

## Geberauswahl

Bei der Auswahl eines Gebers müssen Festlegungen zu den folgenden Themen getroffen werden:

- Geforderte Maximaldrehzahl des Gebers
- Anforderung Positioniergenauigkeit
  - Hohe Positioniergenauigkeit oder kleine Drehzahlen erfordern hohe Geberauflösung
  - Bei Konstanten mittleren und hohen Drehzahlen ohne Positionsregelung sind geringe Geberauflösungen ausreichend
- Lagebezug durch Referenzpunktfahrt oder Absolutwertgeber
- Singleturn oder Multiturn (Absolutwert innerhalb 4096 Umdrehungen)
- Welche Anforderungen hat die Gebersignalauswertung (Analog, Digital)
  - Schnittstellen EnDat, Hiperface, Pegel der Gebersignale, maximale Eingangsfrequenz, ...
  - Welche Reglerkarte kommt zum Einsatz
- Elektronisches Typenschild, Geber mit Speicher
- Baugröße
- Robustheit
- Messprinzip (optisch, induktiv, kapazitiv, Resolver, Impulsgeber, ...)
- Preis

### Was sonst noch wissenswert ist...

- Die digitale Auflösung ist die Grundlage für die absolute Position eines Gebers. Die Absolutposition wird beim Einschalten gelesen und der Lageistwert aufgesetzt. Die reproduzierbare Genauigkeit ist dadurch abhängig von der digitalen Auflösung des Gebers.
- Bei der Produktion eines Synchronmotors wird die Absolutposition des montierten Gebers mit der Rotorposition abgeglichen. Bei Einschalten eines Synchronmotors wird passend zur aktuellen Rotorposition der aktuelle Kommutierungswinkel anhand der Absolutposition ermittelt. Der Kommutierungswinkel muss so gut wie möglich mit der aktuellen Rotorlage übereinstimmen. Eine Kommutierung mit fehlerhaftem Kommutierungswinkel hat Einfluss auf das Motormoment und damit auf die gesamte Motorregelung.
- Je hochpoliger Motoren sind, desto höher muss die Geberauflösung gewählt werden. Bei zu kleiner Auflösung macht sich der Kommutierungsfehler im Motormoment bemerkbar und die Bemessungsdaten werden nicht erreicht.
- AMK Motoren mit EnDAT Geber werden EnDAT-konform eingestellt. EnDat-konforme Einstellung bedeutet, dass ein Offset im Geber so gesetzt wird, dass die digitale Position Null beim negativen Nulldurchgang der Sinusspur liegt. Die EnDAT-konforme Einstellung ist nicht immer die Einstellung mit dem kleinsten Fehler beim Kommutierungswinkel. Ist die Auflösung groß genug (512 / 2048 Perioden), kann der Fehler akzeptiert werden. P und Q Geber mit nur 16 Sinusperioden stellt AMK so ein, dass der Kommutierungsfehler so klein wie möglich ist ohne auf die EnDAT-konforme Einstellung zu achten.
- Soll ein kundenspezifischer Geber an einem AMK Umrichter betrieben werden, gilt grundsätzlich, dass die Funktionalität zuerst mit einem Muster getestet werden muss, bevor eine Zusage gemacht werden kann.
- Weitere Informationen zu den bei AMK eingesetzten Gebern finden Sie in der Dokumentation AMK Teile-Nr. 27859 (PDK\_027859\_Motorgeber).

**Nachfolgend finden Sie eine Vergleichsübersicht der AMK Geber mit Fokus auf die Gebergenauigkeit.**

## Gebervergleich und Abschätzungen zur Genauigkeit

Welche Genauigkeiten erreichen AMK Servoantriebe mit unterschiedlichen Gebertypen und Auflösungen?

Einflussfaktoren auf die Positioniergenauigkeit:

- Auflösung und Genauigkeit des Gebers (analog / digital)
- Qualität der auswertenden Elektronik, z. B. Analog / Digital-Wandler
- Signalqualität
- Angebaute Bewegungsmechanik (Kupplungen, Getriebe, Riemen, Übertragungselemente)
- Regelqualität

Betrachtung zur maximal erreichbaren Genauigkeit von Gebern mit AMK Antriebssystemen:

