

# Funktionale Sicherheit und Safety Integrity Level (SIL)

Strömungsüberwachung  
mit SIL 1 & SIL 2



# SEIKOM ELECTRONIC

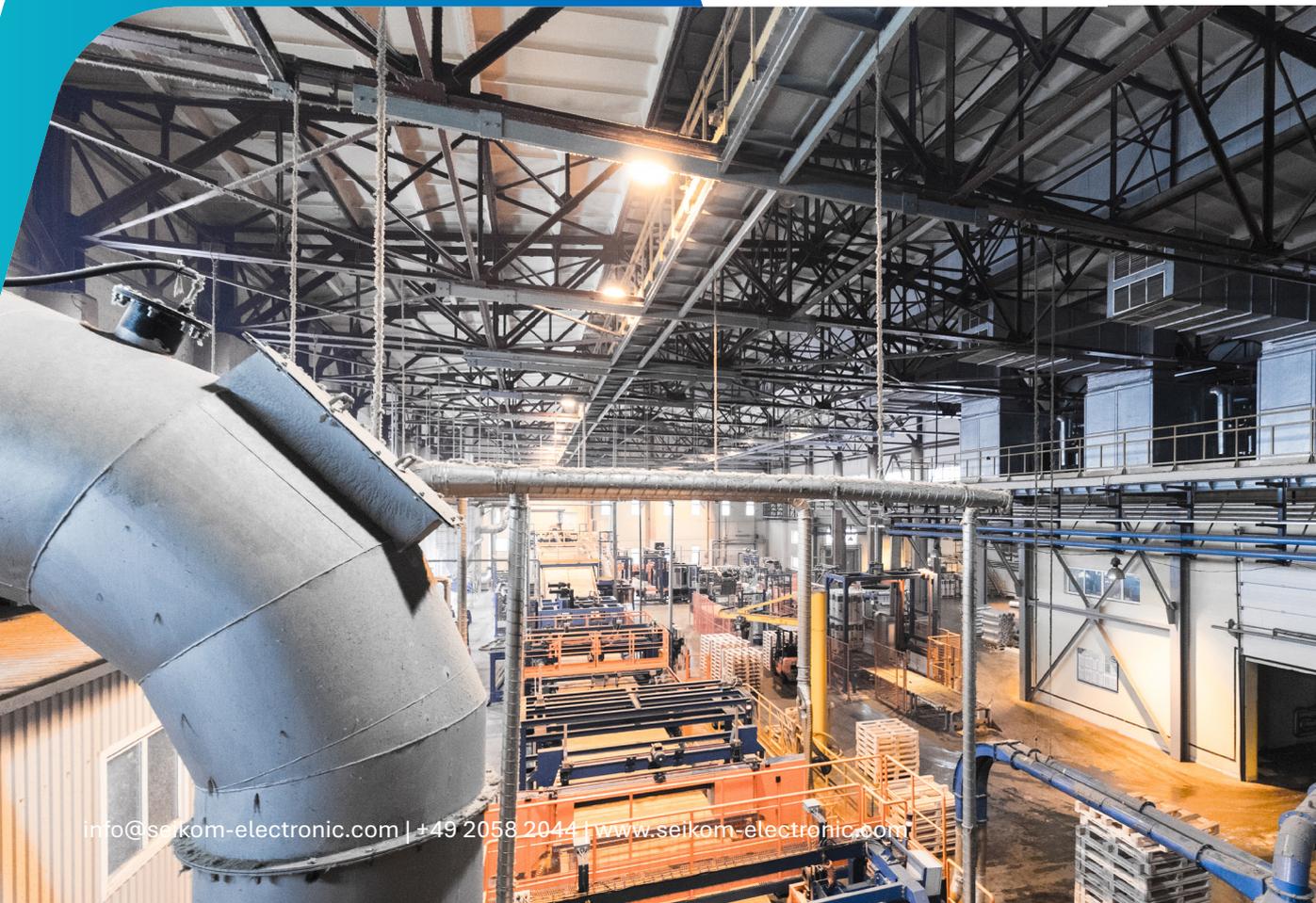
**SEIKOM Electronic ist ein führender Hersteller von industrieller Sensorik mit einem Schwerpunkt auf Strömungs-, Temperatur- und Druckmessung.**

Die von SEIKOM Electronic entwickelten Sensoren werden weltweit überall dort eingesetzt, wo Gase oder Flüssigkeiten gesteuert, gemessen und geregelt werden. Industrieanlagen, Kraftwerke, Gas- und Wassernetzwerke, Anlagen der Wasser- und Abwasseraufbereitung sowie Herstellung und der Transport von Wasserstoff sind nur einige Anwendungsbereiche, in denen Technologie von SEIKOM Electronic zum Einsatz kommt.

## **Experten für industrielle Sensortechnik**

Seit der Gründung des Unternehmens vor 30 Jahren haben wir uns auf die Entwicklung, die Herstellung, den Vertrieb und den Service von Durchflusssensoren fokussiert.

Unsere Produkte sind weltweit bekannt für ihre Langlebigkeit, Zuverlässigkeit und Präzision. Als mittelständisches Privatunternehmen hat sich SEIKOM Electronic über die Jahre zu einem erfolgreichen Global Player mit mehr als 10.000 Kunden weltweit entwickelt. Unser Team bietet Ihnen kompetenten Service, wo immer Sie sind.



# Funktionale Sicherheit

SEIKOM Electronic bietet Ihnen eine wachsende Auswahl an Sensoren, die für sicherheitsrelevante Systeme bis SIL 2 zugelassen sind.

Unsere Produkte tragen weltweit zum sicheren Betrieb technischer Anlagen bei. International anerkannte Prüfinstitute haben die Sicherheitsleistung und SIL-Fähigkeit unserer Produkte bewertet.

In dieser Broschüre finden Sie eine Einführung in das Konzept der Funktionalen Sicherheit und die SIL-Fähigkeit unserer Produkte.

Zusätzliche Informationen wie Zertifikate, Prüfberichte und Sicherheitsdaten können Sie bei unserem Team anfordern oder von unserer Website unter [www.seikom-electronic.com](http://www.seikom-electronic.com) herunterladen.



## INHALT

Risikoreduzierung durch Funktionale Sicherheit	4
Normen zur Funktionalen Sicherheit	6
Wie wird Funktionale Sicherheit erreicht?	7
Sicherheitsfunktion und Sicherheitstechnisches System	8
Kriterien für die Risikoreduzierung	10
Ermittlung der SIL-Fähigkeit	11
Anwendungsbereiche für Durchflussmessgeräte mit SIL-Klassifizierung	12
Strömungssensoren von SEIKOM Electronic mit SIL-Klassifizierung	13
SIL 1-zertifizierte Strömungswächter	14
SIL 2-zertifizierte Strömungswächter	16
Bestellschlüssel	18
Über SEIKOM Electronic	19





# RISIKOREDUZIERUNG DURCH FUNKTIONALE SICHERHEIT

Fragen zur Sicherheit moderner Industrieanlagen gewinnen immer mehr an Bedeutung, insbesondere in Bereichen mit Gefährdungspotenzial wie Chemieanlagen, Kraftwerken sowie in explosionsgefährdeten Bereichen.

