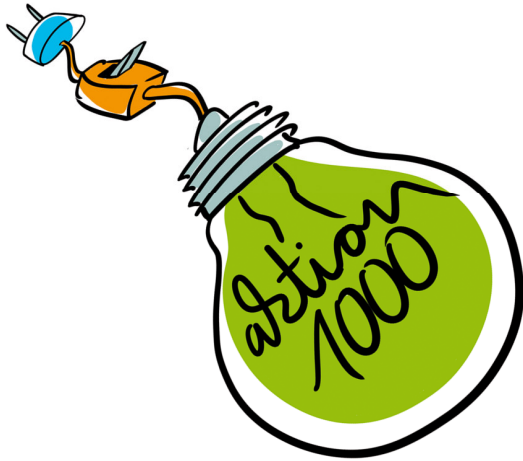




Fernauslesung von Energiezählern

Tipps und Tricks aus der Praxis

Dipl. Ing. (DH)
Harald Hentze

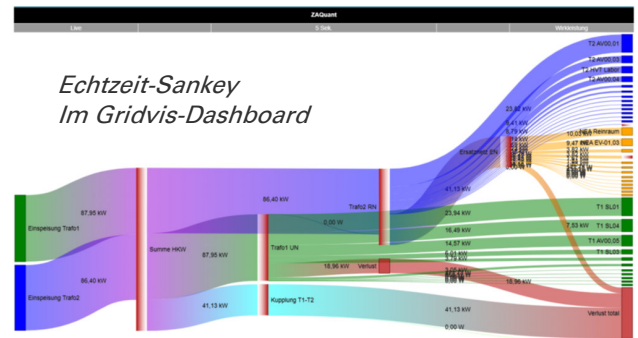
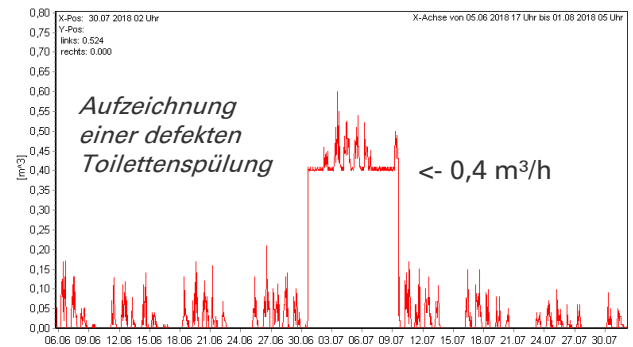
Fernauslesung Art der Übertragung

- Drahtgebunden
 - M-Bus
 - ModBus
 - LON
 - Puls (S0)
 - Ethernet
 - Bacnet
- Drahtlos
 - wM-Bus (wireless M-Bus)
 - LoRaWan
 - ZigBee
 - Bluetooth
 - WLAN

Fernauslesung

Was sollten wir aufschalten?

- Mindestens ein Hauptzähler je Gebäude und Energie
- Energiearten:
 - Wärmezähler (M-Bus)
 - ¼-stündlich
 - Nachtabsenkung
 - Kältezähler (M-Bus)
 - ¼-stündlich
 - Wasserzähler (Puls / M-Bus)
 - ¼-stündlich
 - Leckageerkennung, hängende Wasserspülung
 - Gaszähler (Puls / M-Bus)
 - ¼-stündlich
 - Stromzähler (Modbus)
 - ¼-stündlich
 - Echtzeitauswertung, Spannungsqualität