Gebertyp:	I	E	F	S	T	U	V	P	Q	Y	Bemerkungen
Absolutwertgeber (Typ)	-	Single	Multi	Single	Multi	Single	Multi	Single	Multi	Multi	Singleturn: 1 Umdrehungen Multiturn: 4096 Umdrehungen
<b>Gebersignale</b>											
Analog (SIN/COS)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	(✓)	(✓)	-	(✓): nicht ausgewertet
Digital	-	✓ EnDat 2.1		✓ Hiperface		✓ Hiperface		✓ EnDat 2.2 light		✓ Hiperface DSL	EnDat 2.2 light bedeutet, dass ausschließlich der Befehlssatz von EnDat 2.1 verwendet wird.
<b>Auswertung</b>											
Analogspuren	kontinuierlich						keine Auswertung			zur Lageistwertbildung	
Digitalspur	-	einmalig nach Netz ein						zyklisch			
Qualität		Der Absolutwert wird mit dem Analogsignal orts- und zeitrichtig verrechnet und dadurch die Genauigkeit verbessert.		Absolutwert kann nicht mit Analogspuren verrechnet werden.			Ausschließlich Absolutspur		Ausschließlich Absolutspur		
<b>Lagebezug</b>											
Referenzfahrt	✓ (NIP)**	✓ *	-	✓ *	-	✓ *	-	✓ *	-	-	*Referenzmarke wird im Antriebsregler gebildet **Nullimpuls

Gebertyp:	I	E	F	S	T	U	V	P	Q	Y	Bemerkungen
Absolutwert (Bereich in Umdrehungen)	-	1	4096	1	4096	1	4096	1	4096	4096	Lageistwert steht direkt mit Netz ein zur Verfügung (nicht bei KW-R03 (P))

Gebertyp:	S, T	E, F	S, T	E, F	U, V	P, Q	P, Q	Y	
<b>Geberauflösung (Digital und Anlag)</b>									
Analoge Auflösung / Umdrehung (SIN/COS Perioden)	128	512	1024	2048	16	(16)	(32)	-	( ): nicht ausgewertet Quelle Motordatenblatt ID32776 'Sinusgeberteilung'
Digitale Auflösung / Umdrehung [Bit]	(12)	(13)	(15)	(13)	(9)	18	19	23 17*, 20*	( ): Auswertung Absolutwert - einmalig nach Netz ein * alternativ mit 17 oder 20 Bit Auflösung Quelle Geberdatenblatt
Messschritte pro Umdrehung (2 <sup>x</sup> Bit)	(4096)*	(8192)*	(32768)*	(8192)*	(512)*	262.144	524.288	8.388.608	*Lagebezug durch einmaliges Lesen nach Netz ein Quelle Geberdatenblatt
Digitale Auflösung Absolutwerte [1 / Messschritt]	0,088° 317" 5'	0,044° 158" 2,6'	0,011° 40" 0,7'	0,044° 158" 2,6'	0,71° 2556" 43'	0,0014° 5" 0,083'	0,0007° 3" 0,05'	0,000043° 0,155" 0,0026'	gerechnete Werte= 360°/Messschritte
<b>Gebergenauigkeit Analogsignal</b>	±80"  1,33' 0,022°	±60"  1' 0,017°	±45"  0,75' 0,0125°	±20"  0,33' 0,0055°	±288"  4,8' 0,08°				Quelle: Datenblatt vom Hersteller
<b>Gebergenauigkeit Absolutwert</b>						±280"  4,67' 0,078°	±90"  1,5' 0,025°	±50" * 0,83' 0,014°	Quelle: Datenblatt vom Hersteller *( ±100"  für 20 Bit)
Systemgenauigkeit	✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	Die Einstufung berücksichtigt die zyklische Positionsermittlung sowie das Aufsetzen der Istposition auf den Absolutwert

**Erreichbare Genauigkeit:**

Im Vergleich schneidet der E/F Geber am besten ab: Beim E/F Geber wird die bessere Genauigkeit der analogen Spuren genutzt, um die Genauigkeit des Absolutwerts beim Aufsetzen der Istposition nach dem Einschalten zu verbessern.

Die Positioniergenauigkeit einer Servoachse kann nie besser sein, als die Genauigkeit des verwendeten Gebers.

Um die bestmögliche Positioniergenauigkeit erreichen zu können, müssen weitere Voraussetzungen erfüllt sein: Eine Voraussetzung aus der Praxis ist, dass die Auflösung des Lageistwerts um Faktor 10 höher sein soll, wie die geforderte Positioniergenauigkeit.

Beispiel: Um auf 1/100 genau zu sein, muss der Lageistwert auf 1/1000 aufgelöst werden können. Mit der Interpolation der Gebersignale in der auswertenden AMK Elektronik ist diese Forderung mehr als erfüllt.

In Anwendungen gibt es zahlreiche weitere Faktoren, die Einfluss auf die Positioniergenauigkeit haben, z. B. Spiel oder Lose in der Mechanik, Reglereinstellungen, ....