Zur Überwachung von Prozessen, die eine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen, werden heute zunehmend moderne Sicherheitssysteme eingesetzt, die im Störfall eingreifen. Solche Systeme schalten beispielsweise eine Anlage im Notfall ab, stoppen die Zufuhr gefährlicher Stoffe, sorgen für Kühlung oder öffnen Überdruckventile. Um die von einer Anlage ausgehenden Gefahren zu reduzieren, müssen diese Systeme im Notfall ihre Sicherheitsfunktion zuverlässig erfüllen und dürfen nicht ausfallen.

Doch wie können Anlagenbetreiber und Gerätehersteller sicherstellen, dass die eingesetzten Systeme sicher funktionieren und die notwendigen Anforderungen erfüllen? Wie lassen sich Ausfallrisiken bewerten?

Die Normen zur funktionalen Sicherheit IEC 61508 und IEC 61511 geben eine Antwort. Sie beschreiben Methoden, um die Ausfallrisiken moderner, oft softwaregesteuerter Systeme zu bewerten und Maßnahmen zur Risikominderung festzulegen.

## Was ist Funktionale Sicherheit?

Funktionale Sicherheit gemäß IEC 61508 bezieht sich auf Systeme, die Sicherheitsfunktionen ausführen und deren Ausfall ein erhebliches Risiko für Mensch und Umwelt darstellt.

Um funktionale Sicherheit zu erreichen, muss eine Sicherheitsfunktion im Störfall dafür sorgen, dass ein technisches System in einen sicheren Zustand geführt wird oder in einem sicheren Zustand bleibt. In der Prozessindustrie geht es bei der funktionalen Sicherheit also nicht um die grundsätzlichen Gefahren eines Produktes oder einer Anlage, wie z.B. rotierende Teile, sondern um die Gefahren, die von einer Anlage durch den Ausfall einer Sicherheitsfunktion ausgehen können.

Ziel der funktionalen Sicherheit ist es, die Wahrscheinlichkeit von gefährlichen Ausfällen und damit auch die Risiken für Mensch und Umwelt auf ein akzeptables Maß zu reduzieren.

Insgesamt leistet die funktionale Sicherheit - zusammen mit anderen Maßnahmen wie dem Brandschutz, der elektrischen Sicherheit oder dem Explosionsschutz - einen wichtigen Beitrag zur Gesamtsicherheit einer Anlage.

## Was ist SIL?

SIL ist ein Begriff, der eng mit der funktionalen Sicherheit verbunden ist. SIL steht für Sicherheitsintegritätslevel (engl. Safety Integrity Level) und ist eine Einheit zur Messung der Risikoreduzierung durch Sicherheitsfunktionen. Je größer die Gefahren sind, die von einem Prozess oder System ausgehen, desto höher sind die Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Sicherheitsfunktionen.

Die IEC 61508 definiert vier verschiedene Stufen von Sicherheitsanforderungen, SIL 1 bis SIL 4, wobei SIL 4 die höchsten und SIL 1 die niedrigsten Anforderungen an die Sicherheit stellt. Für jede dieser Stufen sind bestimmte Ausfallwahrscheinlichkeiten definiert, die eine Sicherheitsfunktion nicht überschreiten darf. Welche SIL erforderlich ist, kann auf der Grundlage einer Risikobewertung bestimmt werden.



## Welche Rolle spielt SEIKOM Electronic?

SEIKOM Electronic Produkte werden als Komponenten in Systemen eingesetzt, die Sicherheitsfunktionen erfüllen. Deshalb haben wir - in Zusammenarbeit mit unabhängigen Prüfinstituten wie TÜV und exida - untersucht, für welche Safety Integrity Level unsere Geräte eingesetzt werden können. Anhand der im Prozess ermittelten Spezifikationen und Sicherheitskennzahlen können Anlagenplaner die passenden Geräte für die jeweiligen Sicherheitsanforderungen auswählen.

# NORMEN ZUR FUNKTIONALEN SICHERHEIT



## IEC 61508

Die IEC 61508 ist eine der wichtigsten weltweit gültigen Normen für die funktionale Sicherheit von elektrischen, elektronischen oder programmierbar elektronischen Systemen, die Sicherheitsfunktionen ausführen. Die Anforderungen der Norm werden auch auf andere, zum Beispiel mechanische, Komponenten angewendet. Seit 2010 ist eine neue Version der Norm verfügbar. Die Norm richtet sich als generische Grundnorm an Systemplaner, Anlagenbetreiber sowie Gerätehersteller und wird durch weitere, anwendungsspezifische Normen ergänzt, zum Beispiel die IEC 61511 für die Prozessindustrie.

### Konzept der Risikominderung

Ziel ist es, die Risiken von Prozessen und Anlagen durch den Einsatz von sicherheitsgerichteten Systemen zu reduzieren. Die Norm geht davon aus, dass es nicht möglich ist, alle Risiken zu eliminieren. Sie bietet jedoch Methoden zur Risikoanalyse, Risikominderung und Quantifizierung des Restrisikos.

### Anforderungen an sicherheitsrelevante Systeme

Die Norm beschreibt die Anforderungen an sicherheitsbezogene Systeme und Sicherheitsfunktionen und definiert Sicherheits-Integritätslevel (SIL). Daraus werden entsprechende SIL-Anforderungen an die verwendeten Systemkomponenten abgeleitet.

### Betrachtung des Lebenszyklus

Um die Ausfallrisiken zu minimieren, wird der gesamte Sicherheitslebenszyklus der Komponenten berücksichtigt, von der Spezifikation über die Realisierung bis zur Stilllegung.

## IEC 62061

Diese Norm befasst sich mit der Sicherheit von Maschinen. Die Anforderungen an die funktionale Sicherheit sind von der IEC 61508 abgeleitet. Die IEC 62061 verwendet die Sicherheitsintegritätslevel SIL 1 bis SIL 3 und richtet sich in erster Linie an Anlagenplaner und -betreiber.

## IEC 61511

Diese Norm enthält die anwendungsspezifische Umsetzung der IEC 61508 speziell für die Prozessindustrie, insbesondere die chemische und petrochemische Industrie. Sie definiert die Anforderungen an sicherheitsbezogene Systeme, die in prozesstechnischen Anlagen zur Risikominderung eingesetzt werden. Dabei werden die Sicherheitsintegritätsstufen SIL 1 bis SIL 4 als Maß für die erforderliche Risikominderung herangezogen. Die Norm richtet sich in erster Linie an Anlagenplaner und -betreiber.

## EN ISO 13849

Die EN ISO 13849 zur Sicherheit von Maschinen befasst sich mit Sicherheitsanforderungen an die Gestaltung und Integration sicherheitsbezogener Teile von Steuerungssystemen. Sie nimmt eine Klassifizierung nach Performance Levels (PL) vor. Der PL stellt eine Maßnahme zur Verringerung des von der Maschine ausgehenden Risikos dar. Die Klassifizierung geht von "a" bis "e", wobei "e" den höchsten Performance Level darstellt.

In Deutschland wird die funktionale Sicherheit nach EN ISO 13849 häufig in der Wasserkraft, im Stahlwasserbau, bei Trocknungs- und Extrusionsprozessen gefordert.



