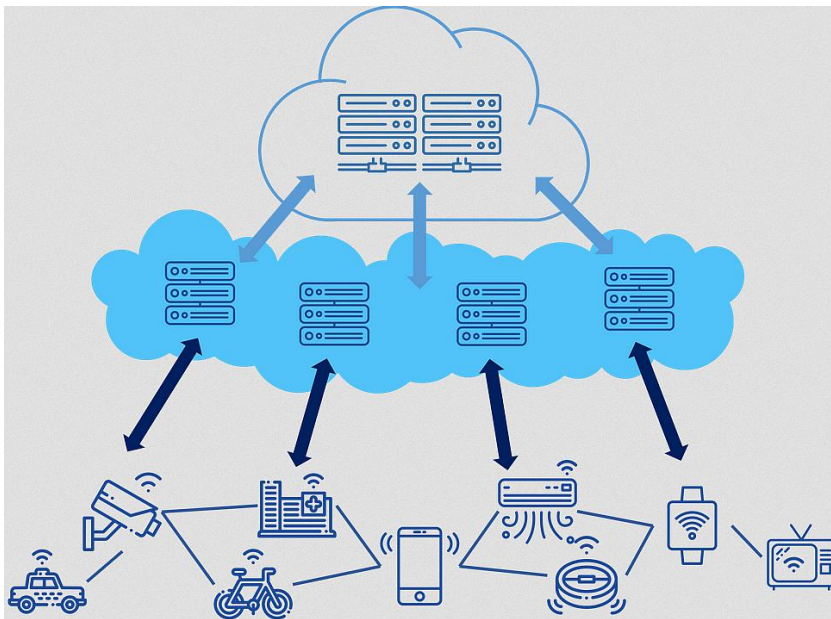


IT-Technik ITT11

Edge Computing bereitstellen



Aufgabe

Die FAI.DA.TE AG hat die Temperaturüberwachung ihrer Serverracks auf alle Serverräume ausgedehnt und in die Cloud ausgelagert. Durch die große Anzahl von Sensoren entsteht ein hohes Datenaufkommen zur Cloud hin. Um die Datenmenge zu reduzieren, sollen die Sensor-Messköpfe ihre Daten nicht mehr einzeln senden. Die MQTT-Daten mehrerer Sensorköpfe werden dazu in einer Zwischenstufe (Edge) zusammengefasst und dann erst übertragen.

Die SmartDevices GmbH hat den Auftrag übernommen. Nun ist es Ihre Aufgabe, den Edge-Steuerungsrechner bereitzustellen und die Temperatúrauswertung so anzupassen, so dass die zu übertragene Datenmenge reduziert wird.

Inhalt

1. Ausgangslage und Sollzustand	2
2. Edge Computing kennenlernen	3
3. Edge Computing bereitstellen	5
Übertragene Datenmenge ermitteln.....	5
Übertragene Datenmenge reduzieren.....	6
Anhang.....	8
Edge Computing	8
4. Fragen.....	10

1. Ausgangslage und Sollzustand

Die FAI.DA.TE AG hat die Temperaturüberwachung ihrer Serverracks in die Cloud ausgelagert. Da die Temperaturüberwachung auf alle Serverräume ausgedehnt wurde entsteht ein hohes Datenaufkommen zur Cloud hin.

Um die Datenmenge zu reduzieren, sollen die Sensor-Messköpfe ihre Daten nicht mehr einzeln senden, sondern in einer Zwischenstufe (Edge) müssen die MQTT-Daten mehrerer Sensorköpfe zusammengefasst (aggregiert) und dann übertragen werden.

Die SmartDevices GmbH hat diesen Auftrag übernommen.

Sie als Mitarbeiter*in der SmartDevices GmbH werden zusammen mit Ihrem Team diesen Auftrag übernehmen. Ihre Aufgabe ist es, den Edge-Steuerungsrechner bereitzustellen, die Datenzusammenfassung einzurichten und falls nötig, die Konfiguration der Messköpfe so anzupassen, so das die zu übertragene Datenmenge reduziert wird.