Gebertyp:	S, T	E, F	S, T	E, F	U, V	P, Q	P, Q	Y	
<b>Auflösung und Interpolation in der auswertenden Elektronik</b>									
Formel zur Berechnung der internen Auflösung / Umdrehung im Wechselrichter: ID116 'Auflösung Motorgeber'	Analoge Auswertung mit Interpolation ID116 = 4 x ID32776 x PV mit PV = 1...2048				Digitale Auswertung ID116 = PV * MPU/2048 mit PV = 1...2048			ID32776 'Sinusgeberteilung' PV: Positionsverfeinerungsfaktor MPU: Messschritte pro Umdrehung	
Gewählter PV Faktor	2048				2048				
ID116 [Inkrement / Umdrehung]	1.048.576	4.194.304	8.388.608	16.777.216	4.194.304	262.144	524.288	8.388.608	Gerechnete interne Auflösung pro Umdrehung im Wechselrichter aufgrund des gewählten PV Faktors
Auflösung [° / Inkremente]	0,00034° 0,02'	0,000086° 0,005'	0,000043° 0,0026'	0,000022° 0,0013'	0,000086° 0,0052'	0,0014° 0,084'	0,00069° 0,04'	0,000043° 0,0026'	

**S und T Geber (optisch):**

S und T Geber stellen dem Antriebsregler sofort nach dem Einschalten einen Absolutwert bereit, um den Lageistwert aufzusetzen. Der zyklische Lageistwert wird aus den Analogsignalen gebildet, die eine höhere Genauigkeit im Vergleich zum Absolutwert haben. Zwischen dem Absolutwert und den analogen Signalen des Gebers gibt es keinen verrechenbaren Zusammenhang. Sobald der Absolutwert als Lagereferenz herangezogen wird, reduziert sich die Gebergenauigkeit des zyklischen Lageistwerts auf die Genauigkeit des Absolutwerts. Alternativ zur Absolutspur kann der Lagebezug mit einer Referenzpunktfahrt z. B. auf Nocken und Nullimpuls hergestellt werden.

**E und F Geber (optisch):**

E und F Geber erreichen im Vergleich eine sehr hohe Genauigkeit, weil der Absolutwert mit dem Analogsignal orts- und zeitrichtig verrechnet werden kann und dadurch die Genauigkeit des Absolutwerts auf die Genauigkeit der Analogspuren verbessert wird. Dieser Geber kommt bei Anwendungen mit Anforderungen an die Positioniergenauigkeit im Bereich 1/100° zum Einsatz.

**U und V Geber (kapazitiv):**

U und V Geber stellen einen Absolutwert sofort nach dem Einschalten bereit (wie S und T Geber), aber mit einer geringeren Auflösung. Die Analogspuren haben wenig Perioden, um diesen Geber preisgünstig zu halten. Dieser Geber eignet sich vorwiegend für Anwendungen, die keine hohen Anforderungen an die Positioniergenauigkeit stellen.

**P und Q Geber (induktiv):**

Diese rein digitalen Geber bilden den Referenzpunkt und den zyklischen Lageistwert aus dem Absolutwert des Gebers. Die Genauigkeit dieser Geber wird durch das induktive Messverfahren bestimmt. Die analogen Signale werden intern digitalisiert und als Absolutwert ausgegeben.

**Y Geber (optisch):**

Der Y Geber ist wie die P und Q Geber ein rein digitaler Absolutwertgeber und hat eine Genauigkeit vergleichbar mit dem S und T Geber (15 Bit und 1024 Perioden). Der Y Geber bildet seinen Absolutwert über ein internes Messverfahren, das die Genauigkeit des Gebers bestimmt. Die hohe Auflösung bringt aufgrund des Messprinzips keine größere Genauigkeit.

Gebertyp:	R	I	E		F		S	T	U	V	P	Q	Y					Bemerkungen	
<b>Preisübersicht</b>																			
Absolutwertgeber (Typ)	Single	-	Single		Multi		Single	Multi	Single	Multi	Single	Multi	Single			Multi			Singleturn: 1 Umdrehungen Multiturn: 4096 Umdrehungen
Analoge Auflösung / U (SIN/COS Perioden)	128*	1000*	512	2048	512	2048			16	16	(16/32)	(16/32)	-	-	-	-	-	-	( ): nicht ausgewertet *Perioden / Umdrehung
Digitale Auflösung / U [Bit]	-	-	(13)	(13)	(13)	(13)			(9)	(9)	18	19	17	20	23	17	20	23	( ): Auswertung Absolutwert - einmalig nach Netz ein
Preis	€	€€	€€€	€€€	€€€€€	€€€€€			€	€€	€€	€€	€€	€€€	€€€	€€€€€	€€€€€€	€€€€€€€	
Vorzugstypen			✓		✓		!*	!*	✓	✓	✓	✓							

!\* S und T Geber möglichst nicht mehr verwenden, nur noch bei Sonderanfragen und Sonderapplikationen und Rücksprache AMK Vertrieb.