

Masterarbeit

Thema: Kontinuierliche Messung der Sulfid-Konzentration im Abwasser

Bearbeiter: Paul Lüth

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Tränckner

Datum: 27. November 2014

Zusammenfassung

Durch anaerobe Umsatzprozesse im Abwasser können durch Sulfatreduktion Sulfide gebildet werden. Insbesondere die Dissoziationsform Schwefelwasserstoff (H_2S) verursacht erhebliche betriebliche und infrastrukturelle Probleme (Toxizität, Geruch, Korrosion). Zur kontinuierlichen Überwachung wurden bisher vor allem Messgeräte für die Gasphase (Kanalatmosphäre) eingesetzt. Seit kurzem sind auch online-Messgeräte für die Erfassung der Sulfid-Konzentration in der flüssigen Phase verfügbar. Dabei werden zwei unterschiedliche Messprinzipien angewandt:

- Extinktionsmessung und
- elektrochemisch mit gassensitiver Membran.

In der Masterarbeit werden zwei Sondenrepräsentanten für die o.g. Messverfahren vergleichend untersucht und bewertet werden. Ziel der Untersuchungen:

- Aufnahme von Kalibrierfunktionen mit Angabe des Unsicherheitsbereiches
- Abhängigkeit der Messgenauigkeit und Messstabilität von der Matrix (Trinkwasser, Abwasserbeschaffenheit)
- Drift, Wartungsaufwand, sonstige für Feldmessungen relevante Eigenschaften

Die Arbeit umfasst entsprechende Versuche und Messeinsätze im Labor sowie realen Abwassersystemen, statistische Auswertung, Fehlerrechnung sowie abschließende ingenieurtechnische Bewertung der Ergebnisse.

Die Untersuchung der beiden Messsonden und der Vergleich der unterschiedlichen Messmethoden wurden anhand von Laboruntersuchungen und dem Einsatz der Messgeräte unter realen Bedingungen durchgeführt. Bestandteil der Laborversuche war es, verschiedene Kalibrierkurven in Abhängigkeit des Messmediums zu erstellen.

Die Ergebnisse wurden anschließend einer statistischen Analyse unterzogen. Des Weiteren wurden die Unsicherheiten der Messungen durch die GUM-Methode bestimmt, um quantitative Aussagen über die Messgenauigkeit treffen zu können.

Durch Laborversuche mit verschiedenen Messmedien wurde gezeigt, dass die Beschaffenheit des Messmediums einen Einfluss auf die Messergebnisse und somit auf die Kalibrierung der Messgeräte hat. Die in dieser Arbeit ermittelten unterschiedlichen Kalibrierungen zeigen, dass die Messgeräte an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden müssen. Es wird daher geraten, vor dem Dauereinsatz der Messgeräte eine lokale Kalibrierung durchzuführen. Die Bestimmung der Unsicherheit mit der GUM-Methode hat zu dem Ergebnis geführt, dass die Messungen mit dem Spectrolyser wesentlich genauer sind als die Messungen mit der Meccos-Sonde. Der Vergleich der Konfidenzintervalle zeigt deutliche Unterschiede in der Messgenauigkeit.

Ein Vergleich der Messgeräte anhand der Messwerte wurde dadurch erschwert, dass beide Messgeräte nur jeweils eine Dissoziationsstufe des Gesamt-Sulfids messen. Der Spectrolyser bestimmt den Anteil an Hydrogensulfid (H_2S), das Meccos AW40 den Anteil an Schwefelwasserstoff (H_2S). Der Vergleich der Messmethoden wurde anhand des Gesamt-Sulfids durchgeführt. Um den Gesamt-Sulfid-Gehalt auf Basis der Messwerte zu bestimmen, wurde eine Hochrechnung über den pH-Wert vorgenommen. Da die Dissoziation von Schwefelwasserstoff an den pH-Wert gekoppelt ist, kommt der pH-Bestimmungsmethode bei der Berechnung des Gesamt-Sulfids eine große Bedeutung zu. Der geringe Anteil von H_2S im basischen Milieu führt dazu, dass die berechnete Komponente zur Ermittlung des Gesamt-Sulfids deutlich höher war. Die große Unsicherheit des Meccos AW40 hatte zur Folge, dass es zu einer deutlichen Überschätzung des Gesamt-Sulfids kam.

In der Feldstudie wurde versucht, die Ergebnisse der Laborarbeiten zu validieren und Aussagen über den Wartungsaufwand der Messgeräte treffen zu können. Dazu wurden die Messgeräte, montiert auf einem Sondenboot, in das Sammelbecken einer Abwasserpumpstation herabgelassen. Zusätzlich wurde ein weiteres Messgerät zur simultanen Bestimmung des pH-Wertes untergebracht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Messmethode der s::can-Sonde zur Bestimmung der Sulfid-Konzentration im Abwasser besser geeignet ist. Hinzu kommt, dass der Wartungsaufwand dieser Sonde im Gegensatz zum Meccos AW40 aufgrund der Selbstreinigung deutlich geringer ist. Untersuchungen zum möglichen Drift der Messgeräte konnten in Anbetracht des kurzen Messzeitraumes nicht durchgeführt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die s::can-Sonde aufgrund der hohen Messgenauigkeit und des geringen Wartungsaufwandes für die kontinuierliche Bestimmung des Sulfid-Gehaltes im Abwasser verwendet werden kann. Da in dieser Arbeit keine Aussagen zum Drift des Messgerätes getroffen werden konnten, ist bei der Verwendung des Messgerätes auf regelmäßige Wartungsintervalle und die Kontrolle der Kalibrierung zu achten. Von einem Einsatz der Meccos-Sonde ist aufgrund der ungenauen Messmethode und dem hohen Wartungsaufwand abzuraten. Es ist fragwürdig, ob mit dieser Sonde grundsätzlich eine genaue Bestimmung der H_2S -Konzentration in flüssigen Messmedien möglich ist.