Bewaking met anaerobe vergister helpt procesverstoringen te voorkomen en de productie van biogas te maximaliseren



Introductie tot anaerobe vergisting

Anaerobe vergisting is een veelgebruikte technologie in gemeentelijke en industriële stabilisatieprocessen van vaste stoffen. Stabilisatie is een proces dat het pathogeengehalte van het slib in het behandelingsproces vermindert, waardoor het product veilig is voor nuttig gebruik of afvoer. Anaerobe vergisting wordt gebruikt in verschillende industrieën en wordt ingezet door ongeveer 10 % van alle gemeentelijke waterzuiveringen.

Anaerobe vergisting verschilt van andere stabilisatieprocessen door de mogelijkheid om energie terug te winnen via opgevangen biogas. Biogas wordt geproduceerd als een bijproduct van het vergistingsproces en kan worden gebruikt in ketelsystemen voor warmteproductie of motoren/turbines die zijn aangesloten op generatoren voor energieopwekking. Ook kan het nog verder worden behandeld zodat het kan worden aangeleverd aan het landelijk aardgas netwerk. Deze mogelijkheid om opgeslagen energie in onze afvalstromen op te vangen, maakt anaerobe vergisting een aantrekkelijke technologie. Dit is zeker voor gemeentelijke waterzuiveringen interessant aangezien deze volcontinue het hele jaar in bedrijf zullen zijn vanwege een verplichting vanuit de overheid om huishoudelijk water te zuiveren.

Anaerobe vergisters worden gevoed met slib dat wordt opgevangen of gegenereerd vanuit verschillende punten op de waterzuivering. Daarnaast is het ook gebruikelijk om opgevangen vetten, olien en smeermiddelen, voedsel-/ industrieel afval te vergisten. Hoewel er veel specifieke configuraties zijn voor anaerobe vergisters (mesofiel, thermofiel, enz.) blijft het doel hetzelfde: een omgeving creëren die de gecontroleerde en stabiele decompositie van organische stoffen bevordert via natuurlijk voorkomende biologische processen. Dit wordt bereikt in vier gelijktijdige fasen: hydrolyse, acidogenese, acetogenese en methanogenese.

Methaanvormende bacteriën zijn gevoelig voor veel procescondities, waaronder temperatuur, pH en de aanwezigheid van verschillende toxische stoffen.

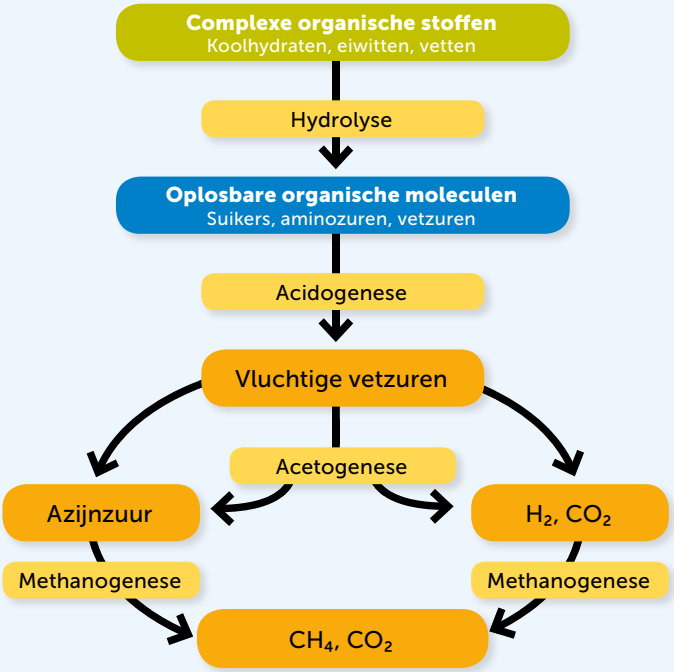


Medina County Sanitary Engineers – Kenneth W. Hotz WRF

Medina County Sanitary Engineers ondersteunt de openbare voorzieningen die de stad Medina, Brunswick en diverse andere steden bedienen. De county beschikt over drie waterterugwinningsfaciliteiten, waaronder de onlangs hernoemde Kenneth W. Hotz WRF, voorheen bekend als de Liverpool Wastewater Treatment Plant. Op deze locatie worden door de county gefinancierde upgrades uitgevoerd om de hernieuwbare energie uit hun anaerobe vergistersysteem te vergroten.

