Hochschule Karlsruhe
University of
Applied Sciences

Hochschule Karlsruhe – Data Engineering
WS 2021/2022
DSCB330 – Vorlesung 7 – gRPC

Foto: Quirin Leppert

Themenübersicht

Data Integration

- Data Formats (csv, XML, json)
- Extract, Transform, Load
- Object Relation Mapper (ORM)
- Staging

Data Processing

- Relationale Datenbanken
- nicht-relationale Datenbanken
- Resource Description Framework (RDF)
- Ontologien
- Data Warehouse

Data Modelling

- **Serialisierung**
- OPC UA
- MQTT
- Pub/Sub
- **Data pipelines**
  - Apache Airflow
  - **gRPC**

Web-Service Architektur

- Front-End
- Backend for Frontend (BFF)
- Micro Services
- Docker Container

Security

- Security ist wichtig in allen Phasen der Softwareentwicklung und Datenbereitstellung.

Übung

- Erstellung eines Daten-Modells einer prozesstechnischen Anlage
- Statische Daten
- Dynamische Daten
- Auswertung der Daten

Serialisierung von Daten

JSON

- ISO/IEC 21778
- text-basiert

YAML

- text-basiert

XML

- Standardisierung durch W3C
- Binärformat teilweise unterstützt

SOAP

- Simple Object Access Protocol
- Standardisierung durch W3C
- Binärformat teilweise unterstützt

Pickle (Python)

- PEP 3154
- Binärformat

OPC-UA Binary

- OPC Foundation
- Binärformat

Protocol Buffers (protobuf)

- Google
- Binärformat

Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_data-serialization_formats

Kommunikation zwischen Programmen (M2M)

+ Bereits behandelt: MQTT, AMQP und OPC UA

REST (Representational State Transfer)

+ Zustandslos, weder Server noch Anwendung sollen Zustandsinformationen speichern
+ Vorteile
- Infrastruktur im WWW vorhanden
- Dokumentation der Schnittstelle z.B. über Swagger direkt vom Service abrufbar
- Lose Kopplung zwischen Client und Server
- Kommunikation über Uniform Resource Identifier (URI)
+ Nachteile
- Inhalt der Daten ist nicht eindeutig definiert
- Dokumentation hängt vom „Fleiß“ des Entwicklers ab
- Overhead in der Serialisierung (XML, JSON)
- In der Regel wird HTTP/1.1 genutzt
- Streaming wird nicht unterstützt

gRPC

+ Remote Procedure Call (RPC)-System
+ Vorteile
- Starke Typisierung (Klassendefinition, Beschreibung der Schnittstelle mit Protocol Buffers)
- Konsistenz über Plattformen und Implementierungen hinweg
- Binäre Serialisierung (effizient)
- Nutzung des HTTP/2-Standards
- Übertragung einzelner Daten, Streaming bidirektional möglich
- Kommunikation über Uniform Resource Identifier (URI) – im Gegensatz zu REST wird der Entwickler nicht mit URIs konfrontiert.
+ Nachteile
- Im Gegensatz zu REST können Webseiten nicht einfach zum Browser geschickt werden
(gRPC-Web notwendig, Nutzung eines Proxies)

Quelle: https://grpc.io/docs/platforms/web/

Protocol Buffers (Protobuf)

+ Serialisierung/Deserialisierung strukturierter Daten
+ Übertragung und Speicherung strukturierter Daten
+ Entwicklung von Programmen, die über ein Netzwerk kommunizieren
+ Interface Description Language
- Beschreibung der Daten (neutrale Klassendefinition)
- Compiler zur Generierung von Sourcecode für verschiedene Programmiersprachen

Unterstützte Programmiersprachen (Auswahl)

+ Python
+ Julia
+ C#
+ C++
+ Java
+ Go
+ Ruby
+ Objective-C
+ C
+ Perl
+ PHP
+ R
+ Rust
+ Swift
+ Erlang
+ D
+ JavaScript
+ Matlab
+ TypeScript
+ Prolog
+ Fortran

Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Protocol_Buffers; https://grpc4bmi.readthedocs.io/en/latest/server/Cpp.html; https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_data-serialization_formats

Protocol Buffers (Protobuf)

Beispiel einer proto-Definitionsdatei

+ polyline.proto

```
syntax = "proto2";

message Point {
  required int32 x = 1;
  required int32 y = 2;
  optional string label = 3;
}

message Line {
  required Point start = 1;
  required Point end = 2;
  optional string label = 3;
}

message Polyline {
  repeated Point point = 1;
  optional string label = 2;
}
```

+ Vom Compiler für die Klasse `Point` erzeugter python-Code (gekürzt)

```
_POINT = _descriptor.Descriptor(
  name='Point`,
…
  fields=[
    _descriptor.FieldDescriptor(
      name='x', full_name='Point.x', index=0,
      number=1, type=5, cpp_type=1, label=2,
    …)
    _descriptor.FieldDescriptor(
      name='y', full_name='Point.y', index=1,
      number=2, type=5, cpp_type=1, label=2,
    …),
    _descriptor.FieldDescriptor(
      name='label', full_name='Point.label', index=2,
      number=3, type=9, cpp_type=9, label=1,
    …),
  ],
…
  serialized_start=18,
  serialized_end=62,
)
```

Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Protocol_Buffers

gRPC

+ Entwickelt von Google seit 2015
+ System für Remote Procedure Calls
+ HTTP/2 als Transportmechanismus
+ Protocol Buffers als Interface Description Language
+ Features
- Authentifizierung
- Bi-direktionales Streaming
- Flow control
- Blocking und Non-blocking Bindings
- Cancellation
- Timeouts
- Compiler unterstützt viele Sprachen

Nutzung

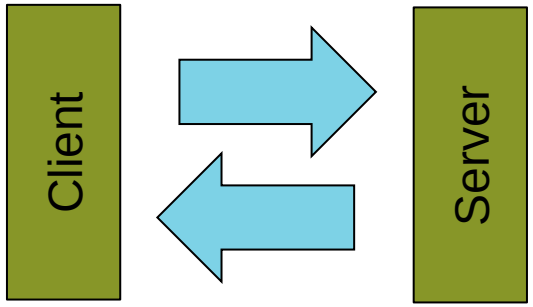
+ Kommunikation zwischen Microservices
+ Verbindung mobiler Geräte zum Backend

Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/GRPC

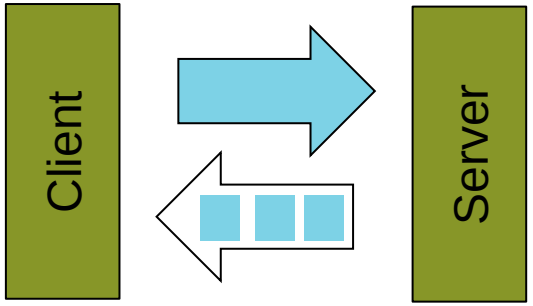
gRPC

- API Varianten in gRPC auf Basis von HTTP/2

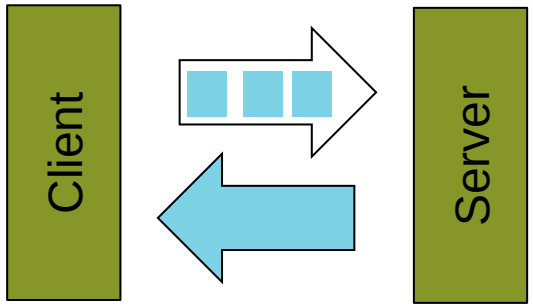
Unär



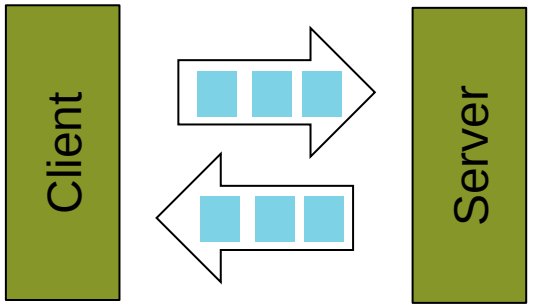
Server Streaming



Client Streaming



Bidirektionales Streaming

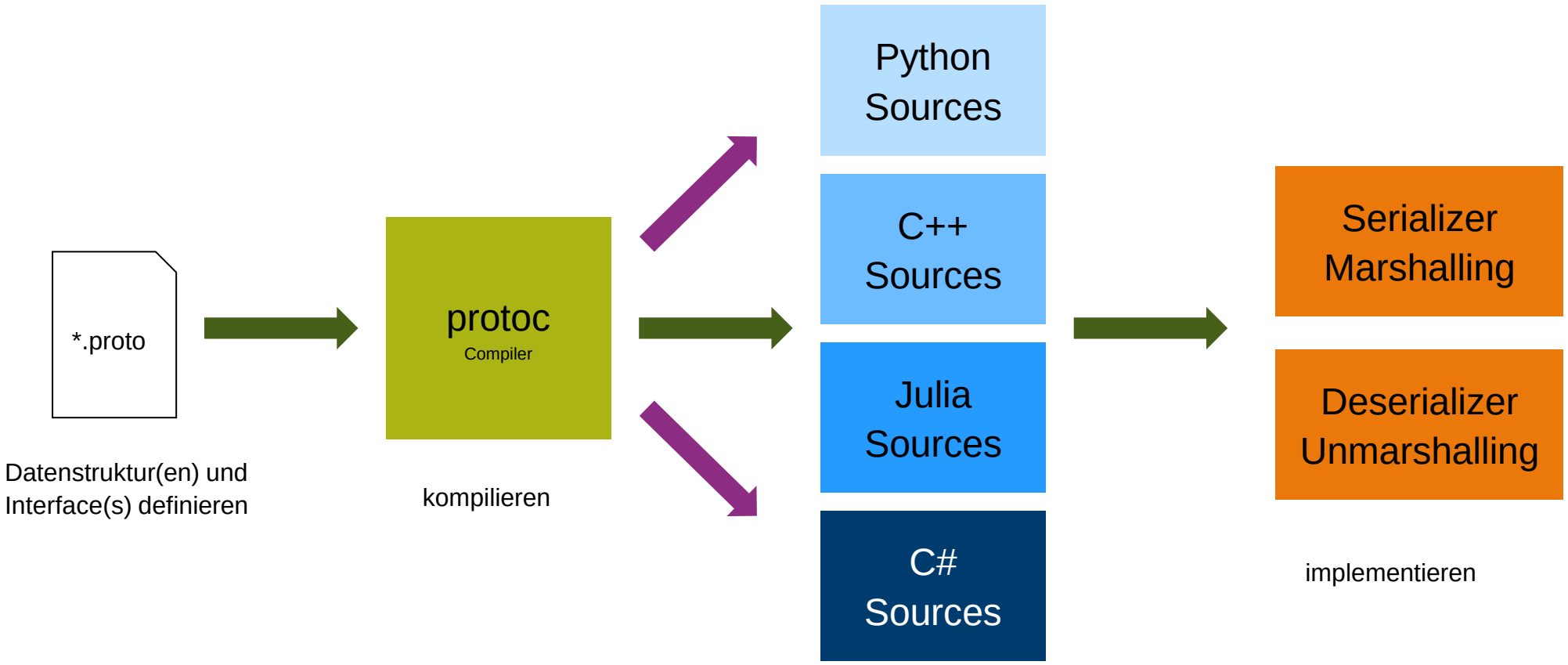


- Unterstützung synchroner als auch asynchroner RPC-Aufrufe

```
service GreetService {
  // Unary
  rpc Greet(GreetRequest) returns (GreetResponse) {};

  // Streaming Server
  rpc GreetManyTimes(GreetManyTimesRequest) returns (stream GreetManyTimesResponse) {};

  // Streaming Client
  rpc LongGreet(stream LongGreetRequest) returns (LongGreetResponse) {};

  // Bi Directional Streaming
  rpc GreatEveryone(stream GreetEveryoneRequest) returns (stream GreetEveryoneResponse) {};
}
```

Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/GRPC

Protocol Buffers Workflow



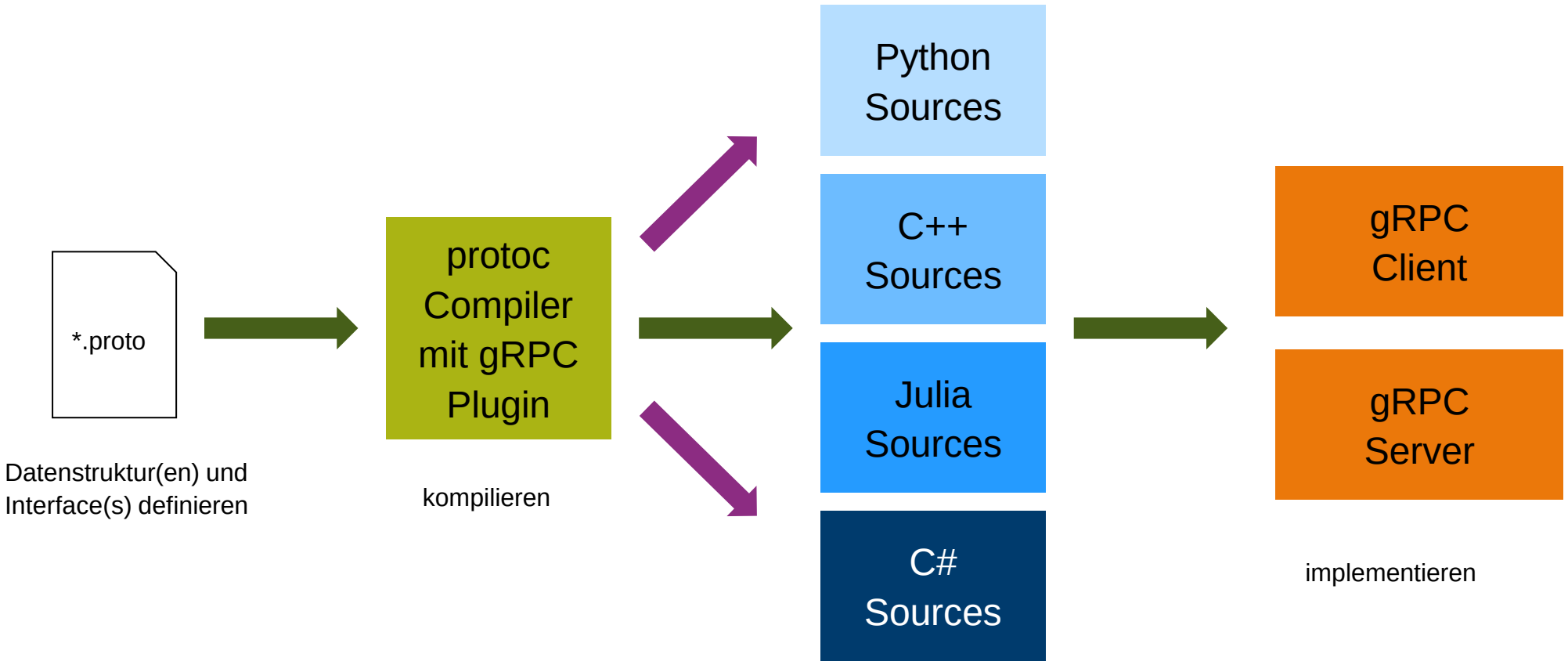
Datenstruktur(en) und Interface(s) definieren

