

TECHNISCHER LEITFADEN

Siemens SIRIUS 3RT10 Schütz und Pilz PNOZ s7 Sicherheitsrelais zieht die Spule nicht an – Ursachen von Kontaktverschleiß und Fehler der Sicherheitskategorie (Kat. 3/4 nach EN ISO 13849)

Startet Ihre Produktionslinie nicht, wenn der Start-Taster gedrückt wird, obwohl die SPS keinerlei Störung meldet? Der häufigste Übeltäter ist eine blockierte Sicherheitsschleife – entweder ein physischer Defekt des **Siemens SIRIUS 3RT10** Schützes oder ein Logikfehler im **Pilz PNOZ s7** Modul, der aus den Anforderungen der **EN ISO 13849** (Kategorie 3 oder 4) resultiert. Dieser Leitfaden erklärt, wie Sie beide Ursachen unterscheiden, sie diagnostizieren und vorbeugen können.

Warum zieht die Spule im PNOZ s7 nicht an, obwohl die SPS keine Fehler meldet?

In Sicherheitssystemen, die durch **Pilz PNOZ s7** gesteuert werden, wird die Ausgangsspule nur dann bestromt, wenn die Überwachungsschleife (EDM – External Device Monitoring) den korrekten Zustand aller Elemente bestätigt. Schließt auch nur ein Element – meist der **Siemens 3RT10**-Schütz – seinen Hilfskontakt nicht, bleibt die Schleife offen, und das Sicherheitsrelais blockiert den Ausgang, unabhängig vom Zustand der SPS.

Aufbau der Sicherheitsschleife – physische vs. logische Sperre

Eine typische Konfiguration von **PNOZ s7** und **Siemens 3RT10** verwendet:

- einen Hauptschütz (Leistungskontakt) sowie
- einen Hilfsschütz-Öffnerkontakt (N/C), der in Reihe mit der EDM-Schleife verschaltet ist.

Kehrt der Hilfskontakt nicht in seine geschlossene Position zurück (z. B. durch Verschweißen oder Verschleiß), wird das Signal „sicher für Reset“ nicht erzeugt, und der **PNOZ s7** hält die Spule stromlos. Andererseits sind in einer **Kategorie-3/4**-Architektur Redundanz und Diagnose erforderlich – ein einzelner Logikfehler kann ebenfalls eine Sperre auslösen, wenn er nicht rechtzeitig erkannt wird. Eine physische Sperre der EDM-Schleife unterscheidet sich von einer logischen Sperre: Im ersten Fall kann das Gerät die Schleife physisch nicht schließen (verschweißter Kontakt), im zweiten Fall verweigert die Sicherheitslogik die Freigabe zum Reset, weil sie die Wiederherstellung des sicheren Zustands nicht erkannt hat.

Wie funktioniert die Rückführkreis-Schleife (EDM) im Zusammenspiel mit dem Siemens-3RT10-Schütz?

Die EDM-Schleife überwacht den physischen Zustand der Kontakte anhand von Rückmeldesignalen, die an die Klemmen Y1-Y2 des Moduls **Pilz PNOZ s7** angeschlossen sind. Wird der **3RT10**-Schütz angezogen, sollte sein Öffner-Hilfskontakt schließen, wodurch sich die Schleife schließt und der Weiterbetrieb ermöglicht wird. Mechanisch zwangsgeführte Kontakte (Spiegelkontakte) oder in Reihe geschaltete Öffnerkontakte bilden den Rückführpfad, den **PNOZ s7** überwacht, um zu bestätigen, dass sich der Hauptleistungskontakt tatsächlich geschlossen hat.

Klemmen- und Signalzustände in der EDM-Schleife

Typische Topologie:

- Klemmen A1-A2 – dienen ausschließlich der Versorgungsspannung des Moduls (24 VDC / 0 V); sie dienen nicht der Kontaktüberwachung, und der Hilfskontakt des Schützes darf nicht an sie angeschlossen werden.
- Der Öffner-Hilfskontakt des **3RT10**-Schützes wird in Reihe in der Rückführschleife verschaltet, die zu den Klemmen Y1-Y2 des Moduls **PNOZ s7** führt.
- Die Klemmen Y1-Y2 dienen als Messpunkt – ihr Zustand „0 V“ bedeutet eine offene Schleife, „24 V“ eine geschlossene.