# WIE WIRD FUNKTIONALE SICHERHEIT ERREICHT?

## SICHERHEITSTECHNISCHE BEURTEILUNG

Um funktionale Sicherheit zu erreichen, müssen die Risiken, die von einer Anlage oder einem Prozess ausgehen, analysiert werden. Hier bieten die Normen IEC 61508 und 61511 eine anerkannte Methode zur Risikobewertung. Durch eine differenzierte sicherheitstechnische Beurteilung werden diejenigen Prozesse identifiziert, von denen tatsächlich ein Risiko ausgeht. So können Maßnahmen zur Risikominderung gezielt dort ansetzen, wo sie wirklich erforderlich sind.

### Welche Prozesse sind gefährlich?

Zunächst wird untersucht, welche Prozesse in einer Anlage eine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen, wenn sie außer Kontrolle geraten.

### Bestimmung der SIL-Anforderungen

Für jeden der gefährlichen Prozesse wird dann das Ausmaß der Gefahr und des Schadens, der durch eine Störung entstehen könnte, untersucht. Für die Bewertung kann ein Risikodiagramm, wie unten dargestellt, verwendet werden. Abhängig vom Ausmaß der Gefahr und der Eintrittswahrscheinlichkeit wird festgelegt, ob ein Prozess durch eine Sicherheitsfunktion abgesichert werden muss und welchen Sicherheitsintegritätslevel (SIL) diese Sicherheitsfunktion erreichen muss.

## Auswahl der geeigneten Komponenten

Basierend auf dem geforderten Safety Integrity Level werden die Komponenten zur Realisierung der Sicherheitsfunktion ausgewählt. Um dies zu vereinfachen, haben Gerätehersteller wie SEIKOM Electronic ihre Produkte auf die Eignung für die verschiedenen Sicherheitsintegritätsstufen geprüft.

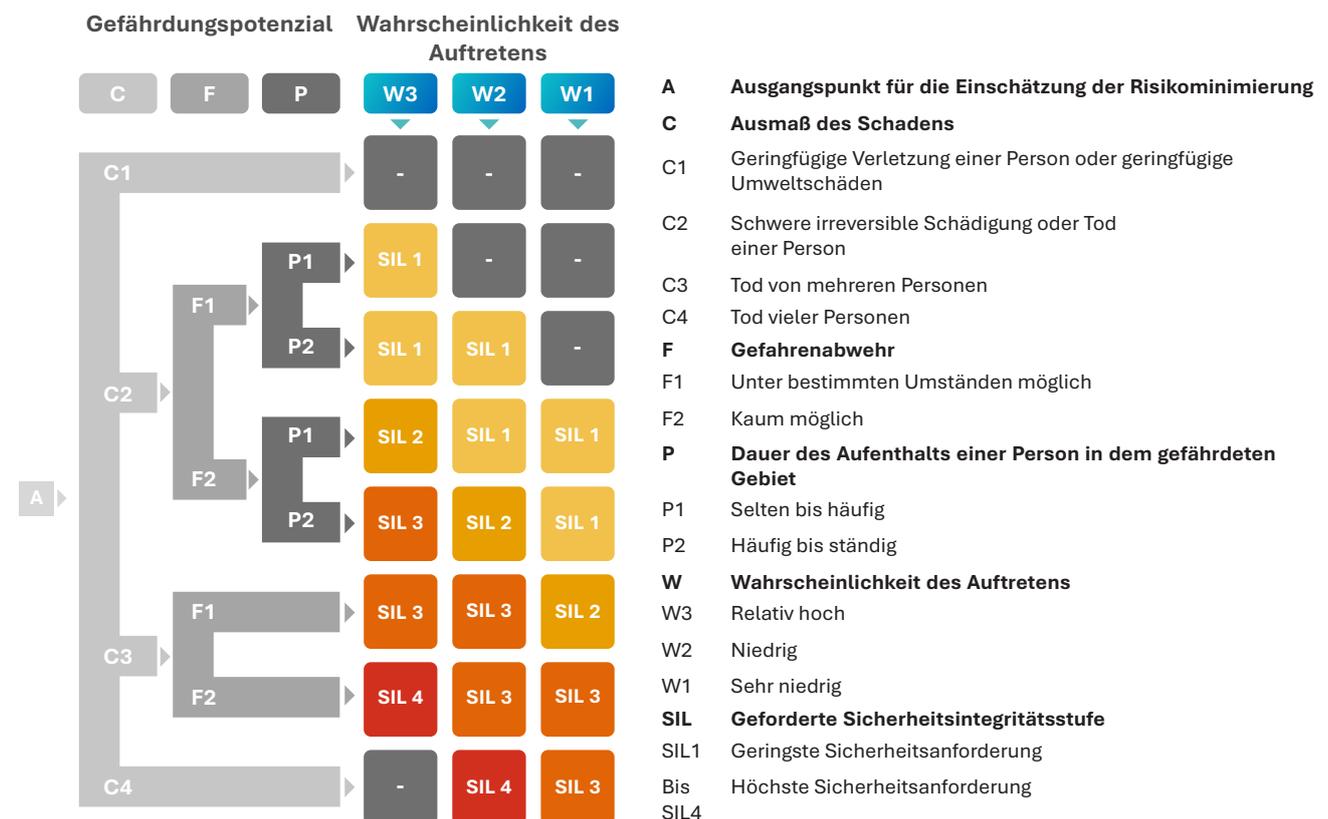
## Vermeidung von systematischen Fehlern

Um Fehler zu vermeiden, die bei der Planung, Realisierung, Inbetriebnahme und dem Betrieb auftreten können - zum Beispiel eine falsche Auslegung oder eine falsche Verdrahtung - müssen bestimmte Verfahren zur Fehlervermeidung eingehalten und geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Diese sind abhängig von dem zu erreichenden SIL.

## Überprüfung der SIL-Anforderungen

Anhand der Sicherheitskennzahlen der verwendeten Geräte und der dokumentierten Fehlervermeidungsmaßnahmen wird für jede Sicherheitsfunktion geprüft, ob sie den geforderten SIL erreicht. Sollte dies nicht der Fall sein, müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden.

## Beispiel eines Risikodiagramms für eine sicherheitskritische Bewertung gemäß IEC 61508/ 61511



# SICHERHEITSFUNKTION UND SICHERHEITSTECHNISCHES SYSTEM

## WAS IST EINE SICHERHEITSFUNKTION (SIF)?

Sicherheitsfunktionen (engl. Safety Instrumented Function, SIF) sind Schutzmaßnahmen, die nur im Falle einer Störung aktiviert werden und verhindern, dass Menschen, Umwelt und Eigentum zu Schaden kommen. Funktionale Sicherheit ist dann gegeben, wenn die Sicherheitsfunktionen in solchen Situationen zuverlässig funktionieren. Eine typische Sicherheitsfunktion ist z. B. die automatische Notabschaltung eines Prozesses.

## WAS IST EIN SICHERHEITSGERICHTETES SYSTEM (SIS)?

Eine Sicherheitsfunktion wird durch die Komponenten eines so genannten sicherheitstechnischen Systems (SIS) realisiert. Ein solches System besteht in der Regel aus den Komponenten Sensor, übergeordnete Sicherheitssteuerung und Aktor.

Bei der Messung des Durchflusses besteht der Aktor häufig aus den Komponenten Stellantrieb und Ventil.

Bei der Beurteilung, ob eine Sicherheitsfunktion den geforderten SIL erreicht, sind die systematische Eignung und die Sicherheitskennzahlen aller einzelnen Komponenten des sicherheitsrelevanten Systems zu berücksichtigen.

