

WATERWORLD

Phosphatfällung optimiert, Auslaufwert reduziert

AUSGABE 44 MAI 2022

Phosphatfällung optimiert
Auslaufwert reduziert ... 1

Photometrie-Lexikon
Photometrische Bestimmung der Wasserhärte ... 5

Wasser sparen beim Kochen
Nachhaltig serviert ... 6

Wasserhärte
Bestimmung der Carbonathärte per Titration ... 8



Phosphatfällung optimiert, Auslaufwert reduziert

Phosphor ist ein wichtiger Pflanzennährstoff. Zu hohe Konzentrationen davon in Gewässern führen zur Eutrophierung und zu einem starken Wachstum von Algen und Wasserpflanzen. Das Absterben dieser Biomasse wiederum führt dann zu einer starken Sauerstoffzehrung; die Wasserqualität verschlechtert sich.

Um den in der Wasserrahmenrichtlinie¹⁾ geforderten „guten ökologische Zustand“ eines Gewässers zu erreichen, muss unter anderem der Eintrag von Phosphor verringert werden. In Bezug auf den punktuellen Eintrag durch Kläranlagen haben zahlreiche Bundesländer verschärfte Anforderungen erstellt, die über die Anforderungen der Abwasserverordnung²⁾ hinaus gehen. Für Bayern sind diese zusätzlichen Anforderungen im Merkblatt 4.4/22 des Landesamtes für Umwelt³⁾ veröffentlicht. Die Anforderungen beziehen sich vor allem auf Gesamtposphor (P_{ges}). Da im Abwasser der größte Anteil des P_{ges} auf Orthophosphat entfällt (PO_4 -P), kommt der Fällung des PO_4 -P eine wichtige Rolle zu.

Der nachfolgende Bericht zeigt am Beispiel der Kläranlage Hilpoltstein, wie die PO_4 -Messtechnik der Marke WTW bei der Lösung dieser Herausforderung geholfen hat.

Die Kläranlage Hilpoltstein

Die Kläranlage Hilpoltstein (Abb. 1) fällt mit einer Ausbaustufe von 25.000 EW unter die Größenklasse 4 und reinigt das Abwasser der Kernstadt Hilpoltstein und ihrer Ortsteile (ca. 13.000 Einwohner)⁴⁾. Die mechanische Reinigungsstufe besteht aus einem Rechen und einem Sandfang, gefolgt von einer Vorklärung. Die biologische Reinigung wird in der aktiven Straße intermittierend betrieben. Die zweite Straße ist auf Grund der derzeitigen Auslastung von

ca. 18.000 EW momentan nicht in Betrieb. Die chemische Reinigung erfolgt zwischen Biologie und Nachklärbecken.

Der anfallende Klärschlamm wird, nachdem er den Faulturm verlassen hat, zusammen mit dem anfallenden Schlamm der Außenanlage Meckenhausen vor Ort gelagert. Da keine eigene Schlamm Trocknung besteht, wird der Schlamm zwei Mal im Jahr durch eine mobile Kammerfilterpresse getrocknet. Das

Abb. 1: Ansicht der KA Hilpoltstein



*Gesamtposphor im Auslauf
 Ohne Regelung: 1,6 mg/L
 Mit Regelung: 0,6 mg/L*

**Fällmittelverbrauch
derzeit: 10 L/Std.
erwartet: 7 L/Std.**



Herausforderung P-Handlungsgebiet

Die KA Hilpoltstein liegt im mittelfränkischen Landkreis Roth und somit in einem sogenannten „P-Handlungsgebiet“.

Die Kombination aus Größenklasse 4 und Lage im P-Handlungsgebiet erfordert nach den eingangs erwähnten Vorschriften einen Auslaufwert für Gesamtphosphor von 1,0 mg/L.

Dieser wurde denn auch vom zuständigen Wasserwirtschaftsamt Nürnberg eingefordert.

