

TROEBELHEIDSMETERS

door

J.W. Pieper

Mededeling nr. 43 van het KIWA

Rapport nr. 3 van de commissie
vlokvorming en vlokverwijdering

Rijswijk, januari 1976

De leden van de Commissie Vlokvorming en Vlokverwijdering
zijn:

Voorzitter : ir. Tj. Hofker
Drinkwaterleiding der Gemeente Rotterdam

Secretaris : ing. J.W. Pieper
KIWA N.V.

Leden : ir. A.N. van Breemen
Laboratorium voor Civiele Gezondheids-
techniek; Technische Hogeschool Delft
ir. B. Bulten tot 1 juni 1975;
daarna ir. P.C. Kamp
Provinciaal Waterleidingbedrijf van
Noord-Holland
dr.ir. A. Graveland
Gemeentewaterleidingen (Amsterdam)
ir. M.J. van Melick
Drinkwaterleiding der Gemeente Rotterdam
dr.ir. A.P. Meijers
KIWA N.V.
t.i. L. Morel
Antwerpse Waterwerken N.V.
ir. P.A.N.M. Nühn
N.V. Waterleidingmaatschappij
"Noord-West-Brabant"

ir. J. van Puffelen

Duinwaterleiding van 's-Gravenhage

ir. J. Zweegman

N.V. Waterleidingmaatschappij voor de
provincie Groningen

INHOUD

	<u>pagina</u>
Samenvatting	5
1. Inleiding en definities	6
2. De meetmethoden	8
3. De meetapparatuur	10
4. De ijking	14
5. De verschillen in meetresultaten	16
6. Aanbevelingen voor een uniforme uitvoering van de troebelheidsmeters	22
Literatuurlijst	23
Bijlage 1: Bereiding van formazine standaardsuspensies volgens de Standard Methods, 13th ed., 1971	

SAMENVATTING

Het begrip troebelheid is een veel gebruikte parameter voor het karakteriseren van de waterkwaliteit.

Een moeilijkheid daarbij is evenwel dat dit begrip slechts een relatieve waarde vertegenwoordigt welke in sterke mate bepaald wordt door de grootte, vorm en brekingsindex van de vaste deeltjes in het water, het gebruikte meetinstrument en de toegepaste ijkmethode. In dit rapport worden aanbevelingen gedaan voor een uniforme uitvoering van de troebelheidsmeting. Daarbij wordt van primair belang geacht dat de troebelheidsmeters alle geijkt worden met een standaardsuspensie. Gezien de ervaringen van het Engelse Water Research Centre, de Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V. en de eigen meetresultaten komt de formazinesuspensie, bereid volgens de Standard Methods 13 ed., daarvoor het meest in aanmerking.

1. INLEIDING EN DEFINITIES

Troebelheid blijkt een moeilijk te definiëren begrip.

Troebelheid in de algemene zin van het woord kan misschien het best omschreven worden als de tegenpool van helderheid.

Met de troebelheid van water wordt bedoeld de optische eigenschap van gesuspendeerde en colloïdale deeltjes in het water die lichtverstrooiing veroorzaakt. Deze gesuspendeerde en colloïdale deeltjes kunnen van velerlei aard zijn:

kleimineralen, fijn verdeelde organische stof, plankton en andere microscopische organismen.

Troebelheidsmetingen worden meestal uitgevoerd om een indicatie te verkrijgen van de gewichtskoncentratie aan vaste deeltjes. De troebelheid is dan ook een belangrijke parameter voor het karakteriseren van de waterkwaliteit. Zij wordt bij veel waterbehandelingsprocessen continu gecontroleerd.

Men dient zich bij deze metingen evenwel te realiseren dat de gewichtskoncentratie aan vaste deeltjes in het water niet direct en exact bepaald kan worden met behulp van troebelheidsmetingen. Het is slechts mogelijk door middel van het vastleggen van de correlatie tussen de optische eigenschap troebelheid en de concentratie van de vaste deeltjes in speciale gevallen een meting te doen van de concentratie van deze deeltjes. Wanneer de aard van de deeltjes kan veranderen dan dient deze correlatie periodiek gecontroleerd te worden, omdat de lichtverstrooiing niet alleen wordt bepaald door de concentratie aan vaste deeltjes, maar ook door de grootte, de vorm en de brekingsindex van deze deeltjes.

