

## 4 bis 20 mA Schnittstelle

*loop-powered* Sensoren

4 bis 20 mA: das klingt zunächst analog. Warum schreibt im Jahr 2024 jemand einen Artikel über Analogtechnik, wo doch alles *wireless*, *smart* und sowieso *Industrie 4.0* ist? Der Grund ist simpel: weil es funktioniert!

### Funktionsprinzip

Das Funktionsprinzip ist einfach wie genial (Abbildung 1). Es lässt sich grob in drei Teile gliedern:

1. Es wird eine **Spannungsversorgung** mit 24 V benötigt.
2. An die Spannungsversorgung wird der Pluspol (+) des **Transmitters** angeschlossen. Der Transmitter liefert je nach Zustand einen Strom  $I_S$  zwischen 4 und 20 mA.
3. Der Minuspol (-) wird nicht direkt an Masse geschlossen, sondern über einen **Shuntwiderstand**  $R_S$  geführt. Dadurch fließt durch den  $R_S$  derselbe Strom wie durch den Transmitter. Der Spannungsabfall an  $R_S$  ist daher  $U_M = I_S \cdot R_S$ . Diese Spannung kann schließlich gemessen werden. Spannungsversorgung und Messung sind meist in einem Controller integriert, beispielsweise einer SPS.

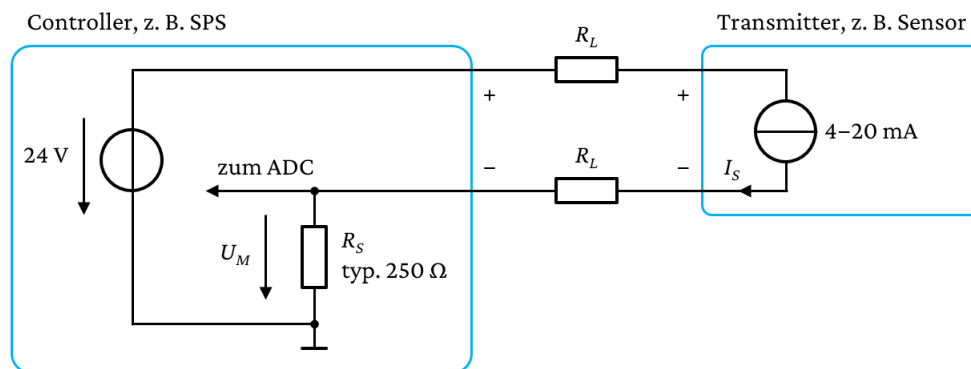


Abbildung 1 – 4–20 mA Schnittstelle, loop-powered.

Dieses Konzept bietet einige interessante Vorteile:

- Transmitter können über **sehr lange Leitungen** (siehe weiter unten) mit dem Controller verbunden werden. Das führt zwar zu Spannungsabfällen, aber nicht zu Stromabfällen.
- Das Gesamtkonstrukt ist – im Gegensatz zu Spannungsschnittstellen – äußerst **robust** gegenüber Störungen, da es eine niedrige Impedanz aufweist (0–10 V, UART, etc.: hohe Impedanzen).
- Fehler können sehr schnell erkannt werden: fließt kein Strom, so ist die Leitung unterbrochen oder der Sensor defekt.
- Es reichen **zwei Leitungen** aus, um den Transmitter mit Strom zu versorgen und ein Sensorsignal zu erhalten (sog. *loop-powered*). Durch den Mindeststrom von 4 mA (3.5 mA gemäß NAMUR NE43) stehen dem Transmitter ca. 3 mA zur Stromversorgung zur Verfügung.
- Einfache Umwandlung von Strom zu Spannung über einen Widerstand. Dadurch können auch Steuerungen mit z. B. 0–10 V Eingang als 4–20 mA zweckentfremdet werden. Beispiele finden sich in der Hausautomatisierung.
- Bei manchen Transmittern kann + und - vertauscht werden, wodurch sich die **Verdrahtung** noch **einfacher** gestaltet.
- Über das sogenannte HART-Protokoll ist es möglich, zusätzlich auch digital mit dem Transmitter zu kommunizieren. Damit können beispielsweise Einstellungen am Transmitter vorgenommen werden oder auch **zusätzliche Messgrößen** übertragen werden. Es gibt eine breite Palette an Controllern und Transmittern, welche HART unterstützen.

## Leitungslängen

Wie lange dürfen nun die Sensorleitungen sein? Wichtig ist in erster Linie, wie viel Spannung bis zum Transmitter noch übrig bleibt. Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang. Zur Abschätzung der maximalen Leitungslänge einfach die minimale Transmitterspannung (siehe Datenblatt) und den verwendeten Leitungsquerschnitt verwenden.