Um die Einhaltung der neuen Vorgabe enghemmer als bisher überwachen zu können, sah sich die Anlage veranlasst, messtechnisch nachzurüsten.

anfallende Prozesswasser des etwa 4.000 m³ anfallenden Schlammes pro Halbjahr wird zwischengespeichert und schrittweise der biologischen Stufe zugeführt.

Messtechnisch ist die Anlage seit 2003 mit dem Analysesystem IQ SENSOR NET der Marke WTW ausgestattet und regelt die intermittierende Biologie mittels Sauerstoff- und Nitrat/Ammoniummessungen (mit den Sensoren FDO® 700 IQ bzw. VARiON® 700 IQ).

Neue Herausforderung

Das Fällmittel zur Phosphatelimination wird im abfallenden Auslauf der Biologie ca. 30 m vor dem Nachklärbecken dosiert. Für eine gute Einmischung und Reaktionsstrecke ist somit gesorgt. Der bisherige P_{ges}-Grenzwert von 1,6 mg/L wurde durch eine mehr oder weniger unregelmäßige und folglich hohe Zugabe von Natriumaluminatlösung erreicht (Abb. 2, Fällmitteltank). Die punktuelle Überwachung des P_{ges}-Wertes erfolgte anhand der in der Eigenüberwachungsverordnung⁵⁾ vorgegebenen Laboranalysen (siehe

Abschnitt „Laboranalysen“); der Verbrauch an Fällmittel lag bisher bei etwa 10 L pro Stunde.

Die neue Messtechnik und dynamische Regelung

Im Frühjahr 2020 wurde neben dem Orthophosphat-Analyser Alyza IQ PO₄ auch ein neuer Umformer MIQ/MC3 mit Profibus-Ausgang eingebaut.

„Die Erweiterung lief problemlos“, bestätigt der stellvertretende Betriebsleiter Michael Rupp. „Wir konnten den Analyzer sehr schnell und einfach an ein 10 m entferntes, bereits existierendes IQ SENSOR NET-Modul anschließen.“ Mit der Inbetriebnahme des Alyza IQ PO₄ und der Übermittlung des Messwertes über Profibus an die SPS, erfolgte auch die Umstellung auf die heutige dynamische Regelung der Fällmitteldosierung. Die Probenahme des Alyza findet im Zulauf des Nachklärbeckens, ca. 30 m hinter der Dosierstelle statt (Feed-Backward-Strategie).

Für die Regelung wurde für PO₄-P ein Sollwert von 0,55 mg/L festgelegt, um ausreichend Puffer bei Zulaufspitzen zu haben. Die Dosierung erfolgt

Abb. 2: Fällmitteltank der KA Hilpoltstein mit Alyza IQ PO₄ (rechts daneben).

