

Phosphat

Phosphorverbindungen – vor allem *ortho*-Phosphat PO_4^{3-} – gelten in der Mehrzahl der stehenden und fließenden Gewässer als der limitierende Nährstoff. Eine Konzentrationszunahme durch erhöhten Eintrag (Abwasser, Bodenabschwemmung etc.) bedeutet unmittelbar eine höhere Nährstoffbelastung = „Eutrophierung“ des Gewässers mit den bekannten Auswirkungen wie verstärktes Algenwachstum, Sauerstoffzehrung bis hin zur Anoxie in der Tiefenzone, etc.

Phosphor-Fractionen im Wasser

Phosphor tritt in natürlichen Wässern in 3 Fraktionen auf:

- anorganisches, gelöstes **Orthophosphat**
- gelöste organische Phosphorverbindungen
- partikulärer Phosphor (in Biomasse gebunden oder an Partikeln anlagernd), deren Summe den für die Überwachung des Kläranlagenablaufs wichtigen **Gesamt-Phosphorgehalt P_{ges}** ergibt.

Messverfahren und Aufschluss

Für die Bestimmung der Phosphat- bzw. Phosphor-Konzentrationen stehen zwei Verfahren zur Wahl:

- **Molybdänblau-Verfahren**
- **Vanadat-Molybdat-Verfahren (Gelbmethode)**

Beide Verfahren basieren auf der Messung von **Orthophosphat**. Für die Bestimmung des **Gesamt-P**-Gehalts ist daher ein **Aufschluss** der gelösten organischen sowie partikulären Phosphor-Fractionen zwingend erforderlich. Auch muss die Erfassung der Probe ohne vorherige Filtration erfolgen, um sämtliche Feststoffe in den Aufschluss miteinzubeziehen.

Der Aufschluss geschieht in der Regel durch Erhitzen mit Peroxodisulfat und Schwefelsäure – teilweise unter Druck, um die Aufschlusszeiten zu verringern.

Phosphatelimination im Abwasser

Zur Einhaltung der vorgeschriebenen P-Ablaufgrenzwerte muss in der Kläranlage eine effektive Phosphatelimination erfolgen, für die prinzipiell zwei Methoden zur Verfügung stehen:

- **Biologische Phosphatelimination „Bio-P“:**
Einlagerung in Biomasse (meist verknüpft mit einer anaeroben Vorstufe zur Stimulierung der Überschussaufnahme von Phosphat und zellinterner Speicherung als Polyphosphat)
- **Chemisch-physikalische Phosphatelimination:**
Chemische Fällung von Ortho-Phosphat durch den Einsatz von Metallsalzen (meist Fe^{3+} oder Al^{3+}). Der Fällungsprozess lässt sich sehr effektiv über den Einsatz von Orthophosphat-Analysatoren steuern bzw. regeln, was speziell bei grösseren Anlagen deutliche Einsparungen beim Fällmittelverbrauch bewirkt.

Regelung nach der P-Konzentration

Wird die On-line-Messtechnik speziell für die automatische Fällmitteldosierung installiert, ergeben sich speziell bei grösseren Anlagen deutliche Einsparungen beim Fällmittelverbrauch – insbesondere bei Anlagen mit Bio-P und chemischer Fällung ist eine Regelung der chemischen Phosphatelimination und damit das Fällmitteleinsparpotential von besonderer Bedeutung.

(Siehe Applikationsbericht PO4 1609 2003 01d)

Molybdänblau-Verfahren

Orthophosphate setzen sich mit Ammoniummolybdat im sauren Medium zu Phosphormolybdän-säure um. Unter Zuhilfenahme von Reduktionsmitteln ergibt sich Phosphormolybdänblau. Die Intensität des Farbstoffes kann bei 880 nm photometrisch gemessen werden.

Vanadat-Molybdat-Verfahren (Gelbmethode)

Orthophosphationen reagieren im Sauren mit Ammoniummolybdat und Ammoniumvanadat zum gelben Ammoniumphosphorvanadomolybdat. Dieses kann bei 380 nm photometrisch ausgewertet werden.

