

Laborübung Abwasserreinigung WS 2018/2019

Übung 3: Sauerstoff- und pH-Messung

Kontakt: Daniela Reif dreif@iwag.tuwien.ac.at
Roland Fuiko rfuiko@iwag.tuwien.ac.at

Inhalt

1. Sauerstoffmessung	3
1.1 Messprinzipien für die Sauerstoffmessung	3
1.2 Kalibration einer amperometrischen Sauerstoffsonde	3
1.3 Überprüfen des Sondennullpunkts	4
2. pH-MESSUNG	6
2.1 Reinigung der pH-Elektrode	6
2.2 Elektrodentypen: Anwendung, Vor- und Nachteile.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.3 Steilheit der pH-Elektrode	6
2.4 Kalibration einer pH-Sonde	7
3. Hausübung	8
3.1 Bedeutung der Sauerstoff und pH-Messung an der Kläranlage.....	8
3.2 Berechnung der Sauerstoffsättigung	9
3.3 Sauerstoffsättigungen im Gewässer	10

1. Sauerstoffmessung

Die Sauerstoffmessung ist eine der wichtigsten Messungen für die Abwasserreinigung, da eine ausreichende Sauerstoffversorgung eine wesentlichste Voraussetzung für viele wichtige Abbauprozesse ist.

Folgende Aspekte sind bei der Messung zu beachten:

- Temperatur
- Anströmung
- korrekte Kalibrierung

1.1 Messprinzipien für die Sauerstoffmessung

Sauerstoff kann amperometrisch oder nach dem Lumineszenzverfahren gemessen werden. Die beiden Messverfahren unterscheiden sich durch einen besonderen Aufbau und unterschiedliche Anforderungen an Wartung und Betrieb.

1.2 Kalibration einer optischen Sauerstoffsonde

Optische Sauerstoffsonden sollten in regelmäßigen Zeitabständen kalibriert werden. Diese Übung soll zeigen wie eine Kalibration abläuft und worauf zu achten ist.

Übungsablauf:

1. Sonde in Luft oder in wasserdampfgesättigte Atmosphäre bringen (Kalibrierbeutel mit feuchtem Schwamm)
2. Stabilisierung der Messwerte (Temperatur und Sauerstoffkonzentration) abwarten, ca. 30 min.
3. währenddessen überprüfen, ob die Höhenangaben des Messorts richtig im Messumformer hinterlegt sind (ausgenommen sind Messumformer, die mit einer Luftdruckmessung ausgestattet sind)
4. mit der Kalibration der Sonde beginnen

H	=	.....	[m]	Seehöhe des aktuellen Messorts
T	=	.....	[°C]	aktuelle Temperatur
c_{SAT} (T)	=	.....	[mg/L]	Sättigungskonzentration bei aktueller Temperatur
T_{Sonde}	=	.....	[°C]	Temperatur-Messwert der Sonde
c_{Sonde}	=	.....	[mg/L]	Sauerstoff-Messwert der Sonde
Steilheit	=	.....	[-]	Kalibrationsergebnis

1.3 Überprüfen des Sondennullpunkts

Mit einem Eimer Belebtschlamm, der bereits ein bis zwei Stunden abgestanden ist, oder mittels Natriumsulfitlösung kann der Sondennullpunkt einfach überprüft werden.

Übungsablauf:

1. zu überprüfende Sonde in Nullpunktlösung (Belebtschlamm, Natriumsulfit) eintauchen
2. Werteverlauf beobachten
3. nach entsprechender Einstellzeit sollte die Sauerstoffkonzentration bei 0.0 mg/L liegen
4. falls dies nicht der Fall sein sollte, überprüfen ob ein Offset Wert im Messumformer hinterlegt ist

Nullpunktmedium:	.....
	T =°C	Temperatur im Nullpunktmedium
	c =mg/L	gemessene Sauerstoffkonzentration

Anhang B (normativ)

B.1 Sauerstoffkonzentration

Tabelle B.1: Sauerstoffkonzentration (mg/l) von luftgesättigtem Wasser im Gleichgewicht mit wasserdampfgesättigter Luft bei einem Atmosphärendruck von 1013,25 hPa (Standard-Sauerstoffsättigungswerte, C_{SS} , T); Werte aus ÖNORM EN 25814

T in °C	+0,0 °C	+0,2 °C	+0,4 °C	+0,6 °C	+0,8 °C
0	14,62	14,54	14,46	14,38	14,30
1	14,22	14,14	14,06	13,98	13,91
2	13,83	13,75	13,68	13,61	13,53
3	13,46	13,39	13,32	13,25	13,18
4	13,11	13,04	12,97	12,90	12,84
5	12,77	12,70	12,64	12,57	12,51
6	12,45	12,38	12,32	12,26	12,20
7	12,14	12,08	12,02	11,96	11,90
8	11,84	11,78	11,73	11,67	11,61
9	11,56	11,50	11,45	11,39	11,34
10	11,29	11,23	11,18	11,13	11,08
11	11,03	10,98	10,93	10,88	10,83
12	10,78	10,73	10,68	10,63	10,58
13	10,54	10,49	10,44	10,40	10,35
14	10,31	10,26	10,22	10,17	10,13
15	10,08	10,04	10,00	9,95	9,91
16	9,87	9,83	9,79	9,75	9,71
17	9,66	9,62	9,58	9,55	9,51
18	9,47	9,43	9,39	9,35	9,31
19	9,28	9,24	9,20	9,16	9,13
20	9,09	9,06	9,02	8,98	8,95
21	8,91	8,88	8,85	8,81	8,78
22	8,74	8,71	8,68	8,64	8,61
23	8,58	8,55	8,51	8,48	8,45
24	8,42	8,39	8,36	8,32	8,29
25	8,26	8,23	8,20	8,17	8,14
26	8,11	8,08	8,05	8,03	8,00
27	7,97	7,94	7,91	7,88	7,85
28	7,83	7,80	7,77	7,74	7,72
29	7,69	7,66	7,64	7,61	7,58
30	7,56	7,53	7,51	7,48	7,46

B.2 Bestimmung der Sauerstoffübersättigung

Die Übersättigung ist die Überhöhung des Sauerstoffgehaltes gegenüber dem Sättigungswert bei 1013 hPa.

