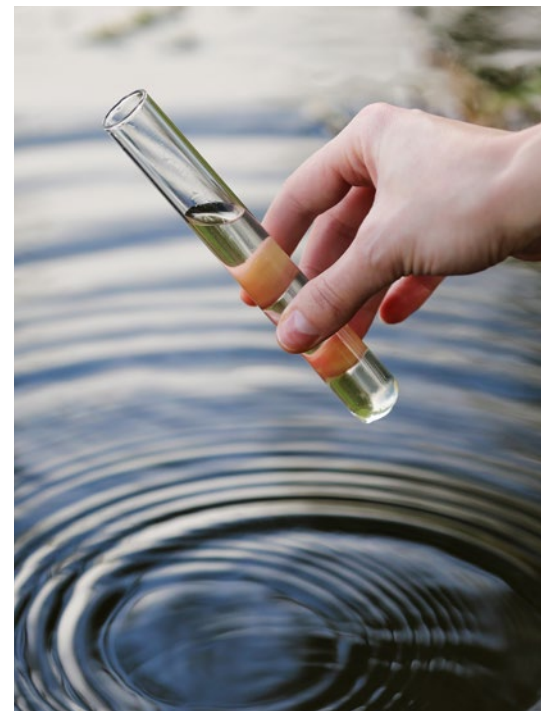


It's time to TOC – TOC vs. BSB & CSB

Der gesamte organische Kohlenstoff (TOC) als zukunftsweisende, sicherere und umweltfreundlichere Alternative zum biochemischen und chemischen Sauerstoffbedarf (BSB und CSB) in der Abwasseranalytik

Es gibt drei weit verbreitete Summenparameter zur Bestimmung organischer Verbindungen in Abwasser: den biochemischen Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB_5), den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) und den gesamten organischen Kohlenstoff (TOC). Die Ergebnisse des BSB_5 weisen in der Regel eine schlechtere Reproduzierbarkeit auf und es lange dauert, bis Ergebnisse vorliegen. Deshalb wird in den meisten Fällen der CSB zur Überwachung und Analyse von Abwasser eingesetzt, da hier der Analysenwert schneller zur Verfügung steht.

Allerdings hat der CSB auch große Nachteile: so müssen Gefahrstoffe wie Quecksilber, sechswertiges Chrom, Schwefelsäure, Silber und andere schädliche Chemikalien entsorgt werden. Es wurden zwar einige Fortschritte bei der Entwicklung schadstoffreduzierter Ansätze für die CSB-Analyse erzielt. Dennoch zeigen viele Analyselabore großes Interesse an Alternativen zur CSB-Messung, bei denen keine schädlichen Chemikalien eingesetzt werden – denn so lassen sich Abfälle vermeiden und Entsorgungskosten senken.



Die Bedeutung von TOC

Der gesamte organische Kohlenstoff (TOC) wird neben dem CSB und BSB₅ als zusätzlicher oder alternativer Summenparameter zur Bewertung der Abwasserbelastung verwendet. Die Bestimmung der TOC-Konzentration ist schneller, genauer und umweltfreundlicher, da sie ohne die Verwendung schädlicher Chemikalien auskommt. Darüber hinaus wurden immer präzisere TOC-Analysatoren entwickelt und die Hochtemperaturverbrennung optimiert, so dass die TOC-Bestimmung immer zuverlässiger und genauer wird.

Diese Methoden sind auch Gegenstand der Arbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) an der Universität Stuttgart. Das interdisziplinäre Team um Laborleiterin Heidi Hüneborg hat an unterschiedlichen Studien mitgewirkt, in denen sich gezeigt hat, dass die TOC-Bestimmung eine effektive Alternative zur CSB- und BSB₅-Analyse ist.