Overzicht van het anaerobe vergistingsproces

1. **Hydrolyse** – organische materie/cellen worden afgebroken tot een oplosbare vorm
2. **Acidogenese** – oplosbare organische moleculen worden omgezet in vluchtige vetzuren (VFA) door zuurproducerende bacteriën
3. **Acetogenese** – verdere afbraak van VFA's, voornamelijk tot azijnzuur (stap 2 en 3 worden gezamenlijk fermentatie genoemd)
4. **Methanogenese** – VFA en waterstof worden omgezet in methaan (biogas) en kooldioxide door methaanproducerende bacteriën



Optimale prestaties vinden plaats binnen een pH-bereik van 6,8-7,2. Als de pH-niveaus in de vergister dalen, kunnen de methaanvormers worden geremd, waardoor het vergistingsproces en de productie van biogas volledig worden stopgezet.

Dit wordt meestal aangeduid als verzuring van de vergister, een verstoring van het systeem die overlast gevende geur produceert, veel tijd in beslag neemt en kostbaar is, en waarvan het herstel vaak tienduizenden euro's kost.

De stabiliteit van de vergister neemt sterk toe wanneer er hoge alkaliteitsniveaus aanwezig zijn. Alkaliteit wordt gedefinieerd als het vermogen van een oplossing om veranderingen in pH te weerstaan bij aanwezigheid van zuren/basen. In anaerobe vergisters wordt alkaliteit verbruikt tijdens de productie van VFA in fase 2 zoals hierboven beschreven. Bicarbonaat-alkaliteit wordt geproduceerd als de methaanvormers VFA omzetten in methaan, zoals hierboven beschreven in fase 3. Operators van vergisters kunnen een gezonde balans tussen VFA en alkaliteit handhaven op basis van zorgvuldig bewaakte operationele regeling van toevoersnelheden, mengen en verwarmen.

Hoewel er veel kennis is over anaerobe vergistingsprocessen, zijn verstoringen van vergisters of problemen met inefficiënte energieterugwinning nog steeds uitdagingen waar operators vaak mee worden geconfronteerd.

De efficiëntie van anaerobe vergisting kan aanzienlijk worden verbeterd met de implementatie van voorbehandelingstechnologieën die de cellen die in de vergister worden gevoerd lyseren. Het lyseren van cellen verbetert de efficiëntie, energieopname, milieuvriendelijkheid en vermindering van vaste stoffen in het vergistingsproces. Een dergelijke voorbehandelingstechnologie is het thermische hydrolyseproces (THP). Dit proces gebruikt extreme druk en warmte om deze resultaten te bereiken. Hoewel voorbehandeling van anaeroob slib het vergistingsproces aanzienlijk kan verbeteren, moet het systeem ook zorgvuldig worden bewaakt om te voorkomen dat er te veel toevoer naar de vergister is.

Bewaking van anaerobe vergister

Typische bewaking van de anaerobe vergister bestaat uit periodieke steekmonsters (idealiter dagelijks) voor laboratoriumanalyse van pH, alkaliteit en VFA. Hoewel dit mogelijk voldoende is voor zeer consistente applicaties zijn de meeste anaerobe vergisters onderhevig aan een hoge mate van variabiliteit in hun operationele omstandigheden. In dergelijke gevallen kan extra bewaking of een hogere monsternamefrequentie wenselijk zijn om verstoringen te voorkomen of simpelweg de prestaties en energieterugwinning te maximaliseren.

De stabiliteit van de vergister en optimale energieterugwinning kunnen consistent en veilig worden bereikt door continue bewaking van enkele belangrijke indicatoren van de staat van de vergister. Op basis van de gevoeligheid van de vergister voor veranderingen in temperatuur en pH, kunnen operators geneigd zijn te vertrouwen op eenvoudige bewaking van de pH en temperatuur van de vergister om verstoringen te voorkomen. Deze aanpak is echter onvoldoende vanwege de aard van de storing. Zodra de pH verandert, is verzuring van de vergister mogelijk al onvermijdelijk vanwege de uitputting van de beschikbare alkaliteit. In dergelijke gevallen is de methanogenese waarschijnlijk al geremd. Realtime bewaking van de verhouding

tussen VFA en alkaliteit die in de vergisters (VFA:ALK) worden gevormd, is een waardevoller hulpmiddel bij het controleren van de algehele toestand van het anaerobe vergistingsproces. Naast de VFA:ALK-verhouding kunnen de specifieke bicarbonaat-alkaliteitsniveaus helpen inzicht te krijgen in de stabiliteit van het vergister, omdat deze gerelateerd zijn aan de kwaliteit van de grondstof (bijvoorbeeld: hogere niveaus van bicarbonaat-alkaliteit zijn gerelateerd aan grondstoffen met een hoger eiwitgehalte). Deze verhouding geeft veel eerder inzicht in de toestand van de methaanvormende bacteriën en helpt operators optimale prestaties en energieterugwinning te handhaven.

