

Whitepaper

Safe Motion

Sichere Antriebstechnik durch sensorlose Bewegungsüberwachung

Erfahren Sie mehr über:

- Safe-Motion-Applikationen in stationären und mobilen Maschinen und Anlagen
- Wichtige Sicherheitsfunktionen nach EN 61800-5-2
- Innovative Methoden der sensorlosen Bewegungsüberwachung

PHOENIX CONTACT

Einleitung

Eine möglichst hohe Effizienz und Produktivität bei gleichzeitigem, bestmöglichem Schutz von Personen vor gefahrbringenden Bewegungen von Antrieben und Achsen sind die Grundvoraussetzungen für den wirtschaftlichen und sicheren Betrieb von Maschinen und Anlagen.

Safe Motion – also sicherheitsgerichtet ausgelegte, elektrische Antriebstechnik – ist in der Lage, beide Zielsetzungen optimal miteinander zu vereinen. Dies gilt sowohl für stationäre Applikationen, z. B. in der industriellen Fertigung, als auch für mobile Anwendungen wie fahrerlose Transportsysteme oder mobile Roboter und Plattformen. Neben der Gewährleistung funktionaler Sicherheit, wie sie die relevanten Normen vorgeben, legen Maschinenbauer, Integratoren und Betreiber auch besonderen Wert auf ein zeit- und kosteneffizientes sowie sicher beherrschbares Sicherheits-Engineering. Hierzu trägt die Nutzung normierter und standardisierter Sicherheitsfunktionen in sicheren Steuerungen ebenso bei, wie eine einfach integrierbare, motorenneutrale und direkt am Antrieb messende Bewegungsüberwachung. Der Beitrag führt zunächst in die verschiedenen Einsatzszenarien von stationären und mobilen Maschinen und Anlagen ein, erläutert die wichtigen normbasierten Sicherheitsfunktionen nach EN 61800-5-2, stellt sensorbasierte sowie innovative, sensorlose Methoden der sicherheitsgerichteten Bewegungsüberwachung vor und erläutert deren Vorteile in ausgewählten Anwendungsfällen.

Inhalt

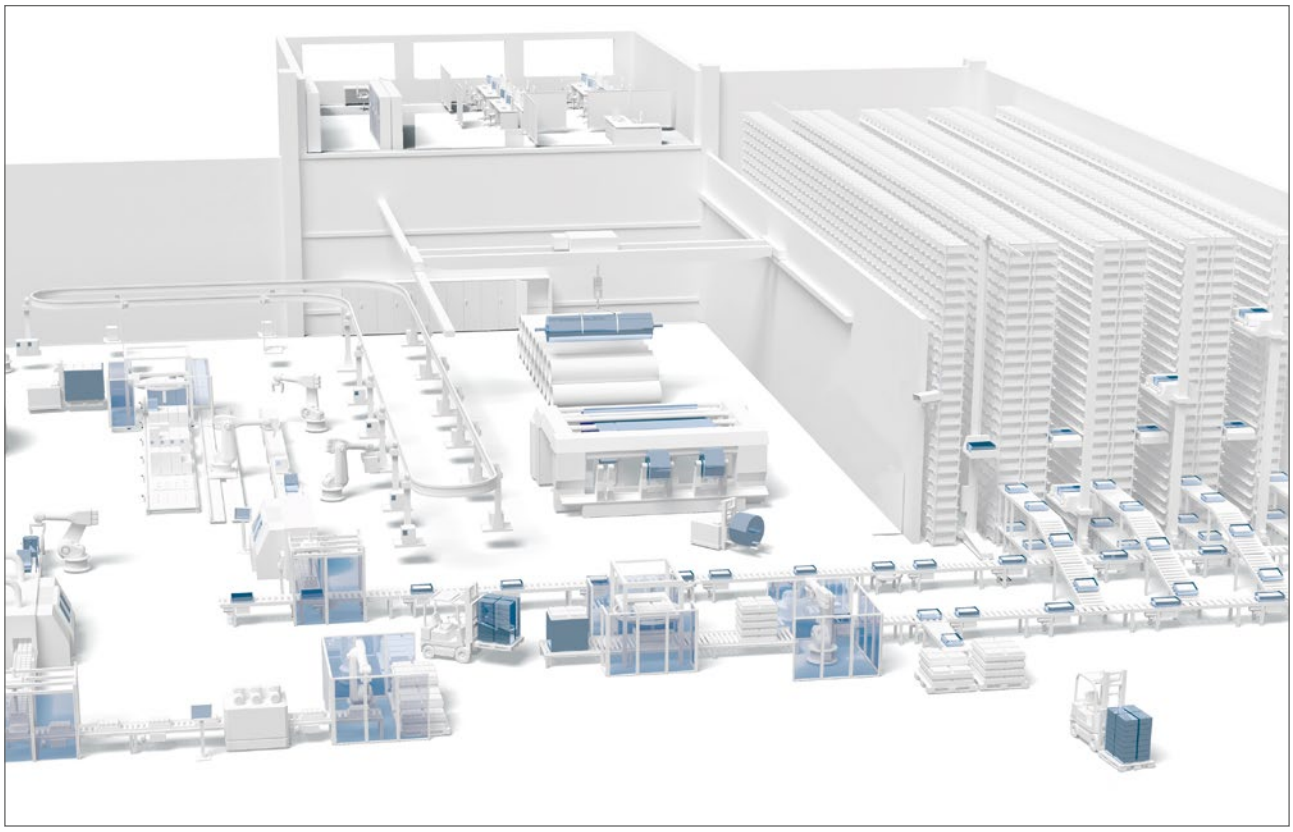
- Einleitung 2
- Funktionale Sicherheit in der elektrischen Antriebstechnik 3
- Sicherheitsfunktionen für Achsen und Antriebe nach EN 61800-5-2 6
- Externe Möglichkeiten zur sicherheitsgerichteten Bewegungsüberwachung 11
- Anwendungsfälle für die sensorlose Bewegungsüberwachung 15
- Fazit und Glossar 18
- Kontakt 21

1 Funktionale Sicherheit in der elektrischen Antriebstechnik



Antriebe bewegen. Sie bewegen Maschinen und Maschinenkomponenten, Roboter, autonome Fahrzeuge, fahrerlose Plattformen und Carts und vieles mehr. Je nach Aufgabenstellungen können hohe Drehmomente mit enormen Kräften, eine hohe Dynamik mit ultraschnellen Beschleunigungen und Bewegungsabläufen oder hohe Präzision für genaues Positionieren gefragt sein.