Um Fehler so weit wie möglich zu eliminieren, sollte in dem flachen Gefäß (zB Eimer) Wasser mit gleichem Salzgehalt und gleicher Temperatur wie im Becken benutzt werden. Folgendes Vorgehen hat sich bewährt: Jeweils etwa bei halber Meßzeit wird ein Eimer Wasser aus dem Belebungsbecken entnommen und intensiv belüftet. Den Eimer stellt man in ein Wasserbad, gefüllt mit Wasser aus dem Becken (Temperaturkonstanz). Im Eimer wird eine Sauerstoffelektrode plaziert. Bei Meßende wird im Eimer

ein konstanter Sauerstoffgehalt (Sättigung) gemessen. Durch die Belüftung ist eine anfänglich eventuell vorhandene Übersättigung beseitigt worden.

Durch Veränderung der Steilheitseinstellung wird für den Sauerstoffgehalt im Eimer ein Wert von zB 60 % Sättigung eingestellt. Bei Meßende wird dann mit dieser Elektrode der Sauerstoffgehalt im Becken von zB 76,4 % abgelesen. Die Übersättigung beträgt $76,4 : 60 = 1,27$. Hiermit wird der Standardsättigungswert ($C_{SS,20}$) multipliziert, man erhält dann $C_{s,20}$. Anzumerken ist, daß höhere Sättigungswerte als Gleichung 5 noch nicht gemessen worden sind. In einer Turmbiologie wurden zB Übersättigungen entsprechend $h_E / 3$ gemessen (Abschnitt 8 [8]) Gleichung 5 bezieht sich auf $h_E / 2$.

2. pH-MESSUNG

Der pH-Wert ist einer der wichtigsten Parameter im Zusammenhang mit dem Ablauf von biologischen und biochemischen Prozessen. Eine wesentliche Grundlage für eine zuverlässige Messung ist eine regelmäßige Kalibrierung und Justierung – sofern die Elektrodensteilheit sich im zulässigen Bereich befindet.

Folgende Effekte können die Messung beeinflussen:

- Verbrauch/Verdünnung des Elektrolyts der Referenzelektrode
- Alterung der Glasmembran
- Verschmutzung / Verstopfung des Diaphragma
- Einfluss von Kohlendioxid (z.B. Aufnahme aus der Luft, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht)

2.1 Reinigung der pH-Elektrode

In der Übung wird das Reinigen von pH-Elektroden erklärt und demonstriert. Es soll auf mögliche Fehler hingewiesen werden.

2.2 Steilheit der pH-Elektrode

In der Übung werden verschiedene Pufferlösungen vermessen und die Änderung des Rohsignals (Potentialdifferenz) und des pH-Wertes diskutiert:

pH-Wert Pufferlösung [-]	Potentialdifferenz [mV]	pH-Messwert [-]
4		
7		

2.3 Kalibration einer pH-Sonde

Nach Lagerung einer pH-Sonde in 3 molarer KCl Lösung und nach dem Konditionieren muss die Sonde kalibriert werden. Auch im laufenden Betrieb muss die Sonde regelmäßig kalibriert werden.

Kalibration Prozesssonde

pH Erwartungswert	=		[-]
pH Puffer 1	=	.....	[-]
pH Puffer 2	=	.....	[-]
Steilheit			
Offset			

Kalibration Handsonde

pH Erwartungswert	=		[-]
pH Puffer 1	=	.....	[-]
pH Puffer 2	=	.....	[-]
Steilheit			
Offset			

3. Hausübung

3.1 Bedeutung der Sauerstoff und pH-Messung an der Kläranlage

Je nach Sauerstoffgehalt können auf der Kläranlage **aerobe**, **anoxische** und **anaerobe** Bedingungen auftreten. Erklären Sie wie diese Bedingungen definiert sind und geben Sie Beispiele für Bereiche der Kläranlage in denen diese Bedingungen vorherrschen. Tragen Sie zusätzlich die typischen pH-Werte die in diesem Bereich vorherrschen ein.

Sauerstoffmilieu	Bedeutung	typischer pH-Wert	Bereich Kläranlage
AEROB			
ANOXISCH			
ANAEROB			

3.2 Berechnung der Sauerstoffsättigung

Die Sauerstoffsättigung (unter Normaldruck) eines Gewässers wird in Abhängigkeit vom Salzgehalt und der Temperatur mit der **Methode nach Weiss** (1970) berechnet. Die Plausibilität des Ergebnisses, kann mit Tabelle (Anhang) auf Seite 4 überprüft werden.

Berechnen Sie die maximale Sauerstoffsättigungskonzentration für folgende Bedingungen:

T = die Summe der letzten beiden Ziffern ihrer Matrikelnummer + 5 in [°C]

Beispiel: 01126116 → 1+6+5 → 12°C / [°C]

S = die letzten beiden Ziffern Ihrer Matrikelnummer * 10 in [mg/l]

Beispiel: 01126116 → 16 * 10 → 160 mg/l[mg/l] /[%]

Geben Sie die verwendeten Formeln und Konstanten, den Rechenweg und das Ergebnis mit einer Genauigkeit von 3 Nachkommastellen in der Einheit [mg/l] an.

Konstante	Wert
A1	
A2	
A3	
A4	
B1	
B2	
B3	

