



Technische Information

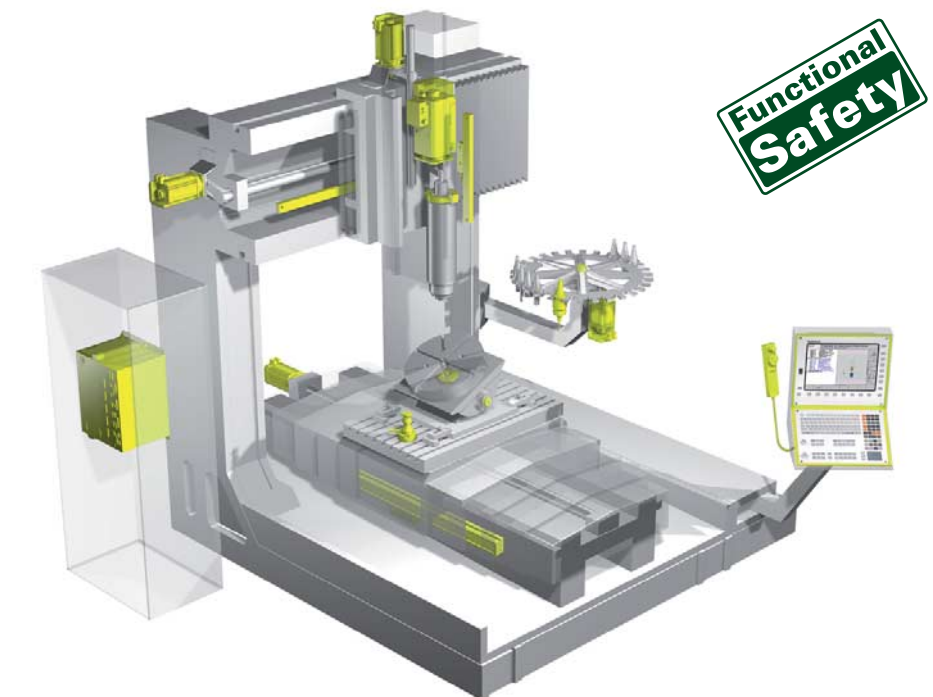
## Sicherheitsbezogene Positionsmesssysteme mit rein serieller Schnittstelle EnDat 2.2 für sicherheitsgerichtete Anwendungen bis Steuerungskategorie SIL-3 nach EN 61508, bzw. Performance Level „e“ nach EN ISO 13849

HEIDENHAIN bietet Messgeräte an, die in sicherheitsgerichteten Anwendungen eingesetzt werden können. Sie arbeiten als Ein-Geber-Systeme mit rein serieller Datenübertragung über EnDat 2.2. Basis für die sichere Übertragung der Position sind zwei voneinander unabhängig gebildete, absolute Positionswerte sowie Fehlerbits, die der sicheren Steuerung bereitgestellt werden.

Neben Drehgebern mit verschiedenen Anbauoptionen sind auch absolute gekapselte Längenmessgeräte verfügbar. Absolute Winkel-messgeräte komplettieren das Produktprogramm für funktionale Sicherheit von HEIDENHAIN.

Im Maschinen- und Anlagenbau gewinnt das Thema Sicherheit immer höhere Bedeutung. Dies spiegelt sich in der Gesetzgebung und in steigenden Sicherheitsstandards in nationalen und internationalen Normen wieder. In erster Linie dienen die hohen Anforderungen dem Personenschutz, zunehmend aber auch dem Schutz von Sachwerten und der Umwelt.

Ziel der funktionalen Sicherheit ist die Minimierung oder Beseitigung von Gefahren, die sowohl im ungestörten als auch im gestörten Betrieb von Maschinen oder Anlagen entstehen können. Dies wird in erster Linie durch redundante Systeme erreicht. So benötigen bewegte Achsen in sicherheitsgerichteten Anwendungen redundante Positionsinformationen, um entsprechende Sicherheitsfunktionen erfüllen zu können. Zur Gewinnung unabhängiger Positionswerte können unterschiedliche Systemkonfigurationen realisiert werden. Eine Möglichkeit bietet der Einsatz von zwei Messgeräten pro Achse. Aus Kostengründen wird jedoch in vielen Fällen eine Lösung mit nur einem Positionsmessgerät angestrebt. Bis dato wurden dazu analoge Messgeräte mit Sinus/Cosinus-Signalen verwendet. HEIDENHAIN bietet mit den sicherheitsbezogenen Posi-



onsmesssystemen eine rein serielle Ein-Geber-Lösung für sicherheitsgerichtete Anwendungen nach EN 61508 und EN 13849. Somit können nun auch in Sicherheitsapplikationen alle Vorteile der seriellen Daten-

übertragung – wie beispielsweise Kostenoptimierung, Diagnosemöglichkeiten, automatische Inbetriebnahme oder schnelle Positionswertbildung – genutzt werden.