Worauf auch immer elektrische Antriebe ausgelegt sein mögen – niemals fehlen darf die Integration geeigneter Sicherheitsfunktionen, um Personen, aber auch Assets, vor gefahrbringenden Bewegungen von Maschinen zu schützen.



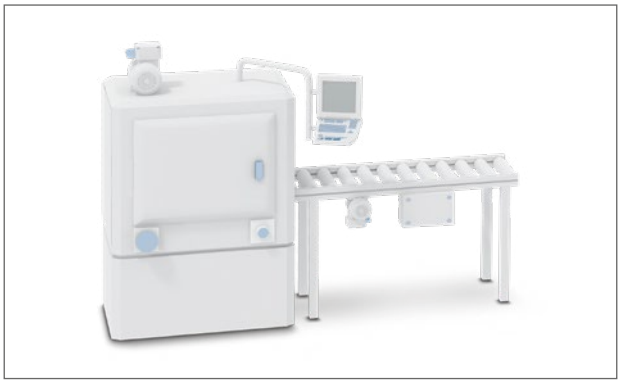
Industriehalle mit Maschinen, Förderbändern und Hochregallager

Absicherungsszenarien stationärer Maschinen und Anlagen

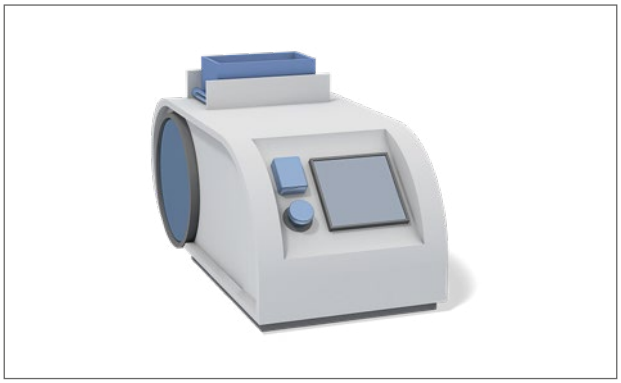
Werkzeugmaschinen, Pressen, Sägen, Anlagen der Biege- und Umformtechnik, Handhabungsportale, Holzbearbeitungsmaschinen oder Roboter sind Beispiele für stationär aufgestellte und in Prozesse integrierte Maschinen und Anlagen, deren Einrichtung, Betrieb, Wartung oder Instandsetzung mit Gefahren für Personen im Umfeld verbunden sein können. Die Maschinen arbeiten an einem festen Ort, wobei mögliche Gefahrenpotenziale sowohl in der Maschine selbst als auch im Handhabungs-, Bewegungs- oder Schwenkbereich herausragender, zu bearbeitender Werkstücke auftreten können. Aufgabe von Safe-Motion-Lösungen ist es hier, alle gefahrbringenden Bewegungen in der Maschine und ihrem unmittelbaren Umfeld sicher zu erkennen und bei Gefahr zu stoppen. Bei Einricht-, Rüst- oder Servicearbeiten müssen vor allem die Minimal- und Maximalgeschwindigkeit von Bewegungen sicher erfasst und begrenzt sowie der Stillstand von Antrieben sicher überwacht werden.

Absicherungsszenarien mobiler Maschinen und Anlagen

Fahrerlose Transportfahrzeuge, autonom fahrende Plattformen sowie mobile Roboter und Carts sind typische Beispiele für mobile Maschinen, die sich häufig mit Personen ein gemeinsames Arbeitsumfeld teilen – und daher sicherheitsgerichtet überwacht werden müssen. Zum einen gilt es, während der Fahrt mögliche Kollisionsgefahren auf und neben dem Fahrweg zu erkennen, rechtzeitig vor detektierten Hindernissen zu bremsen und danach zu stoppen oder sie zu umfahren. Beim Andocken zur Lastaufnahme oder Lastübergabe sowie bei Service- und Instandsetzungsarbeiten besteht die Aufgabe einer Safe-Motion-Lösung darin, die elektrischen Antriebe der Fahrzeuge auf zulässige Ober- und Untergrenzen der Fahrgeschwindigkeit zu überwachen und einen sicheren Stillstand zu gewährleisten.



Symboldarstellung: stationäre Manschinen und Anlagen



Symboldarstellung: mobile Manschinen und Anlagen

2 Sicherheitsfunktionen für Achsen und Antriebe nach EN 61800-5-2



Die Norm „DIN EN 61800-5-2:2017-11 Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit – Funktionale Sicherheit“ befasst sich mit den Anforderungen und Empfehlungen für den Entwurf, die Entwicklung, die Integration und die Validierung von sicherheitsbezogenen Leistungsantriebssystemen mit einstellbarer Drehzahl.

Durch die Umsetzung der normativen Festlegungen kann die Leistungsfähigkeit hinsichtlich der funktionalen Sicherheit von elektrischen Antrieben nachgewiesen werden. Je nach Art und Umfang einer sicherheitsgerichteten Antriebsüberwachung werden verschiedene Sicherheitsfunktionen gemeinsam miteinander konfiguriert und ausgeführt.

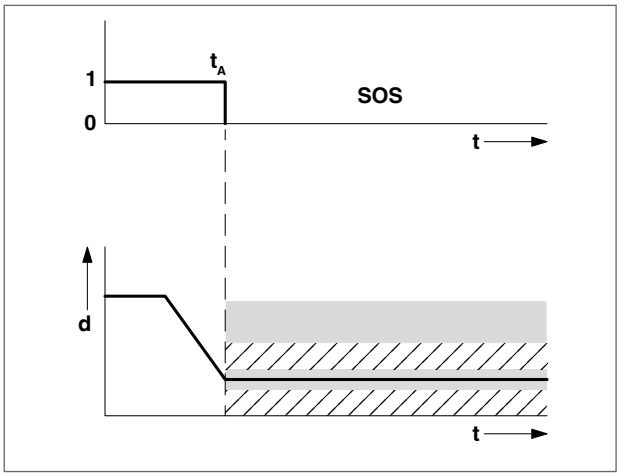
Aus der Vielzahl antriebsrelevanter Sicherheitsfunktionen wird im Folgenden auf solche eingegangen, die in der Safe-Motion-Praxis besonders häufig umgesetzt werden.