# KRITERIEN FÜR DIE RISIKOREDUZIERUNG

Bei der Sicherheitsbewertung eines Prozesses wird für jede Sicherheitsfunktion das erforderliche Sicherheitsintegritätslevel bestimmt.

Die internationalen Normen IEC 61508 und IEC 61511 definieren drei Hauptkriterien, die die Sicherheitsfunktion bzw. das SIS erfüllen muss, um die geforderte Risikominderung zu erreichen:

- **Systematische Eignung**
- **Erlaubte mittlere Ausfallwahrscheinlichkeit bei Anforderung**
- **Architektureinschränkungen**

Diese Kriterien werden im Folgenden erläutert.

## WAS IST SYSTEMATISCHE EIGNUNG?

Der Zweck der systematischen Eignung (engl. Systematic Capability, SC) ist es, zu gewährleisten, dass eine Komponente prinzipiell für ein SIS mit einer bestimmten SIL-Anforderung geeignet ist. Die IEC 61508 definiert hierfür verschiedene Methoden:

- **Die erste Methode** (Pfad 1<sub>s</sub> in der Norm) verlangt, dass bestimmte Verfahren bei der Entwicklung, Herstellung, Wartung usw. eingehalten werden. Auf diese Weise sollen systematische Fehler, wie z. B. eine falsche Dimensionierung oder Fehler bei der Konstruktion von Bauteilen, vermieden werden. Diese Methode wird hauptsächlich bei neu zu entwickelnden Geräten eingesetzt.
- **Die zweite Methode** (Pfad 2<sub>s</sub>) basiert auf der Auswertung von Felddaten, um eine Aussage über die Betriebssicherheit der Komponenten zu erhalten und die erforderliche Zuverlässigkeit nachzuweisen. Diese Methode wird hauptsächlich für Gerätetypen verwendet, für die bereits eine große Menge an Felddaten vorliegt. Bei der Auswahl eines SIS muss darauf geachtet werden, dass alle Komponenten die für den SIL des Gesamtsystems erforderliche systematische Eignung aufweisen.

# KRITERIEN FÜR DIE RISIKOREDUZIERUNG

## MITTLERE AUSFALLWAHRSCHEINLICHKEIT BEI ANFORDERUNG (PFD UND PFH)

Der PFD<sub>avg</sub>-Wert (engl. Average Probability of Dangerous Failure on Demand) beschreibt die mittlere Wahrscheinlichkeit, dass die Sicherheitsfunktion bei Anforderung nicht ausgeführt werden kann. Die IEC 61508 legt für jeden der vier Sicherheitsintegritätslevel einen zulässigen Bereich für die Ausfallwahrscheinlichkeit fest. SIL 1 stellt die niedrigste Sicherheitsstufe dar, SIL 4 die höchste. Je höher die Sicherheitsstufe, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Sicherheitsfunktion bei Anforderung ausfällt.

Dabei spielt nicht nur das Schadensausmaß im Fehlerfall eine Rolle, sondern auch die Häufigkeit, mit der ein Fehler erwartet und damit die entsprechende Sicherheitsfunktion angefordert wird. Die IEC 61508 unterscheidet zwischen den Betriebsarten Low Demand, High Demand und Continuous Mode.

### Low Demand Mode

Betriebsart mit geringer Anforderungshäufigkeit, bei der die Sicherheitsfunktion nicht häufiger als einmal im Jahr angefordert wird. Diese Betriebsart gilt häufig für die Prozessindustrie beim Einsatz von Strömungswächtern.

Hierbei wird nur die Sicherheitsfunktion betrachtet: Ein Antrieb, der sowohl für eine Sicherheitsfunktion als auch für das "normale" Öffnen und Schließen verwendet wird, darf im regulären Betrieb durchaus häufiger ein Ventil öffnen und schließen. Eine Störung, die ein sicheres Schließen des Ventils erfordert, ist allerdings nicht häufiger als einmal im Jahr zu erwarten.

### Zulässige PFD-Werte für den Low Demand Mode

Sicherheitsintegritätslevel	Zulässiger PFD <sub>avg</sub> -Wert (Low Demand)	Theoretisch zulässige Ausfälle bei Anforderung die Sicherheitsfunktion
SIL 1	$\geq 10^2 \dots < 10^1$	Ein gefährlicher Ausfall in 10 Jahren zulässig
SIL 2	$\geq 10^3 \dots < 10^2$	Ein gefährlicher Ausfall in 100 Jahren zulässig
SIL 3	$\geq 10^4 \dots < 10^3$	Ein gefährlicher Ausfall in 1.000 Jahren zulässig
SIL 4	$\geq 10^5 \dots < 10^4$	Ein gefährlicher Ausfall in 10.000 Jahren zulässig

### High Demand Mode and Continuous Mode

In der Betriebsart mit hoher Anforderungsrate (engl. High Demand Mode) wird die Sicherheitsfunktion häufiger als einmal pro Jahr angefordert. In der Betriebsart mit kontinuierlicher Anforderung (engl. Continuous Mode) arbeitet die Sicherheitsfunktion kontinuierlich. In diesen beiden Betriebsarten ist das Maß für die Sicherheit die Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde und wird als PFH-Wert (engl. Probability of Failure per Hour) angegeben.

Die PFD- und PFH-Werte werden zunächst für jede Komponente eines Sicherheitssystems einzeln berechnet. Ein Sicherheitsintegritätslevel beschreibt jedoch eine Eigenschaft einer gesamten Sicherheitsfunktion und nicht die einer einzelnen Komponente. Daher muss aus den PFD- bzw. PFH-Werten der einzelnen Komponenten der Gesamtwert für die Sicherheitsfunktion berechnet werden.

## ARCHITECTUREINSCHRÄNKUNGEN

Die Architektur eines SIS sollte so robust und fehlertolerant wie möglich sein. Grundsätzlich gibt die IEC 61508-2:2010 zwei Methoden vor, um den maximal erreichbaren SIL aufgrund von Einschränkungen durch die Systemarchitektur (engl. Architectural Constraints, AC) zu erreichen:

- Der Pfad 1<sub>H</sub> in der IEC 61508 basiert auf einer Klassifizierung nach einem Mindestwert für den Anteil sicherer Fehler (engl. Safe Fail Fraction, SFF) in Kombination mit einer ausreichenden Redundanz in der Systemarchitektur auf Basis der Hardware-Fehlertoleranz (engl. Hardware Fault Tolerance, HFT).
- Die zweite Methode, Pfad 2<sub>H</sub>, ermöglicht eine vereinfachte Klassifizierung allein auf der Grundlage der HFT. Es müssen jedoch weitere Bedingungen erfüllt sein, z. B. ist auch eine umfangreiche Felderfahrung mit den Komponenten erforderlich.

### Anteil Sicherer Fehler (SFF)

Der SFF-Wert (engl. Safe Failure Fraction, SFF) beschreibt den prozentualen Anteil der sicheren und der erkannten gefährlichen Ausfälle an der Gesamtzahl der Ausfälle. Ausfälle sind sicher, wenn ihr Auftreten das System in einen sicheren Zustand bringt oder es dort hält. Je höher dieser Wert ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Systemausfalls.