# Sicherheitsbezogene Positionsmesssysteme

Die HEIDENHAIN-Messsysteme für sicherheitsgerichtete Anwendungen sind nach den Normen EN ISO 13849-1 (Nachfolger der EN 954-1) sowie EN 61508 und EN 61800-5-2 geprüft. In diesen Normen erfolgt die Beurteilung sicherheitsgerichteter Systeme unter anderem auf Basis von Ausfallwahrscheinlichkeiten integrierter Bauelemente bzw. Teilsysteme. Dieser modulare Ansatz erleichtert den Herstellern sicherheitsgerichteter Anlagen die Realisierung ihrer Komplettsysteme, da sie auf bereits qualifizierte Teilsysteme aufbauen können. Diesem Konzept wird beim sicherheitsbezogenen Positionsmesssystem mit rein serieller Datenübertragung über EnDat 2.2 Rechnung getragen. In einem sicheren Antrieb bildet das sicherheitsbezogene Positionsmesssystem ein derartiges Teilsystem. Das **sicherheitsbezogene Positionsmesssystem** besteht aus:

- Messgerät mit EnDat 2.2-Sendebaustein
- Übertragungsstrecke mit EnDat 2.2-Kommunikation und HEIDENHAIN-Kabel
- EnDat 2.2-Empfängerbaustein mit Überwachungsfunktion (EnDat-Master)

Das **Gesamtsystem „Sicherer Antrieb“** besteht in der Praxis aus:

- Sicherheitsbezogenem Positionsmesssystem
- Sicherheitsgerichtete Steuerung (inkl. EnDat-Master mit Überwachungsfunktionen)
- Leistungsteil mit Motorleistungskabel und Antrieb
- Mechanische Anbindung zwischen Messgerät und Antrieb (z. B. Rotor-/Statoranbindung)

## Einsatzbereich

Sicherheitsbezogene Positionsmesssysteme von HEIDENHAIN sind so konzipiert, dass sie als Ein-Geber-Systeme in Anwendungen mit Steuerungskategorie SIL-2 (nach EN 61508), Performance Level „d“; Kategorie 3 (nach EN ISO 13849) eingesetzt werden können.

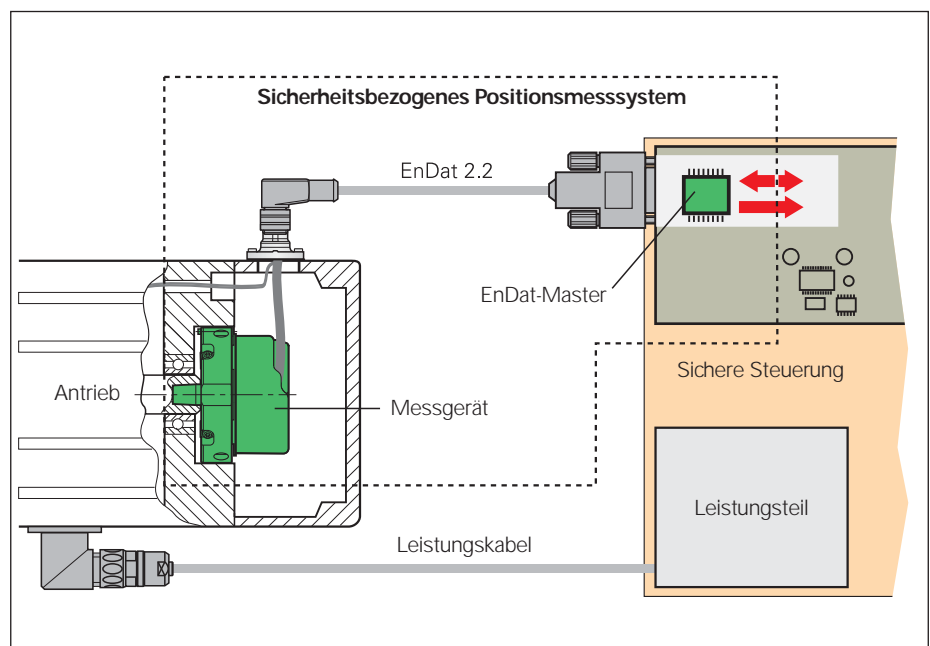
Bestimmte Messgeräte können durch zusätzliche Maßnahmen in der Steuerung bis SIL-3, PL „e“, Kategorie 4 eingesetzt werden. Die Eignung dieser Geräte ist in der Dokumentation (Kataloge / Produktinformationen) entsprechend gekennzeichnet. Dabei können die Funktionen des sicherheitsbezogenen Positionsmesssystems für folgende Sicherheitsfunktionen des Gesamtsystems genutzt werden (siehe auch EN 61800-5-2):