Arbeitsschritte

- Edge Computing kennenlernen (S.3)
- Edge Computing bereitstellen: Übertragene Datenmenge ermitteln (S.5)
- Edge Computing bereitstellen: Übertragene Datenmenge reduzieren (S.6)

Hinweise

- aktuelle Version dieses Dokuments:
webdav-ad-muenchen.musin.de/intk/austausch/lehrer/joachim.wolf/Unterricht/LS03_Edge-Computing_bereitstellen_Wo.pdf
- Netzwerkkonfiguration im Unterrichtsraum: [hier](#) auf der zweitletzten Seite

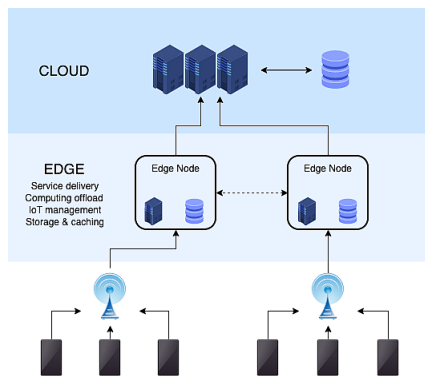
2. Edge Computing kennenlernen

Aufgabe: Beantworten Sie mit Hilfe des [Infotextes zum Edge Computing](#) auf S.8 die nachfolgenden Fragen.

A

Einigen Sie sich in Ihrem Team jeweils auf eine Antwort. Laden Sie Ihre Antworten zusammen mit den Fragen auf die zur Verfügung gestellte Dateiablage hoch. Der Senior Analyst der SmartDevices GmbH (Lehrkraft) bespricht anschließend die Antworten mit Ihnen.

1.) Erläutern Sie Edge Computing an der folgenden Grafik:



- 2.) Welche Vorteile werden vom Edge Computing erwartet? Nennen Sie 3 Vorteile.
- 3.) Wie kann durch Edge Computing die benötigte Netzwerkbandbreite reduziert werden?
- 4.) Wodurch können Verzögerungen bei Datenübertragungen in Netzwerken entstehen?
- 5.) Netzwerktechnik: Was ist mit dem Begriff *Latenz* gemeint?
- 6.) Werden viele Sensoren häufig abgefragt muss eine große Menge an Rohdaten in die Cloud übertragen werden. Wie kann hier die Bandbreite eingespart und die Netzwerkbelastung reduziert werden?
- 7.) Wie kann beim [Smart Farming](#) der Energieverbrauch der auf den Agrarflächen ausgebrachten batteriebetriebenen [LoraWAN](#)-Sensoren reduziert werden?
- 8.) Bei der Bildverarbeitung fallen besonders große Datenmengen an. Betrachten Sie folgendes Einsatz-Szenario: 12x [Iris-Scanner](#): Auflösung 3840x2880, 10 Bit Farbtiefe, Bilder auf 15 % komprimiert, zur Bilderkennung wird von jedem Scanner pro Authentifizierungsvorgang ein Bild in die Cloud übertragen.
Berechnen Sie die maximale Datenmenge in ganzen MiB, die im ungünstigsten Fall gleichzeitig in die Cloud übertragen werden müsste.
- 9.) Geben Sie an, wie lange die Übertragung einer Datenmenge von 42 MiB mindestens dauert, wenn eine langsame Mobilfunkverbindung mit einer Geschwindigkeit von 32 kBit/s benutzt wird. Angabe in ganzen Std:Min:Sek!
- 10.) Bei der [Datenbereinigung](#) im Edge Computing werden unter anderem fehlerhafte Daten herausgefiltert, Duplikate entfernt und Daten-Ausreißer korrigiert.
Erläutern Sie diese 3 Verfahren der Datenbereinigung am Beispiel eines Temperatursensors.
- 11.) [Hier](#) wird die Aussage gemacht: "*Edge Computing = Mülltrennung für das IoT*". Was ist damit gemeint?

- 12.) Von einem Sensormesskopf werden alle 2 s an einen MQTT-Broker in der Cloud folgende Topics und Werte gesendet:

Topic	Zeichenanzahl	Wert	Zeichenanzahl
room17/rack58/temperature	25	33.45	5
room17/rack58/humidity	22	66.55	5
room17/rack58/door	18	closed	6
Summe	65	Summe	16

Mit einem Edge-Rechner werden die Topics und Werte nun wie folgt zusammengefasst und nur noch alle 10 s gesendet:

Topic	Zeichenanzahl	Wert	Zeichenanzahl
rm17ra58all	11	tmp=xx,hum=yy,door=closed	25

Frage: Um wieviel Prozent reduziert sich dadurch die zu übertragene Datenmenge?