„Wir erhalten viele Wasserproben aus sehr unterschiedlichen Projekten und sollen dazu die TOC-Konzentration bestimmen. Für uns ist der TOC ein herausragender Parameter, der viel Aufschluss über die verschiedenen Arten der Abwasserbehandlung gibt,“ kommentiert Hüneborg. „Unsere beiden vario TOC cubes von Elementar laufen oft 24 Stunden am Tag und messen sowohl Feststoffe als auch Flüssigkeiten. Sie liefern wertvolle Daten für unsere Forschung und Projekte.“

„Unsere beiden vario TOC cubes von Elementar laufen oft 24 Stunden am Tag und messen sowohl Feststoffe als auch Flüssigkeiten. Sie liefern wertvolle Daten für unsere Forschung und Projekte.“

techn. Laborleiterin Heidi Hüneborg



Die am ISWA laufenden Projekte unterstützen andere Forschungsarbeiten in diesem Bereich, und die Ermittlung der Korrelation zwischen dem TOC und dem BSB bzw. dem CSB finden in der Abwasserbehandlung mittlerweile immer mehr Akzeptanz. In einer Studie der Instrumentation Testing Association von 2013 wird die Entwicklung derartiger Methoden ebenfalls befürwortet.¹ Auch in vielen gesetzlichen Bestimmungen hält der TOC als Ersatz für den BSB bzw. CSB immer mehr Einzug. In der Richtlinie 91/271/EWG des Europäischen Rates heißt es, dass „dieser Parameter durch einen anderen ersetzt werden [kann]: gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) ..., wenn eine Beziehung zwischen BSB₅ und dem Substitutionsparameter hergestellt werden kann.“² Die Abwasserverordnung (AbwV) vom 17. Juni 2004 erkennt die TOC-Bestimmung ebenfalls als möglichen Ersatz für eine BSB- bzw. CSB-Analyse an.³

1 | Nutt, Stephen G. und Tran, John von XCG Consultants Ltd. „Addressing BOD limitations through Total 5 Organic Carbon Correlations: A Five Facility International Investigation.“ Pensacola, Florida: Water & Wastewater Instrumentation Testing Association of North America (ITA). Januar 2013.

2 | „Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=EN>

3 | <https://www.gesetze-im-internet.de/abwv/AbwV.pdf>





Alles auf TOC

TOC-Analysatoren sind nachweisstärker und vielseitiger, da sie kontinuierlich betrieben werden können und sowohl niedrige als auch hohe Konzentrationen organischer Verbindungen vom ppb- bis zum ppm-Bereich nachweisen können. Für Heidi Hüneborg ist dies besonders wichtig, da sich die Regulatorik ständig ändert. „Die Richtlinien werden häufig von politischen Entscheidungsträgern verfasst, die in manchen Fällen keinen analytischen Hintergrund haben. So werden z. B. Referenzwerte wie der Phosphatgehalt in Kläranlagen immer kleiner und kleiner. Daran ist per se nichts auszusetzen, allerdings gestaltet sich die Messung dieser immer kleiner werdenden Werte zunehmend schwieriger. In diesem Zusammenhang ist die TOC-Messung ideal, da wir mit den verwendeten Geräten auch sehr geringe Konzentrationen erkennen können.“

Im Gegensatz zu konventionellen Labormethoden für die BSB₅- und CSB-Analyse liefert die TOC-Bestimmung bereits innerhalb von Minuten genaue Ergebnisse. TOC-Analysatoren sind für den Einsatz im Labor konzipiert und können rund um die Uhr betrieben werden. Somit sind sie sowohl für die Einhaltung der regulatorischen Anforderungen als auch für die Prozesskontrolle unverzichtbar. Eine TOC-Analyse dauert zwischen 3 bis 10 Minuten bzw. 30 Minuten für mindestens drei Wiederholungsmessungen. Bei der CSB- und der BSB₅-Analyse liegen die Ergebnisse hingegen erst nach mehr als zwei Stunden bzw. fünf Tagen vor. Wenn der TOC also alle 10 Minuten gemessen wird, kann der geschätzte CSB-Wert mithilfe des Korrelationsfaktors mit derselben Häufigkeit bestimmt werden.