Wurde im Schaltplan ein Fehler gemacht und A1 oder Y1/Y2 an das Erweiterungsmodul angeschlossen, funktioniert die Schleife nicht korrekt – ein typischer Verdrahtungsfehler. Die Dokumentation von **Pilz PNOZ s7** warnt ausdrücklich: „A1 und Y1/Y2 nicht an das Erweiterungsmodul anschließen!“ Sind Basisgerät und PNOZsigma-Erweiterungsmodul über den dafür vorgesehenen Steckverbinder verbunden, ist eine zusätzliche Verdrahtung dieser Klemmen weder erforderlich noch zulässig – solche Verdrahtungsfehler können die Funktion der Rückführschleife vollständig außer Kraft setzen.

Was ist in Szenario A zu prüfen – Verschleiß oder Verschweißen der Schützkontakte?

Physischer Verschleiß der Kontakte des **Siemens SIRIUS 3RT10** äußert sich durch:

- fehlendes Schließen des Öffner-Hilfskontakts,
- erhöhten Widerstand bei der Messung mit dem Multimeter,
- fehlerhafte LED-Signale am Modul **PNOZ s7**.

Diagnose von Kontaktverschleiß

1. Spannung trennen und den Schütz von der EDM-Schleife trennen.
2. Widerstand zwischen den Öffnerkontakten und Masse messen – der Wert sollte $< 1 \Omega$ betragen; höhere Werte deuten auf Kontaktersion hin.

3. Visuell auf sichtbare Spuren von Verschweißung oder Verbrennung prüfen.
4. Schütz austauschen, wenn der Widerstand die zulässigen Grenzwerte überschreitet oder der Kontakt sich mechanisch nicht schließt.

Featured Snippet: Ist der Öffner-Hilfskontakt am **Siemens 3RT10**-Schütz verschweißt oder verschlissen, bleibt die EDM-Schleife offen, wodurch **Pilz PNOZ s7** das Anziehen der Spule nicht zulässt und das System im gesperrten Zustand verharrt. Ein verschweißter Kontakt kann nicht in seine Ruheposition zurückkehren, was den Reset der Sicherheitsschleife blockiert.

Wie erkennt man einen Fehler der Sicherheitskategorie (Kat. 3 vs. Kat. 4) im PNOZ s7?

In der Architektur der **Kategorie 3** nutzt das System zwei parallele Kanäle mit gegenseitiger Überwachung (Cross-Monitoring). In **Kategorie 4** sind vollständige Redundanz sowie ein Diagnosedeckungsgrad (DC) von mindestens 99 % erforderlich – jedes abweichende Verhalten eines Kanals muss vor der nächsten Anforderung erkannt werden. Kategorie 4 erreicht PL e (Performance Level e), was gemäß den Korrelationstabellen von ISO 13849-1/IEC 61508 näherungsweise SIL 3 (Safety Integrity Level 3) entspricht, und stellt das nach EN ISO 13849-1 bzw. IEC 62061 maximal erreichbare Niveau dar.

Vergleich der Anforderungen von Kat. 3 und Kat. 4

Featured Snippet: Kategorie 3 gewährleistet die Erkennung eines Einzelfehlers durch Kanalredundanz, während Kategorie 4 zusätzlich fordert, dass alle erkannten Fehler gemeldet werden und eine Anhäufung nicht erkannter Fehler nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt. In Kategorie 3 erlaubt eine redundante Struktur mit gegenseitiger Überwachung zwischen zwei aktiven Kanälen sowie zyklischer Überwachung des Ausgangsgeräts die Tolerierung eines Einzelfehlers. In Kategorie 4 darf ein Einzelfehler nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen und muss bei oder vor der nächsten Anforderung erkannt werden; ist eine Erkennung nicht möglich, darf die Anhäufung nicht erkannter Fehler nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.