Casestudy: Medina County Sanitary Engineers – AWZI Liverpool

Rond 2010 stonden Phil Cummings (bedrijfsleider) en Dawn Taylor (assistent-bedrijfsleider) bij de Kenneth W. Hotz Water Reclamation Facility (voorheen bekend als de Liverpool Wastewater Treatment Plant) in Medina County, Ohio, voor de uitdaging om uit te zoeken hoe het verwerken van het slibproces kon worden verbeterd. Hun technologie op dat moment bestond uit een verouderd nattelucht oxidatieproces, wat een energie intensief proces is en waarvoor men aanzienlijke hoeveelheden gas en electriciteit nodig heeft. In samenwerking met hun consultants besloot de Medina county een richting op te gaan die milieuvriendelijker en energiezuiniger zou zijn: anaerobe vergisting met thermische hydrolyse.

VFA:ALK-verhoudingen	Achtergrond	Meten
0,8	Methaanproductie stopt	Stop de toevoer, voeg alkaliteit toe
0,6 - 0,7	Stabiliteit van vergister is essentieel	Verminder of stop de toevoer, voeg alkaliteit toe
0,4 - 0,5	Anaerobe omstandigheden zijn verstoord	Verlaag de toevoersnelheid, pas de condities aan, overweeg alkaliteit toe te voegen
0,3 - 0,4	Biogasproductie is hoog	Overweeg de toevoersnelheid te verlagen of de bedrijfsomstandigheden aan te passen
0,2 - 0,3	Biogasproductie is matig	Blijf de omstandigheden van de vergister nauwlettend in de gaten houden
< 0,2	Biogasproductie is laag	Mogelijkheid om toevoer langzaam te verhogen voor een hogere gasproductie

Voorgestelde acties voor de beoordeling van VFA:ALK-verhoudingen (Aangepast van MOP 16 "Anaerobic Sludge Digestion" 1987).

Overgang van afvalwaterzuivering naar terugwinning

Medina county koos voor anaerobe vergisters met voorbehandeling op basis van thermische hydrolyse om hun energieterugwinning te maximaliseren door optimale productie en opvang van biogas. Om optimale toevoersnelheden naar de vergister te garanderen en de toestand van de vergister in het algemeen continu te bewaken, zocht Medina county naar online bewakingstechnologieën ter aanvulling op de standaard laboratoriumprocedures die worden gebruikt voor het bewaken van de toestand van anaerobe vergisters (steekmonsters voor VFA, alkaliteit en pH). Na een grondige zoekactie in de markt besloot men de installatie de Hach® EZ7250-analyser aan te schaffen om VFA, bicarbonaat, alkaliteit en pH in de vergister in realtime te bewaken. Deze technologie was met name nuttig bij het opstarten van het THP-systeem om ervoor te zorgen dat de toevoersnelheid naar de vergister niet tot een overmatige VFA-productie leidde, wat zou kunnen leiden tot het remmen van de pH-niveaus voor de methaanvormende bacteriën. Ook kon een maximale biogasproductie worden gegarandeerd.



Anaerobe vergisters bij de Kenneth W. Hotz Water Reclamation Facility

Het optimale bereik van VFA:ALK kan variëren afhankelijk van de applicatie. Voor gemeentelijke systemen kan een gezonde VFA:ALK-verhouding tussen 0,15 en 0,3 zijn of zelfs tot 0,4 bij implementatie in combinatie met biologische fosfaatverwijderingsprocessen. Zuiver industriële applicaties kunnen een iets hoger bereik hebben waarin een veilige en gezonde werking kan worden gehandhaafd.