Fernauslesung: M-Bus

Technische Daten des M-Bus

- **M-Bus (Meter-Bus)**
 - Master/Slave, Je Bus nur einen Master (!)
 - Spannung: 24-40 VDC, ca. 1,5mA je Teilnehmer (Standardlast)
 - Verpolungssicher, +/- am Zähler anklemmen ist beliebig
 - Pegelwandler: von u.a. RS232, ModBus, Ethernet auf M-Bus mit meist 20 bis 500 Standardlasten
 - Protokoll: EN1434 & EN 13757 (Standard), 2400 baud, 8N1, 8 bit
IEC1107, IEC62056-21 (u.a. Stromzähler Siemens und L&G) : 2400..9600 baud 7E1 (!), 7 bit
 - Struktur: Linie, Stern, Ring, Baum – alles erlaubt
 - Verkabelung: z.B. N*2*0,8 – eindrähtig, Telefonleitung, Schirmung sinnvoll, aber nicht zwingend nötig
 - Reichweite: bis zu 10 km, Praxis: Campus bis zu 2 km in Sternstruktur, relativ stabil
 - Terminierung: keine nötig
 - Nützlich für Wärme-, Kälte-, Wasser- und Stromzähler (Energiezählung) im 15 Minuten-Rhythmus
 - Echtzeiterfassung geht nicht, dann besser ModBus (RTU, TCP) oder Ethernet verwenden
Typisches Szenario : 100 Zähler, eine Linie, vollständig auslesen bei 2400 Baud -> ca. 3..5 Minuten !
Das sind etwa 2 typische Wärme-/Kälte-Zähler je Sekunde, also keine Echtzeiterfassung. Alternativ: ModBus
 - Adressierung: primär (1..250, programmierbar) oder sekundär (8-stellige Seriennummer des Hersteller)



Fernauslesung: M-Bus

Tipps aus der Praxis

• M-Bus – Tipps aus der Praxis

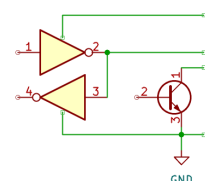
- Master schickt über Spannungshub die Abfrage-Befehle (36 V = „1“ / *Mark* ↘ 24 V = „0“ / *Space*)
- Slave antwortet mit Strommodulation: $\leq 1,5 \text{ mA}$ (Ruhezustand) = „1“ ◀ 11...20 mA = „0“)
- M-Bus kann mit 300 bis 9600 Baud betrieben werden, aber höhere Baudrate reduziert Reichweite.
Bei 9600 baud gehen nur wenige 100 m (Kabelkapazitäten!), bei 2400 baud sind 2 km durchaus realisierbar
- M-Bus Pegelwandler bietet gleichzeitig Versorgung und Kommunikation auf einer Zweidrahtleitung.
- Am Slave müssen mind. 24V DC vorhanden sein, sonst Repeater einsetzen.
Bsp: **Diehl Hydrocenter 250** oder **Solvimus MBUS-GSLExxx**
- Zwei Master auf einer Leitung – geht nicht! Repeater mit unabhängigen Eingängen (s.o.) verwenden.
- Typische Planungsfehler:
 - M-Bus ≠ ModBus !! Die Spannungen passen nicht. -> M-Bus-Pegelwandler reagiert mit „Kurzschluss-Abschaltung“
 - M-Bus Ausgang aus SPC-Controller (mit RS232) wurde mit M-Bus Ausgang aus Pegelwandler verbunden (gleicher Name) !!
Aber: RS232 (+/-15V) -> Pegelwandler reagierte mit „Kurzschluss-Abschaltung“
 - Solvimus MBUS-GExxM hat keine galvanische Trennung
-> Mögliche Erdschleifen bei Wärmezähler ohne galv. Trennung (z.B. Sensus WMZ mit Batteriebetrieb)
 - Standard Primäradresse ist „0“-> Ein Zähler, geht. Viele Zähler => Adresskollision in der prim. Adressierung
- Zählerliste mit Sekundär- und Primäradressen pflegen