Ein dynamischer Wissenspool

Das Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft betreibt zu Forschungszwecken eine eigene Kläranlage. In dieser Anlage forschen die Wissenschaftler an zukünftigen Methoden für die Abwasseranalytik. „Es gibt viele spannende Entwicklungen in diesem Bereich“, so Heidi Hüneborg. „Wir probieren unterschiedliche Filter aus und testen außerdem die Nutzung von Ozon und Aktivkohle zur Abwasserbehandlung. Auch in diesem Bereich bietet der TOC-Wert immense Vorteile, denn der CSB gibt nicht immer Aufschluss über das, was wir wissen wollen. Bei der Ozonierung geht die TOC-Konzentration beispielsweise zurück und auch Aktivkohle kann dazu beitragen, TOC-Rückstände aus dem Abwasser zu entfernen.“ Während bei der CSB-Messung der Sauerstoffbedarf ermittelt wird, wird bei der Bestimmung des TOC der organische Kohlenstoff direkt über den organisch gebundenen Kohlenstoff in einer Probe gemessen. Diese organisch gebundenen C-Ketten werden durch Ozon zerstört. Dies unterstreicht die zentrale Bedeutung der TOC-Analyse für die Forschung zur Wasseraufbereitung und sind für unterschiedlichste Anwendungsbereiche auf der ganzen Welt von Relevanz.

Globaler Umstieg auf TOC

In den USA kann die BSB- durch eine TOC-Analyse ersetzt werden, wenn die Korrelation in einer Studie geprüft und nachgewiesen wurde. Dies ist beispielsweise im kalifornischen Santa Cruz der Fall.⁴ In Indien ist die BSB-Analyse zwar sehr weit verbreitet, allerdings erlaubt das Central Pollution Control Board auch eine Schätzung der zugehörigen BSB- oder CSB-Werte anhand des TOC, sofern eine Korrelation oder reproduzierbare Beziehung nachgewiesen werden kann.⁵ In der EU finden die Vorteile alternativer Messmethoden immer mehr Anerkennung und ein zentraler Fokus liegt darauf, die Nutzung von Gefahrstoffen zu reduzieren. Im Durchführungsbeschluss 2016/902 der Europäischen Kommission wird die Position vieler anderer Institutionen ebenfalls aufgegriffen: „Die TOC-Überwachung ist zu bevorzugen, weil keine stark toxische Verbindungen verwendet werden.“⁶

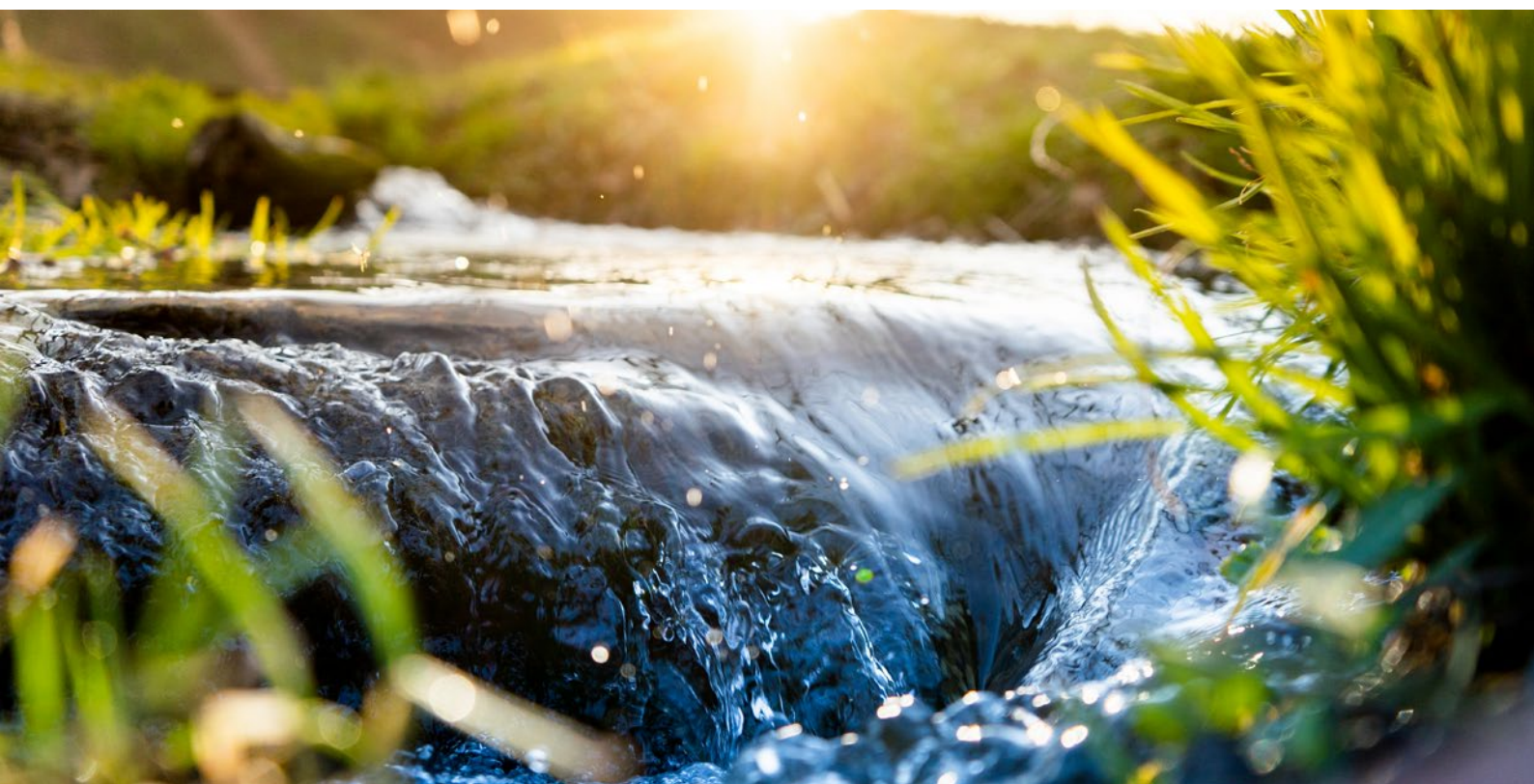
Heidi Hüneborg sieht das ähnlich: „In Deutschland wird viel über die sogenannte vierte Reinigungsstufe oder die Tertiärbehandlung von Abwasser diskutiert. Dies ermöglicht eine weitere Verbesserung der Abwasserqualität und trägt zur Entfernung von anthropogenen Mikroverunreinigungen sowie Spuren von Pharmazeutika etc. bei. Die Diskussionen haben auch dazu geführt, dass die Wasserqualität als zentrales Thema im Umweltschutz etabliert wurde.“

