

FÜLLSTANDINSTRUMENTE ZUR ÜBERFÜLLSICHERUNG VON TANKS



SERIE SPEZIALANWENDUNGEN



Überfüllsicherung von Tanks: Empfohlene Verfahrensweise für die Füllstandmessung



Durch das Überfüllen von Tanks waren in den letzten Jahren in Erdölanlagen weltweit Todesfälle und Schäden in Billionenhöhe zu beklagen. Für einen der schlimmsten Vorfälle — das Überlaufen eines Lagertanks für Benzin im Buncefield Oil Depot (UK) — wurde als Ursache das Versagen der Füllstandmessung, die eigentlich für die sichere Lagerung der entzündlichen Flüssigkeit sorgen sollte, festgestellt. Beim häufigeren Überlaufen kleiner Mengen kommt es dennoch zu erheblichen Umweltschäden und Millionen Dollar teuren Aufräum- und Reinigungsarbeiten sowie von den Umweltbehörden festgelegten Bußgeldern.

Als Folge des Vorfalls wurden die empfohlenen Verfahrensweisen Nummer 2350 (*Recommended Practice (RP)*) des *American Petroleum Institute (API)* überarbeitet; dabei handelt es sich um die verbreitetsten und allgemein akzeptierten Richtlinien zum Vermeiden von Überfüllen bei Lagertanks für Erdöl. Die vierte Auflage befindet sich aktuell beim API in der Endbearbeitung und dürfte die vorgeschriebenen Standards der RP 2350 mit den funktionalen Sicherheitsstandards für Sicherheitssysteme (*Safety Instrumented Systems, SIS*) gemäß IEC 61511 kombinieren.

Unabdingbar für die neuen Anforderungen ist der Einsatz von Füllstandmess-einrichtungen im Rahmen eines umfassenden Überfüllsicherungssystems, kurz OPS (*Overfill Prevention System*).

API RP 2350: Hauptpunkte

ANWENDBARKEIT: Oberirdische Lager-tanks (AST) mit Kapazitäten ab 1320 Gallonen (5000 l) für entzündliche oder brennbare Flüssigkeiten der Klassen I, II oder III, die über Fernrohrleitungen oder aus Schiffen befüllt werden.

AUSSTATTUNG: Automatisierte Überfüllsicherungssysteme (AOPS) beinhalten üblicherweise ein Alarmierungssystem und verbundene Ergänzungssysteme — Absperr- oder Umleitungsventile, Kommunikationseinrichtungen, Sensoren und Logic Solver. Ein AOPS sollte stets über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung gespeist werden.

SELBSTTESTS: Sensoren mit Selbsttests sind für AOPS mit hohen oder extrem hohen Füllständen (Hoch/Hoch) vorzuziehen.

SCHWIMMDACHSENSOREN: Ein auf einem Schwimmdachtank eingesetzter Sensor muss sowohl das Dach selbst, als auch die Flüssigkeit, sofern sie das Dach bedeckt, erkennen.

VERWALTUNGSSYSTEM: API 2350 empfiehlt eine formale Herangehensweise an Schulungen für und Abläufe in einem Überfüllsicherungsprozess (OPP, *Overfill Prevention Process*). Dabei handelt es sich um ein Verwaltungssystem mit formalen Betriebsabläufen und Verfahrensweisen, Risikobewertung, regelmäßigen Inspektionen, periodischen Prüfungen und Instandhaltungsprogrammen für die Ausrüstung.

NACHWEISPRÜFUNG: Die gesamte OPS-Ausrüstung zur Unterbrechung des Befüllvorgangs muss jährlich geprüft werden. Der HH-Sensor bzw. Alarm muss halbjährlich geprüft werden. Die Methode der Testauslösung wird vom Betreiber gewählt. Möglich sind zum Beispiel das Verändern des Füllstands, das Betätigen einer manuellen Nachweiseinrichtung, das Auslösen einer Sondenprüfung (Näsekontakt) oder das Verwenden des Selbsttests oder eines Selbsttests auf Tastendruck, sofern das Instrument über eine derartige Einrichtung verfügt.