### Hardware Fault Tolerance (HFT)

Die HFT (engl. Hardware Fault Tolerance) ist die Fähigkeit einer Funktionseinheit, eine geforderte Sicherheitsfunktion auch bei Fehlern oder Abweichungen weiterhin auszuführen. Eine Hardware-Fehlertoleranz von N bedeutet, dass N + 1 Fehler zu einem Ausfall der Sicherheitsfunktion führen können. Ist die Hardware-Fehlertoleranz beispielsweise gleich Null, kann bereits ein Fehler zum Ausfall der Sicherheitsfunktion führen. Die HFT kann in der Regel durch einen redundanten Systemaufbau erhöht werden.

# KRITERIEN FÜR DIE RISIKOMINDERUNG

## Gerätetyp

In der IEC 61508 wird zwischen einfachen und komplexen Geräten unterschieden:

- **Einfache Geräte** - Typ A  
Geräte des Typs A sind „einfache“ Geräte, bei denen das Ausfallverhalten der Komponenten vollständig bekannt ist. Sie enthalten z. B. Relais, Widerstände und Transistoren, aber keine komplexen elektronischen Bauteile wie Mikrocontroller.
- **Komplexe Geräte** - Typ B  
Geräte vom Typ B sind „komplexe“ Geräte, die elektronische Komponenten wie Mikrocontroller, Mikroprozessoren und ASICs enthalten. Mit diesen Komponenten und insbesondere bei softwaregesteuerten Funktionen, ist es schwierig, alle Fehler vollständig zu bestimmen.

## Je komplexer die Geräte, desto höher die Anforderungen

Wie aus den beiden folgenden Tabellen ersichtlich ist, gelten für Geräte des Typs B wesentlich höhere Anforderungen als für Geräte des Typs A.

### SFF und HFT für Geräte vom Typ A (Pfad 1<sub>H</sub>)

SFF (Anteil sicherer Fehler)	HFT (Hardwarefehler toleranz)		
	0	1	2
<60%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
60% - <90%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
90% - <99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4
≥99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4

### SFF und HFT für Geräte vom Typ B (Pfad 1<sub>H</sub>)

SFF (Anteil sicherer Fehler)	HFT (Hardwarefehler toleranz)		
	0	1	2
<60%	nicht zulässig	SIL 1	SIL 2
60% - <90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% - <99%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
≥99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4

Die folgenden Kennzahlen werden für die Bewertung der verschiedenen Kriterien für die Risikominderung herangezogen:

## AUSFALLRATEN

Für die Sicherheit eines Systems ist die Analyse möglicher Fehlerquellen von entscheidender Bedeutung. Die Betrachtung der Ausfallrate Lambda bildet die Grundlage für die Berechnung der anderen Sicherheitskennzahlen. Bei der Betrachtung der Ausfallraten  $\lambda$  wird unterschieden, welche Fehler gefährlich und welche harmlos sind, d.h. keinen Einfluss auf die korrekte Ausführung der Sicherheitsfunktion haben. Darüber hinaus wird untersucht, ob Fehler diagnostiziert werden können.

### Anzahl der sicheren Ausfälle pro Zeiteinheit (Lambda Safe $\lambda_{safe}$ )

Ein Ausfall gilt als sicher, wenn er die Sicherheitsfunktion auslöst und ausführt. Die Einheit Failure in Time (FIT) gibt die Anzahl der Ausfälle an, die in  $10^9$  Stunden auftreten: 1 FIT bedeutet einen Ausfall pro  $10^9$  Stunden oder einen Ausfall pro 114.000 Jahre.

### Anzahl der entdeckten gefährlichen Ausfälle pro Zeiteinheit (Lambda Dangerous Detected, $\lambda_{DD}$ )

Der Ausfall eines Bauteils wird als gefährlich eingestuft, wenn die Sicherheitsfunktion daher nicht ausgeführt werden kann. Die Anzahl der durch Diagnosetests festgestellten gefährlichen Ausfälle pro  $10^9$  Stunden wird angegeben.

### Anzahl der unentdeckten gefährlichen Ausfälle pro Zeiteinheit (Lambda Dangerous Undetected, $\lambda_{DU}$ )

Angegeben wird die Anzahl der unentdeckten gefährlichen Ausfälle pro  $10^9$  Stunden.

### Diagnosedeckungsgrad gefährlicher Fehler (Diagnostic Coverage of Dangerous Failures, DCD)

Anteil der durch Maßnahmen der zur Fehlerdiagnose erkannten Rate gefahrbringender Ausfälle  $\lambda_{DD}$  an der Gesamtrate der gefahrbringenden Ausfälle in Prozent.

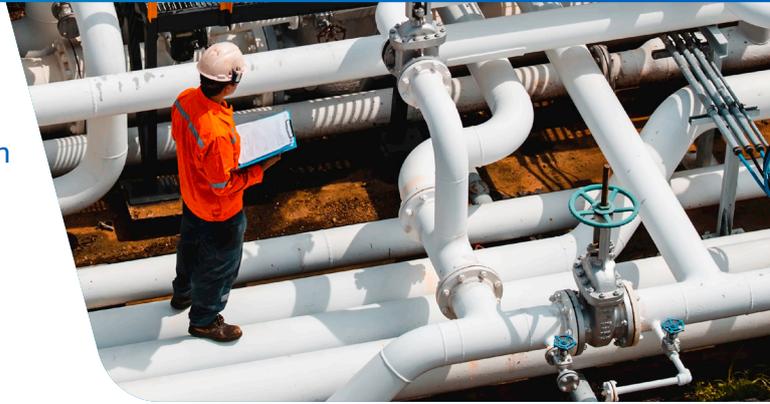
## INTERVALL FÜR WIEDERHOLUNGSPRÜFUNGEN ( $T_{PROOF}$ )

Die Sicherheitsfunktion muss in regelmäßigen, vom Betreiber festgelegten Abständen durch eine Wiederholungsprüfung (engl. Proof-Test) auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden. Dies ist notwendig, um sowohl systematische als auch zufällige Fehler, die bisher nicht bemerkt wurden, zu erkennen. Der PFD-Wert kann verbessert werden, indem die Zeit zwischen zwei Wiederholungsprüfungen verkürzt wird.



# BESTIMMUNG DER SIL-FÄHIGKEIT

Der entscheidende Faktor für die Sicherheit einer Sicherheitsfunktion ist immer die SIL-Fähigkeit des gesamten sicherheitstechnischen Systems mit allen Komponenten



## SIL-FÄHIGKEIT EINER SICHERHEITSFUNKTION

Bei der Bewertung und Klassifizierung der Sicherheitsfunktion gemäß IEC 61508 müssen alle drei Hauptkriterien berücksichtigt werden: Systematische Eignung, Ausfallwahrscheinlichkeit bei Anforderung und Architektureinschränkungen. Dabei sind jeweils die Werte für die einzelnen Komponenten des SIS zu berücksichtigen.