kompilieren

implementieren

Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/GRPC

gRPC Workflow



Datenstruktur(en) und Interface(s) definieren

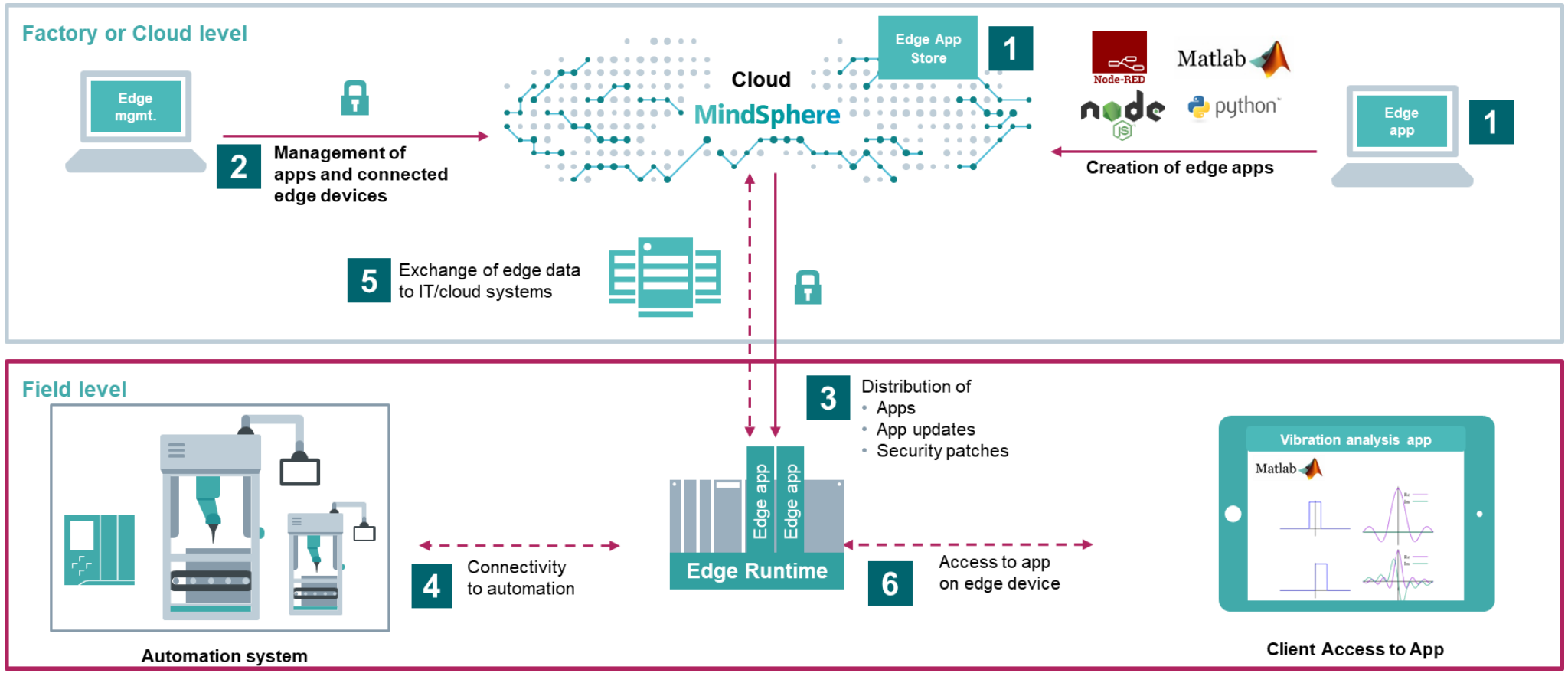
kompilieren

implementieren

Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/GRPC

gRPC im IIOT-Umfeld

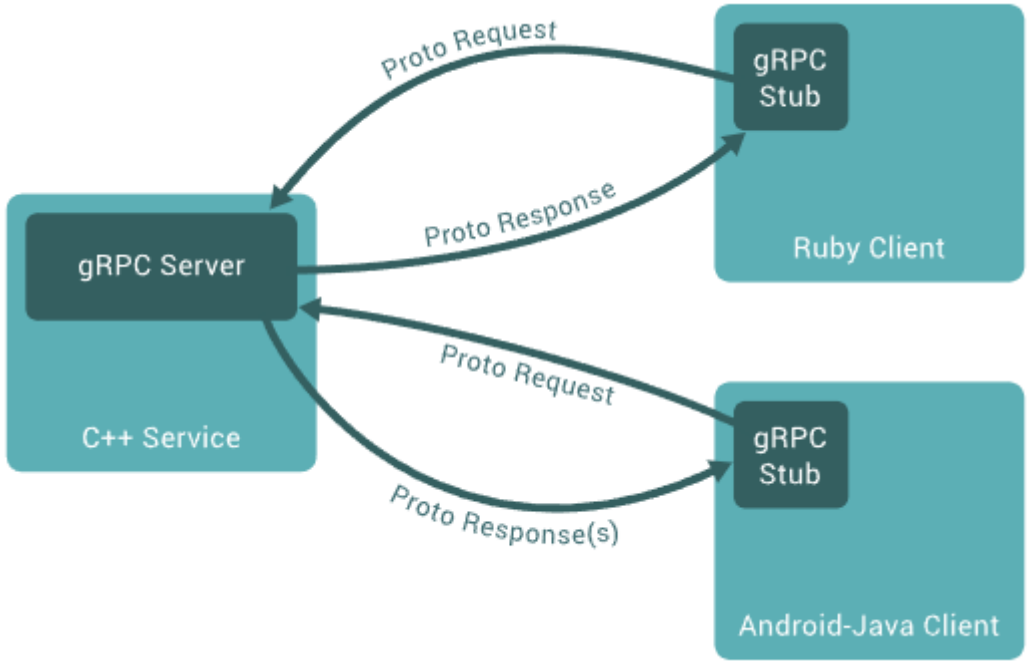
+ IIOT: Industrial Internet of Things
+ Nutzung von gRPC zur Kommunikation zwischen Edge Apps und Edge devices



Quelle: https://documentation.mindsphere.io/resources/html/Industrial+Edge+Developer+Environment/en-US/user-docu/industrialedge.html

Ausführen von Remote Procedure Calls

- Mit gRPC kann ein Client eine Methode auf einem Server (auf einem anderen Rechner) wie ein lokales Objekt aufrufen



Quelle: https://grpc.io/docs/what-is-grpc/introduction/

Quickstart mit gRPC

+ Nutzung von python 3.5 oder höher
+ Windows und Linux möglich

```
# Erzeugen und Wechsel in ein neues Verzeichnis
mkdir HKAgRPC
cd HKAgRPC

# Installation des Pakets virtualenv
<PFAD>python –m pip install virtualenv

# Erstellen des Virtual Environments im Pfad venv
<PFAD>python –m virtualenv venv

# Aktivieren des Virtual Environments
# mit der Windows Powershell
.\venv\Scripts\activate.ps1

# Aktualisieren des Paket Managers
python –m pip install --upgrade pip

# Installieren von gRPC
python –m pip install grpcio

# Installieren der gRPC tools (compiler)
python –m pip install grpcio-tools
```

+ Herunterladen des Beispielcodes
- `git clone –b v1.41.1 https://github.com/grpc/grpc`
+ Beispiel helloworld
- `cd grpc/examples/python/helloworld`

