

# Anforderungsdokument Verteilte Systeme Praktikum

## Inhalt

Projektplan .....	3
Systemdesign.....	3
Übertragungsformat.....	5
Aufgaben .....	6
Aufgabe 1 – Projektplan .....	6
Aufgabe 2 .....	6
Aufgabe 2a – UDP Socket .....	6
Funktionale Anforderungen .....	6
Nicht funktionale Anforderungen .....	6
Interaktion der Komponenten.....	6
Funktionale Tests.....	6
Nicht funktionale Tests.....	6
Test und Simulationsumgebung.....	6
Protokoll und Tests.....	7
Aufgabe 2b – TCP Sockets .....	8
Funktionale Anforderungen .....	8
Nicht funktionale Anforderungen .....	8
Interaktion der Komponenten.....	8
Tests und Simulationsumgebung .....	8
Protokoll und Tests.....	8
Aufgabe 3 – RPC .....	12
Funktionale Anforderungen .....	12
Nicht funktionale Anforderungen .....	12
Interaktion der Komponenten.....	12
Funktionale Tests.....	12
Nicht funktionale Tests.....	12
Test und Simulationsumgebung.....	12
Protokoll und Tests.....	12
Aufgabe 4 – MoM mittels MQTT.....	16
Funktionale Anforderungen .....	18

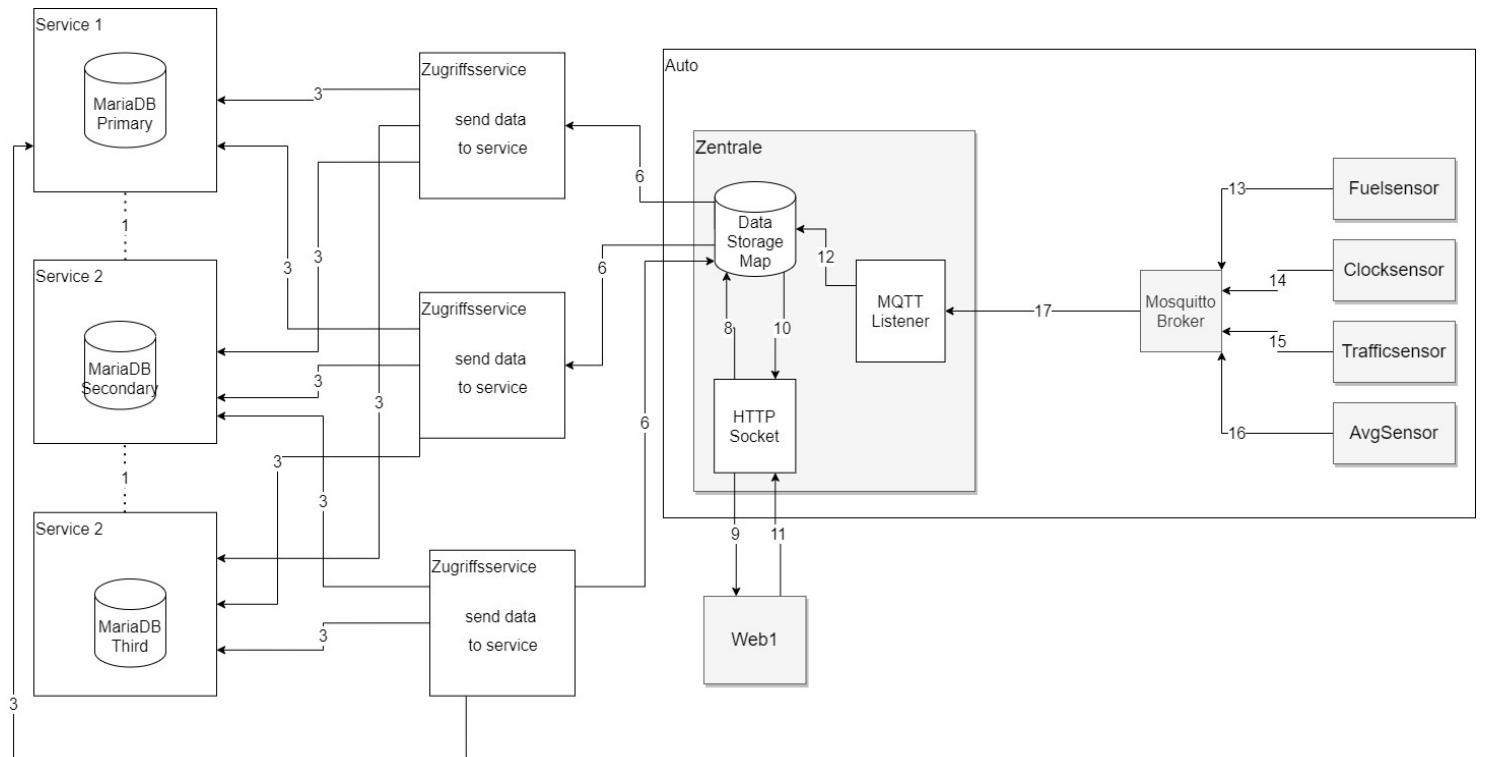
Nicht funktionale Anforderungen .....	18
Interaktion der Komponenten.....	18
Funktionale Tests.....	18
Nicht funktionale Tests.....	18
Test und Simulationsumgebung .....	18
Protokoll und Tests.....	18
Hochverfügbarkeit und Konsistenz .....	20
Funktionale Anforderungen .....	20
Nicht funktionale Anforderungen .....	20
Funktionale Tests.....	20
Nicht funktionale Tests.....	20

# Projektplan

Hier wird der Projektplan sowie die noch zu erledigende Tasks beschrieben.

# Systemdesign

Als Programmiersprache wird sowohl bei den Sensoren als auch bei den Servern C/C++ verwendet. Im Folgenden werden die Komponenten des Systemdesigns sowie dessen Interaktion in einem Schaubild veranschaulicht. Es wird zur Übersicht nur 1 Auto abgebildet.



Legende:

1	Sync with MariaDB replication
3	C++ MariaDB Connection
6	RPC (gRPC), Auto ID,
8	Data Request
9	TCP-HTTP Reply
10	Data Return
11	TCP-HTTP GET
12	
13, 14, 15, 16	MQTT.publish IP   Port   Sensorvalue + Sensortype (fuel, mileage, traffic, avgSpeed)
17	MQTT subscribe

Tasks:

- Konfigurieren der Arbeitsumgebung
  - Docker Container für Sensor implementieren
  - Docker Container für Zentrale implementieren
  - Docker Container für Service implementieren
  - Docker Compose, zum Starten der Container
- Implementierung
  - UDP Sockets
  - TCP Sockets
  - HTTP Server
  - Datenspeicherung in der Zentrale
  - Thrift und RPC Kommunikation
  - Datenbankanbindung
  - MQTT (spätere Ablösung von UDP)

## Übertragungsformat

Die Daten werden von den Sensoren an die Zentrale als String per UDP geschickt. Diese werden in der Zentrale als Key-Value Paare gespeichert.

```
{  
    „196.183.100.20|80|traffic|maessig“  
}
```

## Aufgaben

Hier werden alle Aufgaben beschrieben, die zur Erledigung des Praktikums notwendig sind. Anbei befinden sich die Anforderungen, Tests sowie die Interaktionen der Komponenten in den jeweiligen Aufgaben.

