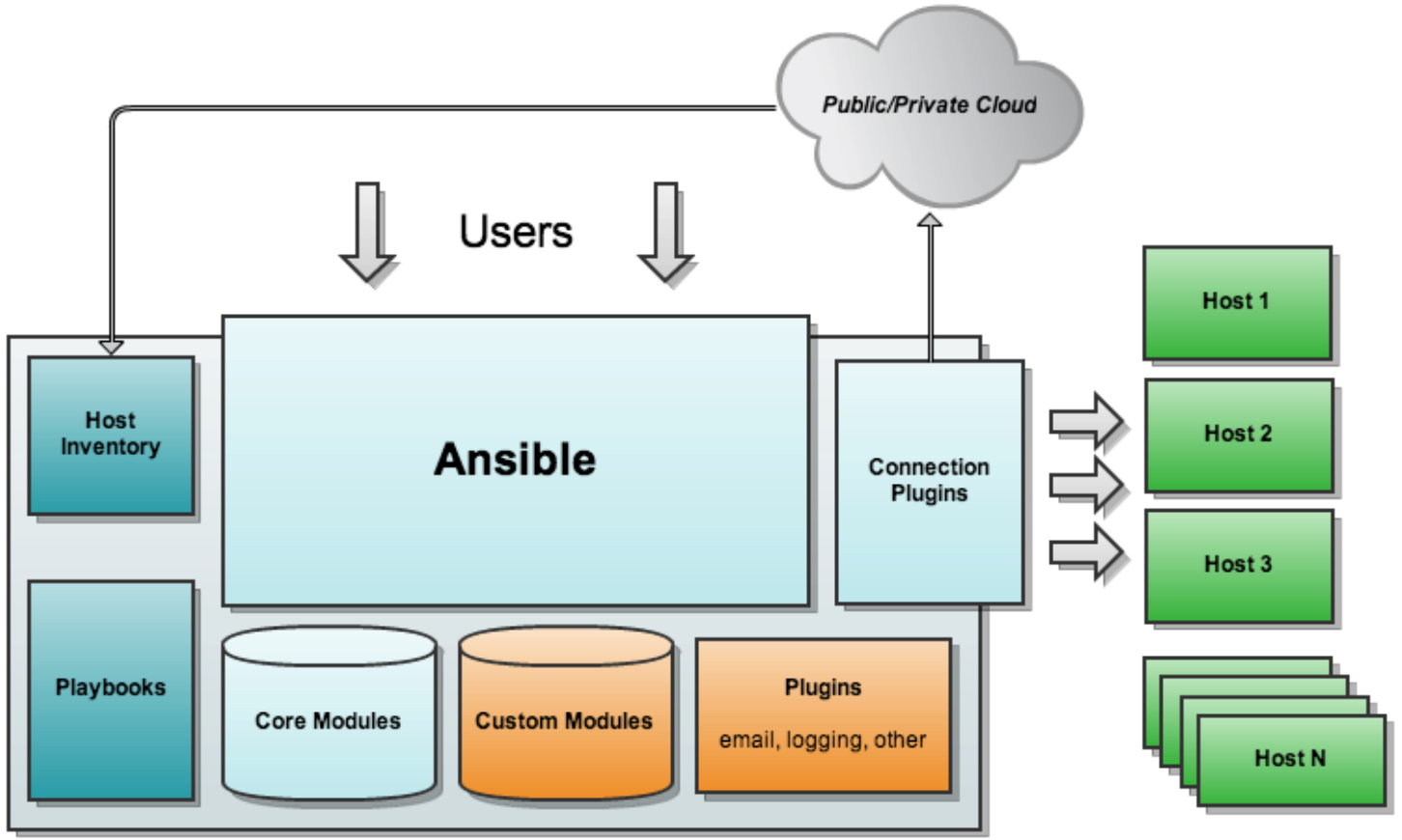
```
[mongo_master]
168.197.1.14

[mongo_slaves]
168.197.1.15
168.197.1.16
168.197.1.17

[www]
168.197.1.2
```



Ansible Konfiguration
ansible.cfg

```
[defaults]
host_key_checking = False
hostfile          = /ansible/hosts
private_key_file  = /ansible/id_rsa
```

Architektur von Ansible



Es stehen in Ansible viele vorgefertigte Module zur Verfügung.