Quelle: https://grpc.io/docs/languages/python/quickstart/

Beispiel Studenten an der Hochschule Karlsruhe

- 24-gRPC-Introduction
- Proto-File `student.proto`

```
syntax = "proto3";

option java_multiple_files = true;
option java_package = "io.grpc.hka.students";
option java_outer_classname = "StudentsProto";
option objc_class_prefix = "HKAS";
// Interface exported by the server
service Students {
    rpc ListStudent(Name) returns (Student) {}
    rpc ListStudents(Faculty) returns (stream Student){}
}
// class definition for Name
message Name{
    // field 1
    string surname = 1;
    // field 2
    string givenname = 2;
}
```

```
// class definition of Student
message Student{
    // field 1
    Name name = 1;
    // field 2
    Faculty faculty = 2;
    // field 3
    int32 yearOfBirth = 3;
}

// class definition of Faculty
message Faculty{
    enum FacultyName{
        Unspecified=0;
        ArchitekturBauwesen=1;
        ElektroInformationstechnik=2;
        InformatikWirtschaftsinformatik=3;
        InformationsmanagementMedien=4;
        MaschinenbauMechatronik=5;
        Wirtschaftswissenschaften=6;
    }
    // field 1
    FacultyName facultyname=1;
}
```

Beispiel Studenten an der Hochschule Karlsruhe

+ 24-gRPC-Introduction
+ Wechsel in das Verzeichnis
  `src/python`
+ Erstellen der stubs mit dem Befehl
  ```
  python -m grpc_tools.protoc -I../../protos --python_out=. --grpc_python_out=. ..\..\protos\student.proto
  ```
+ Zwei Dateien werden erzeugt:
- Beschreibung der Klassen
  `student_pb2.py`
- Beschreibung der Services
  `student_pb2_grpc.py`

Beispiel Studenten an der Hochschule Karlsruhe

- 24-gRPC-Introduction
- Datei `student_server.py`
- Datei `student_client.py`

Übungsaufgabe 10

gRPC value of index

+ In der Übung „24-gRPC-Introduction“ wird in der Datei `student_client.py` in Zeile 42 als „faculty“ die Zahl 3 bzw. 1 ausgegeben, also
  `Retrieving students enrolled at faculty 3.`
- bzw.
  `Retrieving students enrolled at faculty 1.`
+ Ändern Sie den Sourcecode so ab, dass mit Hilfe der im Proto-File definierten Klasse (student_pb2.Faculty) der entsprechende Name der Enumeration ausgegeben wird, so dass die Ausgaben lauten
  `Retrieving students enrolled at faculty InformatikWirtschaftsinformatik.`
- bzw.
  `Retrieving students enrolled at faculty ArchitekturBauwesen.`
+ Erstellen Sie eine einseitige Präsentationsfolie, auf der Sie das Ziel, die Vorgehensweise und ihr Ergebnis skizzieren.

Übungsaufgabe 11

gRPC yield students

+ Starten Sie den `student_server.py` aus Übung „24-gRPC-Introduction“.
- Können zwei oder mehr Clients (`student_client.py`) gleichzeitig Verbindung zum Server aufnehmen?
+ Der Server gibt für die Studenten der Fakultät Informatik eine Liste von Studenten mit 27 Einträgen zurück.
+ Verzögern Sie die Ausgabe in der Datei `student_client.py`, indem Sie in Zeile 46 den Ausdruck `time.sleep(0.5)` aktivieren.
+ Starten Sie zwei Clients (nahezu) gleichzeitig.
+ Erhält jeder Client eine halbe Liste der Studenten der Fakultät Informatik oder die vollständige Liste?
+ Erstellen Sie eine einseitige Präsentationsfolie, auf der Sie das Ziel, die Vorgehensweise und ihr Ergebnis für die beiden Fragestellungen skizzieren.

Übungsaufgabe 12

gRPC list lecturers

- Erweitern Sie die Datei `student.proto` und entsprechend den Sourcecode in `student_server.py` und `student_client.py` um eine Methode `ListLecturers`, die alle Dozenten (z.B. zufällige Namen) der Hochschule Karlsruhe zurückgibt.
- Erstellen Sie eine einseitige Präsentationsfolie, auf der Sie das Ziel und die Vorgehensweise skizzieren.

Hochschule Karlsruhe
University of
Applied Sciences

www.h-ka.de