Es ist unbedingt zu beachten, dass der erreichbare SIL immer der niedrigste der drei Einzelwerte ist:

### Bewertung einer Sicherheitsfunktion

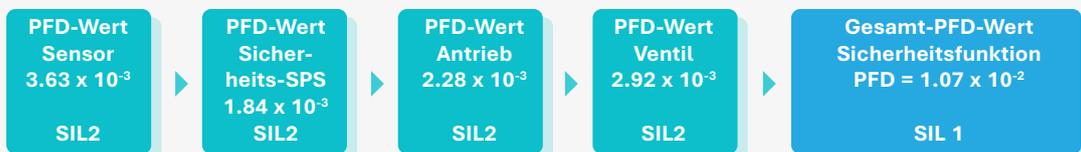
Einstufung des SIF in Bezug auf	Maximal erreichbarer SIL
Systematische Eignung	SIL2 (SC = 2)
Ausfallwahrscheinlichkeit bei Anforderung	SIL 1
Architektonische Einschränkungen	SIL 2
<b>Gesamtbewertung der Sicherheitsfunktion</b>	<b>SIL 1</b>

### Beispiel für die Bestimmung des maximal erreichbaren SIL einer Sicherheitsfunktion (bei einkanalem Systemaufbau)

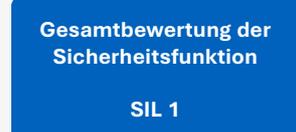
#### Bewertung der Systematischen Eignung (SC) einer Sicherheitsfunktion



#### Berechnung des Gesamt-PFD-Werts einer Sicherheitsfunktion



#### Berechnung der Architektureinschränkungen



# BEISPIELHAFTE ANWENDUNGSBEREICHE FÜR DURCHFLUSSMESSER MIT SIL



## Halbleiterindustrie

In der Halbleiterfertigung, insbesondere bei der Produktion von Wafern und Chips, ist eine genaue Kontrolle der Gasströme von entscheidender Bedeutung. SIL-zertifizierte Durchflusssensoren werden zur Überwachung der korrekten Durchflussrate und -geschwindigkeiten von Gasen eingesetzt, um eine stabile Produktionsumgebung zu gewährleisten.



## Rechenzentren

Rechenzentren benötigen eine effiziente Kühlung, um die Temperatur der elektronischen Geräte auf einem optimalen Niveau zu halten. SIL-konforme Strömungssensoren werden zur Überwachung des Luftstroms eingesetzt, um sicherzustellen, dass die Kühlung zuverlässig und innerhalb der vorgegebenen Parameter erfolgt.



## Kraftwerke

SIL-konforme Strömungssensoren werden in Wärmekraftwerken und Wasserkraftwerken eingesetzt, um die Strömung in Wärmetauschern, Lufteinlässen und Abgasen zu überwachen und so die Gesamtleistung der Anlage zuverlässig zu optimieren.



## Umwelt- und Anlagentechnik

SIL-konforme Durchflusssensoren werden in Maschinen und Anlagen zur Überwachung des Kühlprozesses eingesetzt, verhindern Verschleiß und Überhitzung und erhöhen die Lebensdauer der Maschinen.



## Prüfstände und Prüfeinrichtungen

In Prüfstandseinrichtungen werden SIL-zertifizierte Strömungssensoren zum Beispiel in Klimakammern oder Windkanälen eingesetzt, um die Strömungsgeschwindigkeit der Luft genau zu messen. Die Sensoren bieten eine zuverlässige Überwachung der Strömung, um präzise und reproduzierbare Prüfergebnisse zu erzielen und die Sicherheit der Prüfumgebung zu gewährleisten.



## Wasserstoffhaltige Umgebungen

In Umgebungen, in denen sich Wasserstoff bilden kann (z. B. in Batteriespeichern) oder entweichen kann (z. B. Garagen und Werkstätten von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen) gibt es häufig Vorgaben für die Zirkulation bestimmter Luftmengen, um die Bildung explosiver Gase zu verhindern.



# SEIKOM ELECTRONIC STRÖMUNGSWÄCHTER MIT SIL-ZERTIFIZIERUNG



Für Anlagenplaner und -betreiber ist es von zentraler Bedeutung, nur Komponenten einzusetzen, die den jeweiligen Sicherheitsanforderungen entsprechen.

SEIKOM Electronic bietet ein breites Portfolio an Produkten, die für unterschiedliche SIL-Anforderungen geeignet sind. Um unsere Kunden bei der Auswahl zu unterstützen, haben wir für ausgewählte Strömungswächter die SIL-Fähigkeit ermittelt und zertifiziert.

## Strömungswächter mit SIL 1: NLSW®45-3 SIL1



## Strömungswächter mit SIL 2: NLSW®45-3 SIL2



TUVNORD

## Zertifikat

Das eine Fertigungsstelle von Strommessern, die mit einem TÜV NORD CERT  
Zertifikat versehen werden.

SEIKOM-Electronic GmbH & Co. KG  
Furtwaststraße 20  
42459 Wülfrath  
Deutschland

Fertigungsstelle: SEIKOM-Electronic GmbH & Co. KG  
Furtwaststraße 20  
42459 Wülfrath  
Deutschland

Erzeugnisse: Industrielabor, Strömungswächter

Tag des Besuchs: 14.09.2023

Eigener der Besichtigung: Der Auftraggeber sollte sicherstellen, dass die Fertigungsstelle der aufgeführten Erzeugnisse  
bestimmte in angegebener und genehmigt ist, dass eine genehmigte Herstellung genehmigt ist.

Zertifizierungsstelle: TÜV NORD CERT  
Autoren: TÜV NORD CERT  
Anforderungen: I.4-854/02

Datum: 2023-09-27  
TÜV NORD CERT, Zertifizierungsstelle für Strommessern

TÜV NORD CERT GmbH  
Aut. TÜV 140307 Essen  
www.tuv-nord-cert.de  
product@tuv-nord.de

TUVNORDGROUP



## Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis

Project:  
Gas flow detector NLSW45-3

Customer:  
SEIKOM-Electronic GmbH & Co. KG  
Wülfrath  
Germany

Contract No.: SEIKOM Q2016-089  
Report No.: SEIKOM Q2016-089-R001  
Version V1, Revision R2, June 2023  
Jan Hettenbach

The document was prepared using best effort. The authors make no warranty of any kind and shall not be liable in  
any event for misreading or consequential damages in connection with the application of the document.  
© All rights on the format of this technical report reserved.



Alle Strömungssensoren  
sind optional mit ATEX-  
Zertifizierung für die  
Zonen 1 und 2 erhältlich

Strömungswächter der Serie  
NLSW®45-3 wurden von der  
Zertifizierungsstelle exida in  
Hinblick auf ihre SIL-Fähigkeit  
nach IEC 61508 klassifiziert.  
Darüber hinaus wird eine jährliche  
Fertigungsüberwachung durch den  
TÜV Nord durchgeführt.



