

Öl auf Wasser Detektion mittels Infrarot Oberflächen Scanner

Aufgabenstellung

Nach dem Wasserhaushaltsgesetz (§1) ist "jedermann verpflichtet ..., die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um Verunreinigungen des Wassers ... zu verhüten". Bei Anlagen, bei denen die Gefahr besteht, dass bei betrieblichen Störungen Öle in ein Gewässer gelangen, bedingt die geforderte Sorgfalt eine kontinuierliche Überwachung des Auslaufs.

Da es sich bei den Ausläufen von Anlagen welche Öl enthalten könnten nicht um Reinwasser handelt sondern typischerweise um Kühl-, oder Abwasser, enthält dieses Wasser häufig noch eine erhebliche Schmutzfracht (Sand, Schlamm, Schlick, Algen, Salze, usw.). Zudem sind auch die Betriebsbedingungen wie Temperatur, Fließgeschwindigkeit, Füllstand usw. nicht konstant. Diese Randbedingungen führen häufig dazu, dass die Erfassung von Öl nicht sicher funktioniert. Bei der Messung in offenen Gerinnen, Becken, Tanks oder größeren Rohrleitungen wird immer nur eine Teilmenge des Wassers erfasst. Das Entnehmen einer repräsentativen Probe mit durchschnittlichem Ölanteil ist daher faktisch nicht möglich, da die Ölverteilung innerhalb des Wasserstroms in Abhängigkeit von Wassertiefe, Temperatur, Fließgeschwindigkeit und Ölart unvorhersehbar schwankt.

Fast alle Ölarten oder zumindest deren Bestandteile sind leichter als Wasser und haben daher die Eigenschaft aufzuschwimmen, aus diesem Grund ist an der Wasseroberfläche sowie im oberen Bereich großer Rohrleitungen die höchste Ölkonzentration zu erwarten. Das Modell IRmat nutzt diesen Aufschwimmeffekt des Öls um die maximale Ansprechempfindlichkeit zu gewährleisten.

Überblick über verschiedene Messmethoden

Zur Erfassung von Öl finden viele verschiedene Methoden ihren Einsatz:

- **IR- Oberflächenscann**
- **UV- angeregte Fluoreszenz**
- **Ultraschallreflexion**
- **Lichtstreuung / Trübungsmessung**
- **Leitfähigkeitsmessungen an der Wasseroberfläche**
- **kapazitive Messungen**
- **Transfer von Öl in ein Lösungsmittel für Kohlenwasserstoffe und spektroskopische Analyse des Lösungsmittels**
- **Absorptionsphotometrie**
- **Transfer von Kohlenwasserstoffen in die Gasphase (z. B. durch Strippen mit Luft) und deren Nachweis in der Gasphase (z. B. mit einem FID)**

Methoden, die in Kontakt mit der Flüssigkeit arbeiten, z.B. eintauchende Elektroden oder Durchflusszellen, werden unter anderem durch folgende Einflüsse in Ihrer Funktion erheblich beeinträchtigt:

- **Verschmutzung der Elektroden**
- **Algenbildung**
- **Ölverschmutzung von Messzellen**
- **Leichte Bewegungen der Oberfläche**
- **etc.**

Es ist ein erheblicher Wartungsaufwand erforderlich, um die Funktion dieser Systeme sicherzustellen.

Die Vielzahl der möglichen Störungen bei den genannten Methoden führt dazu nach einem Verfahren zu suchen, bei dem der Sensor des Geräts nicht direkt mit dem zu überwachendem Wasser in Kontakt steht. Da das zu detektierende Öl in der Regel an der Oberfläche des Gewässers schwimmt und nicht homogen verteilt ist, ist ein Verfahren geeignet, wo der Sensor über der Wasseroberfläche positioniert wird. Das Öl muss mit einer geeigneten Strahlungsmethode detektiert werden, ohne direkten Kontakt mit der Flüssigkeit.

Hier bietet sich die Messung der Reflexion von elektromagnetischer Strahlung an der Wasseroberfläche an. Einen Hinweis auf die mögliche Empfindlichkeit dieser Methode liefert die Beobachtung mit dem menschlichen Auge. Selbst dünne Ölfilme führen zu Interferenz- Farbmustern, die vom Auge leicht erkannt werden. Durch Bewegungen der Wasseroberfläche (Wellen) sowie durch schwimmende Stoffe kann jedoch auch diese Methode beeinträchtigt werden. Um diese Einflüsse zu minimieren, erscheint es sinnvoll, nach einem Verfahren zu suchen, bei dem „spezifische Signale“ des aufschwimmenden Öls detektiert werden. Diese Signale werden von einer Detektoroptik erfasst, welche nicht mit dem Wasser in Kontakt kommt.

Ein solches Verfahren wird durch die Infrarotabtastung der Wasseroberfläche realisiert.

- **Infrarotstrahlen werden großflächig auf die Wasseroberfläche projiziert.**
- **Die Sonde detektiert die durch Öl auf der Wasseroberfläche entstehenden optischen Interferenzen.**

Auch dieses Verfahren kann durch Störgrößen beeinflusst werden

- **Der Einfluss von extremen Umgebungslicht mit schwankender Intensität**
- **Starke Wellenbewegungen an der Wasseroberfläche**
- **Treibgut welches die Oberfläche bedeckt**

Durch die geeignete gerätetechnische Ausführung und durch die Auswahl des Messstellenstandorts werden die Wirkungen dieser Störungen auf die Ergebnisse jedoch weitgehend minimiert.

Detektionsprinzip

Wie beschrieben ist ein Ölfilm auf der Wasseroberfläche ist für das menschliche Auge sehr gut sichtbar. Die Sonde Modell IRmat erfasst die optischen Interferenzen und nutzt diesen Effekt zur Ölerkennung. Die Nachweisgrenze liegt dabei bei ca. 5-10 µm Schichtdicke. Diese Schichtdicke ist noch geringer als die von Öl verursachten, mit dem Auge erkennbaren Interferenzfarben auf der Wasseroberfläche.

Die Modulation des IR- Lichts gewährleistet dabei eine nahezu 100%ige Kompensation des Fremdlichts, so dass das umgebende Licht die Messwerte nicht beeinflusst.

So lässt sich praktisch jedes Öl nachweisen, sofern es nur einen Film auf der Wasseroberfläche bildet.