



Meetprincipe van de QuadBeam Drogestofgehalte- en Troebelheidmeters

Sensoren voor de bepaling van het Drogestofgehalte en de Troebelheid

ODS biedt unieke sensoren van het fabrikaat QuadBeam Technologies voor het meten van het Droge Stof Gehalte (Total Suspended Solids) en de Troebelheid (Turbidity).

Deze sensoren zijn leverbaar in de volgende uitvoeringen:

- Onderdompelbaar; 85 graden Celsius max.; 10—83. grd C. in enkele seconden;
- Sanitaire uitvoering met procesaansluitingen; temperatuurbereik; idem;
- Onderdompelbaar in Hoge Temperatuur uitvoering; 105 graden Celsius max.;
- Sanitaire uitvoering in Hoge Temperatuur uitvoering; Temperatuurbereik; idem.

Sensorconstructie:

Alle optische onderdelen bevinden zich in één geheel gesloten kunststof behuizing. Het kunststof is lichtdoorlatend. In iedere sensor bevinden zich twee lichtbronnen en twee lichtcellen. De lichtcellen meten alternerend de intensiteit van de lichtbronnen.

TSS / Total Suspended Solids / Drogestofgehalte:

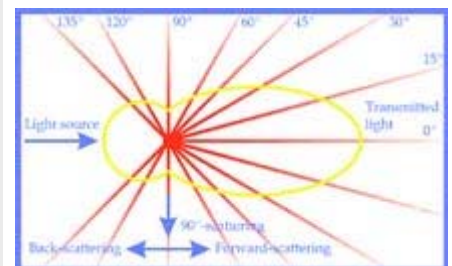
Het principe berust op de meting van de reductie van de lichtintensiteit ten gevolge van deeltjes.

Turbidity / verstrooiing:

Het principe berust op de meting van de lichtintensiteit ten gevolge van verstrooiing van licht. Deeltjes worden aangestraald met langgolvig licht. Kleine deeltjes verstrooien het licht. De intensiteit van dit verstrooiende licht wordt, onder een hoek van 90 graden, gemeten. De optische componenten zijn zodanig geselecteerd qua golflengte dat een juiste selectiviteit wordt gegarandeerd.



De gepatenteerde sensorconstructie van QuadBeam bevat 2 lichtbronnen en 2 sensoren waardoor 4 meetpaden ontstaan.



Kleine deeltjes zullen licht verstrooien. Zowel kleine als grote deeltjes zullen de directe lichtbundel qua lichtintensiteit verzwakken.

Het unieke QuadBeam™ alternerend licht meetprincipe

Via het QuadBeam meetprincipe wordt een betrouwbare meetnauwkeurigheid bewerkstelligd van de drogestofgehalte meting en troebelheidsmeting. QuadBeam™ sensoren compenseren voor de meest voorkomende meetfoutoorzaken hetgeen resulteert in ongeëvenaarde meetprestaties in vergelijking tot andere meetsystemen.

De meest simpele meetmethode voor de bepaling van de concentratie van de deeltjes in een vloeistof is via het gebruik van één lichtsensor die de intensiteit meet van het direct invallende licht van een ertegenover gepositioneerde lichtbron. In het lichtpad bevinden zich de deeltjes in de oplossing. De deeltjes absorberen/verzwakken gedeeltelijk het licht, hetgeen resulteert in een meetsignaal.

Deze optische meetmethode wordt in grote mate beïnvloed door verschillende variabelen waaronder de intensiteit van de lichtbron en de signaalgevoeligheid van de detector.

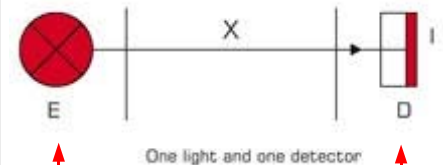
De belangrijkste oorzaken van een veranderende lichtintensiteit zijn:

- Contaminatie en aanhechting van vuil op de lichtbron/optiek;
- Veroudering van de lichtbron;
- Spanning/stroom variaties van de lichtbron;
- Temperatureffecten.

