

Analogwertverarbeitung mit S7

1. Analoge Signale

Im Gegensatz zu den **Digitalsignalen** (0 und 1 / Zwei Signalzustände), kann ein **Analogsignal** alle Zwischenwerte von 0% bis 100% liefern.

Analoge-Signale	
• Temperatur	– 50°C + 200°C
• Durchfluss	0 l/min 30 l/min
• Drehzahl	500 U/min 3000 U/min
• Strom	4 mA 20 mA
• Spannung	0 V 10 V
•	

Alle Physikalischen Größen werden durch Messumformer in **genormte Einheitssignale** umgewandelt.

Die Einheitssignale können dann in einer Analogbaugruppe erfasst und umgewandelt werden.

Die Analogwertbaugruppen machen aus dem analogen Signal ein digitales Signal. Mit einem **A/D – Wandler** können Teilungen von 8 Bit bis 16 Bit erfolgen. Dabei entstehen bei **8 Bit Auflösung 256 Einzelbereiche** ($=2^8$) und bei **16 Bit Auflösung 65536 Einzelbereiche** ($=2^{16}$).

z. Bsp.: 0V bis 10V bei 11 Bit Auflösung (2048 Stufen) ergibt einen Einzelbereich < 5mV.

Um eingelesene Analogwerte in der SPS weiterverarbeiten zu können, muss der richtige Datentyp verwendet werden.

Wir kennen den **BOOL** – Typ = 1 Bit (0 oder 1). und **WORD** = 16 Bit

Für Analogwerte verwenden wir **INT** und **REAL**.

INT = 16 Bit Dezimalzahl (Ganzzahl) macht aber Rundungsfehler

DINT = 32 Bit Dezimalzahl (Ganzzahl)

REAL = 32 Bit Gleitpunktzahl (1,23456EE+13)

Bei Rechenoperationen bleiben bei Gleitpunktzahlen immer die Nachkommastellen erhalten, daher keine Rundungsfehler.

Die Analogeingabebaugruppe liefert die Werte in INT. Diese Zahl wird **NORMiert** (Bereich: 0-1) und auf eine Gleitpunktzahl (REAL) skaliert.

Die Analogbaugruppe schreibt die Werte über ein **Peripherieeingangswort** (bei S7-1200 default = %IW64 für ANAIN1) in den Speicher.

Der Analogausgang wird über ein **Peripherieausgangswort** (bei S7-1200 default = %QW80 für ANAOUT) ausgegeben.

Analogwertdarstellung für die Analogwertbaugruppen der Simatic					
Messbereich	Messbereich	Messbereich	Messbereich	Einheiten dezimal	Bereich
± 5 V	± 10 V	± 3,2 mA	± 20 mA		Einheiten
+ 5,00	+ 10,00	+ 3,200	+ 20,00	+ 27648	Nennbereich
+ 3,75	+ 7,5	+ 2,400	+ 14,998	+ 20737	
...	
0	0	0	0	0	
...	
- 5,00	- 10,00	- 3,200	- 20,00	- 27648	

Die Analogwertbaugruppe liest die Werte in Einheiten ein.

0 – 10V entsprechen **0 - 27648 Einheiten**.

Diese Einheiten müssen daher vor der Weiterverarbeitung oder auch Ausgabe rechnerisch **NORMIERT** und dann **SKALIERT** werden.

[Grundlagen Analogwertverarbeitung - YouTube](#)

In einem Steuerungsprogramm werden diese Werte in physikalischen Einheiten benötigt, um beispielsweise Volumen, Temperatur, Gewicht oder einen anderen quantitativen Wert darzustellen.

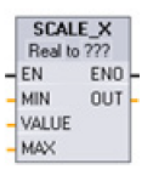
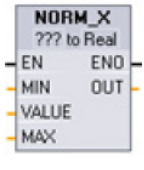
Hierfür muss man den Analogeingang zunächst in eine Realzahl (Gleitpunktwert) zwischen 0,0 und 1,0 normieren. Dann muss man den Wert für den Mindest- und Höchstwert der darzustellenden physikalischen Einheit skalieren.

Bei Werten in physikalischen Einheiten, die in einen Analogausgangswert umgewandelt werden müssen, normiert man zunächst den Wert in physikalischen Einheiten in einen Wert zwischen 0,0 und 1,0. Danach skaliert man den Wert zwischen 0 und 27648 oder -27648 und 27648, je nach Bereiche des Analogmoduls.

TIA-Portal bietet zu diesem Zweck die Anweisungen **NORM_X** und **SCALE_X**.