Fernauslesung: M-Bus

Tipps aus der Praxis

• M-Bus – Tipps aus der Praxis

- Wasserverbundzähler, Groß- und Kleinmengenzählung in Einem.
Dieser Zähler hat zwei M-Bus-Adressen, da zwei getrennte Rechenwerke.
Ein Produktionsfehler führte zu identischer Sekundäradresse, die Ablesung sprang zwischen zwei Wertereihen!
- Wasserzähler mit Kombination M-Bus & Puls
Hier sind die Schnittstellen nicht galvanisch getrennt.
M-Bus & Puls gleichzeitig verwenden, geht nicht.
- Klassiker: die Puls-Schnittstelle eines Wasserzählers bei Eichtausch wurde am M-Bus angeklemt
-> Bei jedem Puls gab es Kurzschluss im M-Bus, quasi eine Datenkollision !
- Nützlich für Selbst-Service ist ein Mini-Pegelwandler, z.B. NZR PW3 (USB 2.0, 3 Lasten)
- Kontrollsoftware: MBSheet , die Demo kann nicht speichern, für Bus-Scans und Tests aber sehr nützlich
- Bei Zählerabfragen ist „F“ ein Platzhalter in der Adresse,
Bsp.: „1000000F“ -> alle Zähler von 10000000 bis 10000009 würden antworten

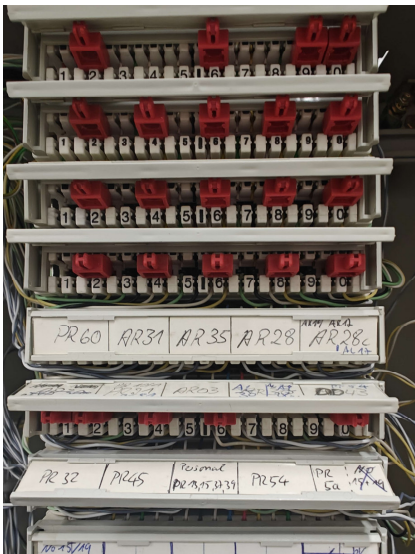


Typisches Blockschaltbild eines M-Bus & Puls Kombi-Interfaces

Fernauslesung: M-Bus

M-Bus-Zentrale der Universität

- Pegelwandler mit Ethernet zur Energie-Software
- Getrennte Netzteile um Erdschleifen zu minimieren



- M-Bus-Verteilung der Pegelwandler in Gruppen und Linien
- Gebäude bei Wartung einzeln trennbar, sehr hilfreich

Fernauslesung: M-Bus

Protokolle und Datenübertragung

- Typische M-Bus – Datenübertragung
 - Zentrale sendet:
 - (TX) 10 40 FF 3F 16
 - (TX) 68 | L | L | 68 | C | A | C | DATA | CS | 16
 - (TX) 10 7B FD 78 16
 - Zähler antwortet:
 - (RX) E5 Telegramm korrekt empfangen und akzeptiert.
 - (RX) 68 .. [Antwort] .. 16
 - Typische Befehle-Bytes:
 - „10“: Start-Byte „Achtung!“
 - „16“: Stop-Byte „das war’s“
 - „68“: Beginn des Datenframes

Alle M-Bus Teilnehmer, bzw. Kommunikation zurücksetzen
M-Bus-Adresse des gewünschten Teilnehmer
Daten vom M-Bus Teilnehmer anfordern

Date and time	Source	Type	Message
31.08.2026, 08:16:43	M-Bus	TX	10 7b fd 78 16
31.08.2026, 08:16:43	M-Bus	RX	e5
31.08.2026, 08:16:43	M-Bus	TX	68 0b 0b 68 53 fd 52 66 02 13 57 f f f f 70 16
31.08.2026, 08:16:42	M-Bus	RX	e5
31.08.2026, 08:16:42	M-Bus	TX	10 40 ff 3f 16
31.08.2026, 08:16:42	M-Bus	RX	68 4e 4e 68 08 00 72 47 13 14 48 24 23 49 07 aa 00 00 00 0c 15 18 37 05 00 8c 00 42 6c 3f 3c 42 ec 7e 5f 3c 0a 93 2a 01 00 0a 93 2b 00 01 2d 16
31.08.2026, 08:16:42	M-Bus	TX	10 7b fd 78 16
31.08.2026, 08:16:42	M-Bus	RX	e5
31.08.2026, 08:16:41	M-Bus	TX	68 0b 0b 68 53 fd 52 47 13 14 48 f f f f 54 16
31.08.2026, 08:16:41	M-Bus	RX	e5
31.08.2026, 08:16:41	M-Bus	TX	10 40 ff 3f 16
31.08.2026, 08:16:41	M-Bus	RX	68 4e 4e 68 08 00 72 06 13 14 48 24 23 49 07 49 00 00 0c 15 88 45 00 00 8c 00 42 6c 3f 3c 42 ec 7e 5f 3c 0a 93 2a 01 00 0a 93 2b 00 01 78 16
31.08.2026, 08:16:40	M-Bus	TX	10 7b fd 78 16
31.08.2026, 08:16:40	M-Bus	RX	e5
31.08.2026, 08:16:40	M-Bus	TX	68 0b 0b 68 53 fd 52 06 13 14 48 f f f f 13 16