De belangrijkste oorzaken van een veranderende gevoeligheid van de lichtsensor zijn:

- Contaminatie en aanhechting van vuil op de lichtsensor/optiek;
- Veroudering van de lichtsensor;
- Temperatureffecten.

QuadBeam™ technologie elimineert vrijwel al de door genoemde oorzaken negatieve effecten.





Meetprincipe van de QuadBeam Drogestofgehalte- en Troebelheidmeters

QuadBeam meetprincipe: Suspended Solids analyse / S-serie sensoren

Figuur 1: Eén lichtcel en één lichtsensor

We gaan uit van één lichtbron (E), één lichtpad (X) en één lichtcel (D). Deeltjes in de oplossing zullen de lichtintensiteit (I) absorberen/verzwakken. Zodoende is een afnemend signaal (D) een directe maat voor het Droge Stof Gehalte van de deeltjes in meetpad (X).

Het nadeel:

De meting is in grote mate gevoelig voor:

- variaties van lichtbron (I);
- de gevoeligheid van de lichtcel (D);
- vervuiling van de diverse optische delen.

Figuur 2: Eén lichtbron en twee lichtcellen

Door gebruik van één lichtbron (E₁) en twee lichtcellen (D₁ en D₂) ontstaan er twee lichtpaden. Een kort pad X₁ en een lang pad X₂.

De verhouding van de gemeten lichtintensiteit I_{X1}/I_{X2} is constant.

$$I_{X_1} = 80\mu A$$

$$I_{X_2} = 40\mu A$$

$$\frac{I_{X_1}}{I_{X_2}} = \frac{80\mu A}{40\mu A} = 2$$

Mocht de intensiteit van de lichtbron E₁ afnemen door bijvoorbeeld veroudering of vervuiling, dan zal de meetverhouding identiek blijven. We zien dit in het rekenvoorbeeld:

$$I_{X_1} = 60\mu A$$

$$I_{X_2} = 30\mu A$$

$$\frac{I_{X_1}}{I_{X_2}} = \frac{60\mu A}{30\mu A} = 2$$

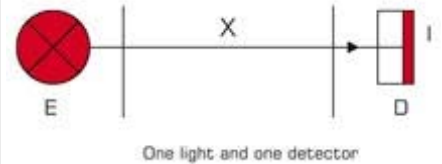
Een toename van deeltjes in het meetpad X₁ en X₂ resulteert in een grotere absorptie van licht, met name in het langste pad X₂. De verhouding van het gemeten licht verandert hetgeen direct een maat is voor het "droge stof gehalte".

Voordelen:

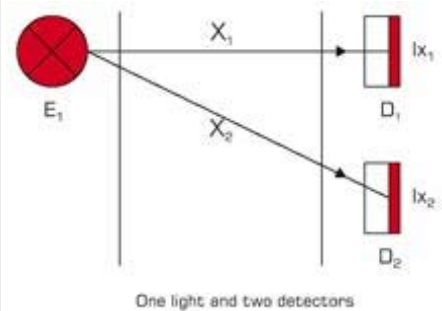
- Voor de veroudering van de lichtbron (E₁) wordt gecompenseerd.
- Voor de vervuiling van de optiek van lichtbron (E₁) wordt gecompenseerd.

Het nadeel:

- Ongelijke vervuiling van de sensoren (D₁ en D₂) resulteert ten onrechte in een Suspended Solids meetsignaal.



Figuur 1: Lichtintensiteitsmeting via één lichtbron en één lichtcel



Figuur 2: Het meten van de verhouding van gemeten lichtintensiteit via één lichtbron en twee detectoren via twee lichtpaden





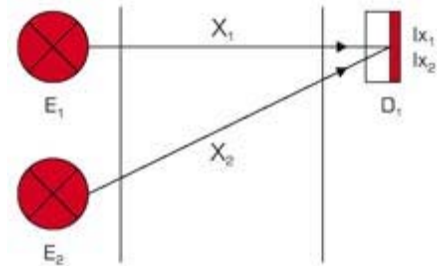
Meetprincipe van de QuadBeam Drogestofgehalte- en Troebelheidmeters

Vervolg: QuadBeam meetprincipe: Suspended Solids analyse / S-serie sensoren

Figuur 3: Twee lichtbronnen en één lichtsensor

Door gebruik van twee lichtbronnen (E_1 en E_2) en één lichtsensor (D_1) ontstaan er twee lichtpaden X_1 en X_2 . Het pad X_2 is het langst.