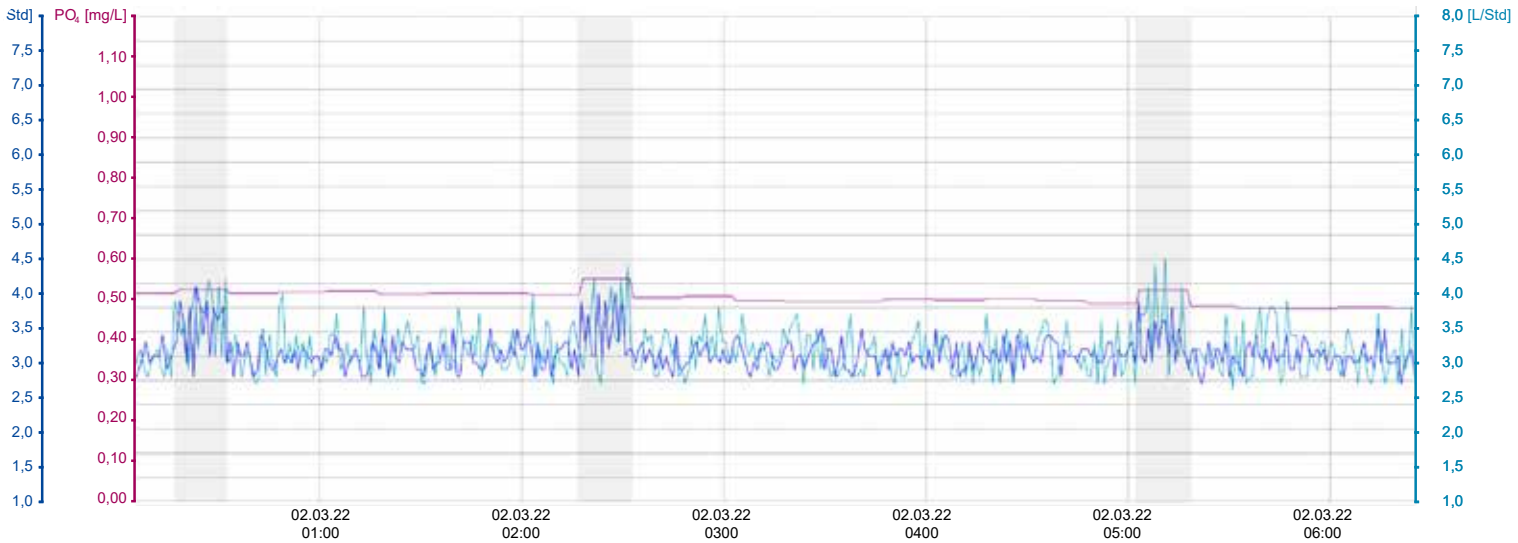


Abb. 3: Das Dosiervolumen der beiden Fällmittelpumpen (Hell- bzw. Dunkelblau) in L/Std. in Abhängigkeit vom $\text{PO}_4\text{-P}$ Messwert (Magenta) in mg/L. Einem Anstieg der $\text{PO}_4\text{-P}$ Konzentration folgt zügig ein erhöhtes Dosiervolumen (grau markierte Bereiche).

abhängig vom Messwert (15-Minuten-Intervall) gleichmäßig über zwei bereits vor der Nachrüstung installierte Pumpen. Abbildung 3 zeigt sehr anschaulich, wie durch einen höheren Messwert (Magenta) beide Pumpen (Hellblau bzw. Dunkelblau) die Fördermenge von etwa 3 Liter pro Stunde auf etwa 4 Liter erhöhen. Aufgrund der Hubmenge der Pumpen wurde das minimale Dosiervolumen bei ca. 3 Liter pro Stunde je Pumpe hinterlegt. Das eingestellte maximale Dosiervolumen beträgt 8 Liter pro Stunde. Für die neue Regelung sind die Pumpen zwar etwas zu groß dimensioniert, dafür könnte beim Ausfall einer Pumpe die andere das benötigte Volumen auch allein fördern.

Laboranalysen

Die nach der Eigenüberwachungsverordnung vorgeschriebene Ablaufüberwachung erfolgt nach wie vor durch wöchentliche bzw. monatliche Zwei-Stunden- und 24-Stunden-Mischproben. Zusätzlich erfolgen seit dem Einbau des Alyza IQ PO_4 wöchentliche photometrische Referenzmessungen. Hierzu wird eine Probe aus dem Überlaufgefäß des Analysators entnommen und mittels eines Küvettentests der $\text{PO}_4\text{-P}$ -Wert bestimmt. Es erfolgt eine Doppelbestimmung mit anschließender Berechnung des Mittelwerts. Die Ergebnisse sind zufriedenstellend, gegebenenfalls wird am Alyza IQ ein Offset-Wert eingestellt.

Ergebnis

Seit der Installation des Alyza IQ PO_4 und der neuen Regelung, konnte der Auslaufwert für P_{ges} auf etwa 0,6 mg/L gesenkt werden. Er liegt damit sogar erheblich unter der neuen Vorgabe von 1,0 mg/L.