Sichere Positionsüberwachung: SLP, SLI und SOS

Die sichere Positionsüberwachung von elektrischen Antrieben SLP (für: Safely Limited Position – sicher begrenzte Position) gewährleistet, dass ein für einen Motor festgelegter, absoluter Positions- oder Lagegrenzwert nicht überschritten wird. Wird dieser verletzt, z. B. durch eine Überschreitung einer festgelegten Lagebegrenzung durch die Motorwelle, wird der Antrieb unter Berücksichtigung eines möglichen Bewegungsnachlaufs der Kinematik sicher gebremst und gestoppt.

Zur sicherheitsgerichteten Überwachung eines zulässigen Drehwinkels oder einer zulässigen linearen Bewegung dient die Sicherheitsfunktion SLI (für: Safely Limited Increment – sicher begrenztes Schrittmaß). Erreicht ein Motor einen als zulässig vorgegebenen Winkel oder eine definierte Weglänge, wird der Antrieb sicher gestoppt. Wird der Grenzwert überschritten, erfolgt eine sichere Stillsetzung des Antriebs, z. B. durch Freischalten von der elektrischen Versorgung.

Bei SOS (für: Safe Operating Stop – sicherer Betriebshalt) handelt es sich um eine Antriebsüberwachungsfunktion, die den Stillstand des Antriebs im geregelten Zustand sicher überwacht – sowohl an einer vorgegebenen Absolutposition als auch innerhalb eines definierten Positionsfensters. Ein Überschreiten der Position bzw. ein Verlassen des Fensters führt zur sicherheitsgerichteten Abschaltung des Antriebs. Während ein Anlaufen des Antriebs durch seine Regelfunktion automatisch erfolgen kann, muss der Wiederanlauf des Motors nach einer Notabschaltung quittiert werden – ein automatisches Wiederanlaufen ist nicht zulässig.



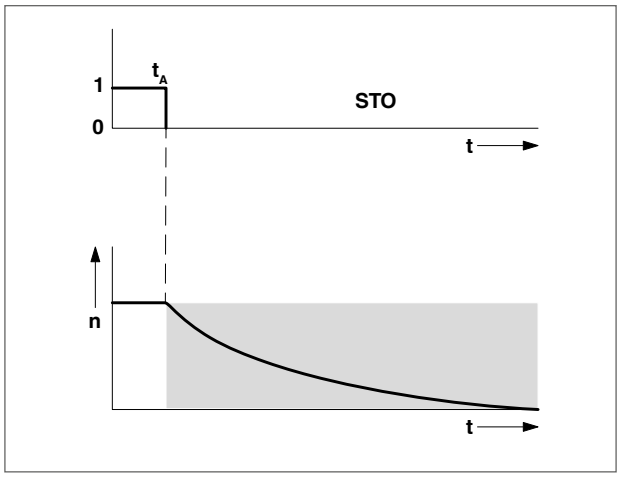
Safe Operating Stop – sicherer Betriebshalt

Sicheres Stillsetzen: STO, SS1 und SS2

Wird ein Not-Halt-Taster betätigt, eine mechanisch trennende und mit Sicherheitsschaltern überwachte Schutzeinrichtung geöffnet, spricht eine berührungslos wirkende Schutzeinrichtung an oder erkennt eine sensorlos arbeitende Motor- und Bewegungsüberwachung einen Fehler – dann handelt es sich in der Regel um Notsituationen, in denen ein schnelles und sicheres Stillsetzen der Antriebe erfolgen muss, um Unfallgefahren zu verhindern. Mit der Sicherheitsfunktion STO (für: Safe Torque Off – sicher abgeschaltetes Moment) werden der Antrieb und der Antriebsregler über eine Trennung vom Versorgungsnetz sofort stillgesetzt – der Kinematik wird keine Energie für Bewegungen oder Rotationen mehr zugeführt und der Antrieb für einen automatischen Anlauf- bzw. Wiederanlauf gesperrt.

Da es sich hierbei um ein ungeregeltes Stillsetzen des Antriebs handelt, können, je nach Kinematik, deren Bewegungen unkontrolliert auslaufen. Verhindern lässt sich dies mit der Sicherheitsfunktion SS1 (für: Safe Stop 1 – sicherer Stopp 1). Sie überwacht unmittelbar im Antriebsregler den über eine parametrierte Rampe vorgegebenen Abbremsvorgang bis in den Übergang in STO – das unkontrollierte Stillsetzen wird zum gesteuerten Stillsetzen.

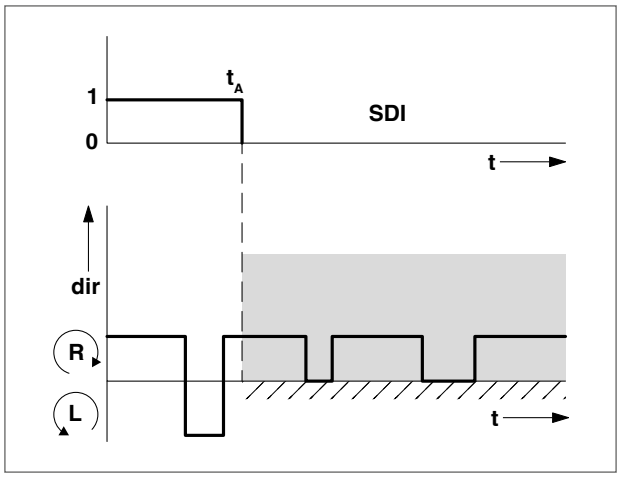
Während bei SS1 der Antrieb im Stillstand in STO und damit in einen ungeregelten Zustand übergeht, bleibt er bei der Sicherheitsfunktion SS2 (für: Safe Stop 2 – sicherer Stopp 2) weiterhin im geregelten Betrieb. Es erfolgt ein überwachtes Abbremsen bis in die Stillstandsposition, die im Regelkreis durch die Sicherheitsfunktion SOS gehalten wird. Im Gegensatz zu STO in Verbindung mit SS1 bleibt daher z. B. auch eine Synchronisation von Achsen und Bewegungsabläufen erhalten – Antrieb und Maschine können sofort und automatisch neu anlaufen.



