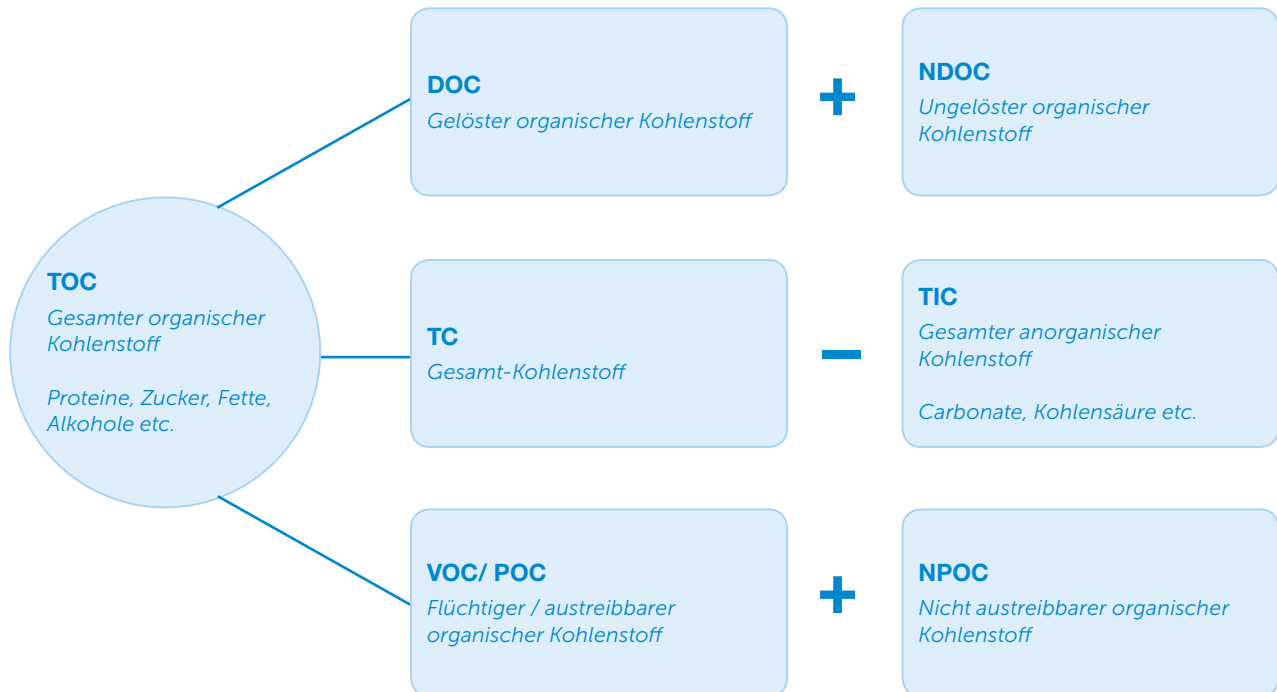


TOC – ein aufschlussreicher Summenparameter



Einführung

In den letzten Jahren hat der TOC in der Abwasseranalytik stetig an Bedeutung gewonnen. Insbesondere in Relation zum CSB liefert er konkrete Informationen über Art und Ursprung von organischer Belastung im Abwasser.

Zudem hat sich die TOC-Analytik weiterentwickelt – es muss kein großer Aufwand mehr betrieben werden, weder in finanzieller Hinsicht noch hinsichtlich der Geräte. Das Hach® LCK Küvetten-Test-System ermöglicht die zuverlässige und kostengünstige Messung des TOC-Gehalts in Wasser und Abwasser sowohl nach der Austreibmethode als auch nach der Differenzmethode. Welche der beiden Methoden die geeignetere ist, hängt in erster Linie von der jeweiligen Zusammensetzung der zu analysierenden Probe ab.

Was sagt der TOC aus?

Der TOC ist, neben oder in Verbindung mit dem CSB und dem BSB₅, ein wichtiger Summenparameter für die Beurteilung der organischen Belastung von Wasser. Da alle organischen Kohlenstoffverbindungen als Kohlenstoffmasse erfasst und angegeben werden, ist der TOC eine exakt definierbare, absolute Größe und direkt messbar (Einheit: mg/L C). Der TOC allein erlaubt keine Aussage über die Oxidierbarkeit des gemessenen Kohlenstoffs oder über die für seinen biologischen Abbau benötigte Sauerstoffmenge. Das Verhältnis CSB:TOC liefert jedoch wichtige Informationen über das Vorliegen bestimmter organischer Verbindungen (z.B. Alkohole oder Proteine). Eine Veränderung dieses Verhältnisses, z.B. im Zulauf einer Kläranlage, erlaubt unmittelbare Rückschlüsse auf die Ursachen und die möglichen Auswirkungen auf die biologischen Abläufe in der Kläranlage.