Darüberhinaus geht die Anlage aufgrund der bedarfsorientierten Dosierung von einem reduzierten Verbrauch an Fällmittel aus. Dieser liegt momentan bei 10 L/Std. Nach Einschätzung von Michael Rupp

könnte eine Verringerung auf ca. 7 L/Std. möglich sein. „Wegen verschiedener und schwer abschätzbarer Zulaufspitzen lässt sich das aber erst in etwa drei Jahren seriös bewerten“, schränkt er ein. Auslöser dieser Zulaufspitzen sind die Zugabe des Prozesswassers (siehe oben) und ein saisonabhängiger Anteil nicht kommunalen Abwassers. Auch mit dem Alyza IQ PO_4 zeigt sich Michael Rupp sehr zufrieden: „Der läuft sehr zuverlässig und liefert einen Beitrag zum Umweltschutz“.

Fazit und Ausblick

Die Investition in die Messtechnik und in die Programmierung einer neuen dynamischen Regelung hat sich selbst für diese relativ kleine Anlage gelohnt. „Der Alyza läuft problemlos, und wir erfüllen die neue Vorgabe. Wenn wir dann auch noch die erwartete Fällmitteleinsparung erreichen, ist es perfekt“, fasst Michael Rupp stolz zusammen. „Und sollte die Anlage auch noch die zweite Straße in Betrieb nehmen müssen, wäre auch hier schon vorgesorgt: Unser Alyza ist ja ein Zweikanalgerät.“

KENNZIFFER 1



Nähere Informationen zum Alyza IQ PO_4 finden Sie auf der Landingpage www.WTW.com/Alyza-IQ

Quellennachweise

- 1) Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer 1 (Oberflächengewässerverordnung - OGWV); Bundesamt für Justiz; 2016; https://www.gesetze-im-internet.de/ogewv_2016/ (08.03.2022)
- 2) Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV); Bundesamt für Justiz; 1997; <https://www.gesetze-im-internet.de/abwv/BJNR056610997.html> (08.03.2022)
- 3) Merkblatt Nr. 4.4/22; Anforderungen an die Einleitungen von Schmutz- und Niederschlagswasser; 2018; https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil4_oberirdische_gewaesser/doc/nr_4422.pdf (08.03.2022)
- 4) <https://www.hilpoltstein.de/rathaus/stadtinfos/ortsteile/hilpoltstein/> (08.03.2022);
- 5) Verordnung zur Eigenüberwachung von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen (Eigenüberwachungsverordnung - EÜV); Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen; 1995; <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/Bay-EUeV> (08.03.2022);

IMPRESSUM:

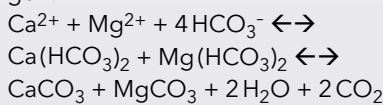
Herausgeber: Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, WTW · Am Achalaich 11, D-82362 Weilheim · Telefon: +49 881183-0 · Fax: +49 881183-420 · E-Mail: info.xags@xylem.com
 Internet: www.xylemanalytics.com · Verantwortlich: Horst Heller (i.S.d.P.) · WATERWORLD wird kostenlos abgegeben · Alle Namen sind eingetragene Handelsnamen oder Warenzeichen der Xylem Inc. oder eines ihrer Tochterunternehmen.
 © 2014 Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, WTW, Mai 2022

Kleines Photometrie-Lexikon

Hart, härter – verkalkt!

Die Bestimmung der Wasserhärte als Gesamt- und Resthärte mit dem Photometer

Die Gesamthärte des Wassers setzt sich aus zwei Teilmengen zusammen: erstens die „temporäre“ oder Carbonat-Härte durch Carbonat- und Hydrogencarbonat-Ionen, die je nach Temperatur und pH im Gleichgewicht vorliegen:



Die temporäre Härte lässt sich durch Abkochen entfernen.

Zum zweiten wird die „permanente“ oder Resthärte geführt, die im Wasser bestehen bleibt und auch durch Abkochen nicht entfernt werden kann. Die Resthärte wird vor allem in Entkalkungsanlagen und zur Überprüfung von Spülvorgängen in Ionentauschern gemessen.

Hat man früher verschiedene landesspezifische Einheiten, wie deutsche, englische oder französische Härtegrade benutzt, wird heute die Stoffmengenkonzentration c der Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen als Gesamtmenge an Ca^{2+} oder CaCO_3 in mmol/l zitiert. Die Konzentration der zweiwertigen Barium- und Strontiumionen als weitere Härtebildner ist vernachlässigbar.