Auszug eines Datenprotokolls
des Solvimus GE250M

Fernauslesung: Modbus

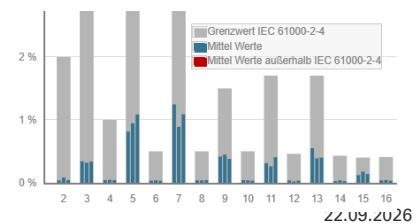
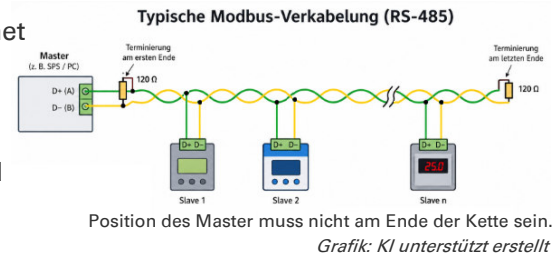
Technische Daten des Modbus

- **Modbus**

- Master/Slave, bei RS485 ein Master zulässig (!)
- Spannung: +/-3 VDC, differenzielle Anbindung zum Bus
- Protokoll: (Modbus RTU, ASCII und TCP) bis zu 115.200 baud, RTU/ASCII: meist RS485 (auch RS422 und RS232), TCP: über Ethernet
- Struktur: nur Linie! Stichleitungen zum Zähler vermeiden
- Verkabelung: CAT5, CAT7 (Twisted-Pair, geschirmt !)
- Reichweite: bis zu 1200m bei 9600 baud, bis 100m bei 115.200 baud
- Terminierung: 120 Ohm (1/4 W), beidseitig an den Endpunkten !
- Typischerweise 32 Teilnehmer, incl. Master. Mit Repeater bis 128 erweiterbar.
- Adressvergabe ist ähnlich wie M-Bus (primär Adresse), meist 3-stellig -> Zählerliste führen
- Hohe Datenrate = Auslesung in Echtzeit möglich.
 - z.B. Janitza UMG96 zeigt in Echtzeit Spannungsqualität mit 50-ter Harmonischen
 - Kontrolle der Phasenlage U1-I1, U2-I2 und U3-I3.
 - Klassiker: Wandler 1 mit 2 vertauscht, Phase eines Wandlers verdreht
-> Wirkleistung falsch, da u.U. hohe, gerechnete Blindleistung



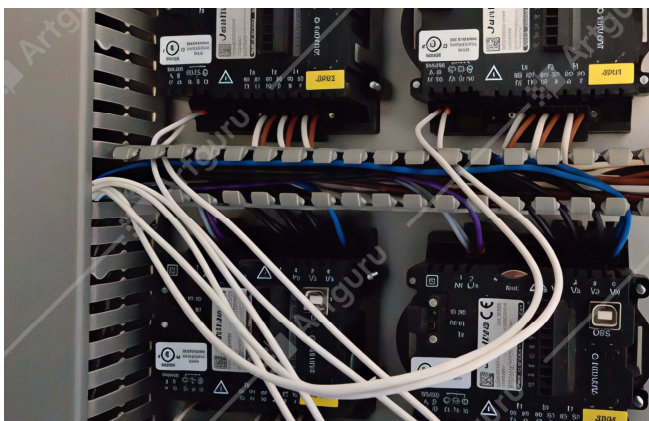
Grafik : <https://wikipedia.org>



Fernauslesung: Modbus

Tipps aus der Praxis

- Typische Verkabelungsfehler
 - **Ungeschirmte Datenleitungen**
 - **Stichleitungen von Abzweigklemmen**