Module Index

- All Modules
- Cloud Modules
- Commands Modules
- Database Modules
- Files Modules
- Inventory Modules
- Messaging Modules
- Monitoring Modules
- Network Modules
- Notification Modules
- Packaging Modules
- Source Control Modules
- System Modules
- Utilities Modules
- Web Infrastructure Modules
- Windows Modules

http://docs.ansible.com/modules_by_category.html
http://docs.ansible.com/list_of_all_modules.html

Die Provisionierung wird über die Kommandozeile gesteuert.

- Ad-hoc Kommandos
  - **ansible <host gruppe> -i <inventory-file>**
    -m <modul> -a „<argumente>“ –f <parallelism>
  - Beispiele:
    - **ansible all –m ping**
    - **ansible all –a „/bin/echo hello“**
    - **ansible web –m apt –a „name=nginx state=installed“**
    - **ansible web –m service –a „name=nginx state=started“**
    - **ansible all -a "/sbin/reboot" -f 10**
- Playbooks ausführen
  - **ansible-playbook <playbook.yaml>**

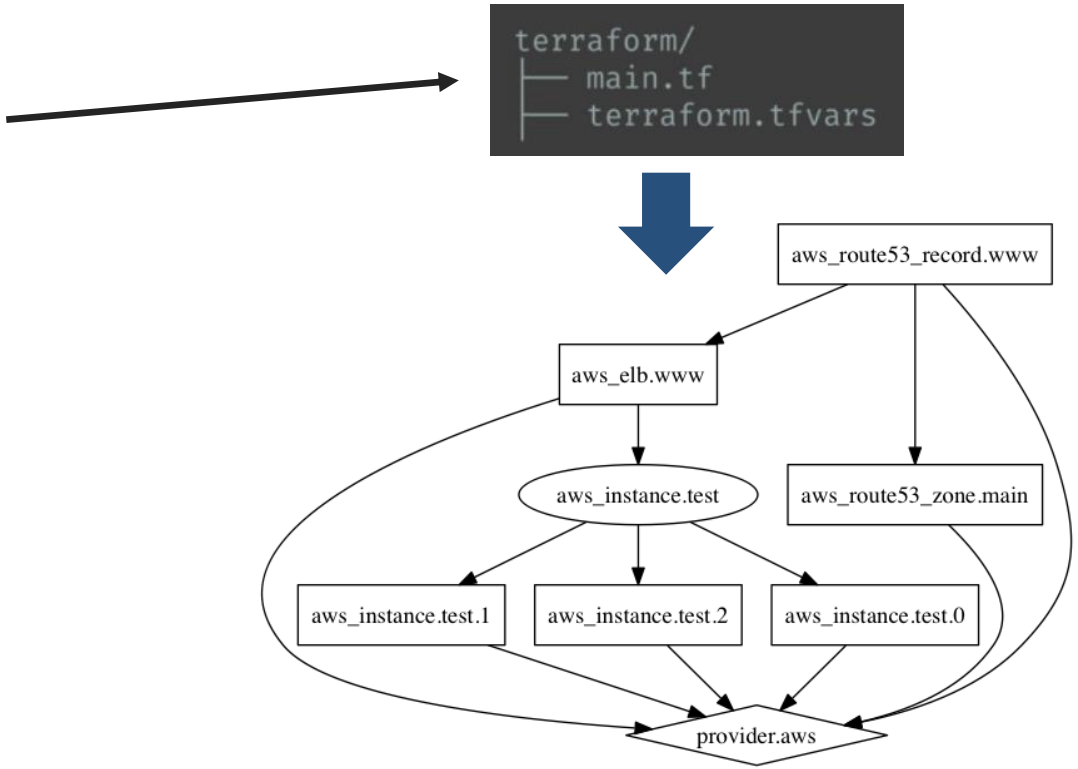
HashiCorp

Terraform

Write, Plan, and Create Infrastructure as Code

Terraform

- Entwickelt von HashiCorp
- Open Source, in Go geschrieben
- Kommandozeilenwerkzeug
- Direkte Anbindung vieler Cloud Provider (AWS, Azure, OTC, …)
- Deklarative Programmierung
  - **Write**: Beschreibung Zielzustand über eine domänenspezifische Sprache HCL (HashiCorp Configuration Language)
  - **Plan** (`terraform plan`): Ist-Zustand ermitteln. Notwendige Änderungen planen (entsprechend Abhängigkeiten geordnet und parallelisiert, Unterbrechungen möglichst minimal)
  - **Apply** (`terraform apply`): Idempotente Herstellung des Zielzustands. Der Zustand (*.tfstate* Datei) wird dabei lokal oder in einem Remote Store (S3, HTTP, …) gespeichert