Safe Torque Off – sicher abgeschaltetes Moment

Sichere Drehrichtungsüberwachung: SDI

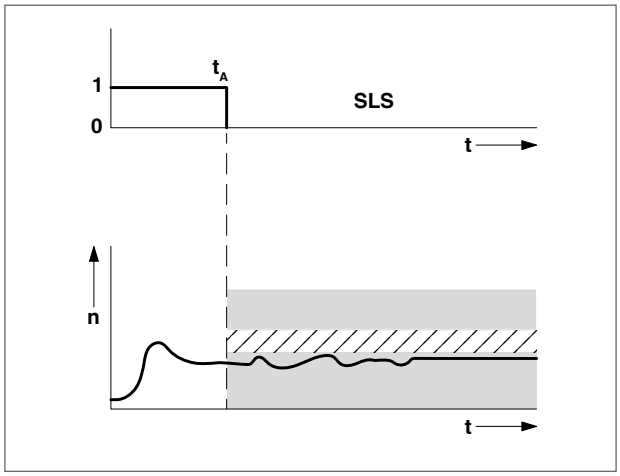
Insbesondere bei der Inbetriebnahme, dem Service oder der Instandsetzung von Antrieben oder elektrisch angetriebenen Kinematiken muss zum Schutz vor Unfallgefahren häufig sichergestellt werden, dass sich eine Achse – und damit der Antrieb – nur in eine Richtung bewegen darf. Diese Aufgabe übernimmt die Sicherheitsfunktion SDI (für: Safe Direction – sichere Bewegungsrichtung). Sie sperrt die unzulässige Bewegungsrichtung entweder komplett oder beschränkt sie auf einen definierten und tolerierbaren Rückwärtsweg, um z. B. Endlagenschalter zu justieren und auf ihre Funktion zu prüfen. Bei Arbeiten in besonderen Gefahrenbereichen, in denen es im Gefahrenfall auf eine schnellstmögliche Abschaltung des Antriebs ankommt, wird diese Sicherheitsfunktion häufig mit der sicheren Geschwindigkeitsüberwachung SLS kombiniert.



Safe Direction – sichere Bewegungsrichtung

Sichere Geschwindigkeitsüberwachung: SLS, SSM und SSR

Beim Arbeiten an oder in einer Maschine, z. B. im Einricht- oder im Wartungsbetrieb, mindert die Sicherheitsfunktion SLS (für: Safe Limited Speed – sicher begrenzte Geschwindigkeit) des Achsreglers mögliche Verletzungsrisiken. Hierzu erfolgt ein geregelter Übergang von der Betriebsgeschwindigkeit auf eine definierte, reduzierte Geschwindigkeit, die beim Einrichten oder Warten einer Maschine gefahren werden muss, um ein manuelles Eingreifen in den Gefahrenbereich zu ermöglichen. Das Überschreiten der Einrichtgeschwindigkeit wird als Fehlerfall erkannt und der Antrieb der Maschine sicher abgeschaltet. Der große Vorteil der sicheren Drehzahlüberwachungs-Funktion SLS liegt darin, dass Prozesse nicht notwendigerweise gestoppt werden müssen. Darüber hinaus ist es möglich, Rüstvorgänge schneller durchzuführen, da die Maschine mit

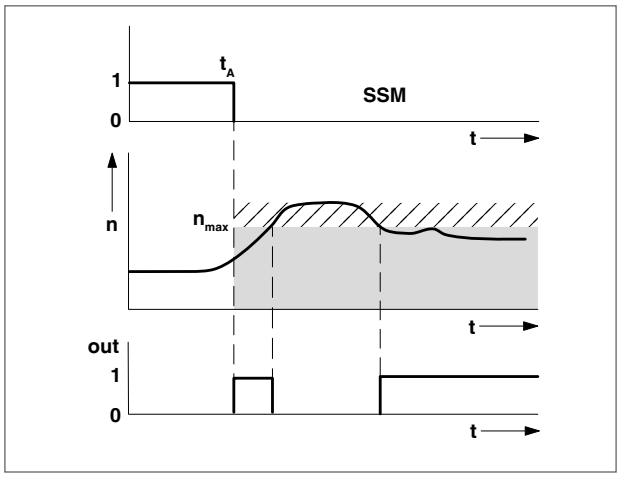


Safe Limited Speed – sicher begrenzte Geschwindigkeit

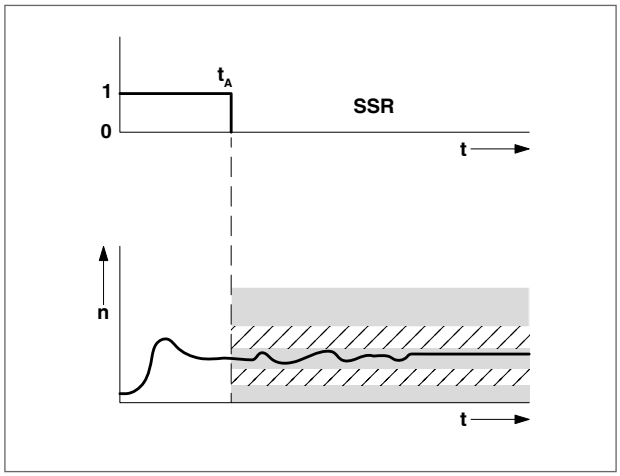
reduzierter Geschwindigkeit gefahren werden kann. Mit der Sicherheitsfunktion SSM (für: Safe Speed Monitor – sichere Geschwindigkeitsüberwachung) erkennt der Servoantriebsregler, ob die Drehzahl eines Antriebs einen definierten Grenzwert unterschreitet. Erforderlich ist diese Überwachungsfunktion z. B., um ein Öffnen von Schutztüren oder Hauben erst dann zu ermöglichen, wenn die vorgegebene Drehzahl nicht mehr überschritten wird.