Hinweis: Ermitteln Sie jeweils die Anzahl der vorher und nachher übertragenen Zeichen und beachten Sie die Übertragungszeiträume!

Zeichenanzahl in 10 s vorher: 405 Zeichen

Zeichenanzahl in 10 s nachher: 36 Zeichen

Reduktion um: 91,1% Prozent

- 13.) **Fog computing** (aus: https://en.wikipedia.org/wiki/Fog_computing, vom 08.01.2021)

Fassen Sie die wichtigsten Aussagen des folgenden Textes mit eigenen Worten kurz zusammen.

Fog computing, also called Edge Computing, is intended for distributed computing where numerous "peripheral" devices connect to a cloud. (The word "fog" suggests a cloud's periphery or edge). Many of these devices will generate voluminous raw data (e.g., from sensors), and rather than forward all this data to cloud-based servers to be processed, the idea behind fog computing is to do as much processing as possible using computing units co-located with the data-generating devices, so that processed rather than raw data is forwarded, and bandwidth requirements are reduced. An additional benefit is that the processed data is most likely to be needed by the same devices that generated the data, so that by processing locally rather than remotely, the latency between input and response is minimized. This idea is not entirely new: in non-cloud-computing scenarios, special-purpose hardware (e.g. signal-processing chips performing mathematical calculations) has long been used to reduce latency and reduce the burden on a CPU.

3. Edge Computing bereitstellen

Übertragene Datenmenge ermitteln

A

Ermitteln Sie durch Mitschneiden des Datenverkehrs mit Wireshark die Datenmenge, die beim Umschalten einer WLAN-Steckdose mit HTTP oder MQTT anfällt.

1.) WLAN-Steckdose **Delock 11827** konfigurieren

- setzen Sie die WLAN-Steckdose zurück, indem Sie die Taste der eingesteckten Steckdose länger als 20 s drücken
- verbinden Sie einen WLAN-Client (PC, Smartphone) mit dem nun vorhandenen WLAN "delock-xxxx" (xxxx sind die 4 Ziffern, die auf Ihrer Steckdose vermerkt sind)
- konfigurieren Sie die Steckdose mit Name und Passwort des Raum-WLANs und starten Sie die Steckdose neu
- ermitteln Sie die IP-Adresse der WLAN-Steckdose: dazu in den Räumen 1.3.xx/1.2.xx in der Datei <http://192.168.1.242/files/dhcpd.leases> nach dem Hostnamen ihrer WLAN-Steckdose "delock-xxxx" suchen (xxxx: die 4 Ziffern, die auf der Steckdose vermerkt sind)
- geben Sie die IP Ihrer WLAN-Steckdose an: **IP-WLANSteckdose** : 192.168.1.90
- testen Sie die Funktion der WLAN-Steckdose über die Konfigurationsseite im Browser (<http://IP-WLANSteckdose>)

2.) HTTP-Netzwerkverkehr mitschneiden

- schneiden Sie mit Wireshark die Netzwerkübertragung mit (sniffen), während Sie die angegebenen Befehle ausführen und jeweils die gesamte pro Befehls-Aufruf übertragene Datenmenge ermitteln. Achten Sie auf den kompletten TCP-Handshake (am einfachsten durch Rechts-Klick auf ein Paket des TCP-Handshakes und dann "Follow TCP Stream")

a) direkt im Browser: <http://IP-WLANSteckdose/cm?cmnd=Power%20Toggle>
 gesamte ermittelte Datenmenge: 625byte

b) mit curl: `curl http://IP-WLANSteckdose/cm?cmnd=Power%20Toggle`
 gesamte ermittelte Datenmenge: _____

3.) Steckdose für MQTT konfigurieren

- starten Sie die Node-RED-MQTT-VM wie unter 1.) auf der nächsten Seite beschrieben
- öffnen Sie die Konfiguration der WLAN-Steckdose im Browser (<http://IP-WLANSteckdose>) und tragen Sie unter *Einstellungen* --> *MQTT* --> *Host* die IP-Adresse Ihres MQTT-Servers (*VM-IP*) und unter *topic* das Topic **rackYY** ein. Hinweis: **YY** repräsentiert Ihre Platz-Nummer. Wenn Sie Ihren eigenen MQTT-Server benutzen, können Sie diese beliebig wählen.