### Aufgabe 1 – Projektplan

Ein Projektablauf kann in der Datei „VSProjektPlan.mpp“ unter */group\_b\_3/Documents* entnommen werden.

Tasks sind als Issues und in der Datei „Protokoll\_Kehr\_Krzyszton“ unter */group\_b\_3/Documents* festgelegt.

## Aufgabe 2

### Aufgabe 2a – UDP Socket

Ziel der Aufgabe ist es, mehrere Sensoren unterschiedliche Daten zu Tankinhalt, Verkehrssituation etc. über UDP an eine Zentrale senden zu lassen. Dabei sollen die gesendeten Werte des Sensors in der Zentrale ausgegeben werden.

#### Funktionale Anforderungen

- Der Sensor (hier der Client) soll Daten an eine Zentrale per UDP senden.
- Sobald die Zentrale Daten empfängt, soll diese den Typ und den Wert anzeigen.
- Das zu verwendende Übertragungsformat entspricht dem im Projektplan beschriebenen Format.

#### Nicht funktionale Anforderungen

- Das System soll die empfangenen Informationen übersichtlich darstellen
- Der Paketverlust soll im Durchschnitt nicht höher als 10% sein

#### Interaktion der Komponenten

Der Sensor sendet nach einem bestimmten Zeitintervall (zwischen 10 – 60 Sekunden) in einem definierten Nachrichtenformat per UDP ein Package an den Server. Dieser empfängt es und gibt die Daten der Nachricht aus.

#### Funktionale Tests

- Sensor sendet eine Beispielnachricht.
  - Testerfolg: Nachricht und Sensortyp werden korrekt ausgegeben und interpretiert

#### Nicht funktionale Tests

- Sensor sendet eine festgelegte Anzahl an Beispielnachrichten.
  - Testerfolg: Zentrale erhält mindestens 18 Nachrichten

#### Performance Test

- Eine Funktion sendet innerhalb einer Sekunde 100 Nachrichten
  - Testerfolg: alle 100 Nachrichten sind korrekt gespeichert

#### Test und Simulationsumgebung

Als Test und Simulationsumgebung werden Docker Container verwendet. Dazu werden

Christian Kehr (755493), Maciej Krzyszton (756037)

Docker Container mit den Sensoranwendungen gestartet und einer mit der zentralen Serveranwendung. Danach werden die verschiedenen funktionalen und nicht funktionalen Tests manuell durchgeführt.

### **Protokoll und Tests**

Wie besprochen wurden UDP Tests nur noch definiert aber nicht mehr durchgeführt durch das Ersetzen mit MQTT. Performance Tests werden unter MQTT durchgeführt

## Aufgabe 2b – TCP Sockets

### Funktionale Anforderungen

- Der Client soll per HTTP-Anfrage auf einzelne Sensordaten, alle Sensordaten und auf die Historie der Sensordaten zugreifen können.
- HTTP-Anfragen werden in einer Queue gespeichert und abgearbeitet. Nach dem Senden der Nachricht wird die Verbindung beendet
- Die Webclient soll per HTTP-Anfrage auf einzelne Sensordaten, alle Sensordaten und die Historie von einzelnen Sensoren zugreifen können.
- Nicht valide Anfragen (andere als Get) sollen eine passende Fehlermeldung zurückgeben

### Nicht funktionale Anforderungen

- Während eine Anfrage bearbeitet wird sollen weitere in eine Queue gesammelt werden, um diese so schnell wie möglich bearbeiten zu können.

### Interaktion der Komponenten

Über einen Webclient soll per URL eine HTTP-Get-Request (vgl. REST) gesendet werden. Der Server antwortet mit seinen zuletzt bekannten Daten entsprechend der in der URL gesetzten Parametern. Der Webbrower kann die erhaltene JSON-Datei dann anzeigen.

### Funktionale Tests

- Zentrale schickt eine passende Response
  - Testerfolg: Die Daten werden im Browser angezeigt

### Nicht funktionale Tests

- Zugriff auf Sensordaten über URI
  - Testerfolg: Darstellung gewünschten Daten
- Anzeige der verfügbaren Sensoren

### Performance Test

- Es werden 100 Anfragen gleichzeitig geschickt
  - Testerfolg: 100 Tabs mit den gewünschten Daten

### Tests und Simulationsumgebung

Die bisherige Test- und Simulationsumgebung bleibt erhalten und wird erweitert durch einen manuell vom Benutzer bedienten Webbrower, mit welchem dann die Tests durchgeführt werden.

### Protokoll und Tests

- Funktionaler Test: Ausgabe der Daten im Browser

- Nicht funktionaler Test: Zugriff über URL

```
// 20201221132643
// http://localhost/fuelSensor
1  {
2    "fuelSensor": [
3      {
4        "ip": "172.20.0.2",
5        "value": "73"
6        },
7        {
8          "date": "21-12-2020 12-26-36",
9          "value": "73"
10         },
11        {
12          "date": "21-12-2020 12-26-06",
13          "value": "73"
14         },
15        {
16          "date": "21-12-2020 12-25-36",
17          "value": "73"
18         },
19        {
20          "date": "21-12-2020 12-25-06",
21          "value": "74"
22         },
23        {
24          "date": "21-12-2020 12-24-36",
25          "value": "75"
26         },
27        {
28          "date": "21-12-2020 12-24-06",
29          "value": "76"
30         },
31        {
32          "date": "21-12-2020 12-23-36",
33          "value": "76"
34         },
35        {
36          "date": "21-12-2020 12-23-06",
37          "value": "77"
38         },
39        {
40          "date": "21-12-2020 12-22-36",
41          "value": "78"
42         },
43        {
44          "date": "21-12-2020 12-22-06",
45          "value": "78"
46         },
47        {
48          "date": "21-12-2020 12-21-36",
49          "value": "78"
50         },
51        {
52          "date": "21-12-2020 12-21-06",
53          "value": "78"
54         }
55      ]
56    }
57  ]
```

- Anzeige der verfügbaren Sensoren



"avgSpeedSensor": {"value": "online"}, "fuelSensor": {"value": "online"}, "mileageSensor": {"value": "online"}, "trafficSensor": {"value": "online"}