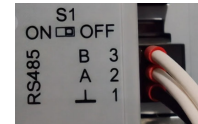
- Korrekte Verkabelung
 - **Geschirmt**
 - **Von Zähler A zu Zähler B zu C ...**

Fernauslesung: Modbus

Tipps aus der Praxis

• Modbus – Tipps aus der Praxis und typische Fehler

- Hohe Übertragungsgeschwindigkeiten, geschirmte Leitungen sind Pflicht
- Bus über Reihenklemmen im Verteilerschrank, Stichleitung zu den einzelnen Zähler vermeiden (< 1m)
-> sonst Reflexion auf der Leitung, Bus-Protokoll versagt.
- Modbus hat A&B Klemmen am Zähler, diese dürfen nicht verdreht werden. Immer A-A und B-B verbinden
- Terminierung (ein- oder beidseitig) wurde vergessen!
- Dritte Terminierung in der Mitte des Strangs!
z.B. in einem der Zähler über dessen Konfiguration
- Nach der Terminierung einen „Kabelschwanz“ zur nächsten Reihenklemme, als Platzhalter für weiteren Zählerplatz! Offene Kabelenden sind nicht terminiert -> Reflexion
- Protokoll RTU (binär, 8 bit) ist anders als ASCII (der 7 bit ASCII-Zeichensatz wird verwendet)
- Da die Modbus-Adressen frei vergeben werden, auf doppelte Adressen aufpassen
- Master bekommt auch eine eigene Modbus-Adresse – ideal: Master = 1, Slaves = 2..32
- Auf durchgehende Schirmung achten. Mind. Anfang und Ende auf Erdung legen.
Offene, oder einseitige Schirmung = Antenne (EMV)!
- Bsp: Berg-Stromzähler: Schnittstelle wird als M-Bus bezeichnet, ist aber Modbus RTU!



Terminierung
am Zähler über
Schalter zuschaltbar

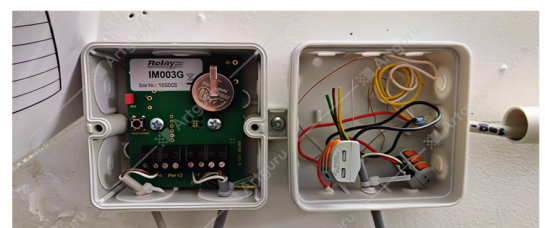
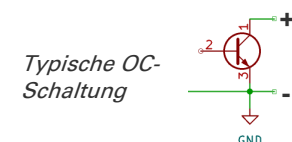
🔌 Schirm

Fernauslesung: Puls-Schnittstelle

Technische Daten der Puls-Schnittstelle

• Puls-Schnittstelle (bekannt auch als S0 bei Stromzählern)

- 1 Puls = 1 Energieeinheit (kW, kWh, m3, Liter, ...)
- Stromzähler der Netzbetreiber, oft nur darüber „erfassbar“
- Haushaltswasserzähler der Netzbetreiber, oder Balken-Gaszähler haben oft nur diese Puls-Schnittstelle zum Nachrüsten
- Wasserzähler mit M-Bus zum Nachrüsten gibt's ab ca. 100 €
- Puls-Schnittstelle ist meist:
 - Reedkontakt -> Polung beliebig
 - oder Open-Kollektor Transistor
-> auf Polung des Interface achten!
- Erfassung z.B. mit Pulszähler (z.B.: Relay PadPuls, Diehl IZAR PULSE)
 - Zählt die eingehenden Pulse in einem Flash-Chip und
 - gibt über z.B. M-Bus den kumulierten, virtuellen Zählerstand aus
 - Bei Zählerwechsel, läuft der Zählerstand weiter,
-> auf Null zurücksetzen!