In hoofdstuk 5 wordt hierop nader ingegaan.

Alhoewel de troebelheid van water is gedefinieerd als de mate van lichtverstrooiing wordt zij bij hoge troebelheden vaak bepaald door meting van de lichtabsorptie. Wanneer volgens dit meetprincipe gewerkt wordt dan dient men er rekening mee te houden dat ook opgeloste bestanddelen zoals kleurstoffen licht absorberen.

Ten aanzien van de kleur van water valt op te merken dat de troebelheidsveroorzakende, gesuspendeerde stoffen mede de kleur van het water bepalen. De werkelijke kleur (true colour) van water kan pas worden vastgesteld nadat deze gesuspendeerde stoffen uit het water zijn verwijderd door middel van centrifugeren of membraanfiltratie. Wanneer de invloed van de gesuspendeerde stoffen wordt medegemeten dan spreekt men van schijnbare kleur (apparent colour).

In deze publikatie wordt nader ingegaan op de verschillende methoden van troebelheidsmeting, de meetapparatuur, de ijking en op de oorzaken van de verschillen in meetresultaten.

Ten einde deze verschillen in meetresultaten tot een minimum te beperken worden tot slot aanbevelingen gedaan voor een uniforme uitvoering van de troebelheidsmeting.

In deze publikatie worden meerdere malen de afkortingen DVGW en WRC gebruikt. Met DVGW wordt bedoeld: Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V.; met WRC: het Water Research Centre (Engeland).

2. DE MEETMETHODEN

De troebelheid kan worden bepaald met behulp van optische instrumenten of wel door middel van directe visuele waarneming. Bij de laatste methode die uiteraard veel minder objectief is, wordt in deze publikatie gesproken van doorzichtmeting.

A. De troebelheidsmeting met behulp van optische instrumenten

De hedendaagse optische troebelheidsmeetapparatuur kan voor wat betreft het meetprincipe worden ingedeeld in twee groepen: de nephelometers en de absorptiemeters.

a. de nephelometers

Bij deze instrumenten wordt de intensiteit gemeten van het gedispergeerde licht; dit is het licht dat door deeltjes in de vloeistof van richting wordt veranderd en verstrooid (het Tyndall-effect). Deze meting vindt plaats door middel van een fotocel die geplaatst is onder een hoek ten opzichte van de op het monster invallende lichtstraal. Al naar gelang het type nephelometer varieert deze hoek (zie hoofdstuk 3, de figuren 2, 3 en 4).

b. de absorptiemeters

Het principe van deze instrumenten berust op de meting van de verhouding tussen de hoeveelheid licht die in een rechte lijn wordt doorgelaten en het invallende licht. Bij deze instrumenten wordt in wezen dus de lichtabsorptie gemeten. Zoals reeds in de inleiding werd opgemerkt, wordt hier mede-gemeten de lichtabsorptie door opgeloste stoffen zoals kleur-

stoffen, hetgeen het aldus verkregen meetresultaat uiteraard beïnvloedt. Men noemt deze meters ook wel "doorvalsmeters".

De nephelometers hebben een grotere meetgevoeligheid dan de absorptiemeters en zijn daardoor beter geschikt voor meting van lage troebelheden. Bij hogere troebelheden kan niet meer betrouwbaar worden gemeten met nephelometers wanneer deze werken met een doorstroomcel met vensters; dit vanwege de herhaalde verstrooiing van de lichtstraal en de mogelijk snellere vervuiling van de vensters. Men dient daarom bij hogere troebelheden over te gaan op een ander type nephelometer (bijvoorbeeld het "Surface-Scatter"-type, zie hoofdstuk 3) of op een absorptiemeter. Voor de absorptiemeter geldt dat het onderlinge verband tussen troebelheid en meteruitslag in hoge mate niet lineair is.

Vandaar dat bij absorptiemeters meestal gewerkt wordt met een logaritmische schaalverdeling. De gevoeligheid van de absorptiemeter kan worden vergroot door de weg die het licht door het monster aflegt te vergroten.

B. De doorzichtmeting

Bij deze methode wordt de troebelheid bepaald door de zogenaamde zichtdiepte vast te stellen.