- Performance Test: 100 gleichzeitig beantwortete Anfragen

```
62 http://localhost/avgSpeedSensor
63 http://localhost/trafficSensor
64 http://localhost/
65 http://localhost/avgSpeedSensor
66 http://localhost/trafficSensor
67 http://localhost/
68 http://localhost/avgSpeedSensor
69 http://localhost/trafficSensor
70 http://localhost/
71 http://localhost/avgSpeedSensor
72 http://localhost/trafficSensor
73 http://localhost/
74 http://localhost/avgSpeedSensor
75 http://localhost/trafficSensor
76 http://localhost/
77 http://localhost/avgSpeedSensor
78 http://localhost/trafficSensor
79 http://localhost/
80 http://localhost/avgSpeedSensor
81 http://localhost/trafficSensor
82 http://localhost/
83 http://localhost/avgSpeedSensor
84 http://localhost/trafficSensor
85 http://localhost/
86 http://localhost/avgSpeedSensor
87 http://localhost/trafficSensor
88 http://localhost/
89 http://localhost/avgSpeedSensor
90 http://localhost/trafficSensor
91 http://localhost/
92 http://localhost/avgSpeedSensor
93 http://localhost/trafficSensor
94 http://localhost/
95 http://localhost/avgSpeedSensor
96 http://localhost/trafficSensor
97 http://localhost/
98 http://localhost/avgSpeedSensor
99 http://localhost/trafficSensor
100 http://localhost/
```

Normal text file length: 2789 lines: 100 Ln: 100 Col: 18 Sel: 0 | 0 Windows (CRLF) UTF-8 INS

# Christian Kehr (755493), Maciej Krzyszton (756037)

The image shows three separate browser windows or tabs, each displaying a JSON object. The tabs are titled 'Car-Central-n', 'localhost/avgSpeedSensor', and 'localhost/trafficSensor'. The JSON objects represent sensor data from a car's central system.

**Car-Central-n** (Left Tab):

```
// 20201221123518
// http://localhost/
{
  "CentralData": [
    {
      "fuelSensor": {
        "ip": "172.19.0.4",
        "21-12-2020 11:35:00": {
          "value": "62"
        },
        "21-12-2020 11:34:30": {
          "value": "62"
        },
        "21-12-2020 11:34:00": {
          "value": "63"
        }
      }
    },
    {
      "mileageSensor": {
        "ip": "172.19.0.3",
        "21-12-2020 11:35:00": {
          "value": "120718"
        },
        "21-12-2020 11:34:30": {
          "value": "120716"
        },
        "21-12-2020 11:34:00": {
          "value": "120715"
        }
      }
    },
    {
      "trafficSensor": {
        "ip": "172.19.0.6",
        "21-12-2020 11:35:01": {
          "value": "stark"
        }
      }
    }
  ]
}
```

**localhost/avgSpeedSensor** (Middle Tab):

```
// 20201221123519
// http://localhost/avgSpeedSensor
{
  "avgSpeedSensor": [
    {
      "ip": "172.19.0.5",
      "21-12-2020 11:35:01": {
        "value": "184"
      },
      "21-12-2020 11:34:46": {
        "value": "158"
      },
      "21-12-2020 11:34:31": {
        "value": "179"
      },
      "21-12-2020 11:34:16": {
        "value": "econ"
      }
    }
  ]
}
```

**localhost/trafficSensor** (Right Tab):

```
// 20201221123519
// http://localhost/trafficSensor
{
  "trafficSensor": [
    {
      "ip": "172.19.0.6",
      "21-12-2020 11:35:16": {
        "value": "frei"
      },
      "21-12-2020 11:35:01": {
        "value": "stark"
      },
      "21-12-2020 11:34:46": {
        "value": "stark"
      },
      "21-12-2020 11:34:31": {
        "value": "maessig"
      }
    }
  ]
}
```

## Aufgabe 3 – RPC

### Funktionale Anforderungen

- Sobald neue Daten von den Sensoren an die Zentrale gesendet werden, werden diese per RPC an den Service übertragen
- Der Service speichert bei einer RPC Anfrage die übertragenen Sensordaten in eine MariaDB Datenbank persistent ab

### Nicht funktionale Anforderungen

- Mehrere Clients können gleichzeitig ihre Sensordaten an den Service senden, die persistiert werden.
- Persistieren der Daten durch RPC-Call dauert nicht länger als 3 Sekunden.

### Interaktion der Komponenten

Die Sensoren senden die Daten an den Zentralen Server. Nach wie vor werden diese Daten lokal im zentralen Server vorgehalten, jedoch werden diese Daten zusätzlich noch per Remote Procedure Call an den Anbieter Server übertragen. Die Prozedur die dieser ausführt, nachdem sie aufgerufen wurde bewirkt, dass ein Update auf der MariaDB ausgeführt wird. Es werden also die per RPC übertragenen Sensordaten persistent auf der Datenbank gespeichert.

### Funktionale Tests

- Ein Sensor sendet drei Datensätze an den Zentrale Server (Jeweils für jeden Sensortyp). Dieser sendet diese an den Anbieter Server der sie persistent abspeichert. Testerfolg: Auf der Datenbank sind die korrekten Sensordaten gespeichert.

### Nicht funktionale Tests

- Vier Sensoren (jeder Typ min. 1 mal) mit einem Sendeintervall von 2 Sekunden können eine Minute lang Daten senden. Testerfolg: Alle Sensordaten liegen auf der Datenbank korrekt vor.
- Eine Persist Anfrage wird gesendet und es dauert nicht länger als 1 Sekunde, bis die Return-Nachricht beim zentralen Server ankommt. Testerfolg: Die Return Nachricht kommt nach der Persist Anfrage nicht später als eine Sekunde nach dem Senden wieder bei der Zentrale an.

### Performance Tests

Es werden RPC und MQTT gleichzeitig getestet. Dabei werden 100 Nachrichten in 1 Sekunde an die Zentrale geschickt und die empfangenen Daten in der Datenbank persistiert

- Es werden 100 Datensätze gleichzeitig geschickt
  - Testerfolg: 95% der Datensätze liegt in der Datenbank vor

### Test und Simulationsumgebung

Die bisherige Test- und Simulationsumgebung bleibt erhalten und wird erweitert durch einen Container in dem der Anbieterserver läuft.