Die TOC-Analyse trägt in diesem Kontext maßgeblich dazu bei, die Nutzung gefährlicher Chemikalien zu reduzieren. Gleichzeitig liefert sie eine zuverlässige Analyse der Wasserqualität.“ Da sich fortschrittlichere und präzisere Testmethoden weltweit immer weiter durchsetzen, lässt sich im Abwasserbereich aktuell ein Umdenken hin zum TOC beobachten. Auch künftig werden die politischen Entscheidungsträger immer genauere und präzisere Parameter für die Wasseranalytik vorgeben. Angesichts des anhaltenden industriellen Wachstums war eine präzise Abwasserüberwachung noch nie so wichtig wie heute.

4 | „Waste Discharge Requirements for the City of Santa Cruz Wastewater Treatment Plant.“ California Regional Water Quality, https://www.waterboards.ca.gov/rwqcb3/board_decisions/adopted_orders/2010/2010_0043_Santa_Cruz.pdf

5 | „Guidelines for Online Continuous Effluent Monitoring.“ Central Pollution Control Board, Juli 2018 <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Revised%20Guidelines%20for%20Real-time%20Effluent%20Quality%20Monitoring%20System.pdf>

6 | „Festlegung der Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für eine einheitliche Abwasser-/Abgasbehandlung und einheitliche Abwasser-/Abgasmanagementsysteme in der Chemiebranche.“ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016D0902&from=DE>



Im TOC liegt die Zukunft

„In unseren Projekten hat sich gezeigt, dass es auf Flexibilität und Zuverlässigkeit ankommt“, erklärt Heidi Hüneborg. „Unsere beiden vario TOC cubes von Elementar laufen oft 24 Stunden am Tag. Aber manchmal kann es erforderlich sein, dass mit einem Gerät Feststoffe und mit dem anderen Flüssigkeiten gemessen werden müssen. Die Geräte ermöglichen hier eine einfache Umrüstung je nach Bedarf – und das häufig ohne Rekalibrierung. Das ist ein echter Vorteil. Außerdem sind die Geräte in der Lage, automatisch und ohne kontinuierliche Überwachung zu arbeiten. Somit können wir uns jederzeit auf genaue

Messergebnisse verlassen. Da die TOC-Analyse bei uns zunehmend an Bedeutung gewinnt, sind die Geräte von Elementar für uns von unschätzbarem Wert.“ Ob zur Überwachung behördlicher Vorgaben, zum Anlagenschutz oder zur Prozesskontrolle – die TOC-Analyse stellt eine effektive, effiziente und saubere Alternative zur BSB- und CSB-Bestimmung dar. Umweltschutz und Wasserqualität werden zunehmend wichtiger. Die TOC-Analyse kann in Kläranlagen in diesem Zusammenhang dazu beitragen, eine nachhaltigere und umweltfreundlichere Laboranalytik zu etablieren.