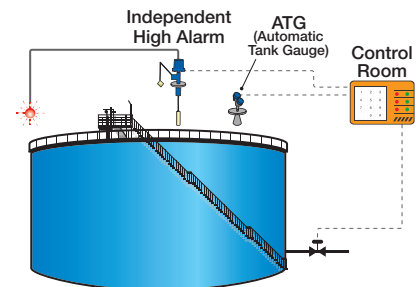
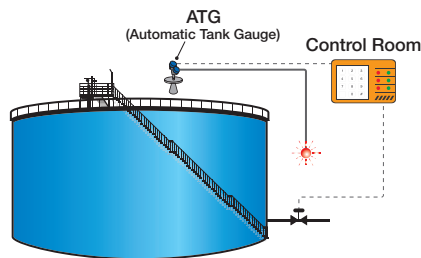
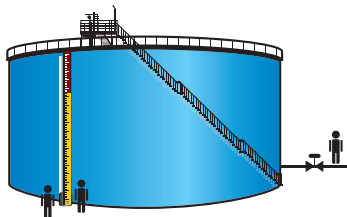
UNABHÄNGIGKEIT: Ein wichtiger Punkt der API RP 2350 gibt an, dass die Sensoren und Alarmer für die HH-Füllstandüberwachung oder einen Teil des AOPS nicht für die normale Tanklagerbefüllung verwendet werden dürfen. Außerdem muss der HH-Füllstandsensoren bei Tanks der Kategorie III von allen anderen Füllstandsensoren unabhängig sein.

REDUNDANZ: Eine übliche Strategie zum Erkennen kritischer Füllstände besteht darin, Sensoren redundant anzulegen. Idealerweise nutzen die redundanten Sensoren unterschiedliche Techniken, um einen Kettenausfall infolge von Anwendungsbedenken auszuschließen.

ERFORDERLICHE ALARME: Hoch-Hoch-Alarm (Kategorie II und III), optional Diagnosealarm (Kategorie III).

Tankkategorien und empfohlene Instrumentierung

API 2350 stuft Lagertanks abhängig von der Anwesenheit des Personals beim Befüllen ein. Die Methodologie zur Überfüllsicherung richtet sich nach der Tankkategorie.



Kategorie I

Anwesenheit während des gesamten Vorgangs

- Das Personal ist während der gesamten Befüllung ununterbrochen anwesend.
- Füllstandmeseinrichtungen sind nicht erforderlich, können aber verwendet werden. Die Ausgabe erfolgt nur lokal. Für Alarmer können mechanische oder elektronische Grenzstandschalter oder Füllstandmessumformer zum Einsatz kommen.
- Das Beenden der Befüllung erfolgt manuell durch das Personal vor Ort oder andere Personen, die vom Personal vor Ort dazu angeleitet werden.

Kategorie II

Zeitweise Anwesenheit

- Das Personal ist zu Beginn und am Ende der Befüllung anwesend. Der Transporteur überwacht den Hoch-Hoch-Alarm ebenfalls.
- Die Tanks müssen mit einem automatischen Füllstandmanagementsystem (ATGS, *Automatic Tank Gauge System*) mit sendefähigem Ausgabesignal ausgerüstet sein. Beim Füllstandsensoren kann es sich um einen elektronischen Dauermessumformer oder einen mechanischen bzw. elektronischen Grenzstandschalter handeln. Für Füllstand und Hoch-Hoch-Alarm kann derselbe Sensor verwendet werden.
- Die Schaltwarte kann die Befüllung beenden.

Kategorie III

Unbeaufsichtigt

- Während der Befüllung ist kein Personal vor Ort erforderlich; es befindet sich in der Schaltwarte. Der Transporteur überwacht den Füllstand und den Hoch-Hoch-Alarm.
- Die Tanks müssen mit einem ATGS, bestehend aus einem Füllstandsensor und einem davon unabhängigen Hoch-Hoch-Sensor, ausgerüstet sein. Die Ausgabe beider Instrumente muss in Echtzeit in eine Schaltwarte übermittelt werden. Beim Füllstandsensor kann es sich um einen elektronischen Dauermessumformer oder um einen mechanischen bzw. elektronischen Grenzstandschalter handeln. Sensoren mit Selbsttestfunktionen sind vorzuziehen.
- Die Schaltwarte kann die Befüllung beenden. Außerdem muss der HH-Sensor den Zufluss zum Tank automatisch beenden oder den Transporteur alarmieren, damit dieser den Befüllvorgang beendet. Bei einem Ausfall des ATGS muss die Befüllung automatisch abgebrochen werden.

Bedenkliche Füllstände (LOC, *Levels of Concern*)



Die bedenklichen Füllstände sind rechnerisch ermittelte Füllstände eines Produkts im Tank, nach denen sich sämtliche Alarmer, Warnsignalpositionen und Ansprechzeiten richten. Eine sorgfältige Berechnung der LOCs ist für den Erfolg des OPS erforderlich.