Uitdagingen om optimale prestaties van vergisters te behouden, waarbij online VFA:ALK-bewaking vroegtijdig kan waarschuwen:

- Variabele toevoersnelheden
- Gemengde of onbekende grondstoffen
- Efficiëntie van verwarming en menging
- Bacteriële remmers (vanwege gebrek aan nutriënten of toxiciteit)

HACH®
Be Right™

Voordelen

- Maximaliseer waardevolle afvalstromen bij het terugwinnen van energie in afvalwaterstromen
- Beperk uitvaltijd (verstoringen) door realtime inzicht in de staat van anaerobe vergistersystemen

Overzicht van de HACH EZ7250-analyser en het EZ9130-filtratiesysteem

De operators van de installatie nemen regelmatig monsters van de vergister met behulp van de volgende laboratoriummethoden:

- VFA – Hach kuvettentest (LCK365) met behulp van de veresteringsmethode (methode 10240).
- Alkaliteit – burettitratie, standaardmethode 2320 B-97
- Bicarbonaat – niet getest in lab
- pH – m.b.v. pH-elektrode

Om de laboratoriumtijd en -inspanning te verminderen en het inzicht in het anaerobe vergistingsproces te vergroten, werd de EZ7250 geïnstalleerd op een monsternamepunt op de primaire recirculatieleiding van de vergister. Het monster wordt aangevoerd via een geïntegreerd filtratiesysteem dat is ontworpen om het ruwe karakter van het monster te verwerken met minimaal onderhoud (EZ9130 heavy-duty filtratiesysteem). Van daaruit gaat het monster naar de analyser, waar automatische metingen van VFA, bicarbonaat, alkaliteit en pH worden uitgevoerd in één run, met mogelijk elke 10-15 minuten resultaten (frequentie kan worden aangepast). Het instrument zelf voert eigen zuur/base-titratiealgoritmen uit met een laag reagensverbruik en geen vervluchtiging voor elk monster en kan worden geconfigureerd met automatische reinigings-, kalibratie-, validatie- en primingsequenties. De EZ7250 kan worden geconfigureerd op basis van drie standaardbereiken voor elke parameter die wordt gemeten, voor een breed scala aan bedrijfsapplicaties. Men gebruikte een standaard van 5000 mg/L voor VFA's en een standaard van 100 meq/L voor alkaliteit.

De installatie startte de EZ7250-analyser gelijktijdig op met de opstart van hun systeem om de systeemprestaties te bewaken. Tijdens het opstarten van Cambi THP registreerde de analyser aanzienlijke en snelle veranderingen in de toestand van de vergister.

Tijdens het opstarten was de installatie in staat de geautomatiseerde reinigings-frequentie voor het instrument nauwkeurig af te stellen op basis van de specifieke omstandigheden op de locatie om de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de analyser te verbeteren. Sindsdien heeft het instrument voortdurend de toestand en prestaties van hun vergister bewaakt. Op basis van de realtime aard van het systeem heeft de installatie vastgesteld dat ze voldoende extra capaciteit in hun systeem hebben om gesprekken te voeren met particuliere industrieën met betrekking tot de acceptatie van hun industriële afvalproducten.



Weergave van de EZ7250-analyser – online meting van VFA, alkaliteit, bicarbonaat en pH in één run

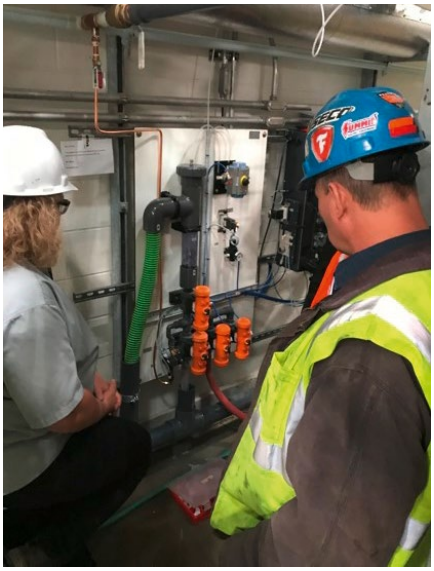
"Door de omstandigheden zo nauwkeurig met de analyser te kunnen bewaken, konden we de toevoersnelheid bij het opstarten snel optimaliseren en was er veel minder entslib nodig. Sinds het proces is gestabiliseerd, hebben we de trends in de gaten kunnen houden en kunnen we snel veranderingen opmerken. Daardoor kunnen we snel reageren op onverwachte veranderingen en de nodige aanpassingen doorvoeren om problemen te voorkomen."