Wasserhärte-Bestimmung mit Testsätzen

Neben der apparatetechnisch aufwendigeren aber sehr präzisen Bestimmung der Wasserhärte durch Titration kann eine photometrische Bestimmung der Wasserhärte als Resthärte und Gesamthärte im Labor und direkt vor Ort erfolgen. Das Prinzip ist der photometrischen Titrationsmethode sehr ähnlich: Mit dem Test 00961 (Artikelnummer 252039) wird durch eine Komplexbildung mit Phthaleinpurpur und dem daraus folgenden Farbumschlag zunächst die Gesamthärte aus Calcium- und Magnesiumionen gemeinsam erfaßt und als CaCO_3 [mmol/l] ausgegeben. In einem zweiten Reaktionsschritt kann danach in demselben Probenansatz der Magnesiumanteil in mmol/l bestimmt werden. Für die Vergleichbarkeit ist die Ausgabereinheit mmol/l durch die gegebenen Masseunterschieden unbedingt erforderlich.

Der pH-Wert spielt in Gleichgewichtsreaktionen eine wichtige Rolle, jedoch wird in diesem Test der pH-Wert durch die Testvorlage ausreichend gepuffert.

Das A und O: die richtige Temperatur!

Für eine Konzentrationsbestimmung gerade von Stoffgemischen (hier Ca^{2+} und Mg^{2+}) hat v.a. die Temperatur unmittelbaren Einfluss auf das präzise Ergebnis der Stoffe im Verhältnis zueinander: Bei höheren Temperaturen dehnt sich eine Flüssigkeit aus; das Volumen wird größer und pro Volumeneinheit sind weniger Ionen enthalten. Umgekehrt führt eine niedrige Temperatur zur Kontraktion des Volumens und damit zu einer Erhöhung der Stoffkonzentration.

Der Gesamthärte-Test Modell 00961 muss deshalb für präzise Ergebnisse bei der in der Packungsbeilage angegebenen Temperatur von 20–22°C durchgeführt werden: Ist die Temperatur höher, bedeutet das wie beschrieben weniger Ionen pro ml Probenzugabe und damit Minderbefunde, ist sie niedriger, durch die Zugabe einer höheren Konzentration pro Volumeneinheit ein Überbefund ausgegeben. Bei einem Versuch mit 5°C Abweichung konnten wir Fehler in der Größenordnung von bis zu ±20% erzeugen.

Vor Ort und an Entnahmestellen: zu kalt oder zu warm?!

Gerade bei Bestimmungen vor Ort (Brunnen oder Anlagen) kann die Ausgangstemperatur in beide Richtungen sehr unterschiedlich sein. Eine Temperierung der Probe auf die genannte Temperatur ist deshalb ein essentieller Vorbereitungsschritt. Für beste Resultate ist ein Verbringen ins Labor oder eine Temperierung im „Labortruck“ empfehlenswert.

Kleiner Praxistipp: Zutropfen von Reagenzien in der richtigen Haltung ob Tropfflasche oder Aufnahme des Reagenzes mit Pipette gewährleisten immer die richtige Menge an Reagenz

6 WEGE, WIE ESSEN WASSER SPAREN KANN

Im Durchschnitt verbraucht jeder Deutsche pro Tag etwa 3.900 Liter Wasser.¹ Das ist ausreichend, um 25 Badewannen zu füllen! Wir hinterlassen damit einen riesigen „Wasserfußabdruck“. Unser Wasserfußabdruck ist die direkte und indirekte Menge an Süßwasser - das sogenannte virtuelle Wasser -, die für die Herstellung aller von uns konsumierten Waren und Dienstleistungen verbraucht wird. Zirka 122 Liter verbrauchen wir direkt in Form von Leitungswasser.² Ihre morgendliche Tasse Kaffee besteht zum Beispiel nicht nur aus dem Wasser, das zum Aufbrühen der Bohnen verwendet wird, sondern auch aus dem Wasser, das für den Anbau, die Verarbeitung und den Transport des Kaffees verwendet wird. Im Durchschnitt werden für die Herstellung einer Tasse schwarzen Kaffees 140 Liter Wasser benötigt.³

NACHHALTIG SERVIERT



Der einfachste Weg, unseren Wasserfußabdruck zu verringern, ist die Vermeidung von Lebensmittelverschwendung.

