

Optische DO-sensoren helpen bij het optimaliseren van het gistingproces.

Probleem

Door de stijgende bierproductie had een grote brouwerij steeds meer moeite om onderhoudswerkzaamheden in te plannen. Hierbij ging het met name om de kalibratie van elektrochemische sensoren (EC-sensoren) voor opgeloste zuurstof in de wortlijnen.

Oplossing

De LDO optische inline-sensor met hoog meetbereik van Hach[®] werd geïnstalleerd in een wortlijn en vergelijkende tests werden gedaan om de resultaten naast die van een EC-sensor te leggen. De LDO presteerde gedurende een periode van 12 maanden zeer goed.

Voordelen

Door de LDO-optische inline sensoren met hoog meetbereik is er minder noodzakelijke service en onderhoud nodig. De LDO-sensorkap wordt slechts één keer per jaar vervangen en kalibratie vindt maar 2 keer in plaats van 12 keer.

Achtergrond

Een grote brouwer wilde de brouwproductie van 3,5 naar 5,5 miljoen hectoliter verhogen (ongeveer 1,7 miljoen vaten). De brouwerij, die 24 uur per dag operationeel is, is een belangrijke productielocatie binnen het brouwconcern. Dankzij deze investering kan de brouwerij blijven voldoen aan de vraag van de klant.

Wortmanagement

Pure zuurstof of lucht wordt ingebracht in de wortlijn om het gistingproces te bevorderen. Dit is niet ter bevordering van de zuurstofopname van het gist, maar ter bevordering van de groeisnelheid; nadat het gist is toegevoegd, absorbeert het de zuurstof snel, om te gebruiken voor membraansynthese. Door de zuurstof kunnen de gistcellen veel sneller groeien en een hogere celdichtheid bereiken. Door de hoeveelheid opgeloste zuurstof te reguleren, bijvoorbeeld 20 ppm voor een lagerbier, vindt de gisting op de juiste snelheid plaats. Als de gisting te lang duurt, loopt de productie vertraging op en als de gisting niet lang genoeg duurt, wordt de smaak nadelig beïnvloed.



Afb. 1. Gisting van het wort

Wortmetingen

Uiteraard moet het toevoegen van zuurstof of lucht aan het wort worden gecontroleerd. Te veel zuurstof kan leiden tot een ongewenste, snelle en te krachtige gisting. Dit beïnvloedt de smaak en leidt tot een buitensporige groei van gist. Overproductie van gist is een kostbare aangelegenheid voor de brouwer, aangezien een te groot verlies van bier door verbruikte gist uiteraard ongewenst is.

Omgekeerd kan een tekort aan zuurstof in de beginfasen resulteren in slechte gisting en kan het leiden tot een verhoogd acetyl CoA-gehalte in de gistcellen. Dit kan leiden tot hogere ester-gehalten in bier, en wordt de smaak nadelig beïnvloed.

Invloed van onvoldoende zuurstofopname in het wort

- Vertraagde gisting
- Slechte gisting
- Verhoogd acetyl CoA gehalte
- Celwandsynthese van het gist begint met acetyl CoA
- O₂ is nodig voor de ontwikkeling van lipiden
- Lage O₂-gehalten leiden tot verhoogde estervorming
- Verhoogde H₂S-gehalten

Invloed van overmatig zuurstofopname in het wort

- Overgisting
- Buitensporige gistgroei
- Te weinig beschikbare nutriënten voor het gist
- Ongewenste smaakontwikkeling

Doel van optimale zuurstofopname

Er kunnen ongewenste smaken ontstaan tijdens de gisting

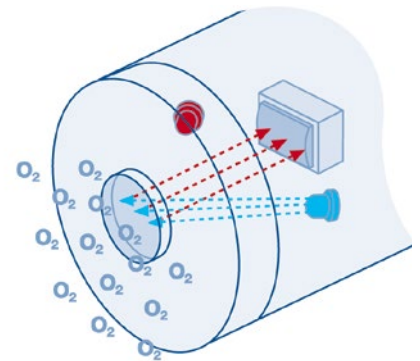
- Optimale zuurstofopname handhaven voor gezond gist
- Zo weinig mogelijk zuurstof (O₂ of lucht) gebruiken
- Het zuurstofgas opgelost houden
- Schuimvorming minimaliseren
- Meetpunten valideren

Oplossing en verbeteringen

Het belangrijkste doel van de verandering van EC- naar optische DO-sensoren was het verlagen van de hoeveelheid kalibraties, onderhoud en de tijd die daaraan werd besteed. Om onderhoud aan de sensoren te plegen, moest de productie worden stilgelegd en omdat de capaciteit en beschikbaarheid van de meeste productielijnen onder druk staan, moesten meerdere procedures worden doorlopen om daarvoor de juiste bevoegdheid te krijgen. Meestal werd dit gedaan tijdens gaten in het productieproces, omdat vertraging van de productie erg kostbaar was.