### Protokoll und Tests

- Funktionaler Test: Daten liegen persistent in der Datenbank

1115	mileageSensor	90555	03-01-2021	14:55:55	
1116	trafficSensor	maessig	03-01-2021	14:56:10	
1117	avgSpeedSensor	31	03-01-2021	14:56:10	
1118	trafficSensor	frei	03-01-2021	14:56:25	
1119	fuelSensor	50	03-01-2021	14:56:25	
1120	avgSpeedSensor	109	03-01-2021	14:56:25	
1121	mileageSensor	90555	03-01-2021	14:56:25	
1122	trafficSensor	frei	03-01-2021	14:56:40	
1123	avgSpeedSensor	2	03-01-2021	14:56:40	
1124	trafficSensor	frei	03-01-2021	14:56:55	
1125	fuelSensor	50	03-01-2021	14:56:55	
1126	avgSpeedSensor	134	03-01-2021	14:56:55	
1127	mileageSensor	90556	03-01-2021	14:56:55	
1128	trafficSensor	stau	03-01-2021	14:57:10	
1129	avgSpeedSensor	35	03-01-2021	14:57:10	
1130	trafficSensor	stau	03-01-2021	14:57:25	
1131	fuelSensor	49	03-01-2021	14:57:25	
1132	avgSpeedSensor	106	03-01-2021	14:57:25	
1133	mileageSensor	90556	03-01-2021	14:57:25	
1134	trafficSensor	stau	03-01-2021	14:57:40	
1135	avgSpeedSensor	95	03-01-2021	14:57:40	
1136	trafficSensor	frei	03-01-2021	14:57:55	
1137	fuelSensor	48	03-01-2021	14:57:55	
1138	avgSpeedSensor	24	03-01-2021	14:57:55	
1139	mileageSensor	90556	03-01-2021	14:57:55	
1140	trafficSensor	stark	03-01-2021	14:58:10	
1141	avgSpeedSensor	8	03-01-2021	14:58:10	
1142	trafficSensor	frei	03-01-2021	14:58:25	
1143	fuelSensor	47	03-01-2021	14:58:25	
1144	avgSpeedSensor	117	03-01-2021	14:58:25	
1145	mileageSensor	90556	03-01-2021	14:58:25	
1146	trafficSensor	maessig	03-01-2021	14:58:40	
1147	avgSpeedSensor	190	03-01-2021	14:58:40	
1148	trafficSensor	maessig	03-01-2021	15:35:05	
1149	avgSpeedSensor	95	03-01-2021	15:35:06	
1150	trafficSensor	maessig	03-01-2021	15:35:20	
1151	mileageSensor	62514	03-01-2021	15:35:20	
1152	avgSpeedSensor	249	03-01-2021	15:35:21	
1153	fuelSensor	65	03-01-2021	15:35:21	
1154	trafficSensor	frei	03-01-2021	15:35:35	
1155	avgSpeedSensor	106	03-01-2021	15:35:36	
1156	trafficSensor	maessig	03-01-2021	15:35:50	
1157	mileageSensor	62515	03-01-2021	15:35:50	
1158	avgSpeedSensor	178	03-01-2021	15:35:51	
1159	fuelSensor	64	03-01-2021	15:35:51	
1160	trafficSensor	stark	03-01-2021	15:36:05	
1161	avgSpeedSensor	193	03-01-2021	15:36:06	

- Nicht funktionaler Test: 120 Datensätze nach 60 Sekunden

MariaDB [vsTest]> select * from centralData;			
id	sensorType	sensorValue	sensorTimestamp
1	avgSpeedSensor	101	03-01-2021 15:47:14
2	mileageSensor	117104	03-01-2021 15:47:14
3	trafficSensor	maessig	03-01-2021 15:47:14
4	fuelSensor	81	03-01-2021 15:47:14
5	avgSpeedSensor	32	03-01-2021 15:47:16
6	mileageSensor	117105	03-01-2021 15:47:16
7	trafficSensor	frei	03-01-2021 15:47:16
8	fuelSensor	80	03-01-2021 15:47:16
9	avgSpeedSensor	222	03-01-2021 15:47:18
10	mileageSensor	117107	03-01-2021 15:47:18
11	trafficSensor	stau	03-01-2021 15:47:18
12	fuelSensor	79	03-01-2021 15:47:18
13	avgSpeedSensor	223	03-01-2021 15:47:20
14	mileageSensor	117107	03-01-2021 15:47:20
15	trafficSensor	stau	03-01-2021 15:47:20
16	fuelSensor	79	03-01-2021 15:47:20
17	avgSpeedSensor	150	03-01-2021 15:47:22
18	mileageSensor	117108	03-01-2021 15:47:22
19	trafficSensor	stark	03-01-2021 15:47:22
20	fuelSensor	79	03-01-2021 15:47:22
21	avgSpeedSensor	12	03-01-2021 15:47:24
22	mileageSensor	117108	03-01-2021 15:47:24
23	trafficSensor	maessig	03-01-2021 15:47:24
24	fuelSensor	79	03-01-2021 15:47:24
25	avgSpeedSensor	131	03-01-2021 15:47:26
26	mileageSensor	117108	03-01-2021 15:47:26
27	trafficSensor	stark	03-01-2021 15:47:26
28	fuelSensor	79	03-01-2021 15:47:26
29	avgSpeedSensor	158	03-01-2021 15:47:28
30	mileageSensor	117108	03-01-2021 15:47:28
31	trafficSensor	frei	03-01-2021 15:47:28
32	fuelSensor	78	03-01-2021 15:47:28
33	avgSpeedSensor	35	03-01-2021 15:47:30
34	mileageSensor	117110	03-01-2021 15:47:30
35	trafficSensor	maessig	03-01-2021 15:47:30
36	fuelSensor	77	03-01-2021 15:47:30
37	avgSpeedSensor	121	03-01-2021 15:47:32
38	mileageSensor	117112	03-01-2021 15:47:32
39	trafficSensor	frei	03-01-2021 15:47:32
40	fuelSensor	76	03-01-2021 15:47:32
41	avgSpeedSensor	144	03-01-2021 15:47:34
42	mileageSensor	117113	03-01-2021 15:47:34
43	trafficSensor	stau	03-01-2021 15:47:34
44	fuelSensor	75	03-01-2021 15:47:34
45	avgSpeedSensor	105	03-01-2021 15:47:36
46	mileageSensor	117114	03-01-2021 15:47:36
47	trafficSensor	maessig	03-01-2021 15:47:36
48	fuelSensor	74	03-01-2021 15:47:36
49	avgSpeedSensor	2	03-01-2021 15:47:38
50	mileageSensor	117116	03-01-2021 15:47:38
51	trafficSensor	stark	03-01-2021 15:47:38
52	fuelSensor	73	03-01-2021 15:47:38
53	avgSpeedSensor	174	03-01-2021 15:47:40
54	mileageSensor	117118	03-01-2021 15:47:40
55	trafficSensor	frei	03-01-2021 15:47:40
56	fuelSensor	73	03-01-2021 15:47:40
57	avgSpeedSensor	37	03-01-2021 15:47:42
58	mileageSensor	117119	03-01-2021 15:47:42
59	trafficSensor	maessig	03-01-2021 15:47:42
60	fuelSensor	72	03-01-2021 15:47:42
61	avgSpeedSensor	137	03-01-2021 15:47:44
62	mileageSensor	117119	03-01-2021 15:47:44
63	trafficSensor	stark	03-01-2021 15:47:44