-Dawn Taylor,
assistent-bedrijfsleider

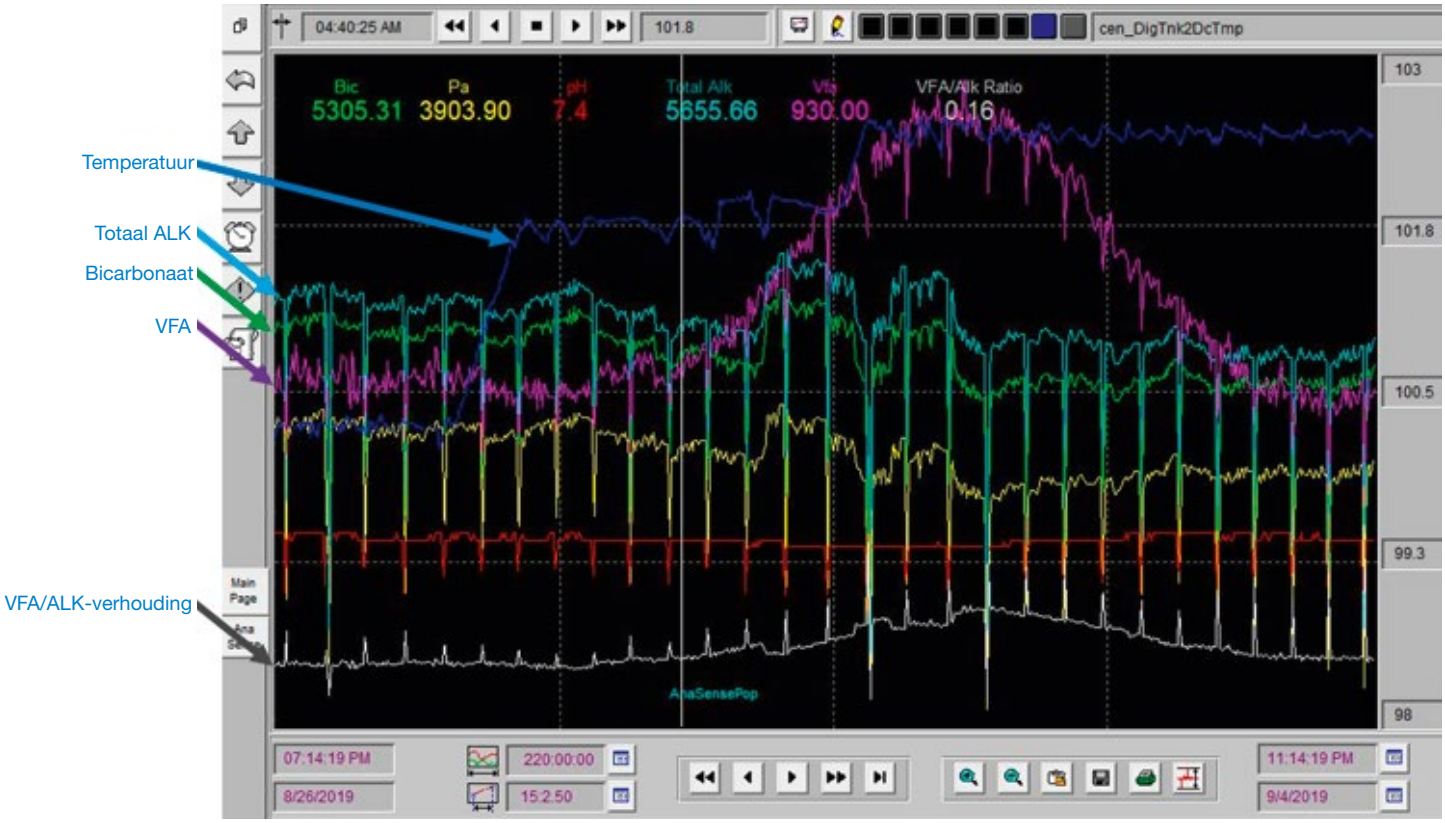
Een praktijkvoorbeeld

Tijdens normaal bedrijf aan het eind van de zomer in 2019 zag de installatie een lichte maar snelle stijging van de temperatuur van de vergister. Omdat ze volledig realtime inzicht hadden in de toestand van de vergister, konden ze de prestaties bewaken. Online-bewakingsgegevens van de EZ7250 geven inzicht in het feit dat deze kleine temperatuurtoename inderdaad een aanzienlijke invloed had op de vergisterbiologie, waardoor de omstandigheden waarschijnlijk iets warmer worden dan optimaal voor de methaanvormende bacteriën, en hun vermogen om de zuurproductie bij te houden werd verminderd. De trends toonden een toenemende zuurconcentratie in de vergister. Hierdoor kon de fabriek de toevoer naar de vergister verlagen om een nieuwe balans in het systeem te verkrijgen, waardoor de temperatuur kon worden aangepast tot optimale omstandigheden.