Die Drehzahlüberwachungs-Funktion SSR (für: Safe Speed Range – sicherer Geschwindigkeitsbereich) kombiniert SLS und SSM. Dadurch wird es möglich, einen Antrieb gleichzeitig auf das Einhalten parametrierter Minimal- und Maximalgeschwindigkeiten zu überwachen. Verlässt die Motorgeschwindigkeit den vorgegebenen Drehzahlkorridor, erfolgt ein sicheres Abschalten und Stillsetzen des Antriebs – je nach Safe-Motion-Konfiguration entweder über STO oder über SS1.

Da die genannten Funktionen zur sicheren Drehzahlüberwachung bis auf STO im geregelten Betrieb der Antriebe erfolgen, können die Drehzahlen und Drehzahlbereiche sensorlos direkt über die Antriebsleistung, d. h. per Drehfeldmessung oder die Auswertung der Remanenzspannung ermittelt werden. Die hierfür verfügbaren Sicherheitsschaltgeräte sind steuerungsseitig einfach und platzsparend integrierbar. Zudem sind sie in der Regel wirtschaftlicher als berührungslose, rotative oder lineare Sicherheitssensoren – zumal diese im Gegensatz zu Sicherheitsschaltgeräten nicht immer die hohen Sicherheitsanforderungsstufen (SIL3) und Performance Level (PL e) erreichen.



Safe Speed Monitor – sichere Geschwindigkeitsüberwachung



Safe Speed Range – sicherer Geschwindigkeitsbereich

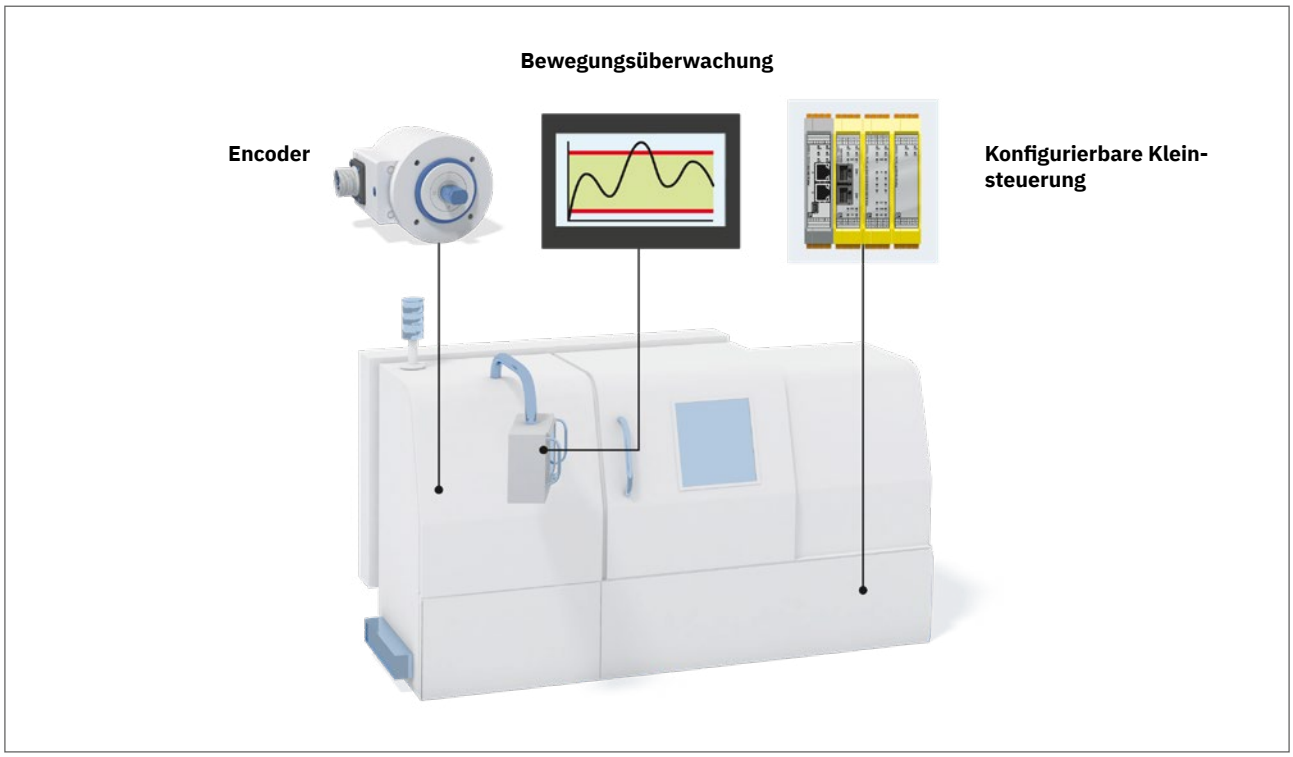
3 Externe Möglichkeiten zur sicherheitsgerichteten Bewegungsüberwachung



In der Praxis existieren mehrere grundsätzliche Absicherungsszenarien für Safe-Motion-Applikationen. Hierunter fällt prinzipiell auch der Einsatz taktiler Schutzeinrichtungen wie Trittmatten, Schutzhauben oder Zäune. Die Zugangs- oder Zugriffsabsicherung wird häufig mit taktilen Sicherheitsschaltern oder berührungslos arbeitenden, sicheren Binär- oder RFID-Sensoren und Schaltern überwacht. Einen direkten Einfluss auf die vorgestellten Sicherheitsfunktionen für Achsen und Antriebe, mit denen die Bewegungen und der Stillstand von Antrieben im Automatikbetrieb sowie bei Einricht-, Rüst- oder Servicearbeiten sicher überwacht werden, haben sie in der Regel nicht. Daher werden sie an dieser Stelle nicht weiter betrachtet.