Füllstand	Erläuterung	Erforderliche Maßnahme
Kritisch hoher Füllstand (CH) – erforderlich	Höchster Füllstand, bevor es zu Schäden am Tank oder einem Überlaufen des Produkts kommt	Überlauf-Management & Notfallmaßnahmen
Füllstand mit Aktivierung des automatisierten Überfüllsicherungssystems (AOPS)	Maximaler Füllstand, bei dem noch eine automatische Unterbrechung der Befüllung erfolgen kann, ohne dass der kritische Füllstand (CH) erreicht wird	AOPS-Aktivierung
Hoch-Hoch (HH) – erforderlich	Maximaler Füllstand, bei dem noch eine Unterbrechung der Befüllung erfolgen kann, ohne dass der kritische Füllstand (CH) erreicht wird	Alarm & Abschaltung
Höchststand für ordnungsgemäße Funktion (MW) – erforderlich	Höchster Füllstand, für den der Tank im normalen Betrieb ausgelegt ist	Keine
Mindeststand für ordnungsgemäße Funktion		Keine

Ansprechzeit

Die Zeit, die vom Auslösen der Beendigung des Befüllvorgangs benötigt wird, um ein Auslösen des nächsthöheren Alarms zu vermeiden. Sie ist abhängig von der Kommunikationsdauer, der Reaktionszeit des Personals, der Reaktionszeit des Systems und Sicherheitsfaktoren.

Mindestansprechzeit für den HH-Füllstand (Hoch-Hoch), sofern keine Berechnung erfolgt ist

Kategorie 1

Zeit in Minuten: 45

Kategorie 2

Zeit in Minuten: 30

Kategorie 3

Zeit in Minuten: 15

Dachtypen



Festes Dach oder Schwimmdach mit Messgerätestützen

Empfohlene Ausstattung:

- Messumformer Eclipse® Guided Wave Radar
- Radarmessumformer Pulsar® Modell R86
- Magnetrostriktiver Messumformer Jupiter® Modell JM4
- Ultraschall-Füllstandgrenzschalter Echotel® Modell 961/962
- Verdränger-Grenzschalter Modell A15

Innen-Schwimmdach

Empfohlene Ausstattung:

- Messumformer Pulsar® Radar
- Verdränger-Grenzschalter Modell A15

Außen-Schwimmdach

Empfohlene Ausstattung:

- Messumformer Pulsar® Radar
- Verdränger-Grenzschalter Modell A15



Empfohlene Füllstandgrenzschalter

Füllstandgrenzschalter

Füllstandgrenzschalter lösen bei Erreichen eines bzw. mehrerer nicht zusammenhängender Füllstände aus. Diese mechanischen oder elektronischen Instrumente können als HH-Sensoren eingesetzt werden. Auf Schwimmdachtanks eingesetzte Sensoren müssen sowohl das Dach selbst, als auch die Flüssigkeit, sofern sie das Dach bedeckt, erkennen. Weitere Füllstandsensoren können nach Ermessen des Betreibers für weitere Alarme oder Warnsignale eingesetzt werden.



Verdränger Füllstandgrenzschalter

- ausgestattet mit einem funkenfreien Hohlkörper-Verdränger aus Messing zur Erkennung von Schwimmdächern und Flüssigkeitsfüllständen
- manuelle Proofer-Prüfung für die einfache Funktionsprüfung ohne Änderung des Tankfüllstands
- mit DPDT-Schalter geeignet für SIL 2
- ein- oder zweistufige Modelle
- Nachrüstätze erweitern Modell A15 (nur Schwimmdach) um die doppelte Erkennung gemäß API RP 2350

Ein-Punkt-Ultraschall- Grenzschalter Echotel Modell 961

- geeignet für SIL 2; SFF: 91,4 %
- ständige Diagnose von Sensor, Elektronik und Störungen durch elektrisches Rauschen
- DPDT-HH-Füllstandrelais und dediziertes SPDT-Diagnosealarmrelais
- Drucktasten zum manuellen Testen von Füllstand- und Diagnoserelais
- Schleifenstrom- oder Relaisausgang
- inklusive „Watchdog Timer“ (Überwachungs-Zeitschaltuhr)
- Metall- oder Kunststoffsensoren
- Mehrere Sondenkonfigurationen und Materialien