# Highlights der SIL 1-klassifizierten Strömungswächter: NLSW®45-3 SIL1



Großer  
**Messbereich** von  
0,1 bis 35,0 m/s



**Signalausgang:**  
Wechsler-Kontakt  
(Relais)



**Medientemperatur  
bereich** von  
-25°C - 120°C



Optional erhältlich mit **ATEX-Zertifizierung** (Zonen 1 und 2):  
Lieferung inklusive 2 Zener-  
Barrieren

Robustes Material mit **Schutzart  
IP67 (Sensoren) und IP 65  
(Gehäuse)**, ideal für industrielle  
Umgebungen

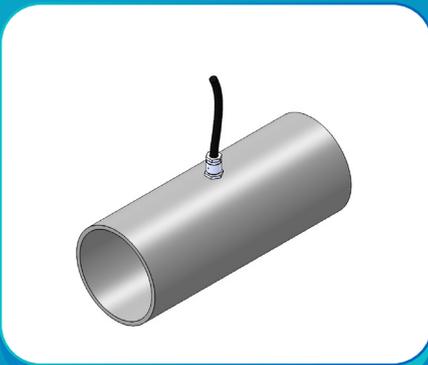
Verfügbar mit 230 V AC, 24 V DC  
und 24 V AC **Betriebsspannung**

**Einfache Konfiguration** des  
Schaltpunktes via. Potentiometer

Sensoren in **verschiedenen  
Eintauchtiefen und Kabellängen**  
erhältlich

## Montage-Optionen

**Direktes Einschrauben  
mittels PG7-Gewinde**



**Verwendung eines  
Montageflansches**



**Einschraubadapter  
(ATEX-zertifiziert)**



# Technische Details

Typ	NLSW®45-3 SIL1	
Betriebsspannung	24 V AC/DC	230 V AC 50/60 Hz
Artikelnummer	77029SIL1	63377SIL1
Spannungstoleranz	± 5%	± 6%
Leistungsaufnahme max.	3 VA	4,5 VA
Überspannungskategorie	II	
Signallampe Spannung	Grüne LED	
Umgebungstemperatur	-20°C ... 50°C	
Signalausgang Strömung	1 Relaiskontakt (Wechsler)	
Schaltfunktion bei Strömung	Relais wird aktiviert	
Strom- und Kontaktbelastbarkeit	250 V AC, 8 A, 2 kVA	
Mindestschaltleistung der Relais	10 mA / 5 V DC	
Signallampe Strömung	Gelbe LED	
Anlaufverzögerung	5 s ... 60 s	
Signallampe Anlaufverzögerung	Gelbe LED	
Medientemperaturbereich	-25°C ... 120°C	
Temperaturgradient	30 K/min	
Schaltpunkteinstellung	Einstellbar über Potentiometer	
Messbereich	0,1 ... 30,0 m/s	
Zugehöriger Sensor	F3.x SIL1	
Eintauchtiefe Sensor	50, 130, 165, 300, 400, 500 mm, Sonderlängen auf Anfrage	
Prozessanschluss	PG7-Gewinde	
Material des Sensors	MS58, vernickelt, optional aus Edelstahl erhältlich	
Druckfestigkeit	10 bar	
Elektrischer Anschluss	10 Klemmen, 2,5 mm <sup>2</sup>	
Schutzart Gehäuse	IP65	

## Strömungswächter mit SIL1-Zertifizierung: NLSW®45-3 SIL1

## Sensor F3 SIL1



Variante	Artikel Nr.	Netto-Listenpreis, EUR
24 V AC/DC	77029SIL1	310,10
230 V AC	63377SIL1	310,10

Variante	Artikel Nr.	Netto-Listenpreis, EUR
50 mm	50276Ex/50	303,70
130 mm	/130	333,50
165 mm	/165	340,90
300 mm	/300	387,60
400 mm	/400	425,50
500 mm	/500	466,80

## Strömungswächter mit SIL1- und ATEX-Zertifizierung: NLSW®45-3 Ex SIL1 (einschließlich 2 Zener-Barrieren)

## Sensor F3 SIL1



Variante	Artikel Nr.	Netto-Listenpreis, EUR
24 V AC	77029ACExSIL1	634,00
24 V AC	77029DCExSIL1	634,00
230 V AC	63377ExSIL1Gg	634,00

Variante	Artikel Nr.	Netto-Listenpreis, EUR
50 mm	50276ExSIL1/50	349,40
130 mm	/130	382,30
165 mm	/165	392,90
300 mm	/300	451,40
400 mm	/400	513,80
500 mm	/500	585,10

# Highlights des SIL 2-klassifizierten Strömungswächters:

## NLSW<sup>®</sup>45-3 SIL2



Großer **Messbereich** von 0,1 bis 35,0 m/s



**Signalausgang:**  
2 Wechselkontakte (Relais)



**Medientemperaturbereich** von -25°C - 120°C



Optional erhältlich mit **ATEX-Zertifizierung** (Zonen 1 und 2):  
4 Zener-Barrieren im Lieferumfang enthalten

Robuste Materialien mit **Schutzart IP67 (Sensoren) und IP 65 für das Gehäuse**, ideal für industrielle Umgebungen

Verfügbar mit 230 V AC, 24 V DC und 24 V AC  
**Betriebsspannung**

**Einfache Konfiguration** des Schaltpunktes mittels Potentiometer

Mit **2 redundanten Sensoren** für mehr Sicherheit

Sensoren in verschiedenen **Eintauchtiefen und Kabellängen** erhältlich



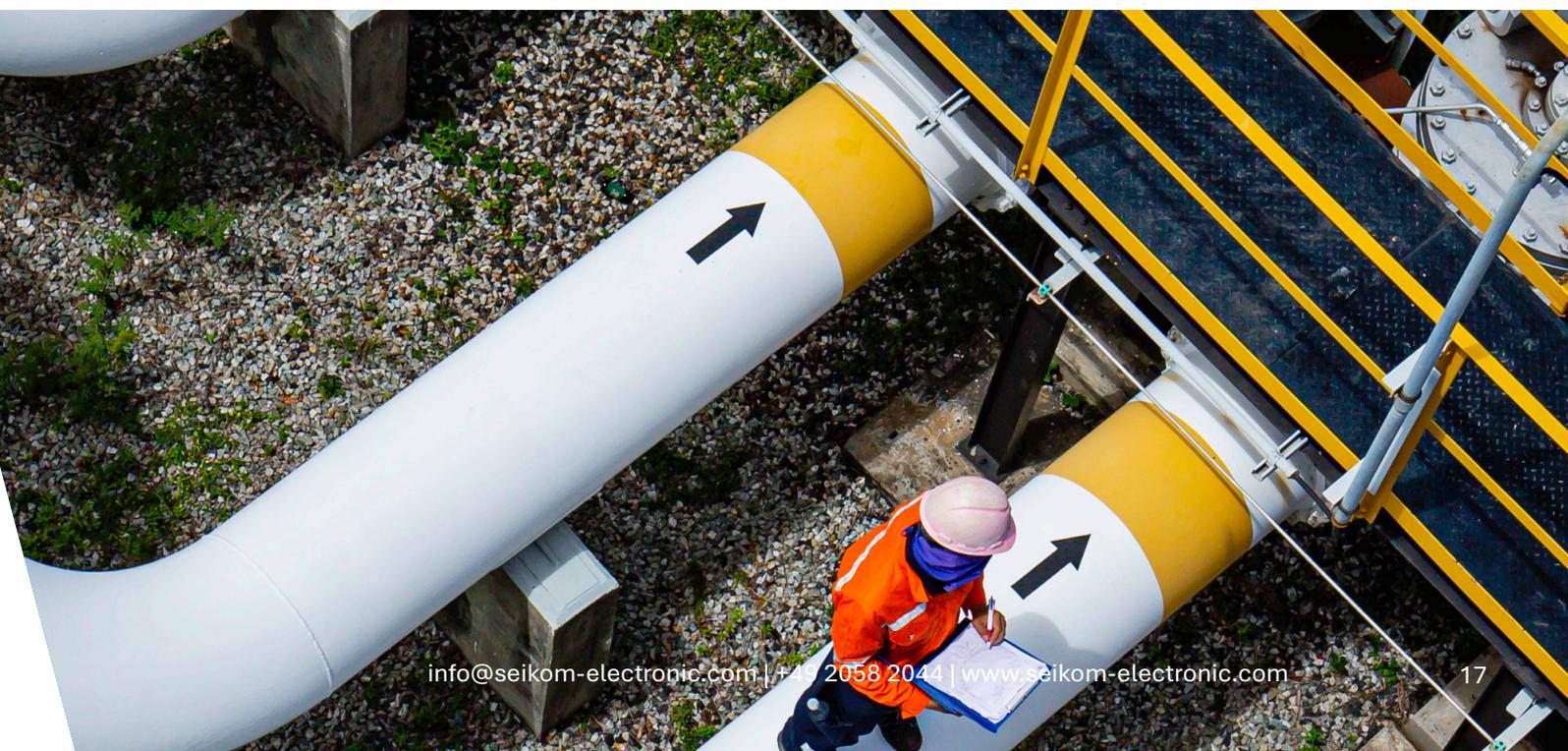
Der Strömungswächter NLSW<sup>®</sup>45-3 SIL2 wurde von der Zertifizierungsstelle exida im Hinblick auf seine SIL2-Fähigkeit nach EN/IEC 61508 klassifiziert. Darüber hinaus findet eine jährliche Fertigungsüberwachung durch den TÜV Nord statt.