Küvetten-Test für die Bestimmung des TOC nach der Austreibmethode

Austreibmethode

Der TOC wird mit nur einer Messung direkt bestimmt. Zuvor wird der anorganische Kohlenstoff (TIC) vollständig aus der Probe entfernt (Ansäuern und Austreiben).

Besonders geeignet für Proben,

- deren TIC-Gehalt sehr viel höher ist als ihr TOC-Gehalt
- deren TIC-Gehalt sehr niedrig ist
- deren TOC-Gehalt niedrig ist



Küvetten-Test für die Bestimmung des TOC nach der Differenzmethode

Differenzmethode

Diese beinhaltet zwei Messungen: die des Gesamt-Kohlenstoffs (TC) und die des gesamten anorganischen Kohlenstoffs (TIC). Der TOC wird dann berechnet, indem die Differenz aus TC und TIC gebildet wird ($TOC = TC - TIC$).

Besonders geeignet für Proben,

- die flüchtige organische Verbindungen enthalten (VOC)
- deren TOC-Gehalt gleich dem TIC-Gehalt ist oder diesen übersteigt

Gesetzliche Vorgaben

Kommunales Abwasser: Laut EU-Richtlinie (91/271/EWG, Anhang I, Tabelle1) über die Behandlung von kommunalem Abwasser, kann der BSB5 als Überwachungsparameter durch den TOC ersetzt werden, wenn eine eindeutige Korrelation zwischen den beiden Parametern nachgewiesen ist.

In einigen europäischen Ländern hat der TOC den CSB als behördlicher Überwachungsparameter ersetzt. In Deutschland wird der TOC beispielsweise als behördlicher Screening-Test bei der CSB-Überwachung in kommunalem Abwasser eingesetzt. Der CSB-Wert des Abwassers gilt als eingehalten, wenn der vierfache Wert des TOCs (in mg/L) den zulässigen CSB-Grenzwert nicht überschreitet (Abwasserverwaltungsvorschrift – AbwV 1997, Artikel 6/3).

Industrielles Abwasser: Die europäische Verordnung zu Industrieemissionen (IED, 2010/75/EU) und die neuen überarbeiteten „BREF“-Dokumente empfehlen den Einsatz des TOC anstelle des CSB, da dieser, im Gegensatz zum CSB, auf den Einsatz von Quecksilber und Kaliumdichromat gänzlich verzichtet.

Ein grundlegendes Problem bei der Umstellung von CSB auf TOC besteht allerdings darin, dass der Umrechnungsfaktor häufig stark schwankt. Je nach Zusammensetzung des Abwassers kann dieser Faktor zwischen zwei und sechs liegen. Daher muss der Umrechnungsfaktor durch parallele Messungen von CSB und TOC für jede Anlage einzeln definiert werden.

TOC-Analyse: Auswahl der Methode

Alle Methoden für die Messung des TOC basieren auf der thermischen oder nasschemischen Oxidation des organischen Kohlenstoffs zu Kohlendioxid (CO_2). Das Kohlendioxid wird erfasst und quantitativ bestimmt. Man unterscheidet zwischen zwei Methoden: der Austreibmethode und der Differenzmethode. Die EU-Norm EN 1484 nennt sie als gleichwertige Referenzmethoden. Welche Methode jeweils verwendet wird, sollte anhand der Probenzusammensetzung entschieden werden. Enthält die Probe beispielsweise große Mengen an flüchtigen organischen Kohlenstoffverbindungen (VOC), werden diese bei der Austreibmethode nicht erfasst (Minderbefunde).

Bedingt durch das Vorliegen von VOC oder auch durch ein ungünstiges TC/TIC-Verhältnis können die beiden Methoden also bei derselben Probe sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern. Deshalb sollte bei vergleichenden Messungen schon im Vorfeld beispielsweise mit Aufsichtsorganen oder externen Labors abgestimmt werden, welche Methode verwendet wird.

Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von TOC-Messungen hängt in der Regel nicht vom Verfahren, sondern von der gewählten Messmethode ab (Austreib- oder Differenzmethode).

TOC Küvetten-Test

Bei durchschnittlicher Anzahl an zu analysierenden Proben sind Küvetten-Tests die einfachste und kostengünstigste Option. Reagenzien und Photometer sind werkseitig kalibriert und daher sofort einsetzbar.