Door het alternerend schakelen van de lichtbronnen (E_1 en E_2), meet de lichtsensor (D_1) na elkaar twee intensiteiten (I_{X_1} en I_{X_2}). Een toename van deeltjes in het meetpad X_1 en X_2 resulteert in een grotere absorptie van licht in het langste pad X_2 . De verhouding van het gemeten licht verandert met een meetsignaal tot gevolg.



Figuur 3: Het alternerend meten van de lichtintensiteit van twee lichtbronnen met één lichtsensor via twee lichtpaden

$$I_{X_1} = 80\mu A$$

$$I_{X_2} = 40\mu A$$

$$\frac{I_{X_1}}{I_{X_2}} = \frac{80\mu A}{40\mu A} = 2$$

Voordelen:

- Voor de verlies van gevoeligheid van de lichtsensor (D_1) wordt gecompenseerd.
- Voor vervuiling van de optiek van de lichtsensor (D_1) wordt gecompenseerd.

Het nadeel:

- Ongelijke vervuiling van de lichtbronnen (E_1 en E_2) resulteert ten onrechte in een Suspended Solids meetsignaal.

Figuur 4: Twee lichtbronnen en twee lichtsensoren

Door gebruik van twee alternerend geschakelde LED lichtbronnen (E_1 en E_2) en twee lichtsensoren (D_1 en D_2) ontstaan er 4 meetpaden (X_1 , X_2 , X_3 en X_4).

Voordeel:

Via een geavanceerde regeling en signaalverwerking wordt er gecompenseerd voor vervuiling op de optiek, willekeurig of deze ontstaat op één sensor (de sensoren) of één lichtbron (de lichtbronnen).

Indien LED E_1 aangeschakeld wordt (E_2 is uit) zal het uitgezonden licht, via de lichtpaden X_1 en X_2 , ontvangen worden door de lichtsensoren D_1 en D_2 .

De verhouding van de intensiteit van het gemeten licht wordt weergegeven in de formule:

$$Ra = \frac{I_{X_1}}{I_{X_2}} = \frac{80\mu A}{40\mu A} = 2$$

Een verminderde lichtintensiteit van het door E_1 uitgezonden licht, ongeacht of dit veroorzaakt wordt door de lichtbron of vervuiling hiervan, wordt door de lichtsensoren D_1 en D_2 in gelijke mate gemeten. De signaalverhouding blijft echter identiek hetgeen we weergeven via de formule:

$$Ra = \frac{I_{X_1}}{I_{X_2}} = \frac{60\mu A}{30\mu A} = 2$$

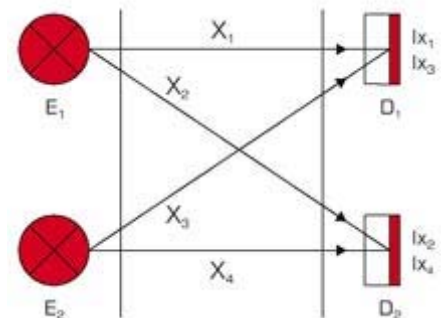


Fig. 4: Het QuadBeam meetprincipe voor Suspended Solids (absorptie van licht) gebruikt twee lichtbronnen, die alternerend schakelen, en twee lichtsensoren die alternerend de lichtverhouding meten. Er ontstaan zo 4 meetpaden



Meetprincipe van de QuadBeam Drogestofgehalte- en Troebelheidmeters

Vervolg: QuadBeam meetprincipe: Suspended Solids analyse/ S-serie sensoren

Figuur 4: vervolg

Hetzelfde gebeurt bij het inschakelen van lichtbron E_2 . ($E_1 = \text{uit}$). Er wordt gebruik gemaakt van de lichtpaden X_3 en X_4 . Voor een veranderende lichtintensiteit of vervuiling van lichtbron E_2 wordt door het wederom meten van de signaalverhouding gecompenseerd. Via de volgende formule is dit weergegeven:

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{2}{0.5} = 4$$

Door vervolgens de gemeten verhoudingen R_a en R_b met elkaar te verrekenen wordt gecompenseerd voor veroudering/verandering van de gevoeligheid van de lichtsensoren of vervuiling van de lichtsensoren. We geven dit weer in de formule:

$$R_b = \frac{I_{x_3}}{I_{x_4}} = \frac{30\mu A}{60\mu A} = 0.5$$

Voorbeeld:

Stel dat de lichtsensor D_1 door opbouw van vervuiling een verminderde gevoeligheid heeft van minus 25%.

Dan zal de ontvangen energie van achtereenvolgens lichtbron E_1 en lichtbron E_2 in gelijke mate worden gemeten. We geven dit in ons voorbeeld weer met de formule:

$$R_a = \frac{I_{x_1}}{I_{x_2}} = \frac{60\mu A}{40\mu A} = 1.5$$

$$R_b = \frac{I_{x_3}}{I_{x_4}} = \frac{22.5\mu A}{60\mu A} = 0.375$$

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{1.5}{0.375} = 4$$

De lichtbronnen zijn feitelijk "long life" LED's met een golflengte van 880 nm. Dit is buiten het gebied van zichtbaar licht. Hierdoor is de meting ongevoelig voor daglicht en de kleur van de deeltjes.

Conclusie:

Door gebruik te maken van de QuadBeam™ technologie:

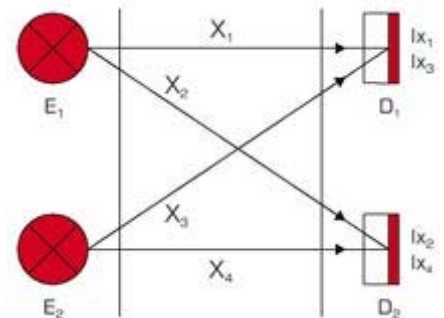
- Worden er alternerend lichtbronnen geschakeld;
- Worden de signaalverhoudingen gemeten;
- Worden vervolgens de meetresultaten slim met elkaar verrekend.

Er wordt volledig gecorrigeerd voor:

- Een verminderde/veranderende lichtintensiteit van de LED lichtbronnen;
- Een verminderde/veranderende gevoeligheid van de lichtsensoren;
- Vervuiling van de optiek, ongeacht waar de vervuiling plaatsvindt. Ook voor ongelijkmatige vervuiling van zowel de lichtbron(nen) of de lichtsensor(en) wordt correct gecorrigeerd.

De meting maakt gebruik van een specifieke golflengte en is zodoende:

- Ongevoelig voor daglicht
- Ongevoelig voor de kleur van de deeltjes.



Figuur 4: (tweede maal afgebeeld)





Meetprincipe van de QuadBeam Drogestofgehalte- en Troebelheidmeters

QuadBeam meetprincipe: Turbidity analyse/T-serie sensoren

De QuadBeam detectoren voor het meten van troebelheid zijn qua mechanische opbouw feitelijk identiek aan de drogestofgehalte sensoren. De twee lichtbronnen en de twee sensoren zijn echter op een andere wijze ten opzichte van elkaar gepositioneerd. De meting vindt plaats conform de norm DIN EN 27027 / ISO 7027. Hierbij wordt onder 90 graden de intensiteit van verstrooid licht (860 nm) gemeten. Een dergelijke meting vindt meestal plaats met slechts één lichtbron en één of meerdere sensoren. Deze instrumenten zijn echter in hoge mate gevoelig voor vervuiling van de optiek. Zodoende worden er veelal reinigingssystemen gebruikt zoals wissers of ultrasone trillingen. Deze systemen zijn eveneens gevoelig voor veranderingen van lichtintensiteit of sensorgevoeligheid zoals die veroorzaakt kunnen worden door spanningsvariaties, temperatureffecten en veroudering. QuadBeam past echter een unieke geometrische opbouw toe.