Daarbij wordt een schijf (de secchischijf) of een letterproef op dusdanige "diepte" in het monster geplaatst dat deze nog net waarneembaar is. Deze diepte, de zichtdiepte, is dan een indicatie voor de troebelheidsgraad. Richtlijnen voor deze wijze van troebelheidsbepaling zijn opgesteld door de Fachausschuss "Flockung und Filtration" van de DVGW (ref. 3).

3. DE MEETAPPARATUUR

De hedendaagse optische troebelheidsmeetapparatuur werd voorafgegaan door en ontwikkeld uit de Jackson-kaarslicht-troebelheidsmeters (zie onder andere ref. 10). Van dit standaardinstrument werd afgeleid de meeteenheid JTU = Jackson Turbidity Unit. Doordat met dit instrument de absorptie van kaarslicht gemeten werd was het over het algemeen onbruikbaar voor de meting van de meestal geringe troebelheden van behandeld water.

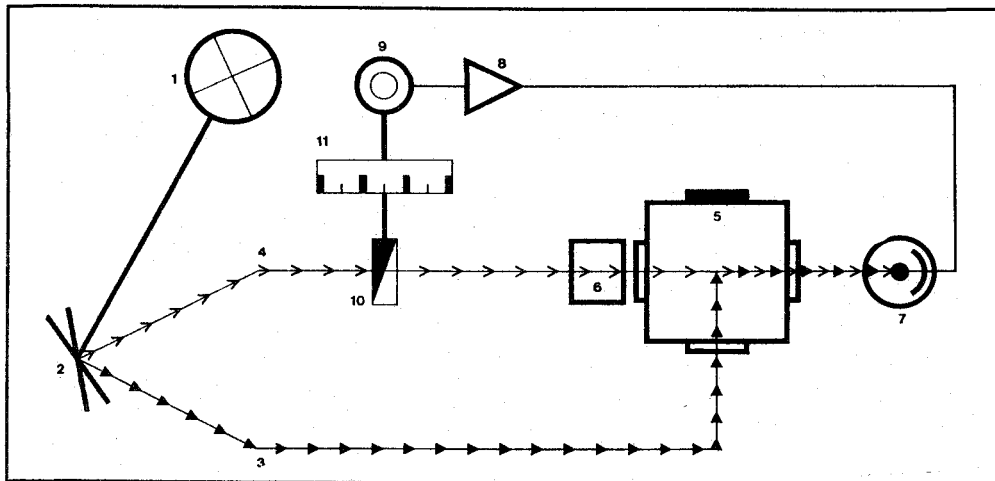
Bij de moderne troebelheidsmeters heeft men de beperkende omstandigheden van de kaarslicht-troebelheidsmeter ondergaan door:

1. als lichtbron gloeilampen te gebruiken met een breder lichtspectrum;
2. vergelijkende metingen toe te passen (zie fig. 1).

Bij het hier afgebeelde type nephelometer worden van één lichtbron (1) twee lichtbundels afgeleid waarvan er één door het monster wordt doorgelaten (4) en de andere (3) verstrooid wordt.

Door de intensiteit van de doorgelaten lichtbundel te moduleren (10) kan de mate van troebelheid bepaald worden uit de modulatie wanneer de lichtsterkte van de beide uitgaande bundels gelijk is;

dat wil zeggen wanneer zij in de fotocel (7) stromen van gelijke sterkte opwekken (zie onder andere ref. 6).



figuur 1: Meetprincipe van de Sigris nephelometer.

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. lichtbron | 7. fotocel |
| 2. spiegel | 8. versterker |
| 3. meetstraal | 9. servomotor |
| 4. vergelijkstraal | 10. lichtabsorptieapparaat |
| 5. doorstroomcel | 11. aflezing/registratie |
| 6. vergelijkingsstandaard | |

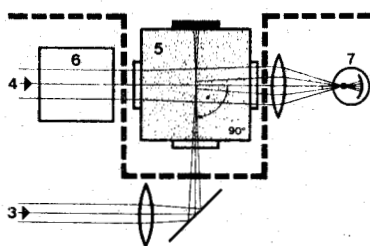
Zoals uit het, door de DVGW op 6 en 7 oktober 1975 te Neurenberg georganiseerde, symposium inzake troebelheidsmeters bleek, zijn er momenteel een vrij groot aantal troebelheidsmeters op de markt. Een belangrijk deel van deze meetinstrumenten werken volgens onderling verschillende meetprincipes.