4.) MQTT-Netzwerkverkehr mitschneiden

c) über MQTT: `mosquitto_pub -h VM-IP -t "cmnd/rackYY/POWER" -m TOGGLE`
 gesamte ermittelte Datenmenge: _____

Steht Ihnen die WLAN-Steckdose nicht zur Verfügung, können Sie die Wireshark Paketmitschnitte auch vom Intranet herunterladen: <http://intranet/files/delock-11827-traces.zip>

Übertragene Datenmenge reduzieren

A

Mit einem Node-RED-Flow soll mit Hilfe von 3 simulierten Temperatur-Messköpfen die Reduktion der zu übertragenden Datenmenge umgesetzt werden. Dazu werden die übertragenen Temperaturdaten zusammengefasst, über eine Mittelwertbildung gereinigt und auf eine Stelle nach dem Komma gerundet. Zur weiteren Daten-Reduktion wird nur noch der Mittelwert in einem größeren Zeitintervall, d.h. nicht mehr so oft, übertragen.

Arbeitsschritte

- Virtuelle Maschine mit Node-RED und MQTT-Server in Betrieb nehmen
- Senden von Temperaturdaten simulieren
- Empfangene Temperaturdaten überprüfen
- Node-RED öffnen und Flow importieren
- geladenen Flow anpassen
- Flow aktivieren und Ergebnis überprüfen
- reduzierte Daten übertragen

Hinweis: Arbeiten Sie genau!

1.) Virtuelle Maschine mit Node-RED und MQTT-Server in Betrieb nehmen

Zur weiteren Bearbeitung benötigen Sie einen MQTT-Server und ein Node-RED-System. Diese Dienste stehen auf einer selbstextrahierenden VM zur Verfügung, die Sie herunterladen und ausführen: <http://intranet/files/VMs/Windows10-NodeRED-MQTT.vm12.exe>

Hinweis: Die VM wird einmal neu starten! **Bitte warten Sie dies ab!**

Nach dem letzten Start zeigt die VM ihre eigene IP-Adresse (**VM-IP**) am Bildschirm an.

Geben Sie die IP-Adresse Ihrer VM an:

VM-IP = 192.168.

HINWEIS: Ersetzen sie nachfolgend die Angabe **VM-IP** immer durch die die IP-Adresse Ihrer VM (die URL `http://VM-IP:1880` wird dann z.B. zu `http://192.168.99.123:1880`).

2.) Senden von Temperaturdaten simulieren

- um das Senden von 3 Temperatursensoren zu simulieren, benötigen Sie eine dafür vorbereitete Batch-Datei. Laden Sie vom Intranet die folgende Datei herunter: http://intranet/files/send_temp_3Sensoren.cmd.txt und legen Sie diese Datei auf dem Desktop der VM unter dem Namen **send_temp_3Sensoren.cmd** ab
- starten Sie auf dem Desktop der VM die Batch-Datei **send_temp_3Sensoren.cmd** durch Doppelklick, dadurch werden MQTT-Daten an die folgenden 3 Topics gesendet: `raum17/rackXXX/temperatur01`, `raum17/rackXXX/temperatur02`, `raum17/rackXXX/temperatur03`

Hinweis: **XXX** entspricht dem vierten Oktett der **VM-IP**.

3.) Empfangene Temperaturdaten überprüfen

- prüfen Sie jetzt, ob der MQTT-Server alle Temperaturdaten empfängt, öffnen Sie dazu auf der VM ein Kommando-Fenster und abonnieren (*subscribe*) Sie mit dem MQTT-Client `mosquitto_sub` eines hintereinander alle 3 oben angegebenen Topics, z.B.: `mosquitto_sub -h 127.0.0.1 -t raum17/rackXXX/temperatur01`

4.) Node-RED öffnen und Flow importieren

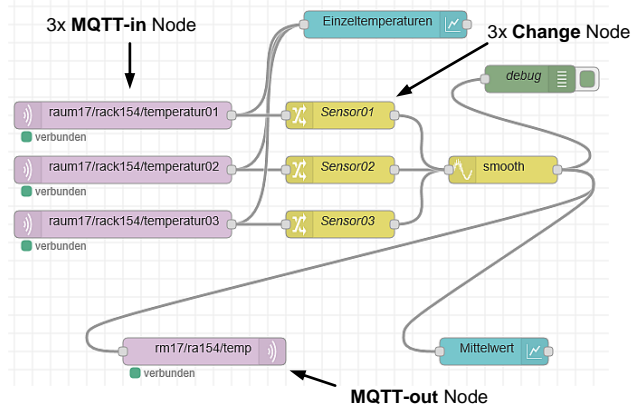
- ist der Start der VM erfolgreich, kann Node-RED vom Host-PC aus im Browser unter folgender URL geöffnet werden:

http://VM-IP:1880

- laden Sie den vorbereiteten Flow vom Intranet herunter und legen Sie ihn auf dem Desktop ab:

<http://intranet/files/flow-LS03-01.json>

- importieren Sie den Flow in Node-RED, indem Sie über das Hamburger-Menü unter *import --> select a file to import* die JSON-Datei **flow-LS03-01.json** vom Desktop öffnen

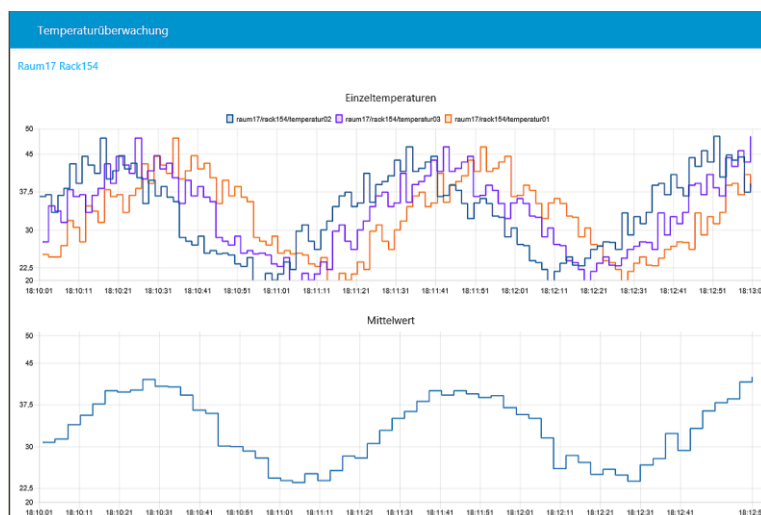


5.) geladenen Flow anpassen

- passen Sie die 3 MQTT-in Nodes an, indem Sie dort in den Topics der Temperaturdaten die Rack-Nummer **rackXXX** Ihres Systems eintragen
- passen Sie die 3 gelben Change Nodes auf Ihre Rack-Nummer **rackXXX** an
- passen Sie in den Eigenschaften des "Einzeltemperaturen" Chart Nodes unter *Group* die Einstellung *Name* auf "**Raum17 RackXXX**" an
- passen Sie den MQTT-out Nodes an, indem Sie dort das korrekt verkürzte Topic eintragen: **rm17/raXXX/temp**

6.) Flow aktivieren und Ergebnis überprüfen

- aktivieren Sie den Flow in Node-RED über den Button *Deploy*
- öffnen Sie das Node-RED-Dashboard unter der URL **http://VM-IP:1880/ui**
- das Ergebnis auf dem Dashboard sollte in etwa so aussehen:

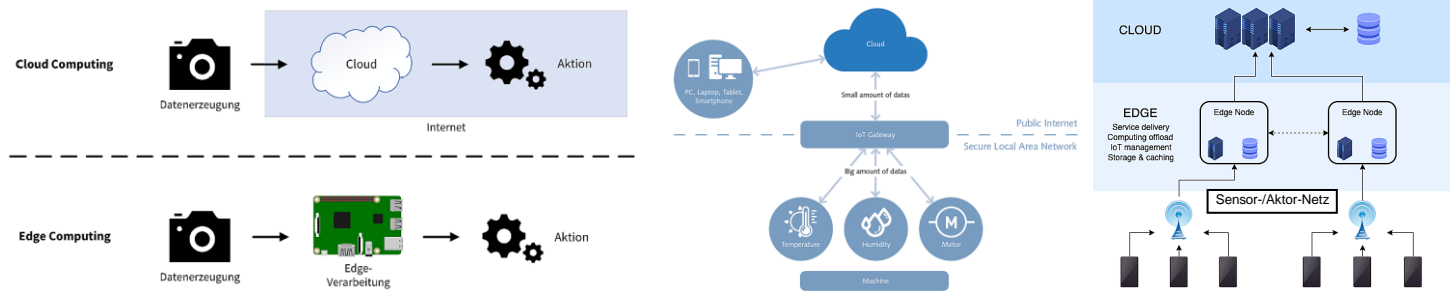


7.) reduzierte Daten übertragen

- prüfen Sie jetzt mit `mosquitto_sub`, ob der MQTT-Server auch das Topic der reduzierten Temperaturdaten korrekt bereitstellt: z.B.: `mosquitto_sub -h 127.0.0.1 -t rm17/raXXX/temp`
- **Optional:** erfragen Sie die IP-Adresse des MQTT-Servers auf dem Lehrer-PC und tragen Sie diese jetzt im MQTT-out Node ein, aktivieren Sie den Flow erneut und beobachten Sie das Ergebnis auf dem Lehrer-Dashboard