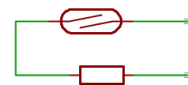
Pulsmodul und Verteilerdose des M-Bus

Fernauslesung: Puls-Schnittstelle

Tipps aus der Praxis

- **Puls-Schnittstelle – Tipps aus der Praxis**

- Falsche Skalierung im Pulszähler
 - Nach Zählertausch, alter Zähler $0,1 \text{ m}^3/\text{Impuls}$, neuer Zähler $0,01 \text{ m}^3/\text{Impuls}$
-> erfasster Verbrauch war **Faktor 10!**
- Pulsleitung in der Nähe von EMV-Strahlern
 - -> „falsche“ Pulse wurden gemessen
- EVU hatte M-Bus-Wasserzähler durch Puls-Zähler ersetzt
 - -> hier 2-Draht, dort 2-Draht, passt schon. Aber der M-Bus war „tot“.
 - Bei über 100 Zähler auf einer Bus-Line verteilt auf 80 Gebäude, die berühmte Suche nach der *Nadel im Heuhaufen*.
- Aktueller Fall:
 - Zenner Wasserzähler, Reedkontakt mit **47 Ohm** Schutzwiderstand.
 - Relay PadPuls zählte nicht immer, why ever! Datenblatt schreibt: **< 2 kOhm**.
 - Mit einem IZAR PadPuls ging's. Im Datenblatt steht auch **< 2 kOhm**.



Reedkontakt mit Schutzwiderstand

Fernauslesung: wM-Bus

Technische Daten und Tipps aus der Praxis

- **wM-Bus** (*Wireless M-Bus*)

- M-Bus Protokoll über Funkstrecke 868 MHz (SRD) und 433 MHz (ISM-Band)
- Einsatz z.B. Wasserzähler im Straßenschacht
- Reichweiten: Gebäude 30..100m, Freifeld bis zu 500m
- Übertragungsmoden prüfen, dass Zähler und Empfänger ihn unterstützen
 - S : (Stationary) alter Standard, Client sendet auf Anfrage
 - T : (Frequent Transmit) Zähler sendet laufend (Walk-by-drive), schneller als S-Mode
 - C : (Compact) Feste Netze mit kurzen RX-Fenstern
- Beispiele: Solvimus **MBUS-GEWM** (reine Funkschnittstelle), **MUC.easy** (Eigenständiger Datensammler)
- Aktuelle Zähler von Netze-BW und Stuttgart Netze verwenden das OMS (Open Metering System)
 - Empfänger können nun selbst programmiert werden, aber die Netzbetreiber haben nur EIN Passwort für ALLE Zähler!
 - Das Passwort kann daher nicht zur Verfügung gestellt werden.
-> Eine Fernauslesung mit eigenem System ist damit nicht mehr realisierbar.
- Netze-BW hatte mal Wasserzähler von ITRON im Einsatz mit Kodiertem Protokoll
 - Jeder Empfänger konnte vom ITRON-Kundendienst mit Unterstützung der Netze-BW auf den jeweiligen Zähler abgestimmt werden
 - Der Empfänger selbst hat dann den Zählerstand stündlich per Funk abgefragt und den zuletzt ausgelesenen über M-Bus bereit gestellt.
 - an der Uni Stuttgart nicht mehr im Einsatz.