<b>SS1</b>	Safe Stop 1	Sicherer Stopp 1
<b>SS2</b>	Safe Stop 2	Sicherer Stopp 2
<b>SOS</b>	Safe Operating Stop	Sicherer Betriebshalt
<b>SLA</b>	Safely-limited Acceleration	Sicher begrenzte Beschleunigung
<b>SAR</b>	Safe Acceleration Range	Sicherer Beschleunigungsbereich
<b>SLS</b>	Safely-limited Speed	Sicher begrenzte Geschwindigkeit
<b>SSR</b>	Safe Speed Range	Sicherer Geschwindigkeitsbereich
<b>SLP</b>	Safely-limited Position	Sicher begrenzte Position
<b>SLI</b>	Safely-limited Increment	Sicher begrenztes Schrittmaß
<b>SDI</b>	Safe Direction	Sichere Bewegungsrichtung
<b>SSM</b>	Safe Speed Monitor	Sichere Rückmeldung der begrenzten Geschwindigkeit

Sicherheitsfunktionen nach EN 61800-5-2

Neben den sicherheitsbezogenen Positionsmesssystemen mit EnDat 2.2 Schnittstelle bietet HEIDENHAIN auch sicherheitsgerichtete Messgeräte-Lösungen für Anwendungen mit DRIVE-CLIQ<sup>1)</sup>-Schnittstelle an. Details hierzu sind der jeweiligen Produktdokumentation zu entnehmen. Für den Einsatz von Standardmessgeräten (z. B. mit 1 V<sub>SS</sub>-Ausgangssignalen) in sicherheitsgerichteten Applikationen können bei HEIDENHAIN zusätzliche Daten zu den einzelnen Produkten (Ausfallrate, Fehlermodell nach 61800-5-2, D16) angefragt werden.

<sup>1)</sup> DRIVE-CLIQ ist eine geschützte Marke der Siemens Aktiengesellschaft



Gesamtsystem Sicherer Antrieb

## Funktion

Das Sicherheitskonzept des Positionsmesssystems basiert auf zwei im Geber erzeugten, voneinander unabhängigen Positionswerten und zusätzlichen Fehlerbits, die über das EnDat-2.2-Protokoll an den EnDat-Master übertragen werden. Der EnDat-Master übernimmt verschiedene Überwachungsfunktionen mit deren Hilfe Fehler im Messgerät und der Übertragung aufgedeckt werden. Beispielsweise wird ein Vergleich der beiden Positionswerte durchgeführt. Anschließend stellt der EnDat-Master die Daten für die sichere Steuerung bereit. Die Steuerung überwacht die Funktionalität des sicherheitsbezogenen Positionsmesssystems durch periodisch ausgelöste Tests. Die Architektur des EnDat 2.2-Protokolls ermöglicht es, alle sicherheitsrelevanten Informationen bzw. Kontrollmechanismen im uneingeschränkten Regelbetrieb zu verarbeiten. Dies wird ermöglicht, weil die sicherheitsrelevanten Informationen in sogenannten Zusatzinformationen hinterlegt sind. Die Architektur des Positionsmesssystems gilt laut EN 61508 als einkanaliges, getestetes System.