Lineare und rotative Sicherheitssensoren

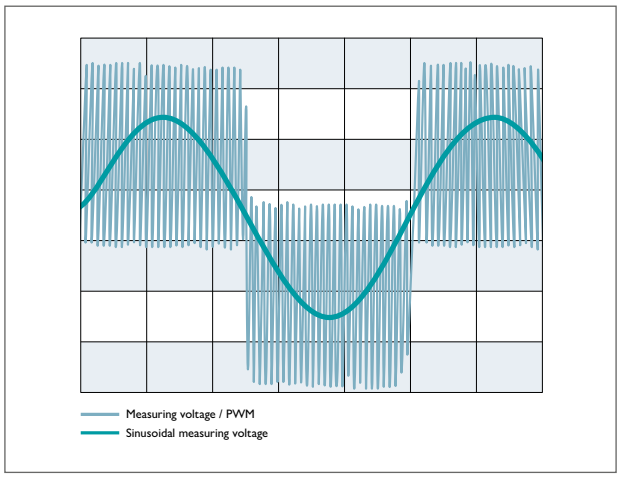
Häufig ist zur direkten Steuerung und Überwachung der eigentlichen Kinematik zusätzlich der Einsatz von sicheren linearen und rotativen Sensoren – also von sicheren Encodern und sicheren Motorfeedbacksystemen – erforderlich. Sie liefern die Basisinformationen zur Erfassung, Überwachung und Steuerung der Bewegungen von rotativen Servoantrieben und linearen Direktantrieben – im Automatikbetrieb ebenso wie bei Einricht-, Rüst- oder Servicearbeiten. Der Einsatz linearer und rotativer Sensoren in Verbindung mit berührungslosen Sicherheitssensoren und einer geeigneten Sicherheitssteuerung impliziert einen hohen Hardware-, Integrations- und Kostenaufwand bei der Umsetzung von Safe-Motion-Lösungen, der z. B. für eine sichere Geschwindigkeitsüberwachung in dieser Form oft nicht erforderlich ist.



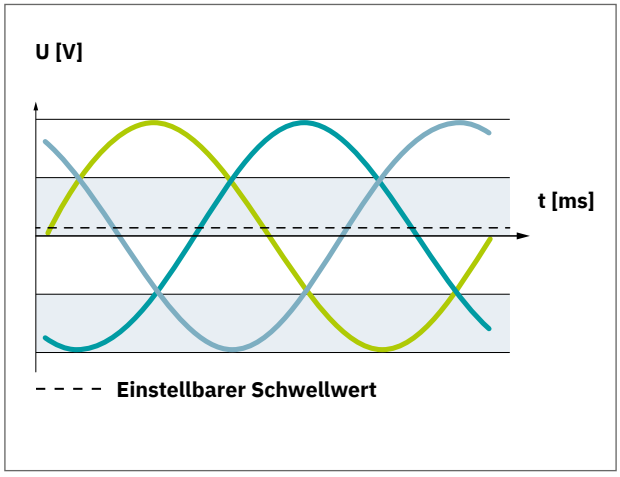
Sensorbasierte Bewegungsüberwachung mit Encoder

Sichere sensorlose Überwachung

Die sichere sensorlose Überwachung von elektrischen Antrieben auf Stillstand und sichere Geschwindigkeit etabliert sich zunehmend als Alternative zum Einsatz von berührungslosen, rotativen und linearen Sicherheitssensoren. Die Gründe hierfür sind u. a. die direkte Auswertung von Bewegungsinformationen der Motoren in den entsprechenden Sicherheitsschaltgeräten ohne einen sensorischen Zwischenschritt, das Erreichen hoher Sicherheitsanforderungen sowie die in der Regel softwarelose Konfiguration. Hinzu kommen der reduzierte Platzbedarf am Antrieb sowie im Schaltschrank, eine schnellere Inbetriebnahme der Safe-Motion-Lösung sowie die hohe mechanische Robustheit und elektromagnetische Störfestigkeit. Auch die erzielbaren Kosteneinsparungen, die sich aus all diesen Faktoren ergeben, sind ein wesentliches Argument zugunsten der sicheren, sensorlosen Überwachung über die Antriebsleistung, für die sich im Besonderen zwei Wirkprinzipien anbieten: die Drehfeldmessung und die Auswertung der Remanenzspannung.



Drehfeldmessung des Antriebs



Messung der Remanenzspannung des Antriebs

Drehzahl- und Drehzahlbereichsüberwachung durch Drehfeldmessung

Bei der Messung eines Drehfelds überwacht ein Sicherheitsschaltgerät die Antriebsleistung durch eine zweikanalige Auswertung eines Drehfelds, das sich fortlaufend um die Rotationsachse eines Wechsel- bzw. eines Drehstrommotors dreht. Dies ermöglicht, die Drehzahlen und Drehzahlbereiche des Antriebs sensorlos zu überwachen – eine zusätzliche Montage und Justierung externer Geber entfällt.

Die Drehfeldmessung zeichnet sich durch eine hohe Zuverlässigkeit aus, denn sie wird von äußeren Umwelteinflüssen und Störfaktoren wie Schock, Vibration oder EMV nicht beeinflusst. Zum Schutz vor gefahrbringenden Bewegungen können mit einem solchen Sicherheitsschaltgerät – das als 12,5 mm breites Hutschienenmodul kaum Platz im Schaltschrank benötigt – Safe-Motion-Sicherheitsfunktionen wie STO, SLS, SSM und SSR realisiert werden. Dabei erfüllt die direkte Bewegungsüberwachung mit SIL3 und PL e hohe Sicherheitskategorien. Zum Stand der Technik in puncto Bedienung verfügen moderne Sicherheitsschaltgeräte dieser Art über frontseitige Bedienelemente sowie eine intuitive Konfigurationsoberfläche.