Wie führt man Schritt für Schritt eine Diagnose der Sicherheitsschleife durch?

Nachfolgend finden Sie ein detailliertes Protokoll, mit dem sich eine physische von einer logischen Ursache unterscheiden lässt.

Diagnoseprotokoll

1. **LED-Prüfung am PNOZ s7** – lesen Sie die Kombination der Zustände (Power, In1, In2, Out, Fault) ab. Die genaue Bedeutung der Codes finden Sie in der Betriebsanleitung von **Pilz PNOZ s7** (das vollständige Dokument des Herstellers sollte griffbereit sein).

2. **Überprüfung der EDM-Verdrahtung** – messen Sie mit dem Multimeter die Spannung an den Klemmen Y1-Y2 bei angezogenem Schütz. Sie sollte 24 V betragen (bzw. 0 V bei offener Schleife).
3. **Isolationstest** – bei ausgeschalteter Spannung den Widerstand zwischen den Öffnerkontakten und Masse messen; ein Wert $< 1 \Omega$ zeigt einen einwandfreien Kontakt an.
4. **Fehlersimulation** – öffnen Sie den Öffnerkontakt manuell (z. B. mit einem Testtaster) und beobachten Sie die LED-Reaktion sowie den Ausgangszustand in der SPS.
5. **Analyse der PNOZ-s7-Protokolle** – prüfen Sie in der Diagnosesoftware (z. B. Pilz SafeLogic) die Fehlerhistorie und Reaktionszeiten.

Featured Snippet: Um eine Sperre der Sicherheitsschleife zu diagnostizieren, lesen Sie zunächst die LED-Codes am **Pilz PNOZ s7** ab, messen Sie anschließend die Spannung an den Klemmen Y1-Y2 und prüfen Sie den Widerstand des Öffnerkontakts am **Siemens 3RT10**. Schließt die Schleife nicht, liegt eine physische Ursache vor; andernfalls suchen Sie nach Logikfehlern in der Kat.-3/4-Konfiguration.

Welche vorbeugenden Maßnahmen sollten umgesetzt werden, um eine Schleifensperre zu vermeiden?

Vorbeugung erfordert sowohl die richtige Komponentenauswahl als auch regelmäßige Wartung.

Konstruktion und Komponentenauswahl

- Verwenden Sie **Siemens SIRIUS 3RT10**-Schütze mit zusätzlichen Hilfskontakten vom Typ „Spiegelkontakt“ – sie ermöglichen die Erkennung eines verschweißten Hauptkontakts. Mechanisch zwangsgeführte Kontakte sollten zur Rückführschleife des Sicherheitsrelais geführt werden.
- Setzen Sie Überspannungsschutzbeschaltungen (RC-Glieder, Varistoren) gemäß den Empfehlungen von Siemens ein (z. B. ein *RC-Beschaltungsglied mit $470 \Omega / 470 \text{ nF}$* als Richtwert) an der Spulenwicklung, um Lichtbogenbildung zu reduzieren und die Kontaktlebensdauer zu verlängern – die genaue Auswahl sollte anhand der Siemens-SIRIUS-Dokumentation für die jeweilige Spulenvariante überprüft werden.
- Wählen Sie die Sicherheitskategorie entsprechend den Anforderungen der Anwendung – ist **Kategorie 4** erforderlich, stellen Sie vollständige Redundanz und eine Diagnose mit $\text{DC} \geq 99 \%$ sicher.
- Überwachen Sie redundante Schütze mittels EDM-Schleife – kehrt ein Schütz nicht in seine Ruheposition zurück, bleibt die Schleife offen und blockiert einen Neustart.

Wartungsverfahren

1. Prüfen Sie alle 6 Monate den Widerstand der Öffnerkontakte – Austausch bei $> 1 \Omega$.

2. Führen Sie alle 12 Monate Funktionstests der EDM-Schleife mit den Testtastern am **PNOZ s7** durch.

3. Überwachen Sie die Fehlerhistorie in der Pilz-Software – eine schnelle Reaktion auf wiederkehrende Warnungen kann einen Ausfall verhindern.