Zwei-Punkt-Ultraschall- Grenzschalter Echotel Modell 962

- alle modernen Funktionen des Ein-Punkt-Füllstandgrenzschalters 961, plus:
- geeignet für SIL 2; SFF: 91,5 %
- Zwei-Punkt-Schalter für zwei unabhängige Einstellpunkte
- ermöglicht das Festlegen von zwei Punkten mit nur einer Tankverbindung
- ständige Diagnose von Sensor, Elektronik und Störungen durch elektrisches Rauschen
- DPDT-HH-Füllstandrelais und dediziertes SPDT-Diagnosealarmrelais
- Drucktasten zum manuellen Testen von Füllstand- und Diagnoserelais

Empfohlene Füllstandmessumformer

Kontinuierliche Füllstandmessumformer

Kontinuierliche Füllstandmessumformer geben eine Art Analogsignal für einen bestimmten Bereich der Tankhöhe aus. Kontinuierliche Sensoren können als Füllstandsensor oder als Hoch-Hoch-Alarmsensor eingesetzt werden. Weitere kontinuierliche Füllstandsensoren können nach Ermessen des Betreibers für weitere Alarm- oder Warnsignal-Punkte eingesetzt werden.



Messumformer Eclipse® Modell 706 Guided Wave Radar

- geeignet für SIL 2; SFF: 91,0 %
- geeignet für Medien mit niedrigen Epsilon-Werten
- Seilsonde bis 30 m
- Zulassungen Eigensicher, EEx, nicht brennbar
- unbeeinflusst von den meisten Schäumen und Ansatzbildung
- Sonde mit Schnellkupplung
- digitale Ausgänge mit Foundation Fieldbus™, PROFIBUS PA® und Modbus
- Übermittlung von zwei 4-20-mA-Signalen in Verbindung mit HART®-Splitter

Pulsar® Modell R86- Impulsradar-Messumformer

- Betriebsfrequenz von 5,8/6,3 GHz für herausragende Leistungsfähigkeit bei Turbulenzen, Schaum und schweren Dämpfen
- Messbereich bis zu 20 m
- Sonde mit Schnellkupplung
- geeignet für SIL 1; SFF: 73,7 %

Jupiter® Modell JM4 Magnetorestriktiver Messumformer

- geeignet für SIL-2-Anwendungen (Modell 26X)
- kontinuierliche Diagnose (Elektronik, Sensor, Schwimmer)
- Genauigkeit: $\pm 0,01\%$ des vollständigen Messbereichs oder mindestens $\pm 1,27$ mm
- Wiederholbarkeit: $\pm 0,005\%$ des vollständigen Messbereichs oder mindestens $\pm 1,27$ mm
- Messbereich: 10 m
- vollständiger FMEDA-Bericht erhältlich auf Anfrage

SERIE SPEZIALANWENDUNGEN

Andere Broschüren von Magnetrol für die Industrie und spezielle Anwendungen sind u.a.:

- | | |
|---|--|
| • Chemikalien | • Energieerzeugung |
| • Rauchgasentschwefelung | • Zellstoff- und Papiermühlen |
| • Lebensmittel und Getränke | • Erneuerbare Energien |
| • Trennschicht-Füllstand-Messung | • Dampferzeugung |
| • Life Science | • Tragrahmentank-Füllstandmessung |
| • Massendurchflussmessung | • Grundlagen zu Safety Integrity Levels (SIL) |
| • Kernkraft | • Wasser und Abwasser |
| • Erdölraffinerien | |

HINWEIS: Die in dieser Anleitung enthaltenen Empfehlungen für Instrumente beruhen auf praktischen Erfahrungen mit ähnlichen Anwendungen und dienen als allgemeine Richtlinie zur Auswahl von Instrumenten. Da jedoch jede Anwendung anders ist, muss der Kunde die Eignung für seinen jeweiligen Zweck überprüfen. Ausführliche Informationen zur Überfüllsicherung von Tanks finden sich in API RP 2350.



MAGNETROL®

HAUPTGESCHÄFTSNIEDERLASSUNG

705 Enterprise Street • Aurora, Illinois 60515-4499 USA • Tel.: 630-969-4000
magnetrol.com • info@magnetrol.com

EUROPAZENTRALE

Heikensstraat 6 • 9240 Zele, Belgien
Tel.: 052 45.11.11 • Fax: 052 45.09.93

Magnetrol und das Logo von Magnetrol, Orion Instruments und das Logo von Orion Instruments, Echotel, Eclipse, Jupiter sind eingetragene Marken von Magnetrol International.

Copyright © 2019 Magnetrol International.
Technische Information: GE 41-188.1 • Gültig ab: Januar 2020