1.300.000.000
Tonnen an Lebensmitteln oder

30%

der gesamten weltweiten Nahrungsmittelproduktion gehen jedes Jahr verloren oder werden verschwendet.⁴

Fünf weitere lebensmittelbezogene Maßnahmen, die den Wasserverbrauch reduzieren können - einige können Sie direkt zu Hause umsetzen:



2 Regionale Lebensmittel

Der Kauf von Lebensmitteln, die nicht aus der Region stammen, verursacht einen beträchtlichen Wasser-Fußabdruck, da die Herstellung von Benzin und Flugzeugtreibstoff für den Transport unglaublich wasserintensiv ist: Für 3,8 Liter Benzin werden 49 Liter Wasser benötigt.⁵ Außerdem werden für den Anbau von Lebensmitteln aus der Region in der Regel weniger Pestizide⁶ verwendet, die eine erhebliche Wasserverschmutzung verursachen können.⁷

Es gibt viele weitere Vorteile regionale Lebensmittel einzukaufen: Sie sind frischer und oft auch nahrhafter. Außerdem ist es eine fantastische Möglichkeit Ihre Region wirtschaftlich zu unterstützen!!



3 Unverarbeitete Lebensmittel

Die Verarbeitung von Lebensmitteln beinhaltet auch das Waschen und Vorbereiten der Zutaten sowie das Verpacken des Produkts. Für 28 Gramm Kartoffelchips werden beispielsweise mehr als 26,5 Liter Wasser für die Herstellung und Verarbeitung benötigt, während für 28 Gramm Kartoffeln nur 7,6 Liter Wasser benötigt werden.⁸

Der Verzehr von vollwertigen Lebensmitteln statt verarbeiteten und abgepackten Mahlzeiten macht Ihre Ernährung gesünder und kann den Wasserfußabdruck Ihres Einkaufs deutlich verringern.



Beginnen Sie Ihre Reise indem Sie Ihren Wasserfußabdruck berechnen:
wasserampel.wfd.de

Hier finden Sie regelmäßige Tipps & Tricks: zugutfuerdietonne.de

Sie können auch etwas bewirken indem Sie diese Projekte unterstützen:

Water Footprint Network
waterfootprint.org

Nutzt das Konzept des Wasserfußabdrucks, um den Übergang zu einer nachhaltigen, gerechten und effizienten Nutzung der Süßwasserressourcen weltweit zu fördern.

Planet Water Foundation
planet-water.org

Bringt sauberes Wasser in die ärmsten Gemeinden der Welt, indem es kommunale Wasserfiltersysteme installiert und Wasser-, Gesundheits- und Hygieneaufklärungsprogramme durchführt.

Ingenieure Ohne Grenzen
www.ingenieure-ohne-grenzen.org/

Unterstützen Menschen dort, wo technische Zusammenarbeit nötig und möglich ist, insbesondere durch die Versorgung der infrastrukturellen Grundbedürfnisse in den Bereichen Wasser, Strom und Sanitär.



Quellennachweise

¹ Umweltbundesamt: „Wasserfußabdruck“

² Statista: „Wasserverbrauch: So viel Leitungswasser verbrauchen die Europäer“

³ GRACE Communications Foundation: „Water Footprint Comparisons by Country“

⁴ United Nations: „Water and food security“

⁵ National Geographic: „Water Conservation Tips“

⁶ Columbia: „How Green is Local Food?“

⁷ USGS: „Pesticides in Groundwater“

⁸ Water Footprint Network: „Product gallery“

⁹ Animal Frontiers: „The hidden water resource use behind meat and dairy“

¹⁰ Penn State: „Agricultural Alternatives: Drip Irrigation for Vegetable Production“

¹¹ FAO: „Choosing an irrigation method“

¹⁰ BBC: „The clean farming revolution“



4



Vegetarismus/Veganismus

Studien haben gezeigt, dass die Reduzierung des Fleisch- und Milchkonsums zu den bedeutendsten Wassereinsparungen in unserem täglichen Leben führt. Für die Herstellung von tierischen Produkten werden durch die Aufzucht und Fütterung der Tiere unglaubliche Mengen an Wasser benötigt – viel mehr als für die Produktion pflanzlicher Produkte.