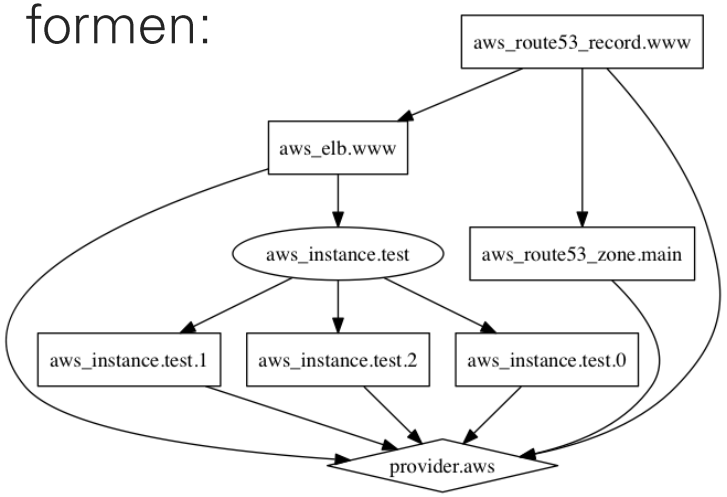


Die Kern-Entitäten eines Terraform-Skripts

Ressource: Provisionierte Komponente der Infrastruktur

```
resource "aws_instance" "web" {
  ami           = "ami-408c7f28"
  instance_type = "t1.micro"
}
```

… haben Abhängigkeiten zueinander, die einen DAG formen:



Provider: Integration der zu provisionierenden Infrastruktur

Alicloud	Archive	AWS
Azure	Bitbucket	CenturyLinkCloud
Chef	Circonus	Cloudflare
CloudScale.ch	CloudStack	Cobbler
Consul	Datadog	DigitalOcean
DNS	DNSMadeEasy	DNSimple
Docker	Dyn	External
Fastly	GitHub	Gitlab

```
provider "aws" {
  access_key = "${var.aws_access_key}"
  secret_key = "${var.aws_secret_key}"
  region     = "us-east-1"
}
```

OpsGenie	Oracle Public Cloud	Oracle Cloud Platform
OVH	Packet	PagerDuty
Palo Alto Networks	PostgreSQL	PowerDNS
ProfitBricks	RabbitMQ	Rancher
Random	Rundeck	Scaleway
SoftLayer	StatusCake	Spotinst
Template	Terraform	Terraform Enterprise
TLS	Triton	UltraDNS
Vault	VMware vCloud Director	VMware NSX-T

Provisioner: Ausführung von Änderungen auf Ressourcen.

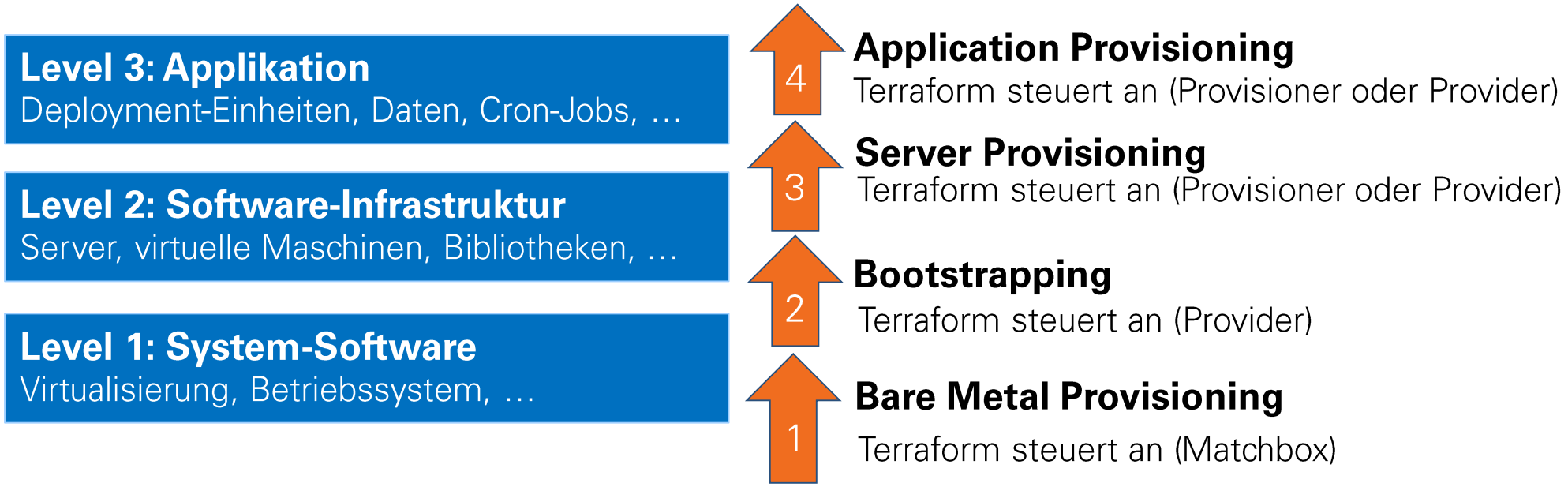
```
resource "aws_instance" "web" {
  # ...

  provisioner "local-exec" {
    command = "echo ${self.private_ip} > file.txt"
  }
}
```