KUNDENPROFIL

Heidi Hüneborg, Laborleiterin – ISWA Stuttgart

Das Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA) an der Universität Stuttgart ist in Europa eines der größten Institute seiner Art. Das besondere Augenmerk in Lehre und Forschung liegt auf den Themen Wassergütewirtschaft, Wasserversorgung, industrielle Wassertechnologie, Abwassertechnik, Kreislauf- und Abfallwirtschaft, Analytik und Eliminierung von Schad- und Spurenstoffen in Gewässern und im Trinkwasser. Das Lehr- und Forschungskläranlage (LFKW) in Stuttgart-Büsnau ist nicht nur in der Region, sondern in ganz Europa einzigartig. Es bietet hervorragende Möglichkeiten für die praxisorientierte Forschung im halb- und großtechnischen Maßstab.

Heidi Hüneborg ist als technische Laborleiterin am ISWA tätig und betreut in dieser Funktion viele Projekte in den verschiedenen angeschlossenen Laboren. Sie führt täglich TOC-Analysen durch und koordiniert viele der im Labor durchgeführten Messaktivitäten. Hüneborg und ihr Team verwenden zwei Analysatoren des Typs vario TOC cube von Elementar und sind von der Flexibilität dieser Lösung begeistert. Da dank der verschiedenen Probengeber die TOC-Geräte rund um die Uhr arbeiten können, ist der vario TOC cube ein echter Gewinn für das Team. Das Gerät kann schnell zwischen Flüssig- und Feststoffmodus umgerüstet werden. Wenn es um die Prüfung neuer und innovativer Filtrationsmethoden auf Basis von Aktivkohle oder um die TOC-Bestimmung im Abwasser geht, liefert der vario TOC cube von Elementar stets zuverlässige und präzise Daten.



Heidi Hüneborg, techn. Laborleiterin, ISWA Stuttgart

Unsere Mission: Ihr Erfolg

Die Arbeit für Sie so stressfrei und effizient wie möglich zu gestalten: Das ist unsere Mission, wenn es um die genaue Bestimmung der TOC-Konzentration in Oberflächen- und Abwasser geht. Wir haben mehr als 1.000 Labormitarbeiter*innen zu ihren Herausforderungen in der TOC-Analytik befragt. Das Ergebnis: Der Einsatz nutzerunfreundlicher Technik führt zu Messungenauigkeiten, Geräteausfällen und erhöhter Arbeitsbelastung, die den Laboralltag erschweren.

Unsere Antwort: Der neue TOC-Analysator enviro TOC für die komfortabelste und ressourcenschonendste TOC- und TN_b -Bestimmung in Oberflächenwasser- und Abwasserproben. Finden Sie heraus, wie enviro TOC einen deutlichen Unterschied in Ihrem Arbeitsleben bewirken kann:

de.toc-mission.com

DIE ELEMENTAR TOC MISSION



Elementar – Ihr Partner für exzellente Elementanalytik

Elementar ist Weltmarktführer in der Hochleistungsanalytik von organischen und anorganischen Elementen. Kontinuierliche Innovationen, kreative Lösungen und verständlicher Support bilden die Grundlage der Marke Elementar. Wir möchten auch in Zukunft sicherstellen, dass unsere Produkte zum wissenschaftlichen Fortschritt und wirtschaftlichen Wachstum in den Bereichen Agrarwirtschaft, Chemie, Umwelt, Energie, Werkstoffe und Forensik in über 80 Ländern beitragen.

Elementar Analysesysteme GmbH

Elementar-Straße 1 • 63505 Langenselbold (Deutschland)

Telefon: +49 (0) 6184 9393-0 | info@elementar.com | www.elementar.com