Die Umsetzung dieser Praktiken minimiert sowohl das Risiko physischen Schützverschleißes als auch von Fehlern in der Sicherheitslogik.

FAQ

Warum lässt der PNOZ s7 nach dem Loslassen des Not-Halt-Tasters keinen Reset zu?

Weil die EDM-Schleife nicht schließt – meist verursacht durch einen offenen oder verschweißten Öffnerkontakt am **Siemens-3RT10**-Schütz, wodurch die LED im Zustand „Fault“ verbleibt.

Wie unterscheidet man einen physischen von einem logischen Fehler in einem Kat.-3-System?

Ein physischer Fehler zeigt sich durch das Nichtschließen der EDM-Schleife (0 V an Y1-Y2) und einen konstanten LED-Code „Fault“. Ein logischer Fehler in Kat. 3 äußert sich durch eine Signaldiskrepanz zwischen den beiden Kanälen bei gleichzeitig fehlendem physischem Defekt.

Kann der Austausch eines einzelnen Schützes ein System von Kat. 3 auf Kat. 4 anheben?

Nein. Kategorie 4 erfordert nicht nur bessere Komponenten, sondern auch eine vollständige Diagnose (DC $\geq$ 99 %) sowie die Erfüllung zusätzlicher Anforderungen der EN ISO 13849-1, die im Projekt validiert werden müssen.

Welche typischen LED-Codes am PNOZ s7 deuten auf ein Problem mit der EDM-Schleife hin?

Je nach Version zeigt die Kombination Power = ON, In1 = OFF, In2 = OFF, Out = OFF, Fault = ON eine offene EDM-Schleife an. Die genaue Beschreibung finden Sie in der Betriebsanleitung von **Pilz PNOZ s7**.

Lässt sich das Problem des Kontaktverschweißens durch Erhöhung des Steuerstroms umgehen?

Nein. Eine Erhöhung des Stroms beseitigt das physische Verschweißen nicht und kann die Situation verschlimmern. Der Schütz sollte ausgetauscht oder ein Spiegelkontakt zur Verschweißungserkennung eingesetzt werden.

Welche elektrischen Parameter sollte ein RC-Beschaltungsglied am 3RT10-Schütz erfüllen?

Ein typischer Richtwert ist ein Widerstand von 470 Ω und eine Kapazität von 470 nF, die genaue Auswahl hängt jedoch von der Versorgungsspannung der Spule und den Leitungseigenschaften ab – eine Rücksprache mit der Dokumentation von **Siemens SIRIUS** wird empfohlen.

Wo kann ich Ersatzteile für Siemens-SIRIUS-3RT10-Schütze und Pilz-PNOZ-s7-Module kaufen?

Enetiv ist Distributor führender Marken, darunter **ABB**, **Danfoss**, **Siemens** und **Pilz**, und bietet wettbewerbsfähige Preise für Sicherheits- und Automatisierungskomponenten. Für ein Angebot und eine technische Beratung besuchen Sie enetiv.com/kontakt.

Quellen

- Pilz. „PNOZ s7 Operating Manual" (21399-EN-10) – Versorgungsklemmen A1/A2, Rückführschleife, Warnhinweis zum Nichtanschießen von A1 und Y1/Y2 an das Erweiterungsmodul:
https://www.pilz.com/download/open/PNOZ_s7_Operat_Man_21399-EN-10.pdf
- Pilz. „PNOZ s7.1 Datasheet" – Klemmenkonfiguration und Erweiterungsmodul:
https://pim.galco.com/Manufacturer/Pilz/TechDocument/Data%20Sheet/pnoz_s7_1_dat.pdf
- Siemens. „SIRIUS 3RT10 Contactor Series – Technical Specifications." Produktdokumentation zu Hilfskontakten und Rückführanforderungen.
- ISO 13849-1:2015. „Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design." Norm zur Definition der Sicherheitskategorien 3 und 4 sowie der Anforderungen an Redundanz und Diagnose.
- IEC 62061:2021. „Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems." Internationale Norm zu Sicherheitsintegritätsleveln.