56	fuelSensor	73	03-01-2021	15:47:40
57	avgSpeedSensor	37	03-01-2021	15:47:42
58	mileageSensor	117119	03-01-2021	15:47:42
59	trafficSensor	maessig	03-01-2021	15:47:42
60	fuelSensor	72	03-01-2021	15:47:42
61	avgSpeedSensor	137	03-01-2021	15:47:44
62	mileageSensor	117119	03-01-2021	15:47:44
63	trafficSensor	stark	03-01-2021	15:47:44
64	fuelSensor	71	03-01-2021	15:47:44
65	avgSpeedSensor	137	03-01-2021	15:47:46
66	mileageSensor	117121	03-01-2021	15:47:46
67	trafficSensor	stau	03-01-2021	15:47:46
68	fuelSensor	71	03-01-2021	15:47:46
69	avgSpeedSensor	168	03-01-2021	15:47:48
70	mileageSensor	117121	03-01-2021	15:47:48
71	trafficSensor	frei	03-01-2021	15:47:48
72	fuelSensor	70	03-01-2021	15:47:48
73	avgSpeedSensor	248	03-01-2021	15:47:50
74	mileageSensor	117123	03-01-2021	15:47:50
75	trafficSensor	stau	03-01-2021	15:47:50
76	fuelSensor	70	03-01-2021	15:47:50
77	avgSpeedSensor	245	03-01-2021	15:47:52
78	mileageSensor	117123	03-01-2021	15:47:52
79	fuelSensor	70	03-01-2021	15:47:52
80	trafficSensor	stark	03-01-2021	15:47:52
81	avgSpeedSensor	63	03-01-2021	15:47:54
82	mileageSensor	117125	03-01-2021	15:47:54
83	fuelSensor	69	03-01-2021	15:47:54
84	trafficSensor	frei	03-01-2021	15:47:54
85	avgSpeedSensor	47	03-01-2021	15:47:56
86	mileageSensor	117125	03-01-2021	15:47:56
87	fuelSensor	69	03-01-2021	15:47:56
88	trafficSensor	stau	03-01-2021	15:47:56
89	avgSpeedSensor	52	03-01-2021	15:47:58
90	mileageSensor	117126	03-01-2021	15:47:58
91	fuelSensor	69	03-01-2021	15:47:58
92	trafficSensor	frei	03-01-2021	15:47:58
93	avgSpeedSensor	114	03-01-2021	15:48:00
94	mileageSensor	117126	03-01-2021	15:48:00
95	trafficSensor	stark	03-01-2021	15:48:00
96	fuelSensor	69	03-01-2021	15:48:00
97	avgSpeedSensor	244	03-01-2021	15:48:02
98	mileageSensor	117126	03-01-2021	15:48:02
99	trafficSensor	maessig	03-01-2021	15:48:02
100	fuelSensor	68	03-01-2021	15:48:02
101	avgSpeedSensor	11	03-01-2021	15:48:04
102	mileageSensor	117128	03-01-2021	15:48:04
103	trafficSensor	maessig	03-01-2021	15:48:04
104	fuelSensor	68	03-01-2021	15:48:04
105	avgSpeedSensor	71	03-01-2021	15:48:06
106	mileageSensor	117130	03-01-2021	15:48:06
107	trafficSensor	frei	03-01-2021	15:48:06
108	fuelSensor	67	03-01-2021	15:48:06
109	avgSpeedSensor	42	03-01-2021	15:48:08
110	mileageSensor	117132	03-01-2021	15:48:08
111	trafficSensor	stau	03-01-2021	15:48:08
112	fuelSensor	67	03-01-2021	15:48:08
113	avgSpeedSensor	226	03-01-2021	15:48:10
114	mileageSensor	117132	03-01-2021	15:48:10
115	trafficSensor	maessig	03-01-2021	15:48:10
116	fuelSensor	67	03-01-2021	15:48:10
117	avgSpeedSensor	114	03-01-2021	15:48:12
118	mileageSensor	117134	03-01-2021	15:48:12
119	fuelSensor	66	03-01-2021	15:48:12
120	trafficSensor	stark	03-01-2021	15:48:12

- Performance Test: 100 Datensätze senden

6197	avgSpeedSensor	170	10-01-2021	13:48:25	0
6198	avgSpeedSensor	227	10-01-2021	13:48:25	1
6199	avgSpeedSensor	154	10-01-2021	13:48:25	2
6200	avgSpeedSensor	108	10-01-2021	13:48:25	3
6201	avgSpeedSensor	81	10-01-2021	13:48:25	4
6202	avgSpeedSensor	61	10-01-2021	13:48:25	5
6203	avgSpeedSensor	218	10-01-2021	13:48:25	6
6204	avgSpeedSensor	216	10-01-2021	13:48:25	7
6205	avgSpeedSensor	113	10-01-2021	13:48:25	8
6206	avgSpeedSensor	136	10-01-2021	13:48:25	9
6207	avgSpeedSensor	29	10-01-2021	13:48:25	10
6208	avgSpeedSensor	75	10-01-2021	13:48:25	11
6209	avgSpeedSensor	21	10-01-2021	13:48:25	12
6210	avgSpeedSensor	248	10-01-2021	13:48:25	13
6211	avgSpeedSensor	35	10-01-2021	13:48:25	14
6212	avgSpeedSensor	228	10-01-2021	13:48:25	15
6213	avgSpeedSensor	128	10-01-2021	13:48:25	16
6214	avgSpeedSensor	83	10-01-2021	13:48:25	17
6215	avgSpeedSensor	209	10-01-2021	13:48:25	18
6216	avgSpeedSensor	10	10-01-2021	13:48:25	19
6217	avgSpeedSensor	165	10-01-2021	13:48:25	20
6218	avgSpeedSensor	19	10-01-2021	13:48:25	21
6219	avgSpeedSensor	177	10-01-2021	13:48:25	22
6220	avgSpeedSensor	207	10-01-2021	13:48:25	23
6221	avgSpeedSensor	166	10-01-2021	13:48:25	24
6222	avgSpeedSensor	93	10-01-2021	13:48:25	25
6223	avgSpeedSensor	112	10-01-2021	13:48:25	26
6224	avgSpeedSensor	92	10-01-2021	13:48:25	27
6225	avgSpeedSensor	222	10-01-2021	13:48:25	28
6226	avgSpeedSensor	232	10-01-2021	13:48:25	29
6227	avgSpeedSensor	22	10-01-2021	13:48:25	30
6228	avgSpeedSensor	142	10-01-2021	13:48:25	31
6229	avgSpeedSensor	209	10-01-2021	13:48:25	32
6230	avgSpeedSensor	177	10-01-2021	13:48:25	33
6231	avgSpeedSensor	103	10-01-2021	13:48:25	34
6232	avgSpeedSensor	142	10-01-2021	13:48:25	35
6233	avgSpeedSensor	238	10-01-2021	13:48:25	36
6234	avgSpeedSensor	173	10-01-2021	13:48:25	37
6235	avgSpeedSensor	108	10-01-2021	13:48:25	38
6236	avgSpeedSensor	101	10-01-2021	13:48:25	39
6237	avgSpeedSensor	59	10-01-2021	13:48:25	40
6238	avgSpeedSensor	138	10-01-2021	13:48:25	41
6239	avgSpeedSensor	29	10-01-2021	13:48:25	42
6240	avgSpeedSensor	182	10-01-2021	13:48:25	43
6241	avgSpeedSensor	238	10-01-2021	13:48:25	44
6242	avgSpeedSensor	64	10-01-2021	13:48:25	45
6243	avgSpeedSensor	160	10-01-2021	13:48:25	46
6244	avgSpeedSensor	218	10-01-2021	13:48:25	47
6245	avgSpeedSensor	249	10-01-2021	13:48:25	48
6246	avgSpeedSensor	120	10-01-2021	13:48:25	49