**Ab Januar 2024 auch erhältlich mit Analogausgang (4-20 mA)**



# Technische Details

Typ	NLSW <sup>®</sup> 45-3 SIL2		NLSW <sup>®</sup> 45-3 Ex SIL		
Betriebsspannung	24 V AC/DC	230 V AC 50/60 Hz	24 V AC	24 V DC	230 V AC 50/60 Hz
Artikel Nummer	77029SIL2	63377SIL2	77029ACExSIL2_Gg	77029DCExSIL2_Gg	63377ExSIL2_Gg
Spannungstoleranz	± 10%	± 5%	± 5%		
Stromverbrauch	5 VA	11 VA	5 VA	11 VA	
Überspannungskategorie	II				
Signallampe Spannung	Grüne LEDs				
Umgebungstemperatur Gerät	-20°C ... 60°C		-20°C ... 50°C		
Schaltfunktion bei Strömung	Relais wird aktiviert				
Strom- und Kontaktbelastbarkeit	250 V AC, 8 A, 2 kVA				
Mindestschaltleistung der Relais	10 mA / 5 V DC				
Signallampe Strömung	Gelbe LEDs				
Anlaufüberbrückung	5 s ... 60 s				
Signallampe Anlaufüberbrückung	Gelbe LEDs				
Medientemperaturbereich	-20°C ... 120°C		0°C ... 60°C		
Temperaturkompensation	30 K/min				
Schaltpunkteinstellung	Einstellbar über Potentiometer				
Messbereich	0,1 ... 35,0 m/s		0,1 ... 20,0 m/s		
Zugehöriger Sensor	F3.x SIL2: 2 Sensoren erforderlich aufgrund des redundanten Aufbaus		F3.x Ex SIL2: 2 Sensoren erforderlich aufgrund des redundanten Aufbaus		
Sensor für die Eintauchtiefe	50, 130, 165, 300, 400, 500 mm und Sonderlängen auf Anfrage				
Prozessanschluss	PG7-Gewinde				
Material des Sensors	MS58, vernickelt, optional Edelstahl erhältlich				
Druckfestigkeit	10 bar				
Elektrischer Anschluss	14 Klemmstecker, 2,5 mm <sup>2</sup>				
Schutzart Gehäuse	IP65				
Schutzart Sensor	IP67				
Abmessungen des Gehäuses (L x W x H)	165 mm x 85 mm x 55 mm				
SIL-Zertifizierung	SIL2-Klassifizierung IEC 61508 SIL 2: 03.2023, Typ A				
ATEX-Zertifizierung	-		ATEX-Zonen 1 und 2		
Weitere Zertifizierungen	CE, UKCA				



# Bestellschlüssel

## Strömungswächter mit SIL2-Zertifizierung: NLSW<sup>®</sup>45-3 SIL2



	Variante	Artikel Nr.	Netto-Listenpreis, EUR
<b>Auswerteeinheit</b> 	24 V AC/DC	77029SIL2	429,30
	230 V AC	63377SIL2	429,30
<b>Sensor</b> 	50 mm	50276SIL2/50	211,20
	130 mm	/130	219,90
	165 mm	/165	231,70
	300 mm	/300	250,30
	400 mm	/400	272,10
	500 mm	/500	286,10

## Strömungswächter mit SIL2- und ATEX-Zertifizierung: NLSW<sup>®</sup>45-3 Ex SIL2



	Variante	Artikel Nr.	Netto-Listenpreis, EUR
<b>Auswerteeinheit</b> 	24 V DC	77029DCExSIL2	928,00
	24 V AC	77029ACExSIL2	928,00
	230 V AC	63377ExSIL2_Gg	928,00
<b>Sensor</b> 	50 mm	50276ExSIL2/50	419,10
	130 mm	/130	432,30
	165 mm	/165	441,30
	300 mm	/300	451,40
	400 mm	/400	465,50
	500 mm	/500	479,40

# Über SEIKOM Electronic

SEIKOM-Electronic ist Ihr Partner für hochwertige Industriesensorik auf dem Gebiet der Strömungsüberwachung von gasförmigen und flüssigen Medien.

Seit mehr als 30 Jahren entwickeln und produzieren wir Strömungswächter, -messgeräte und Sensoren. Mit unseren Geräten können Sie Ihre Anlagen und Prozesse zuverlässig und präzise überwachen, messen und steuern, auch in explosionsgefährdeten Bereichen und in Umgebungen mit bis zu 400°C Medientemperatur.

Wir überzeugen durch Zuverlässigkeit, kurze Lieferzeiten und hohe Qualitätsstandards, die regelmäßig vom TÜV NORD überwacht werden. Ausgewählte Geräte sind baumustergeprüft nach DIN EN 61010-1:2011-07 und ATEX-zertifiziert.

## Thermische Strömungssensoren von SEIKOM Electronic

- ✓ Wartungsfreier Sensor ohne bewegliche Teile
- ✓ Messung kleinster Durchflüsse mit sensiblem Ansprechverhalten
- ✓ Robuster Sensor mit geschütztem Sensorelement optional in Messing, Edelstahl oder Teflon erhältlich
- ✓ Sicherer Einsatz bis zu 20 bar mit einem Messbereich von 0,03 bis 200 m/s
- ✓ Medientemperaturbereich von -40 bis 400° C
- ✓ Einsetzbar in explosionsgefährdeten Bereichen der ATEX-Zonen 1 und 2
- ✓ Ausgangssignal für Strömungsgeschwindigkeit und Temperatur in 4...20 mA und 0...10 V verfügbar
- ✓ Sensoren sowohl in kompakter Bauform als auch mit separater
- ✓ Auswerteeinheit und abgesetzter Sonde erhältlich
- ✓ Umfassende technische Beratung durch unsere Experten - kontaktieren Sie uns gern





© SEIKOM Electronic, 2023

**+49 2058 2044**

**[info@seikom-electronic.com](mailto:info@seikom-electronic.com)**

SEIKOM Electronic GmbH & Co. KG  
Gold-Zack-Straße 7  
40822 Mettmann  
Germany