Beispiel

```
# New resource for the S3 bucket our application will use.
resource "aws_s3_bucket" "example" {
  # NOTE: S3 bucket names must be unique across _all_ AWS accounts, so
  # this name must be changed before applying this example to avoid naming
  # conflicts.
  bucket = "terraform-getting-started-guide"
  acl    = "private"
}

# Change the aws_instance we declared earlier to now include "depends_on"
resource "aws_instance" "example" {
  ami           = "ami-2757f631"
  instance_type = "t2.micro"

  # Tells Terraform that this EC2 instance must be created only after the
  # S3 bucket has been created.
  depends_on = ["aws_s3_bucket.example"]
}
```

Provisionierung mit Terraform

Deployment-Ebenen



Beispiel: Provider

main.tf

```
# Provider declaration
provider "aws" {
  # AWS credentials should be declared as
    environment variables.
  region = “ap-southeast-2“
}
```

Beispiel: Data

main.tf

```
# Retrieves latest Amazon Linux AMI.
data "aws_ami" "aws_linux_ami" {
  most_recent = true

  filter {
    name   = "name"
    values = ["amzn-ami-hvm-*-x86_64-gp2"]
  }

  filter {
    name   = "virtualization-type"
    values = ["hvm"]
  }
}
```

Beispiel: Resources

main.tf

```
resource "aws_instance" "an_ec2_instance" {
  count         = "1"
  ami           = "${data.aws_ami.aws_linux_ami.id}"
  instance_type = "t2.micro"

  subnet_id = "subnet-11223344"

  tags = {
    Name        = "Some instance"
    Product     = "Some product"
    Environment = "Prod"
    Terraform   = "true"
  }
}
```

Beispiel: Output

main.tf

```
resource "aws_instance" "an_ec2_instance" {
  count         = "1"
  ami           = "${data.aws_ami.aws_linux_ami.id}"
  instance_type = "t2.micro"
}

output "instance_ids" {
  value = "${aws_instance.ec2.id}"
}
```

Beispiel: Struktur

Anhang

Dockerfile Best Practices

A Docker build must be repeatable.

- A build at a later time must produce an identical image.
- Keep care with versions
  - All files for the image are stored in the repository of the Dockerfile
  - No LATEST tag, use explicit versions instead
  - Always define a version when installing software

```
RUN apt-get update && apt-get install -y ruby1.9.1
```

Concatenate associated commands in the `RUN` command

- Every RUN command produces a Layer
- Less Layers are better for buildung and contributing images
- Concatenate commands with \

Installation of several software packages

```
RUN apt-get update && apt-get install -y wget \
        git-core=1:1.9.1-1 \
        subversion=1.8.8-1ubuntu3.2 \
        ruby=1:1.9.3.4 && \
        apt-get clean
```

Remove temporary files

- Remove all temporary files of the build process to produce small Docker Images
- Use the clean command
- Don‘t use the clean command in a separate RUN command (it is not possible to clean a different Layer)

Installation of a Linux Package with YUM

```
RUN yum -y install mypackage1 && \
        yum -y install mypackage2 && \
        yum clean all -y
```

Publish important ports with **EXPOSE**

- EXPOSE makes a port accessible for the host system or other containers
- Exposed Ports
  - are shown by the docker ps command
  - are executed in the image meta data by the docker inspect command
  - will be connected automatically by linked containers

```
EXPOSE 12340
```

Define Environment Variables

- Visible in Dockerfile
- Can be used during Build and Excecution
- Can be overwritten at the start of a container

```
ENV JAVA_HOME /opt/java-oracle/jdk1.8.0_92
ENV MAVEN_HOME /usr/share/maven
```