Stillstandsüberwachung durch Auswertung der Remanenzspannung

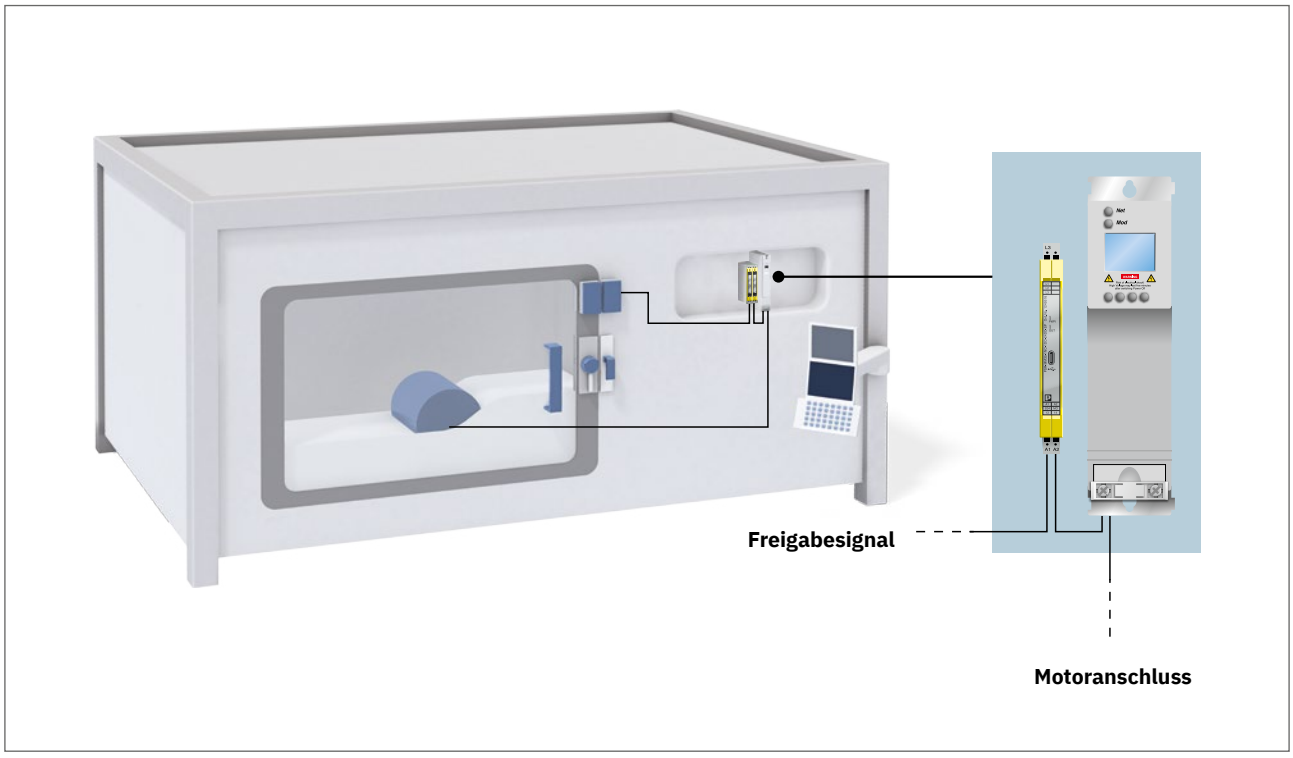
Um den sicherheitsgerichteten Stillstand eines Antriebs sensorlos zu überwachen, sind innovative Sicherheitsschaltgeräte in der Lage, die Remanenzspannung von Wechsel-, Dreh- und Gleichstrommotoren zweikanalig auszuwerten.

Die maßgebliche Information für einen solchen Stillstandswächter, der idealerweise in Maschinen mit und ohne Frequenzumrichter eingesetzt werden kann, ist somit die durch die Drehbewegung erzeugte Remanenzspannung.

Geschwindigkeits- und Stillstandsüberwachung als funktionale Einheit

Sollen eine sichere Geschwindigkeitsüberwachung und eine sichere Stillsetzungsüberwachung gemeinsam in einer Safe-Motion-Lösung umgesetzt werden, sind hierfür geeignete, zweikanalig auswertende Sicherheitsschaltgeräte bis SIL3 und PL e mit integrierter Drehzahl- und Stillstandswächter-Funktionalität erhältlich – mit zwangsgeführten Relaiskontakten, parametrierbaren Meldeausgängen und kompatibler Konnektivität für Näherungsschalter sowie rotative und lineare Sicherheitssensoren.

Für die nahtlose Integration in die digitalisierte Antriebstechnik von Maschinen bieten kombinierte Drehzahl- und Stillstandswächter zudem die Option eines Online-Monitoring über geeignete, herunterladbare Software-Werkzeuge.



Sensorlose Bewegungsüberwachung ganz ohne zusätzliche Sensorik

4 Anwendungsfälle für die sensorlose Bewegungsüberwachung



Die sichere, sensorlose Überwachung von elektrischen Antrieben kommt in einer Reihe von Industrien und Applikationen zum Einsatz – insbesondere dort, wo auf eine hohen Sicherheitsanforderungen entsprechende, integrationsfreundliche, robuste und wirtschaftlich effiziente Umsetzung von Safe Motion Wert gelegt wird.

Werkzeugmachinen

Ein typisches Einsatzfeld für die sichere, sensorlose Bewegungsüberwachung sind Werkzeugmaschinen und Bearbeitungszentren. Werkstückzufuhr und -entnahme, Werkzeugwechsel sowie Wartungs-, Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten erfordern eine sichere Überwachung der Bewegungsgeschwindigkeit und der Stillsetzung von elektrischen Antrieben – zum Schutz von Maschinenbedienenden, Servicepersonal und anderen Menschen im Umfeld vor möglichen Unfallgefahren.

Holzbearbeitungsmachinen

Ob Sägen oder Fräsen, ob Bohr-, Schleif- oder Hobelmaschinen und fördertechnische Verkettungselemente zwischen den Stationen – ein sicherer Betrieb der Antriebe von Holzbearbeitungsmaschinen ist aufgrund der hohen Gefährdungspotenziale für Personen in der Nähe gefahrbringender Bewegungen unerlässlich. Die sichere, sensorlose Bewegungsüberwachung ist gerade für dieses raue Einsatzumfeld wie geschaffen, da sie die notwendigen Informationen für die sichere Geschwindigkeits- und Stillstandsüberwachung nicht von Sensoren im Feld, sondern direkt aus der Antriebsleistung der Servomotoren erhält.



Dreh- und Schleifmaschine für die Metallverarbeitung



Holzverarbeitung im Sägewerk

Verkehrs-Infrastruktur

Bei kraftbetriebenen Brücken können Geschwindigkeiten und Stillstand beim Heben und Senken tonnenschwerer Brückendecks sensorlos überwacht werden. Die Stützen der Fahrbahn, die mehrere Tonnen wiegen, werden, je nach ihrer Position, mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten angehoben oder abgesenkt. Nach dem Start bewegen sich die mechanischen Teile extrem langsam. Die Geschwindigkeit erhöht sich bei Erreichen einer bestimmten Neigung und nimmt dann kurz vor Erreichen der Endposition wieder ab. Per SSM wird sichergestellt, dass die Bewegungen die vorgegebenen Geschwindigkeiten in den Start-, Normal- und Bremsphasen nicht überschreiten.