Figuur 5: Twéé lichtbronnen en haaks hierop gepositioneerd twee lichtcellen

Feitelijk is de opbouw van de Turbidity Sensor vergelijkbaar met die van de Suspended Solids Sensor. Ook hier wordt gebruik gemaakt van twee lichtbronnen (E_1 en E_2) en twee lichtcellen (D_1 en D_2).

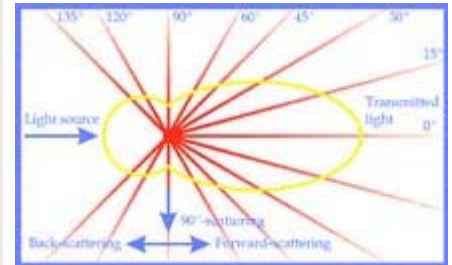
Een essentieel verschil is dat de lichtbronnen en sensoren op een andere wijze zijn gepositioneerd. Hierdoor ontstaan er twee paden voor het meten van de directe lichtintensiteit ($E_{1direct}$ en $E_{2direct}$) en twee paden voor het, onder 90 graden gemeten, verstrooide licht ($E_{1scatter}$ en $E_{2scatter}$). Ook via deze methode wordt alternerend geschakeld en zodoende gecompenseerd voor afname van gemeten lichtintensiteit door bijvoorbeeld vervuiling.

Lichtbron E_1 wordt aangeschakeld. De lichtsensor D_1 meet de intensiteit van het direct invallende licht. Bij een golflengte van 860 nm vindt er nagenoeg geen verzwakking plaats door deeltjes. Gelijktijdig meet lichtsensor D_2 de intensiteit van het verstrooide licht. Met name kleine deeltjes verstrooien het licht. De gemeten intensiteit is direct een maat voor de hoeveelheid deeltjes/troebelheid.

Indien de intensiteit van de lichtbron E_1 verandert, bijvoorbeeld ten gevolge van vervuiling van de optiek nabij de lichtbron, dan wordt dit direct gemeten door lichtsensor D_1 . Zodoende kan het meetsignaal D_2 gecorrigeerd worden.

Vervolgens vindt een identieke meting plaats via lichtbron E_2 en lichtsensor D_2 en D_1 . Indien de gevoeligheid van bijvoorbeeld lichtsensor D_2 afneemt, bijvoorbeeld door vervuiling van de optiek nabij D_2 , dan zal de intensiteit van het directe licht van E_1 zowel als de intensiteit van het verstrooide licht van E_2 afnemen.

Via een geavanceerde signaalverwerking wordt voor vervuiling en andere negatieve effecten gecompenseerd. De mogelijkheden zijn hierbij niet zo geavanceerd als bij de drogestofgehalte sensoren echter, een troebelheidsmeting vindt gewoonlijk plaats in een schoner, minder vervuilend, medium.



Kleine deeltjes zullen licht verstrooien. Zowel kleine als grote deeltjes zullen de directe lichtbundel qua lichtintensiteit verzwakken.

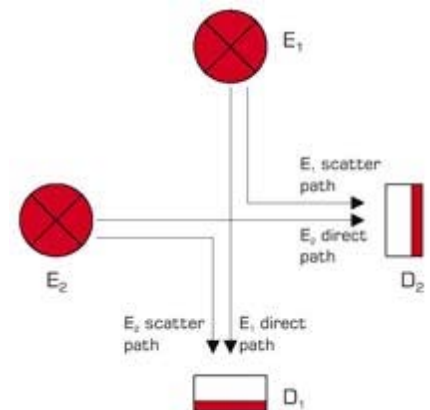


Fig. 5: Het QuadBeam meetprincipe voor Turbidity (lichtverstrooiing) gebruikt twee, alternerend aangestuurde, lichtbronnen en twee lichtsensoren die zowel de intensiteit van het directe ingestraalde licht als het verstrooide licht onder 90 graden meten