Ein vegetarischer Lebensstil kann den Wasserverbrauch um bis zu 36 % reduzieren!⁹ Wer nicht gänzlich auf Fleisch verzichten will, kann milchfreie Alternativen kaufen, rotes Fleisch meiden oder „fleischlose Tage“ einführen, um die Umweltbelastung zu verringern.⁹



5



Tröpfchenbewässerung

Die Tropfbewässerung ist eine innovative Anbautechnik, bei der Wasser langsam und gleichmäßig direkt auf die Wurzeln der Pflanzen getropft wird. Diese Systeme verbrauchen 50 % weniger Wasser als herkömmliche Sprinklersysteme, die das Wasser großflächig ausbringen, sogar zwischen den Reihen und auf anderen unproduktiven Flächen.¹⁰ Die Tropfbewässerung kann für den großflächigen Anbau von Nutzpflanzen eingesetzt werden¹¹ – im Gegensatz zu anderen Formen der nachhaltigen Landwirtschaft.

Tropfbewässerungssysteme sind nicht nur für Großbetriebe geeignet! Es gibt zahlreiche Online-Tutorials für die Planung eines solchen Systems für den eigenen Garten.



6



Vertical Farming

„Vertical Farming“, der senkrechte Anbau, ist eine innovative Lösung für viele Probleme in der Lebensmittelproduktion. Dabei handelt es sich um eine Form der Kultur von kleinen Pflanzen mithilfe von LED-Beleuchtung in klimatisierten Räumen, die die idealen Wachstumsbedingungen nachahmt. Die Samen werden in Stoff statt in Erde gepflanzt, wodurch der Wasserbedarf um 95 % gesenkt wird. Außerdem wachsen die Pflanzen aufgrund der idealen Bedingungen doppelt so schnell und liefern höhere Erträge. „Vertical Farming“ ist pro Quadratmeter 390-mal produktiver als der traditionelle Anbau auf dem Feld.¹²

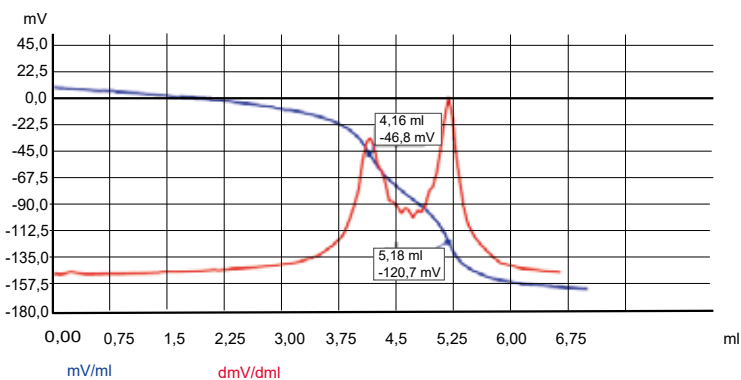
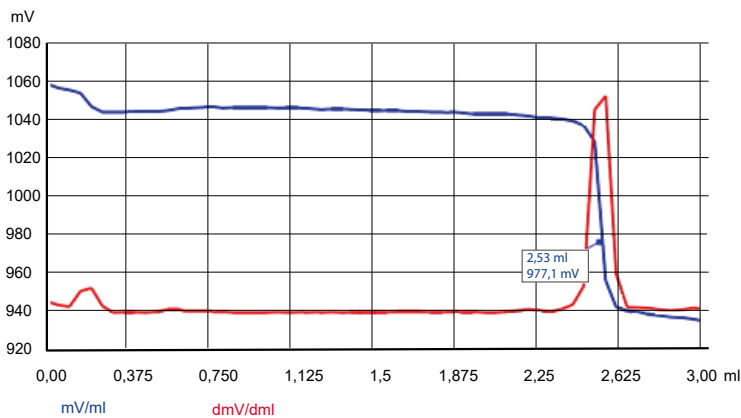