Anhang

Edge Computing



Cloud Computing

Cloud Computing sind Rechen- und Speicher-Dienste die hauptsächlich über das Internet bereitgestellt werden. Diese virtuellen Rechenzentren werden Cloud (Wolke) genannt, da die Endbenutzer nichts oder nur wenig über die physischen Standorte und die Konfiguration der Systeme wissen, welche die Dienste zur Verfügung stellen.

Viele Sensor-Netzwerke senden ihre Mess-Daten direkt in die Cloud. Dort werden diese Daten weiterverarbeitet. Die Erkenntnisse aus den verarbeiteten Daten werden archiviert und die Entscheidungen als Kommandos an die lokalen Steuerungsgeräte zurückgesendet (z.B. bei Google Alexa). Ist die zu übertragende Datenmenge gering, ist das ein gangbarer Weg.

Typische Probleme beim Cloud Computing können eine begrenzte Netzwerkbandbreite oder die Zeitverzögerung (Reaktionszeit, Latenz) zwischen Clients und Cloud-Server sein.

Edge Computing

Wenn jedoch die Übertragungs-Kapazität in Netz gering ist und bei CPS/IoT-Systemen die Anforderungen an Latenz, Verfügbarkeit, Sicherheit, Skalierbarkeit und Autonomie hoch sind, dann kann es in Sensor-/Aktor-Netzen notwendig werden, die Daten bereits lokal zu verarbeiten. Diese zusätzliche lokale Verarbeitungsebene wird Edge Computing genannt, da die Datenverarbeitung dann bereits am Rand (*Edge*) des Sensor-/Aktor-Netzes erfolgt.

Edge Computing vermeidet die zentrale Verarbeitung aller Daten in der Cloud und bringt die Datenverarbeitung oder das Steuern verteilter Systeme aus der Cloud zurück in die Nähe der Geräte.

Fog Computing

Edge Computing wird manchmal auch Fog-Computing genannt. Fog deshalb, weil sich Nebel (Fog) näher am Boden bewegt als die Wolken (Cloud). Mit Edge- und Fog-Computing muss nicht komplett auf die Cloud verzichtet werden. Es geht dabei darum, die Abhängigkeit von der Cloud zu reduzieren.

Edge-Systeme (IoT-Gateway)

Ein Edge-System ist ein Rechensystem, das nah an den datengenerierenden Komponenten (Sensoren) positioniert ist und das die Vorverarbeitung, Zwischenspeicherung und Übertragung der Daten übernimmt.

Da sich Edge-Systeme am Übergang zwischen dem lokalen Sensor-/Aktor-Netz und dem externen Netz (Internet) befinden, verfügen sie meistens auch über Sicherheitsfunktionen, z.B. zur Trennung (VLAN), Entkopplung (Routing), Filterung (Firewall) und Verschlüsselung (VPN) des übertragenen Datenverkehrs.

Edge-Systeme werden auch benötigt, wenn die CPS/IoT-Geräte selbst nicht in der Lage sind, die Datenübertragung eigenständig zu erledigen, wenn deren Rechenkapazität oder Übertragungs-Bandbreite hierfür nicht ausreicht oder aber wenn eine Nachbereitung der Daten erfolgen soll, welche die Rechen- oder Speicherkapazität des CPS/IoT-Geräts überschreiten würde. Durch eine entsprechende Datenreduktion lassen sich Bandbreiten und der Energieverbrauch batteriebetriebener Sensoren und Geräte schonen, vor allem aber kurze und schnelle Steuerungszeiten im Prozess realisieren.