Fahrerlose Transportsysteme

In den meisten industriellen und intralogistischen Einsatzszenarien teilen sich fahrerlose Transportsysteme und andere autonom-mobile Maschinen und Plattformen ihren Arbeitsbereich mit Menschen. Safe Motion durch eine sichere sensorlose Antriebsüberwachung ermöglicht es, Fahr- und Andockgeschwindigkeiten im Transportbetrieb und bei Lastaufnahmen und -übergaben sowie den sicherheitsgerichteten Stillstand auf platzsparende, integrationsfreundliche und effiziente Weise zu überwachen. Darüber hinaus bieten sensorlose Drehzahl- und Stillstandswächter die Option, eine zusätzliche Redundanz für eine sensorbasierte Antriebsüberwachung zu schaffen.



Zugbrücke im Straßenverkehr



Fahrerloses Transportsystem in der Produktion

4 Fazit und Glossar

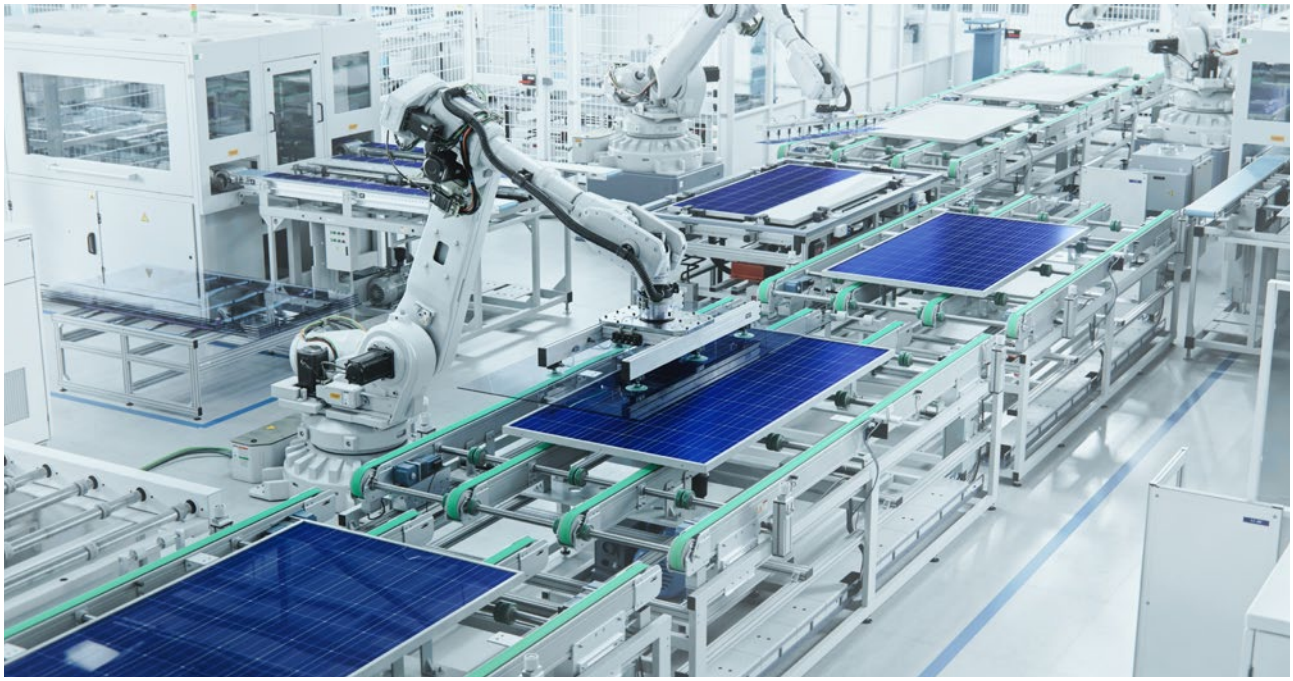


Fazit

Sichere, sensorlose Antriebsüberwachung für ein beherrschbares Sicherheits-Engineering

Safe Motion in Form einer sicheren, sensorlosen Bewegungsüberwachung erfüllt wesentliche Anforderungen an die funktionale Sicherheit von elektrischen Antrieben und Achsen, wie sie die relevanten Normen vorgeben. Die einfach integrierbare, motorenneutrale und direkt am Antrieb messende Bewegungsüberwachung sowie der Verzicht auf externe Geber ermöglichen Maschinenbauern und Integratoren eine zeit- und kosteneffiziente Umsetzung normierter und standardisierter Sicherheitsfunktionen in sicheren Steuerungen.

Drehzahl- und Stillstandswächter sowie beide Funktionen integrierende Sicherheitsschaltgeräte gewährleisten dabei ein beherrschbares Sicherheits-Engineering sowie eine hohe Verfügbarkeit der Safe-Motion-Lösung für den Betreiber – und damit optimale Maschinenproduktivität.



Sichere Produktion am Fließband

Glossar

Relevante Normen und Links

EN 61800-5-2:2017

Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit – Funktionale Sicherheit (IEC 61800-5-2:2016)

IEC 61508

Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme

EN 62061

Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

EN ISO 13849

Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen

DIN EN 60947-1

Niederspannungsschaltgeräte zur Verwendung in Stromkreisen bis 1 kV Wechselspannung oder 1,5 kV Gleichspannung

DIN EN 50178

Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln

Safe Motion: Drehzahl- und Stillstandswächter von Phoenix Contact

Jetzt mehr erfahren:

› phoenixcontact.com/safe-motion-relays

Kontakt

Sichern Sie sich jetzt einen Beratungstermin!

Sie suchen einen starken Partner für das Thema funktionale Sicherheit?

Mit Produkten, Schulungen und TÜV-zertifizierten Experten hilft Ihnen Phoenix Contact, die Maschinenrichtlinie und Safety-Anforderungen der Prozessindustrie zu erfüllen. Wir machen Sie fit für den Schutz von Mensch und Maschine.

#FitForSafety

Sie möchten mehr zum Thema funktionale Sicherheit erfahren?

Let's get fit for safety!

› phoenixcontact.com/fitforsafety



Carsten Gregorius
Produktmarketing für funktionale Sicherheit bei Phoenix Contact
cgregorius@phoenixcontact.com



Udo Tappe
Produktmanagement für funktionale Sicherheit bei Phoenix Contact
utappe@phoenixcontact.com

2026-09-10/01
3013429191