## Einbindung des Positionsmesssystems – Dokumentation

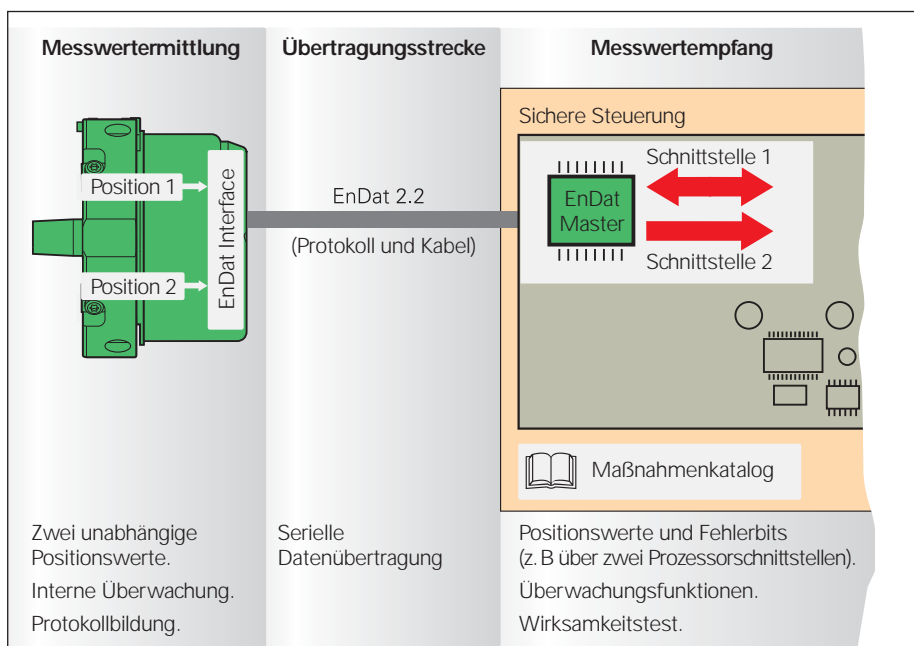
Eine bestimmungsgemäße Verwendung des Positionsmesssystems stellt sowohl Forderungen an die Steuerung, den Maschinenkonstrukteur, sowie den Monteur, den Service etc. In der Dokumentation zu den Positionsmesssystemen werden die notwendigen Informationen gegeben.

Um ein Positionsmesssystem in einer sicherheitsgerichteten Applikation einsetzen zu können, ist eine geeignete Steuerung zu verwenden. Der Steuerung kommt die grundlegende Aufgabe zu, die Kommunikation mit dem Messgerät und die sichere Auswertung der Messgerätedaten durchzuführen.

Die Anforderungen zur Einbindung des EnDat-Masters mit Überwachungsfunktionen in die sichere Steuerung werden in dem HEIDENHAIN-Dokument 533095 beschrieben. Hierin enthalten sind beispielsweise Vorgaben zur Auswertung und Weiterverarbeitung der Positionswerte und Fehlerbits, zum elektrischen Anschluss und zu zyklischen Tests der Positionsmesssysteme. Ergänzend dazu werden im Dokument 1000344 Maßnahmen beschrieben, die einen Einsatz geeigneter Messgeräte in Anwendungen bis SIL 3, PL „e“, Kategorie 4 ermöglichen.

Anlagen- und Maschinenhersteller müssen sich um diese Details nicht selbst kümmern. Diese Funktionalität muss von der Steuerung bereitgestellt werden. Für die Auswahl eines geeigneten Messgeräts sind die Informationen aus den Produktinformationen bzw. Katalogen und den Montageanleitungen relevant. In der **Produktinformation** bzw. im **Katalog** sind allgemeine Angaben zur Funktion und zum Einsatz der Messgeräte sowie technische Daten und zulässige Umgebungsbedingungen enthalten. Die **Montageanleitungen** enthalten detaillierte Angaben zur Montage der Geräte.

Aus der Architektur des Sicherheitssystems und den Diagnosemöglichkeiten der Steuerung definieren bzw. detaillieren sich evtl. noch weitere Anforderungen. So muss in der Betriebsanleitung der Steuerung explizit darauf hingewiesen werden, ob ein Fehlerausschluss für das Lösen der mechanischen Verbindung zwischen Messgerät und Antrieb erforderlich ist. Daraus resultierende Vorgaben sind vom Maschinenkonstrukteur z. B. an den Monteur und an den Service weiterzugeben (siehe auch Hinweise unter „Sicherheitstechnische Kennwerte“).





Für den Einsatz der Positionsmesssysteme in sicherheitsgerichteten Anwendungen werden zusätzliche Kennwerte relevant, welche nachfolgend erläutert werden. Diese Kennwerte sind bei der Auslegung des Sicherheitssystems einer Maschine zu beachten.

Der **PFH-Wert** (Probability of dangerous failure per hour) gibt die Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde für das Messgerät wieder. Die Ausfallrate des Messgerätes fließt in die Berechnung des PFH-Werts für das Gesamtsystems ein.