2. Anweisungen SCALE_X (Skalieren) und NORM_X (Normalisieren)

[\(De\)Skalierung in der Analogwertverarbeitung \(mit NORM_X + SCALE_X\) - YouTube](#)

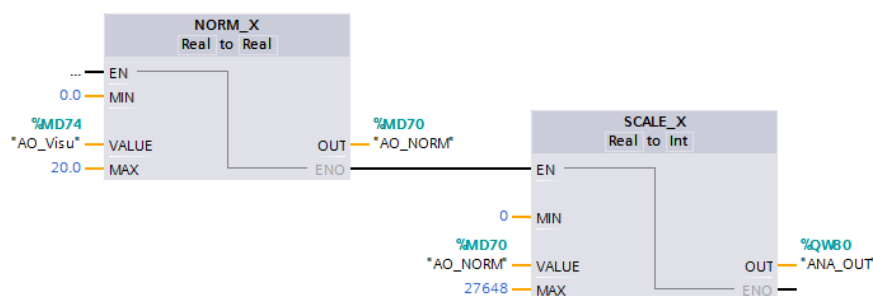
KOPI/FUP	SCL	Beschreibung
	<pre>out :=SCALE_X(min:=_in_, value:=_in_, max:=_in_);</pre>	Skaliert den normalisierten Realparameter VALUE ($0,0 \leq \text{VALUE} \leq 1,0$) in den mit den Parametern MIN und MAX vorgegebenen Datentyp und Wertebereich: $\text{OUT} = \text{VALUE} (\text{MAX} - \text{MIN}) + \text{MIN}$
	<pre>out :=NORM_X(min:=_in_, value:=_in_, max:=_in_);</pre>	Normalisiert den Parameter VALUE innerhalb des von den Parametern MIN und MAX angegebenen Wertebereichs: $\text{OUT} = (\text{VALUE} - \text{MIN}) / (\text{MAX} - \text{MIN})$, dabei ist ($0,0 \leq \text{OUT} \leq 1,0$)

Parameter	Datentyp ¹	Beschreibung
MIN	SInt, Int, DInt, USInt, UInt, UDInt, Real, LReal	Eingang Mindestwert des Bereichs
VALUE	SCALE_X: Real, LReal NORM_X: SInt, Int, DInt, USInt, UInt, UDInt, Real, LReal	Eingangswert für Skalierung oder Normierung
MAX	SInt, Int, DInt, USInt, UInt, UDInt, Real, LReal	Eingang Höchstwert des Bereichs
OUT	SCALE_X: SInt, Int, DInt, USInt, UInt, UDInt, Real, LReal NORM_X: Real, LReal	Skalierter oder normierter Ausgangswert

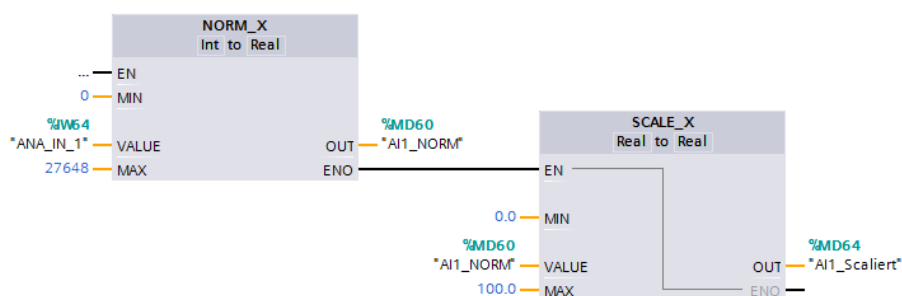
- ¹ Bei SCALE_X: Die Parameter MIN, MAX und OUT müssen denselben Datentyp haben.
 Bei NORM_X: Die Parameter MIN, VALUE und MAX müssen denselben Datentyp haben.

Beispiele für Analogausgangs- (Wert 0-20) und Analogeingangsskalierung (Bereich 0-100) mit den Bausteinen NORM_X und SCALE_X:

Netzwerk 1: AO
Analogausgang



Netzwerk 2: AI
Analogeingang 1



3. DATENTYPEN

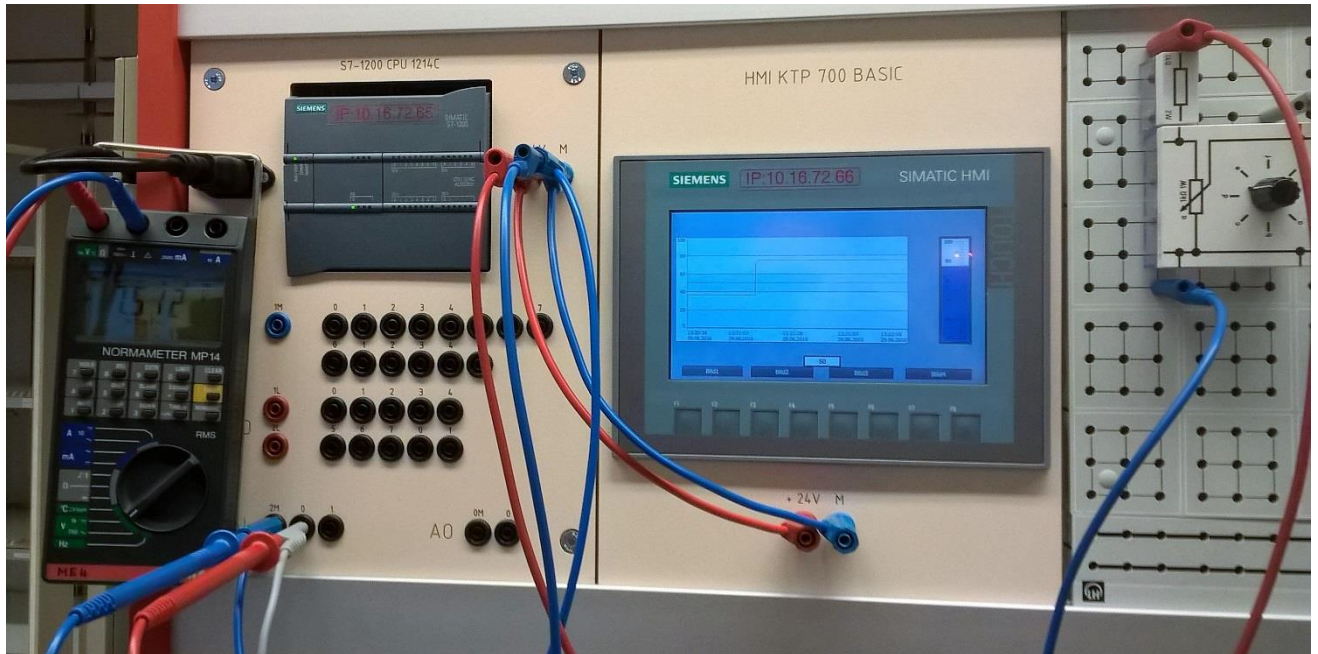
In der SIMATIC S7-1500 gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Datentypen, mit denen unterschiedliche Zahlenformate dargestellt werden. Im Folgenden wird eine Auflistung einiger elementarer Datentypen gegeben.

Datentyp	Größe (Bit)	Bereich	Beispiel für konstanten Eintrag
→ Bool	1	0 bis 1	TRUE, FALSE, 0, 1
→ Byte	8	16#00 bis 16#FF	16#12, 16#AB
→ Word	16	16#0000 bis 16#FFFF	16#ABCD, 16#0001
→ DWord	32	16#00000000 bis 16#FFFFFFFF	16#02468ACE
Char	8	16#00 bis 16#FF	'A', 'r', '@'
Sint	8	-128 bis 127	123, -123
→ Int	16	-32.768 bis 32.767	123, -123
→ Dint	32	-2.147.483.648 bis 2.147.483.647	123, -123
USInt	8	0 bis 255	123
UInt	16	0 bis 65.535	123
UDInt	32	0 bis 4.294.967.295	123
→ Real	32	+/-1,18 x 10⁻³⁸ bis +/-3,40 x 10³⁸	123,456, -3,4, -1,2E+12, 3,4E-3
LReal	64	+/-2,23 x 10 ⁻³⁰⁸ bis +/-1,79 x 10 ³⁰⁸	12345.123456789 -1.2E+40
→ Time	32	T#-24d_20h_31 m_23s_648ms bis T#24d_20h_31 m_23s_647ms Gespeichert als: -2,147,483,648 ms bis +2,147,483,647 ms	T#5m_30s 5#-2d T#1d_2h_15m_30x_45ms
String	Variable	0 bis 254 Zeichen in Bytegröße	'ABC'

Hinweis: Für die Analogwertverarbeitung spielen die Datentypen **,INT'** und **,REAL'** eine große Rolle, da eingelesene Analogwerte als 16-Bit-Ganzzahlen im Format **,INT'** vorliegen und für eine exakte Weiterbearbeitung wegen der Rundungsfehler bei **,INT'** nur Gleitpunktzahlen **,REAL'** in Frage kommen.

4. Übung zur Analogwertverarbeitung

Es soll über einen Spannungsteiler (Poti mit $1k\Omega + R$ mit $1k\Omega$ in Serienschaltung) ein Analogwert mit 0-10V auf Analogeingang 1 (Klemmen: 0 und 2M) angeschlossen werden. Dieser wird normiert und dann auf 0 – 100% skaliert. Am HMI soll der skalierte Wert im Trend, als Wert und Analogbalken dargestellt werden.



Am HMI soll auch ein Sollwert mit dem Wertebereich 0-20 eingestellt werden können. Dieser Wert soll dann an dem Analogausgang ausgegeben werden und mit dem Voltmeter kontrolliert werden.

Trage die Werte aus der Onlinebeobachtung und vom Voltmeter in folgende Tabelle ein:

U in [V]	ANAIN_IN_1	AI1_NORM	AI1_Scaliert		AO_Visu	AO_Norm	ANA_OUT	U in [V]
0					0			
1					2			
2					4			
3					6			
4					8			
5					10			
6					12			
7					14			
8					16			
9					18			
10					20			