6245	avgSpeedSensor	249	10-01-2021 13:48:25 48
6246	avgSpeedSensor	120	10-01-2021 13:48:25 49
6247	avgSpeedSensor	228	10-01-2021 13:48:25 50
6248	avgSpeedSensor	16	10-01-2021 13:48:25 51
6249	avgSpeedSensor	241	10-01-2021 13:48:25 52
6250	avgSpeedSensor	155	10-01-2021 13:48:25 53
6251	avgSpeedSensor	224	10-01-2021 13:48:25 54
6252	avgSpeedSensor	9	10-01-2021 13:48:25 55
6253	avgSpeedSensor	100	10-01-2021 13:48:25 56
6254	avgSpeedSensor	188	10-01-2021 13:48:25 57
6255	avgSpeedSensor	101	10-01-2021 13:48:25 58
6256	avgSpeedSensor	73	10-01-2021 13:48:25 59
6257	avgSpeedSensor	170	10-01-2021 13:48:25 60
6258	avgSpeedSensor	124	10-01-2021 13:48:25 61
6259	avgSpeedSensor	67	10-01-2021 13:48:25 62
6260	avgSpeedSensor	231	10-01-2021 13:48:25 63
6261	avgSpeedSensor	153	10-01-2021 13:48:25 64
6262	avgSpeedSensor	22	10-01-2021 13:48:25 65
6263	avgSpeedSensor	123	10-01-2021 13:48:25 66
6264	avgSpeedSensor	141	10-01-2021 13:48:25 67
6265	avgSpeedSensor	196	10-01-2021 13:48:25 68
6266	avgSpeedSensor	232	10-01-2021 13:48:25 69
6267	avgSpeedSensor	94	10-01-2021 13:48:25 70
6268	avgSpeedSensor	107	10-01-2021 13:48:25 71
6269	avgSpeedSensor	222	10-01-2021 13:48:25 72
6270	avgSpeedSensor	123	10-01-2021 13:48:25 73
6271	avgSpeedSensor	40	10-01-2021 13:48:25 74
6272	avgSpeedSensor	62	10-01-2021 13:48:25 75
6273	avgSpeedSensor	39	10-01-2021 13:48:25 76
6274	avgSpeedSensor	52	10-01-2021 13:48:25 77
6275	avgSpeedSensor	31	10-01-2021 13:48:25 78
6276	avgSpeedSensor	39	10-01-2021 13:48:25 79
6277	avgSpeedSensor	24	10-01-2021 13:48:25 80
6278	avgSpeedSensor	9	10-01-2021 13:48:25 81
6279	avgSpeedSensor	157	10-01-2021 13:48:25 82
6280	avgSpeedSensor	16	10-01-2021 13:48:25 83
6281	avgSpeedSensor	17	10-01-2021 13:48:25 84
6282	avgSpeedSensor	233	10-01-2021 13:48:25 85
6283	avgSpeedSensor	25	10-01-2021 13:48:25 86
6284	avgSpeedSensor	219	10-01-2021 13:48:25 87
6285	avgSpeedSensor	172	10-01-2021 13:48:25 88
6286	avgSpeedSensor	229	10-01-2021 13:48:25 89
6287	avgSpeedSensor	144	10-01-2021 13:48:25 90
6288	avgSpeedSensor	92	10-01-2021 13:48:25 91
6289	avgSpeedSensor	205	10-01-2021 13:48:25 92
6290	avgSpeedSensor	64	10-01-2021 13:48:25 93
6291	avgSpeedSensor	176	10-01-2021 13:48:25 94
6292	avgSpeedSensor	108	10-01-2021 13:48:25 95
6293	avgSpeedSensor	86	10-01-2021 13:48:25 96
6294	avgSpeedSensor	49	10-01-2021 13:48:25 97
6295	avgSpeedSensor	101	10-01-2021 13:48:25 98
6296	avgSpeedSensor	134	10-01-2021 13:48:25 99

## Aufgabe 4 – Message oriented Middleware (MoM) mittels MQTT

### Funktionale Anforderungen

- Neue Daten werden per Publish an MQTT Broker für „car/sensordata“ übertragen.
- Wenn Broker neue Daten für „car/sensordata“ erhält, werden diese an die Zentrale gesendet, der dieses Topic abonniert hat.
- Zentrale kann Daten, die er per TCP vom Broker erhält so verarbeiten, dass sie persistiert werden
- Verbindung zum Broker wird beim Starten des Clients (Sensor, Zentrale) aufgebaut

### Nicht funktionale Anforderungen

- Paketverlustrate soll nicht >10% sein
- Sollen 4 Clients gleichzeitig Nachrichten publishen können, welche persistiert werden

### Interaktion der Komponenten

Die Sensoren senden nichtmehr direkt per UDP ihre Daten an einen Socket des Zentrale Servers, sondern publishen ihre Daten an das Topic “car/sensordata” eines Mosquitto MQTT Brokers. Dieser erhält diese Daten und sendet diese an alle Subscriber dieses Topics weiter. Die Zentrale abonniert dabei dieses Topic und erhält so immer dann die aktuellen Sensordaten, wenn diese published werden. Dadurch werden diese Daten vom Broker an die Zentrale gesendet. Die Übertragung geschieht dabei per TCP.

Beim Starten eines Sensors sowie beim Starten der Zentrale wird dabei die Verbindung zum MQTT Broker aufgebaut.

### Funktionale Tests

- Sensor sendet eine bestimmte Datensätze an den Broker, die daraufhin persistent abgespeichert werden
  - Erfolg: Alle Daten liegen korrekt in der Datenbank vor
- Verbindung zum Broker wird beim Client und Zentralstart aufgebaut.
  - Erfolg: Ausgabe, über die Verbindung

### Nicht funktionale Tests

- Gleicher Test wie bei RPC. Ergebnis kann dort eingesehen werden.

### Performance Test

- Gleicher Test wie bei RPC. Ergebnis kann dort eingesehen werden.