„Das ist die Härte!“

Nachdem wir im letzten Heft die Carbonat-/Hydrogencarbonathärte des Wassers betrachtet haben, wollen wir uns in diesem Beitrag der Gesamthärte zuwenden. Die Gesamthärte wird durch die Summe der Konzentrationen der Kationen von Erdalkalimetallen im Wasser definiert. In der Regel sind das Calcium, Magnesium, Barium und Strontium, wobei die beiden letzteren meist keine große Rolle spielen.

Die Calcium- und die Magnesiumhärte wird durch komplexometrische Titration mit einer wässrigen Lösung des Di-Natriumsalzes der Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA-Na₂) bestimmt. Dabei werden 100 ml einer Wasserprobe mit 10 ml einer Ammoniakpufferlösung pH 10 und einer Spatelspitze Eriochromschwarz T/Kochsalzverreibung versetzt.

Abb. 1: Titrationskurve Gesamthärte. Titration mit EDTA-Na₂ 0,1 mol/l und OptiLine 6 bei 625 nm



Die anfänglich weinrote Lösung verfärbt sich am Ende der Titration blau. Obwohl der Farbumschlag recht gut zu sehen ist, erkennt ihn der optische Sensor OptiLine 6 noch wesentlich besser und natürlich auch objektiver. Dazu lässt sich diese Titration auch mit einem Titrator wie dem TitroLine® 7000 und der angeschlossenen OptiLine 6 automatisieren.

Möchte man die Calcium- und die Magnesiumhärte separat bestimmen, empfiehlt sich die potentiometrische Titration mit Hilfe einer calciumionen-selektiven Elektrode (Ca-ISE). Durch die Verwendung eines speziellen Puffer-/Hilfskomplexbildners aus Tris (Tris-(hydroxymethyl)-amino-methan) und Acetylaceton wird eine Trennung in zwei Äquivalenzpunkte ermöglicht. Der erste Äquivalenzpunkt entspricht der Calciumhärte, der zweite Äquivalenzpunkt der Gesamthärte. Aus der Differenz der beiden Äquivalenzpunkte wird dann die Magnesiumhärte berechnet.

Die Angabe der Calcium-, Magnesium- und Gesamthärte erfolgt heute in mmol/l und wird nicht mehr wie früher in Grad deutscher Härte (°dH) angegeben. Eine Gesamthärte von 1 mmol/l entspricht 5,6 °dH. Die in unserem Beispiel titrierte Trinkwasserprobe aus Mainz hat also eine Gesamthärte von 14,2 °dH und kann damit durchaus schon als hart bezeichnet werden. Hartes Wasser hat zwar positive physiologische Auswirkungen, führt jedoch zur Verkalkung von Waschmaschinen, Kochern und anderen Hausgeräten.

Abb. 2: Titrationskurve Ca-/Mg-/Gesamthärte. Titration mit EDTA-Na₂ 0.05 mol/l und Ca-ISE

WTW
Xylem Analytics Germany
Sales GmbH & Co. KG,
WTW
Am Achalaich 11
D-82362 Weilheim
Fax: 08 81 183-420
E-Mail:
info.WTW@xylem.com

Bitte senden Sie mir Informationsmaterial zu:

KENNZIFFER 1

Ja, ich bin mit der Speicherung meiner Daten zur Bearbeitung meiner Anfrage einverstanden. Ferner bin ich damit einverstanden, dass Xylem mich per eMail und Post zu diesem Zweck kontaktiert.

Absender:

Name, Vorname

Firma, Abteilung

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Telefon, Fax

E-Mail

Datum, Unterschrift

Sie finden uns auch auf:

[/wtwde](#) [.to/wtw \(xing.to/wtw\)](#) [f/wtw.wm](#)