Es wird ein nasschemischer oxidativer Aufschluss mit anschließender photometrischer Bestimmung des entstandenen Kohlendioxids durchgeführt. Das CO₂ gelangt durch eine gasdurchlässige Membran aus einer Aufschlussküvette in eine Indikatorküvette. Die dadurch ausgelöste Farbänderung des Indikators wird photometrisch gemessen.

Diese Methode hat den großen Vorteil, dass auch trübe, partikelhaltige und farbige Proben problemlos analysiert werden können, da nur die Farbänderung in der Indikatorküvette gemessen wird.

Bei der Austreibmethode muss der anorganische Kohlenstoff (TIC) vor dem Aufschluss aus der Probe entfernt werden. Hierfür wird der TOC-X5 Rüttler verwendet. Die Probe wird einfach in die Aufschlussküvette pipettiert, und diese wird offen in den Rüttler gestellt. Durch die Kombination von Rüttler und Ventilator wird der TIC innerhalb von nur fünf Minuten aus bis zu acht Proben vollständig ausgetrieben. Anschließend wird der Verschluss auf die Indikatorküvette geschraubt, und das Aufschließen des TOC im Thermostat kann beginnen.

Das Verfahren mit dem Rüttler spart Zeit, und die Handhabung ist sehr einfach und sicher.

- Die Aufschlussküvette enthält bereits alle Reagenzien in der richtigen Menge.
- Das Analysenzubehör muss nicht mit TOC-freiem Wasser gespült werden.
- Die drei praxisorientierten Messbereiche umfassen Kohlenstoffkonzentrationen von 3 - 3.000 mg/L. Dadurch kann die homogenisierte Probe in der Regel sofort analysiert werden – ohne eine zeitraubende und fehleranfällige Vorverdünnung.

Indikatorküvette

Abhängig vom Zustrom an Kohlendioxid verfärbt sich die Indikatorlösung mehr oder weniger stark.

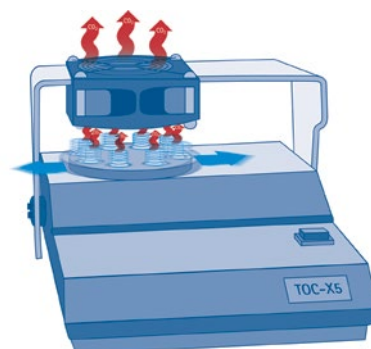
Doppelverschluss mit CO₂-durchlässiger Membran

Probe + Reagenz, 2 h bei 100 °C



Aufschlussküvette

Funktionsprinzip des LCK Küvetten-Tests für den TOC



Mit dem TOC-X5 Rüttler wird der TIC in nur fünf Minuten ausgetrieben – aus bis zu 8 Proben gleichzeitig.

GHS-Gefahrencodes

GHS03 GHS07 GHS08



Tabelle 1: Überblick über die Hach TOC Küvetten-Tests

Methode	Küvetten-Test	GHS-Code	Messbereich	Probenvorbereitung	Hach Zubehör
Austreibmethode	LCK385	GHS07 GHS08	3 - 30 mg/L C	Homogenisieren, austreiben, aufschließen	TOC-X5 Rüttler, Thermostat, Photometer
	LCK386		30 - 300 mg/L C		
	LCK387		300 - 3.000 mg/L C		
Differenzmethode	LCK380	GHS03 GHS07	2 - 65 mg/L C	Homogenisieren, aufschließen	Thermostat, Photometer
	LCK381	GHS08	60 - 735 mg/L C		

Analytiklösungen für die Bestimmung der organischen Belastung



Online UV-Sonde

für die kontinuierliche reagenzienfreie Bestimmung der organischen Belastung über den spektralen Absorptionskoeffizienten (SAK)



UV-VIS Spektralphotometer

für die Messung des TOC und für alle anderen LCK Küvetten-Tests sowie für die reagenzienfreie Bestimmung der organischen Belastung über den SAK



Online TOC-Analysator

für die kontinuierliche Bestimmung von TOC/TN/TP bei herausfordernden Anwendungen (z.B. aufgrund von Fetten, Schmiermitteln und Ölen oder der Partikelast)



TOC-Laboranalysator

für die Bestimmung des TOC in Trinkwasser sowie für die Halbleiter- und Kraftwerksindustrie



Online TOC-Analysatoren

für die kontinuierliche Bestimmung des TOC im Kondensatrücklauf, in Kühlwasser, entmineralisiertem Wasser und Trinkwasser sowie im Ablauf



Weitere Informationen finden Sie unter www.hach.com