### Test und Simulationsumgebung

Bisherige bleibt erhalten

### Protokoll und Tests

- Funktionaler Test: Senden und Speichern der Datensätze in der Datenbank

```
No will message specified.  
Sending CONNACK to publisher-avgSpeedSensor (0, 0)  
Received PUBLISH from publisher-avgSpeedSensor (d0, q0, r0, m0, 'test/t1', ... (51 bytes))  
Received PUBLISH from publisher-avgSpeedSensor (d0, q0, r0, m0, 'test/t1', ... (50 bytes))  
Received PUBLISH from publisher-avgSpeedSensor (d0, q0, r0, m0, 'test/t1', ... (51 bytes))  
Received PUBLISH from publisher-avgSpeedSensor (d0, q0, r0, m0, 'test/t1', ... (54 bytes))
```

6197	avgSpeedSensor	170	10-01-2021 13:48:25 0
6198	avgSpeedSensor	227	10-01-2021 13:48:25 1
6199	avgSpeedSensor	154	10-01-2021 13:48:25 2
6200	avgSpeedSensor	108	10-01-2021 13:48:25 3
6201	avgSpeedSensor	81	10-01-2021 13:48:25 4

- Funktionaler Test: Verbinden vom Client zum Broker

```
Sending CONNACK to publisher-fuelSensor (0, 0)  
Received PUBLISH from publisher-fuelSensor (d0, q0, r0, m0, 'test/t1', ... (46 bytes))  
No will message specified.  
Sending CONNACK to publisher-trafficSensor (0, 0)  
Received PUBLISH from publisher-trafficSensor (d0, q0, r0, m0, 'test/t1', ... (54 bytes))  
No will message specified.  
Sending CONNACK to publisher-avgSpeedSensor (0, 0)  
Received PUBLISH from publisher-avgSpeedSensor (d0, q0, r0, m0, 'test/t1', ... (51 bytes))  
No will message specified.  
Sending CONNACK to publisher-mileageSensor (0, 0)  
Received PUBLISH from publisher-mileageSensor (d0, q0, r0, m0, 'test/t1', ... (52 bytes))  
No will message specified.  
Sending CONNACK to subscribe-test (0, 0)  
Received SUBSCRIBE from subscribe-test  
    test/t1 (QoS 0)  
Sending SUBACK to subscribe-test
```

## Hochverfügbarkeit und Konsistenz

### Funktionale Anforderungen

- Es existieren mehrere Instanzen der Datenbank
- Synchronisation der Datenbanken untereinander
- Senden an verfügbare Datenbank
- Daten liegen auf allen Datenbanken persistent vor

### Nicht funktionale Anforderungen

- Eines der Systeme kann ausfallen ohne Funktionsverlust

### Funktionale Tests

- Erstellen von Datensätzen und Senden an eine Datenbank
  - Erfolg: Datensätze liegen in allen DB vor
- Abschalten eines Services
  - Erfolg: Datensätze werden an backup System geschickt undpersistiert. Nach Neustart des anderen Services sind die Daten auf allen vorhanden

### Nicht funktionale Tests

- System läuft für 15 Minuten ohne Absturz

### Performance Test

- 500 Daten gleichzeitig in DB-Cluster pushen

### Protokoll und Tests

- Funktionaler Test: Erstellen von Datensätzen und speichern in DB

```

fuel_sensor_1    | fuelSensor|57|172.20.1.11|02-02-2021 16:55:01
central_1        | New message with topic c/1: fuelSensor|57|172.20.1.11|02-02-2021 16:55:01
central_1        | transferring data to provider
central_1        | trying...
provider3_1     | type:fuelSensor
provider3_1     | starting connection_init
central_1        | Transfer succeed
mileage_sensor2_1 | mileageSensor|57977|172.20.1.16|02-02-2021 16:55:01
central2_1       | New message with topic c/2: mileageSensor|57977|172.20.1.16|02-02-2021 16:55:01
central2_1       | transferring data to provider
central2_1       | trying...
provider_1       | type:mileageSensor
provider_1       | starting connection_init
central2_1       | Transfer succeed
fuel_sensor2_1   | fuelSensor|94|172.20.1.15|02-02-2021 16:55:05
central2_1       | New message with topic c/2: fuelSensor|94|172.20.1.15|02-02-2021 16:55:05
central2_1       | transferring data to provider
central2_1       | trying...
provider_1       | type:fuelSensor
provider_1       | starting connection_init
central2_1       | Transfer succeed

```

8846	fuelSensor	57	02-02-2021 16:55:01	1
8849	mileageSensor	57977	02-02-2021 16:55:01	2
8852	fuelSensor	94	02-02-2021 16:55:05	2

- Funktionaler Test: Abschalten eines Dienstes

```

central2_1        | New message with topic c/2: avgSpeedSensor|50|172.20.1.14|02-02-2021 16:56:50
central2_1        | transferring data to provider
central2_1        | trying...
provider_1        | Error with connection...
provider_1        | trying next database point
traffic_sensor2_1 | trafficSensor|maessig|172.20.1.17|02-02-2021 16:56:51
provider_1        | usingDatabase: 1
provider_1        | type:avgSpeedSensor
provider_1        | starting connection_init
mileage_sensor_1  | mileageSensor|10529|172.20.1.12|02-02-2021 16:57:00
central_1          | New message with topic c/1: mileageSensor|10529|172.20.1.12|02-02-2021 16:57:00
central_1          | transferring data to provider
central_1          | trying...
provider3_1        | type:mileageSensor
provider3_1        | starting connection_init
avgspeed_sensor_1 | avgSpeedSensor|183|172.20.1.10|02-02-2021 16:57:00
traffic_sensor_1   | trafficSensor|maessig|172.20.1.13|02-02-2021 16:57:00
fuel_sensor_1      | fuelSensor|55|172.20.1.11|02-02-2021 16:57:01
mileage_sensor2_1  | mileageSensor|57982|172.20.1.16|02-02-2021 16:57:01
fuel_sensor2_1     | fuelSensor|91|172.20.1.15|02-02-2021 16:57:05
avgspeed_sensor2_1 | avgSpeedSensor|173|172.20.1.14|02-02-2021 16:57:05
traffic_sensor2_1  | trafficSensor|frei|172.20.1.17|02-02-2021 16:57:06
avgspeed_sensor_1  | avgSpeedSensor|149|172.20.1.10|02-02-2021 16:57:15
traffic_sensor_1   | trafficSensor|frei|172.20.1.13|02-02-2021 16:57:15
avgspeed_sensor2_1 | avgSpeedSensor|237|172.20.1.14|02-02-2021 16:57:20
traffic_sensor2_1  | trafficSensor|frei|172.20.1.17|02-02-2021 16:57:21
provider_1          | Error with connection...
provider_1          | trying next database point
provider_1          | usingDatabase: 3
provider_1          | type:avgSpeedSensor
provider_1          | starting connection_init
central2_1          | Transfer succeed
central2_1          | New message with topic c/2: trafficSensor|maessig|172.20.1.17|02-02-2021 16:56:51
central2_1          | transferring data to provider
central2_1          | trying...
provider_1          | type:trafficSensor
provider_1          | starting connection_init
central2_1          | Transfer succeed
central2_1          | New message with topic c/2: mileageSensor|57982|172.20.1.16|02-02-2021 16:57:01
central2_1          | transferring data to provider
central2_1          | trying...
provider_1          | type:mileageSensor
provider_1          | starting connection_init
central2_1          | Transfer succeed
central2_1          | ID: 2