Hach optische DO-technologie

De sensorkap van de sensor is gecoat met een lichtgevend materiaal genaamd luminofoor, dat beschreven wordt met blauw licht van een interne LED. Nadat de interne LED is uitgeschakeld, zal het lichtgevende materiaal rood licht uitstralen. Deze luminescentie is evenredig aan de aanwezige hoeveelheid opgeloste zuurstof. Zowel de intensiteit als de vervaltijd van de luminescentie worden gemeten. Een interne rode LED doet een referentiemeting om ervoor te zorgen dat de nauwkeurigheid van de sensor behouden blijft.



Door de excitatie te moduleren, verandert de vervaltijd in een faseverschuiving van het gemoduleerde fluorescentiesignaal, dat afhankelijk is van de intensiteit van de fluorescentie. Dit betekent dus dat de nauwkeurigheid van de sensor, in tegenstelling tot die van EC-sensoren, niet wordt beïnvloed door veroudering.

Door de excitatie te moduleren, verandert de vervaltijd in een faseverschuiving van het gemoduleerde fluorescentiesignaal, dat afhankelijk is van de intensiteit van de fluorescentie. Dit betekent dus dat de nauwkeurigheid van de sensor, in tegenstelling tot die van EC-sensoren, niet wordt beïnvloed door veroudering.

Waar een EC-sensor dus regelmatig moet worden onderhouden en gekalibreerd (ongeveer elke 1 tot 3 maanden), hoeft de LDO slechts één keer per 6 maanden te worden gekalibreerd, wat slechts enkele minuten duurt. De sensorcap hoeft slechts één keer per jaar te worden vervangen. De LDO heeft daarnaast een snellere responstijd dan EC-sensoren. Dit kan van groot belang zijn om eventuele vertragingen in de productie te voorkomen.



Afb. 2. Hach 410-transmitters – standaardinstallatie



Afb. 3. Hach M1100-H LDO-sensor – standaardinstallatie

DO-metingen met hoog en laag meetbereik

Opgeloste zuurstof in helder bier wordt gemeten op ppb-niveau, meestal tot 100 ppb, wat ruim binnen de capaciteit ligt van de Hach M1100-L LDO-sensor met laag meetbereik. Draagbare versies van de LDO-technologie (Orbisphere 3100) worden ook gebruikt als aanvulling op online metingen. Er is ook een LDO-sensor met hoog meetbereik beschikbaar: de M1100-H-sensor met een bereik van 0-40 ppm die uitermate geschikt is voor toepassing in wort.

De brouwerij gebruikt al enkele jaren LDO-inline-sensoren met laag meetbereik, dus het QA- en QC-personeel is al vertrouwd met optische technologie. Een nieuwe LDO-sensor met hoog meetbereik werd in 2014 geïnstalleerd. Er werden geen problemen ondervonden en de sensor presteerde uitstekend. De lijn werd ook bewaakt met een EC-sensor, waardoor we de langetermijnprestaties van de sensor konden meten.

Resultaten

Gedurende een periode van 12 maanden werden 1344 batches gebrouwen, met een wekelijkse reiniging van het proces. De jaarlijkse productie op deze lijn is sindsdien echter gestegen naar 2200 batches. De prestaties van de LDO met hoog meetbereik voldeden aan de eisen van de brouwerij. Om deze reden besloot de brouwerij nog twee LDO-sensoren aan te schaffen.

Conclusie

De brouwerij is zich terdege bewust van de verbeteringen in efficiëntie en stabiliteit die de LDO-sensoren bieden. De EC-sensoren moeten 12 keer per jaar worden gekalibreerd voor elke lijn, waardoor ze een grotere administratieve en operationele last zijn. Door de groeiende productie is het steeds lastiger geworden om deze kalibraties in te plannen.

De sensorkap van de LDO-sensoren met laag meetbereik hoeft daarentegen slechts één keer per jaar te worden vervangen en gekalibreerd. Met de sensor voor hoog meetbereik wil men hetzelfde gaan doen, maar dan een keer per 6 maanden. De jaarlijkse sluiting van de brouwerij voor onderhoud vindt normaal gesproken plaats in januari, als de vraag gering is. Dit is dus het perfecte tijdstip om de LDO-sensoren te vervangen en kalibreren.



Afb. 4. Draagbare Orbisphere 3100 voor controle



Afb. 5. De LDO-sensor met hoog meetbereik is ideaal voor gistingsmanagement