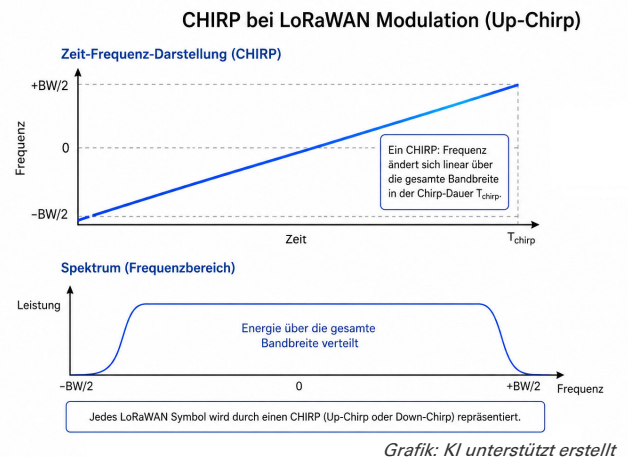


Fernauslesung: LoRaWAN

Technische Daten des LoRaWAN

• LoRa / LoRaWAN

- LoRa (*Long Range*), WAN (*Wide Area Network*)
- LoRa: physikalisches Netz, LoRaWAN: Funknetz
- Low Power, Batteriebetrieb über viele Jahr (LPWAN)
- Große Reichweiten, abhängig von der Sichtverbindung bis zu 40 km möglich
- ISM-Band 433 MHz, SRD-Band 863 MHz, ISM-Band 867..869 MHz, alle aktuell lizenzfrei
- Modulation über Phasensprünge, so genannte CHIRPs
- Datenraten 0,3 bis 50 kbit/s (baud)
- Möglichst nur eine Nachricht je Client innerhalb von 5 Minuten, um Überlastung des Netzes zu vermeiden.
- LoRa-Gateway und LoRa-Server nötig, angebunden über Ethernet -> IT-Abteilung einbinden
- Alternative sind offene LoRa-Knoten in der Cloud (Nutzungskosten!)



Fernauslesung

Weitere Systeme (Auswahl)

• LON (*Local Operating Network*)

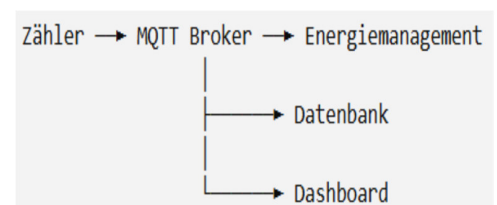
- Standard für einen Feldbus, der vorwiegend in der Gebäudeautomatisierung eingesetzt wird
- An der Uni Stuttgart nicht im Einsatz

• BACnet (*Building Automation and Control Networks*)

- Feldbus in der Gebäudeautomatisierung über Ethernet
- Zähleranbindung über SPC-Controller, die meist von externen Firmen programmiert werden müssen
- Ich lehne Zähler im BACnet ab, da ich beim Zählertausch keine Möglichkeit habe die neue Adresse anzugeben, oder bei einer Zählerstörung nach der Ursache zu forschen -> kein M-Bus-Datenprotokoll.

• MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)

- **MQTT** kann man sich wie einen digitalen Nachrichtendienst vorstellen:
 - MQTT funktioniert nach dem Publisher- / Subscriber-Prinzip über zentralen Broker
 - Dadurch müssen sich Sender und Empfänger nicht direkt kennen.
 - Ein Gerät stellt seine Daten zu einem bestimmten Thema (Topic) bereit, und alle interessierten Systeme können diese Informationen abrufen.
 - MQTT ist spezialisiert auf niedrige Bandbreite und hohe Latenz, damit ideal für IoT (Internet of Things) und M2M (Machine-to-Machine-Kommunikation)



Grafik: KI unterstützt erstellt

Viel Erfolg bei der Umsetzung und Betrieb.



Grafik: KI unterstützt erstellt



Universität Stuttgart

Vielen Dank!



Dipl. Ing. (DH) Harald Hentze

E-Mail harald.hentze@verwaltung.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685-67048

Fax +49 (0) 711 685-57048

Universität Stuttgart

Zentrale Verwaltung, Dez. 6/3 Technik u. Bauten

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 59

<https://www.energie.uni-stuttgart.de>