Aufgaben und Ziele beim Edge Computing

1.) Vorverarbeitung der von den Sensoren gelieferten Rohwerte

- **Daten normieren**
 - z.B. Fahrenheit in Celsius
 - HTTP (REST) in MQTT
- **Anomalieerkennung**
 - fehlerhafte Daten erkennen
 - Duplikate entfernen
 - Ausreißer entfernen
- **Werte einheitlich skalieren**
 - Fließkommawerte auf eine Komma-Stelle runden
 - Mittelwerte bilden
 - Fließkommawerte in Ganzzahl darstellen

2.) Datenreduktion vor der Übertragung in die Cloud

- **Beispiel: Datenreduktion**

soll die elektrische Leistung berechnet werden, müssen nicht Strom und Spannung getrennt übertragen werden, sondern die Leistung kann lokal als Produkt von Strom und Spannung berechnet und dann erst übertragen werden
- **zeitgleiche (synchrone) Erfassung**

die reduzierten Daten können immer zu den selben Zeitpunkten übertragen werden, egal wann sie an den Sensor-Messköpfen anfallen

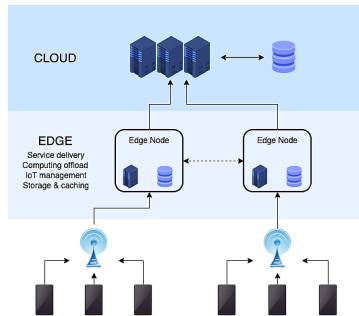
Im Zuge des Edge-Processings lässt sich mithilfe eines MQTT-Brokers oder einer lokalen Datenbank auch die Datenrate regulieren, so dass eine Übertragung beispielsweise in einem definierten Intervall (z.B. every „x“ minute) stattfinden
- **Reduktion der Übertragungshäufigkeit**

Übertragung nur nach dem Über- oder Unterschreiten eines Schwellenwertes (*Threshold*)

4. Fragen

- die folgenden Fragen stammen aus dem [Fragenpool](#). Sie zeigen den Umfang und die Intensität der Unterrichtsinhalte und dienen zur Vorbereitung auf Leistungskontrollen und Abschlussprüfung
- *manchmal* haben schwierige Fragen ein Sternchen "*", schwierigere zwei "***"
- es werden KEINE Lösungen bereitgestellt, Ziel ist es, dass SIE die Lösungen selbst erstellen!
- Nachfragen, Anmerkungen, Lob und Kritik können Sie an Ihre Lehrkraft richten

1.) Erläutern Sie Edge Computing an der folgenden Grafik:



- 2.) Welche Vorteile werden vom Edge Computing erwartet? Nennen Sie 3 Vorteile.
- 3.) Wodurch können Verzögerungen bei Datenübertragungen in Netzwerken entstehen?
- 4.) Netzwerktechnik: Was ist mit dem Begriff *Latenz* gemeint?
- 5.) Werden viele Sensoren häufig abgefragt muss eine große Menge an Rohdaten in die Cloud übertragen werden. Wie kann hier die Bandbreite eingespart und die Netzlast reduziert werden?
- 6.) Wie kann beim [Smart Farming](#) der Energieverbrauch der batteriebetriebenen [LoraWAN](#)-Sensoren reduziert werden?
- 7.) Bei der Bildverarbeitung fallen besonders große Datenmengen an. Betrachten Sie folgendes Einsatz-Szenario: 12x [Iris-Scanner](#): Auflösung 3840*2880, 10 Bit Farbtiefe, Bilder auf 15% komprimiert, zur Bilderkennung wird von jedem Scanner pro Authentifizierungsvorgang ein Bild in die Cloud übertragen. Berechnen Sie die maximale Datenmenge, die im ungünstigsten Fall gleichzeitig in die Cloud übertragen werden müsste.
- 8.) Geben Sie an, wie lange die Übertragung einer Datenmenge von 42 MiB mindestens dauert, wenn eine langsame Mobilfunkverbindung mit einer Geschwindigkeit von 32 kBit/s benutzt wird. Angabe in ganzen Std:Min:Sek!
- 9.) Bei der [Datenbereinigung](#) im Edge Computing werden unter anderem fehlerhafte Daten herausgefiltert, Duplikate entfernt und Daten-Ausreißer korrigiert. Erläutern Sie diese 3 Verfahren der Datenbereinigung am Beispiel eines Temperatursensors.
- 10.) Welche Vorteile ergeben sich, wenn Edge-Systeme auch über Sicherheitsfunktionen verfügen? Nennen Sie 3 Vorteile.