Engineering schat een verlaging van de energiekosten van ongeveer 1,5 miljoen dollar per jaar in (ongeveer 30 % van de energievereisten van de installatie). Deze besparingen in combinatie met de mogelijkheid van extra biogasproductie en industriële partnerschappen zijn niet alleen voldoende om tariefverhogingen voor klanten te voorkomen, maar ook om toekomstige implementatie van projecten voor het duurzaam terugwinnen van grondstoffen in de gehele water-zuiveringsgemeenschap te bevorderen.



Opstartteam en aanzicht van het EZ9130 heavy-duty filtratiepaneel voor gebruik met anaerobe vergisters



Online-bewakingsgegevens van de EZ7250 waaruit blijkt dat een lichte temperatuurstijging invloed heeft gehad op de biologie van de vergister.

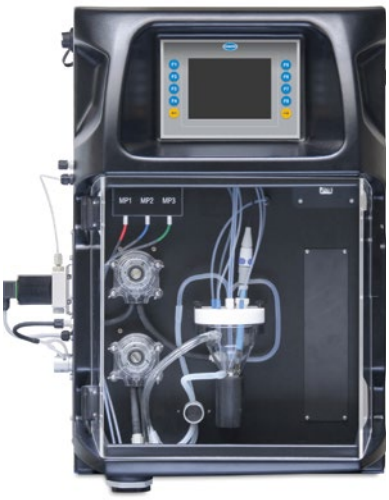
HACH®
Be Right™

Conclusies

Uiterst nauwkeurige en betrouwbare online instrumenten voor de conditie van anaerobe vergisters kunnen de volgende voordelen bieden aan systeembeheerders en operators:

- Systeemverstoringen en uitvaltijd tot een minimum beperken
- De efficiëntie van terugwinning van bronnen optimaliseren (waar gewenst)

De EZ7250-bewakingsoplossing voor anaerobe vergisters, in combinatie met het EZ9130 heavy-duty filtratiesysteem, is uitermate geschikt voor elk anaeroob vergistingssysteem en kan realtime inzicht geven in de standaarduitdagingen waarmee operators van anaerobe vergisters in elke industrie worden geconfronteerd.



EZ7200 Series VFA-analyser

Online analyseoplossingen

De EZ7200 Series VFA-analysers zijn titratoren met één parameter die speciaal zijn ontworpen voor het bewaken van (natte) anaerobe vergisters.

- EZ7250 VFA's, 10 - 500 mg/L als acetaatequivalent, bicarbonaat 1 - 50 meq/L of 5000 mg/L als $CaCO_3$, totale en gedeeltelijke alkaliteit 1 - 50 meq/L of 5000 mg/L als $CaCO_3$
- EZ7251 VFA's, 20 - 1000 mg/L als acetaatequivalent, bicarbonaat 1 - 50 meq/L of 5000 mg/L als $CaCO_3$, totale en gedeeltelijke alkaliteit 1 - 50 meq/L of 5000 mg/L als $CaCO_3$
- EZ7252 VFA's, 100 - 5000 mg/L als acetaatequivalent, bicarbonaat 5 - 100 meq/L of 10.000 mg/L als $CaCO_3$, totale en gedeeltelijke alkaliteit 5 - 100 meq/L of 10.000 mg/L als $CaCO_3$
- EZ7253 VFA's, 500 - 10.000 mg/L als acetaatequivalent, bicarbonaat 5 - 100 meq/L of 10.000 mg/L als $CaCO_3$, totale en gedeeltelijke alkaliteit 5 - 100 meq/L of 10.000 mg/L als $CaCO_3$

Opties voor alle analysers zijn:

- Analyse van meerdere stromen (1-8 stromen) verlaagt kosten per monsternamepunt
- Analoge en/of digitale uitgangen voor communicatie

+



Universele zelfreinigende filtersystemen

Oplossingen voor laboratoriummetingen



DR3900 Laboratoriumspectrofotometer gecombineerd met het LCK kuvettentestsysteem vereenvoudigt wateranalyse voor nauwkeurige resultaten, elke keer weer.



AT1000 automatische laboratoriumtitrators

www.nl.hach.com

DOC043.56.30614.Feb20

HACH®
Be Right™