TresCon® OP 210

TresCon® OP 210

Phosphat-Modul



On-line Orthophosphatmessung

- Steuerung bzw. Regelung der chemischen Phosphatfällung, z. B. Fällmitteldosierung bei Simultanfällung
- Überwachung der biologischen Phosphatelimination
- Messung der Phosphat-Belastung in natürlichen Gewässern
- Überwachung der Phosphatkonzentration im Trinkwasserbereich

Messprinzip

Das PO₄-Modul verwendet die Vanadat-Molybdat-Methode (Gelbmethode) zur Bestimmung des Orthophosphatgehaltes. Der zu untersuchenden Probe wird dabei ein Reagenz zugesetzt, das in Verbindung mit Phosphat eine Gelbfärbung der Probe bewirkt. Die Intensität dieser Färbung wird als Maß des Phosphat-Gehalts photometrisch erfasst und ausgewertet.

- Gelb-Methode
- Kontinuierliche Untergrundkompensation
- Kontinuierlicher/Diskontinuierlicher Messbetrieb wählbar
- Einsatz in schwach belastetem Abwasser ohne Probenaufbereitung

Technische Daten OP 210

IP 54



2 Jahre Garantie

Auflösung (Displayanzeige)	Messbereich 1: 0,01 mg/l bzw. µmol/l Messbereich 2: 0,1 mg/l bzw. µmol/l Messbereich 3: 0,1 mg/l bzw. µmol/l
Messgenauigkeit	±2% vom Messwert ±0,01 mg/l PO ₄ -P (Messbereich 1) ±2% vom Messwert ±0,1 mg/l PO ₄ -P (Messbereich 2 und 3)
Verfahrensvariationskoeffizient	2% (für alle Messbereiche)
Ansprechzeit	<4 min bis zum Messwert (nach Konzentrationsänderung am Eingang)
Messintervall	Quasi-Kontinuierliche Messung, 5, 10, 15, 20, 25 oder 30 min (einstellbar)
Kalibrierung	Automatische 2-Punkt-Kalibrierung, Zeit und Intervall wählbar
Untergrundkorrektur	Untergrundkorrektur nach WTW-Algorithmus, zusätzliche manuelle Anpassung möglich
Probenzufuhr	Ca. 0,06 l/h, Feststoffanteil < 50 mg/l (z.B. Kläranlagenauslauf)
Verbrauch	Reagenz, 10 l: 60/155/310/465 Tage bei Messintervall kont./10/20/30 Minuten Standard B 1,5 l: 90 Tage bei 24 Std. Kalibrierintervall Reinigungslösung, 1,5 l: 45 Tage bei 24 Std. Reinigungsintervall
Wartungsintervall	1/2 jährlich

Messbereich 1		
	mg/l	µmol/l
PO ₄ -P	0,05 - 3,00	1,5 - 100
PO ₄	0,15 - 9,00	1,5 - 100
Messbereich 2		
	mg/l	µmol/l
PO ₄ -P	0,1 - 10,0	3 - 320
PO ₄	0,3 - 30,0	3 - 320
Messbereich 3		
	mg/l	µmol/l
PO ₄ -P	0,1 - 25,0	3 - 800
PO ₄	0,3 - 80,0	3 - 800

Bestell-Info OP 210

Separates TresCon®-Analysemodul für Orthophosphat zur Erweiterung eines bestehenden TresCon®-Systems (belegt 1 Modulplatz)		Bestell-Nr.
OP 210/ MB 1	Modul für Orthophosphat: Messbereich 1	820 004
OP 210/ MB 2	Modul für Orthophosphat: Messbereich 2	820 005
OP 210/ MB 3	Modul für Orthophosphat: Messbereich 3	820 006
TresCon®-Grundgerät mit Analysemodul OP 210 für Orthophosphat (Wandmontage; Platz für 2 weitere Module)		Bestell-Nr.
TresCon® P 211/MB1	Orthophosphat Messbereich 1	8A-40030
TresCon® P 211/MB2	Orthophosphat Messbereich 2	8A-50030
TresCon® P 211/MB3	Orthophosphat Messbereich 3	8A-60030
TresCon® Uno Einparametersystem Orthophosphat mit Analysemodul OP 210		Bestell-Nr.
TCU/P211-MB1	TresCon® Uno für Orthophosphat: Messbereich 1	820 104
TCU/P211-MB2	TresCon® Uno für Orthophosphat: Messbereich 2	820 105
TCU/P211-MB3	TresCon® Uno für Orthophosphat: Messbereich 3	820 106
Zubehör und Verbrauchsmaterial siehe Preisliste		