Die **Fehlerreaktionszeit** in der Applikation hängt in erster Linie von den Zykluszeiten des Sicherheitsmoduls in der Steuerung und den angeschlossenen Aktoren (Bremsen, Schütze etc.) ab. Zudem können applikationsspezifische Einstellungen (z. B. EnDat-Taktfrequenz) diesen Wert beeinflussen. Aus diesem Grund ist die Fehlerreaktionszeit der Steuerungsdokumentation zu entnehmen.

Die **Sichere Position** beschreibt die maximal mögliche Positionsverfälschung, ab der eine sichere Fehleraufdeckung gewährleistet wird. Der Kennwert bezieht sich auf den Positionswert 1 im fehlerfreien Betrieb und wird in der Maßeinheit des Messgerätes angegeben. Er beeinflusst maßgeblich den Mindestabstand, der zum Schutz von Quetschungen (z. B. Finger) gefordert ist. Die Sichere Position untergliedert sich in die Werte für das Gerät und die mechanische Ankopplung.

Der Wert für das **Gerät** beschreibt den maximalen Positionsversatz inklusive Einfluss des Positionswertvergleichs in der Steuerung (Algorithmus nach 536402). Er beinhaltet neben Quantisierungsfehlern auch evtl. auftretende Positionsabweichungen im Messgerät. Abhängig von der Steuerung und der Applikation kann zusätzlich der Kennwert **sicherheitsrelevanter Messschritt** (SM) für die Parametrierung der Sicherheitsfunktion relevant sein. In diesen Fällen befindet sich ein entsprechender Hinweis in der Dokumentation der Steuerung.

Der Kennwert **mechanische Ankopplung** liefert Aussagen für den Fehlerfall „Lösen der mechanischen Verbindung“. In der Norm für elektrische Antriebe EN 61800-5-2, Tabelle D16 ist das Lösen der mechanischen Verbindung zwischen Messgerät und Antrieb als zu betrachtender Fehlerfall aufgeführt. Da die Steuerung derartiger Fehler

nicht zwingend aufdecken kann, wird in vielen Fällen hierfür ein Fehlerausschluss benötigt. Wenn in der Betriebsanleitung der Steuerung ein Fehlerausschluss gefordert wird, dann sind die Informationen für die sichere mechanische Ankopplung zu berücksichtigen, andernfalls können sie ignoriert werden.

Bei einer reibschlüssigen Verbindung mit Fehlerausschluss muss kein zusätzlicher mechanischer Versatz für die sichere Position berücksichtigt werden.

Wird der Fehlerausschluss nur über einen spielbehafteten mechanischen Anschlag erreicht, so ist dieser maximal mögliche Versatz in die sichere Position mit einzurechnen. Dies erfolgt durch Addition der Werte für das Gerät und die mechanische Ankopplung.

**Wichtig!** An einen Fehlerausschluss können Einschränkungen hinsichtlich der zulässigen technischen Daten gekoppelt sein. Bei der Auswahl eines geeigneten Geräts bzw. einer Montageart ist dies zu berücksichtigen. Zudem erfordern Fehlerausschlüsse für das Lösen der mechanischen Ankopplung in der Regel zusätzliche Maßnahmen bei der Montage der Messgeräte oder im Servicefall (z. B. Losdrehicherung für Schrauben) welche in Standardanwendungen nicht notwendig sind. Der Konstrukteur einer Maschine hat diese zusätzlichen Maßnahmen zwingend einzuhalten.

## HEIDENHAIN

**DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH**  
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5  
83301 Traunreut, Germany

☎ +49 8669 31-0

FAX +49 8669 5061

E-mail: info@heidenhain.de

[www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)

### Zu beachtende Dokumente:

Für die bestimmungsgemäße Verwendung eines Messgeräts sind die Angaben in den folgenden Dokumenten einzuhalten:

- Produktinformation / Katalog + Montageanleitung der sicherheitsbezogenen Positionsmesssysteme

Zur Implementierung in eine Steuerung:

- |  |         |
|--|---------|
| • Spezifikation für die sichere Steuerung            | 533095  |
| • Ergänzende Spezifikation für SIL 3, PL „e“, Kat. 4 | 1000344 |
| • EnDat-Schnittstellenbeschreibung                   | 297403  |
| • Elektrische Anschlussrichtlinie                    | 231929  |
| • Vorgaben zum Positionswertvergleich                | 536402  |