**Beispiel:** ein Transmitter benötigt min. 14 V, Leitung: 2x 0,15 mm<sup>2</sup> → ca. 600 m Leitungslänge möglich.

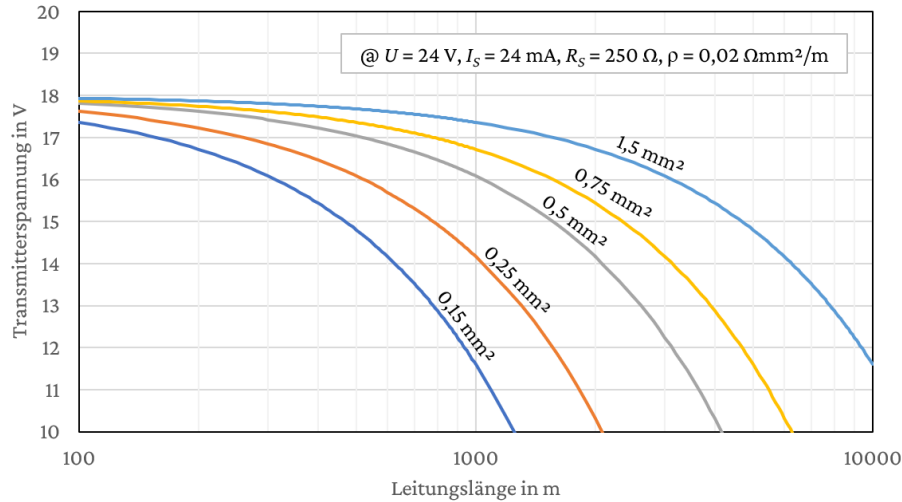


Abbildung 2 – Transmitterspannung in Abhängigkeit der Leitungslänge.

## Loop-powered Sensoren

Wie oben bereits erläutert können viele Transmitter direkt *loop-powered* versorgt werden. Alle Sensoren mit geringem Strombedarf fallen darunter, z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Bewegungsmelder, amperometrische Gassensoren etc. Bei Sensoren, die mehr als die ca. 3 mA benötigen, kann das *loop-powered* Konzept nicht mehr direkt angewendet werden. In den meisten Fällen wird dann auf ein 3-Leiter-Konzept zurückgegriffen (Abbildung 3):

- Als dritter Leiter wird ein Masseanschluss verwendet, sodass nun mehr als die 3 mA vom Transmitter verbraucht werden können.
- Es geht ein Teil der Eleganz des *loop-powered* Konzepts verloren: ein zusätzlicher Leiter, mehr Aufwand, Anschlussreihenfolge wichtig.
- Andererseits wird der Ausgang des Transmitters flexibler. Solche Transmitter können oft auch Spannungen ausgeben. Es sind auch mehrere Ausgänge möglich. Dies wäre jedoch auch mit *loop-powered* und HART zu haben.

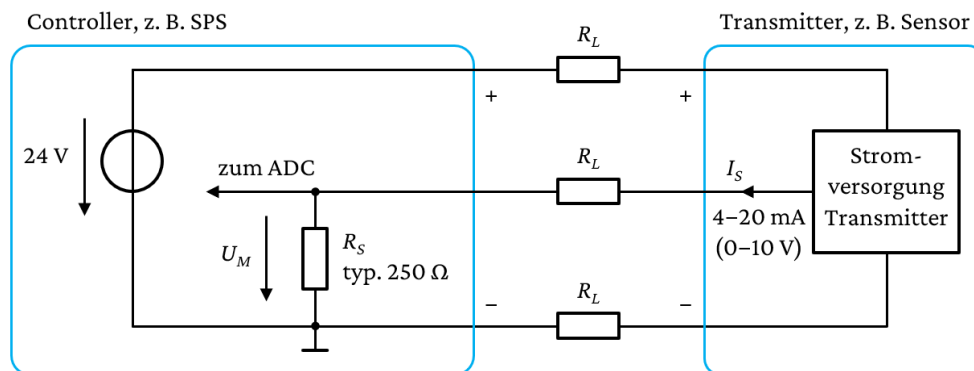


Abbildung 3 – 4-20 mA Schnittstelle mit zusätzlicher Masse.

Wir bei MW technologies wissen die Vorteile des *loop-powered* Prinzips (Abbildung 1) mit nur zwei Leitungen zu schätzen. Deshalb haben wir Sensoren konzipiert, die auch **mehr als 3 mA Strom** zur Messung benötigen dürfen. Über geeignete Energiepuffer lassen sich beispielsweise auch CO<sub>2</sub>-Sensoren *loop-powered* betreiben, die Messströme um die 75 mA benötigen. Dabei wird Energie so lange aus der *loop* bezogen, bis genug davon für eine CO<sub>2</sub>-Messung zur Verfügung steht. Nach diesem Prinzip könnten auch Aktuatoren betrieben werden, beispielsweise Relais oder ePaper-Displays.

Gerne bieten wir unsere Technologie auch weiteren Firmen an, die selbst in ihren Produkten Messsysteme verbauen, um effizienter im Betrieb oder dadurch umweltfreundlicher zu werden.

Michael Weilguni

Co-Founder/CTO



**sensors. simplified.**

Copyright © 2024, MW technologies GmbH