TresCon®

OP 510

Gesamtphosphor-Modul

- On-line-Analyse von Gesamtphosphor für den Kläranlagenablauf
- Schnelle Analyse im 10-Minuten-Intervall
- Hohe Messgenauigkeit durch automatische 2-Punkt-Kalibrierung
- Regelmäßige voll-automatische Reinigung
- Hohe Betriebssicherheit durch vollständige automatische Überwachung
- Blaumethode



On-line P_{ges} -Messung

- Ablaufüberwachung kommunaler Kläranlagen auf P_{ges}
- Überwachung der Phosphorbelastung natürlicher Gewässer

Messbereich*		
	mg/l	$\mu\text{mol/l}$
P_{ges}	0,01 ... 3,00/ 6,00*	0,3 ... 100/ 200*

* Durch kontinuierliche Probenverdünnung, im Verhältnis 1:1

Messprinzip

Das P_{ges} -Modul besteht aus zwei Einheiten: In der Ersten („Aufschlusseinheit“) findet zunächst ein chemisch-thermischer Aufschluss der Probe statt, in der Zweiten („Analyseeinheit“) erfolgt die Bestimmung des Gesamtphosphor-Gehaltes.

Durch den **Aufschluss** werden die in der Probe vorkommenden Phosphorverbindungen in photometrisch bestimmbares Orthophosphat überführt. Dies erfolgt mittels einer Oxidation der Phosphorverbindungen mit Peroxodisulfat im sauren Medium. Durch Überdruck und eine erhöhte Reaktionstemperatur wird dieser Vorgang beschleunigt, so dass sehr kurze Aufschlusszeiten erreicht werden.

Die anschließende **Analyse** erfolgt nach der Molybdänblau-Methode:

Der Probe wird ein Molybdat-Reagenz zugemischt, das mit Phosphat, über einen chemischen Zwischenschritt, einen blauen Farbstoff bildet. Die Intensität dieser Färbung dient als Maß für die ursprüngliche Konzentration an Phosphat-Ionen. Sie wird photometrisch erfasst und ausgewertet.

Technische Daten

Auflösung (Displayanzeige)	Bereich: 0,01 ... 3,00 mg/l : 0,01 mg/l 0,30 ... 100 µmol/l : 0,1 µmol/l
Messgenauigkeit	±3% vom Messwert ±0,05 mg/l P_{ges}
Messprinzip	Photometrisches Referenzstrahlverfahren nach Aufschluss
Messmethode	Molybdänblau-Methode
Verfahrensvariationskoeffizient	1,5%
Messintervall	10, 15, 20, 25, 30 oder 60 min (DIN EN Messung mit 30 min Aufschluss bei ca. 120 °C) einstellbar
Kalibrierung	Vollautomatische 2-Punkt-Kalibrierung,
Verbrauch	Reagenzien A, B, C, D: 10/15/20/30/60 Tage bei Messintervall 10/15/20/30/60 min Standard, 1,5 l: 70 Tage bei 24 Std. Kalibrierintervall Reinigungslösung, 1,5 l: 60 Tage bei 24 Std. Reinigungsintervall
Wartungsintervall	1/2 jährlich

Bestell-Info Gesamtphosphor OP 510

		Bestell-Nr.
OP 510	Separates TresCon®-Analysemodul für Gesamtphosphor zur Erweiterung eines bestehenden TresCon®-Systems (belegt 2 Modulplätze)	820 011
TresCon® P 511	TresCon®-Grundgerät mit Analysemodul OP 510 für Gesamtphosphor (Wandmontage; Platz für 1 weiteres Modul) Zubehör und Verbrauchsmaterial siehe Preisliste	8A-8X030

Bei Bedarf Homogenisierereinheit lieferbar (siehe Preisliste)