```

```
central2_1 | gRPC failed while connecting to provider
central2_1 | Trying next provider..
central2_1 | using following provider: tried all provides... ah shit, here we go again
central2_1 | 172.20.0.30:45000
central2_1 | trying...
```

```
central2_1 | gRPC failed while connecting to provider
central2_1 | Trying next provider..
central2_1 | using following provider: 172.20.0.31:45000
central2_1 | trying...
provider2_1 | type:avgSpeedSensor
provider2_1 | starting connection_init
central2_1 | Transfer succeed
```

- Nicht funktionaler Test: 15 Minuten Laufzeit des Systems

103	avgSpeedSensor	53	31-01-2021 20:32:31	1
100	trafficSensor	frei	31-01-2021 20:32:30	1
97	trafficSensor	stau	31-01-2021 20:32:29	2
94	avgSpeedSensor	109	31-01-2021 20:32:16	1
91	avgSpeedSensor	109	31-01-2021 20:32:16	2
88	mileageSensor	104147	31-01-2021 20:32:16	1
85	trafficSensor	maessig	31-01-2021 20:32:15	1
82	mileageSensor	51964	31-01-2021 20:32:15	2
79	fuelSensor	72	31-01-2021 20:32:15	1
76	trafficSensor	frei	31-01-2021 20:32:14	2
73	fuelSensor	70	31-01-2021 20:32:14	2
70	avgSpeedSensor	76	31-01-2021 20:32:01	2
67	avgSpeedSensor	76	31-01-2021 20:32:01	1
64	trafficSensor	frei	31-01-2021 20:32:00	1
61	trafficSensor	stark	31-01-2021 20:31:59	2
58	mileageSensor	104145	31-01-2021 20:31:46	1
55	avgSpeedSensor	220	31-01-2021 20:31:46	2
52	avgSpeedSensor	220	31-01-2021 20:31:46	1
49	trafficSensor	frei	31-01-2021 20:31:45	1
46	mileageSensor	51964	31-01-2021 20:31:45	2
43	fuelSensor	72	31-01-2021 20:31:45	1
40	trafficSensor	maessig	31-01-2021 20:31:44	2
37	fuelSensor	71	31-01-2021 20:31:44	2
34	avgSpeedSensor	132	31-01-2021 20:31:31	2
31	avgSpeedSensor	132	31-01-2021 20:31:30	1
28	trafficSensor	stark	31-01-2021 20:31:30	1
25	trafficSensor	stark	31-01-2021 20:31:29	2
22	avgSpeedSensor	15	31-01-2021 20:31:16	2
19	mileageSensor	104143	31-01-2021 20:31:15	1
16	avgSpeedSensor	15	31-01-2021 20:31:16	2
13	avgSpeedSensor	15	31-01-2021 20:31:16	2
10	avgSpeedSensor	15	31-01-2021 20:31:15	1
7	trafficSensor	stau	31-01-2021 20:31:15	1
4	mileageSensor	51963	31-01-2021 20:31:15	2
1	fuelSensor	72	31-01-2021 20:31:15	1

+-----+-----+-----+-----+-----+

2730 rows in set (0.01 sec)

7981	trafficSensor	maessig	31-01-2021	22:22:03	2
7984	trafficSensor	frei	31-01-2021	22:22:04	1
7987	avgSpeedSensor	231	31-01-2021	22:22:04	1
7990	avgSpeedSensor	231	31-01-2021	22:22:04	2
7993	mileageSensor	52185	31-01-2021	22:22:17	2
7996	mileageSensor	104352	31-01-2021	22:22:17	1
7999	trafficSensor	frei	31-01-2021	22:22:18	2
8002	trafficSensor	maessig	31-01-2021	22:22:19	1
8005	avgSpeedSensor	89	31-01-2021	22:22:19	1
8008	avgSpeedSensor	89	31-01-2021	22:22:19	2
8011	fuelSensor	45	31-01-2021	22:22:30	2
8014	fuelSensor	60	31-01-2021	22:22:32	1
8017	trafficSensor	stau	31-01-2021	22:22:33	2
8020	trafficSensor	frei	31-01-2021	22:22:34	1
8023	avgSpeedSensor	45	31-01-2021	22:22:34	2
8026	avgSpeedSensor	45	31-01-2021	22:22:34	1
8029	mileageSensor	52186	31-01-2021	22:22:47	2
8032	mileageSensor	104352	31-01-2021	22:22:47	1
8035	trafficSensor	stark	31-01-2021	22:22:48	2
8038	trafficSensor	maessig	31-01-2021	22:22:49	1
8041	avgSpeedSensor	5	31-01-2021	22:22:49	1
8044	avgSpeedSensor	5	31-01-2021	22:22:49	2
8047	fuelSensor	44	31-01-2021	22:23:00	2
8050	fuelSensor	60	31-01-2021	22:23:02	1
8053	trafficSensor	maessig	31-01-2021	22:23:03	2
8056	trafficSensor	maessig	31-01-2021	22:23:04	1
8059	avgSpeedSensor	137	31-01-2021	22:23:04	1
8062	avgSpeedSensor	137	31-01-2021	22:23:04	2
8065	mileageSensor	52188	31-01-2021	22:23:17	2
8068	mileageSensor	104353	31-01-2021	22:23:17	1
8071	trafficSensor	frei	31-01-2021	22:23:18	2
8074	trafficSensor	maessig	31-01-2021	22:23:19	1
8077	avgSpeedSensor	70	31-01-2021	22:23:19	1
8080	avgSpeedSensor	70	31-01-2021	22:23:19	2
8083	fuelSensor	44	31-01-2021	22:23:30	2
8086	fuelSensor	60	31-01-2021	22:23:32	1
8089	trafficSensor	frei	31-01-2021	22:23:33	2
8092	trafficSensor	frei	31-01-2021	22:23:34	1
8095	avgSpeedSensor	75	31-01-2021	22:23:34	1
8098	avgSpeedSensor	75	31-01-2021	22:23:34	2

+-----+-----+-----+-----+-----+  
2700 rows in set (0.00 sec)

- Performancetest: 500 Datensätze persistent im Cluster