Al naar gelang de nauwkeurigheid, welke onder andere bepaald

wordt door het wel of niet toepassen van een vergelijkende lichtbundel, blijken de prijzen sterk uiteen te lopen. Een samenvatting van de tijdens het symposium gehouden lezingen en een korte beschrijving van de geëxposeerde apparatuur vindt men in ref. 1.

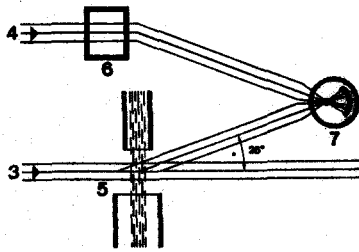
Veel voorkomende typen nephelometers zijn:

1. Het metertype waarbij de lichtverstrooiing onder een hoek van 90° ten opzichte van de invallende lichtstraal gemeten wordt; zie fig. 2.



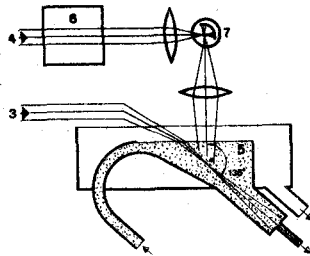
figuur 2

2. Het "Falling Stream"-type waarbij de voorwaartse lichtverstrooiing wordt gemeten aan een vrij vallende vloeistofstraal; zie fig. 3.



figuur 3

3. Het "Surface-Scatter"-type waarbij de invallende lichtstraal onder een hoek invalt op een open oppervlak en de lichtverstrooiing loodrecht op dit oppervlak gemeten wordt; zie fig. 4.



figuur 4

Inzake de in Nederland op de markt zijnde troebelheidsmeetapparatuur wordt bij het KIWA documentatie bijgehouden.

4. DE IJKING

Voor het ijken van troebelheidsmeters zijn standaardmonsters noodzakelijk met een uiteenlopende graad van troebelheid. Voor de bereiding hiervan werd in het verleden vaak gebruik gemaakt van kiezelaarde.

Dit materiaal werd dan gemengd met water waarna men dit mengsel liet bezinken. De troebelheid van de aldus verkregen suspensie werd vervolgens gemeten met een standaard Jackson-kaarslicht-troebelheidsmeter, waarna een reeks van verschillende ijkmonsters bereid werd door de beschikbare suspensie te verdunnen.

Een bezwaar van deze methode is dat er verschillende soorten kiezelaarde in de handel verkrijgbaar zijn.

Het WRC in Engeland maakte daarom lange tijd gebruik van "Fullers Earth, Fulbent 570". Dit prudukt geeft een redelijk reproduceerbare en vrij stabiele suspensie van synthetisch natrium-montmorilloniet. Tegenwoordig prefereert men bij het WRC en ook bij de DVGW evenwel de formazine standaard-suspensie, zoals die wordt voorgeschreven in de 13e editie van de Standard Methods (zie bijlage 1). Ijkmonsters van formazine kunnen namelijk kunstmatig bereid worden door hydrazinesulfaat en hexamethyleentetramine in een bepaalde verhouding met elkaar te mengen en met een bepaalde hoeveelheid water aan te maken. Op deze wijze wordt een goed reproduceerbaar ijkmonster verkregen en kan men standaardijkmonsters bereiden waarvan de troebelheid reeds vaststaat.

Men werkt daarbij met een eigen troebelheidseenheid: de FTU = Formazine Turbidity Unit. Bij de formazine troebelheidsschaal wordt uitgegaan van een standaardsuspensie die overeenkomt met 400JTU en daaraan heeft men toegekend de Formazine troebelheid van 400FTU. Wanneer bij het ijken gewerkt wordt volgens de procedure van de Standard Methods (zie bijlage 1) dan zal steeds $1 \text{ FTU} \cong 1 \text{ JTU}$. Dit geldt evenwel niet wanneer gewerkt wordt volgens BS 2690 waarin een afwijkende methode wordt voorgeschreven voor de bereiding van de formazine standaardsuspensie.

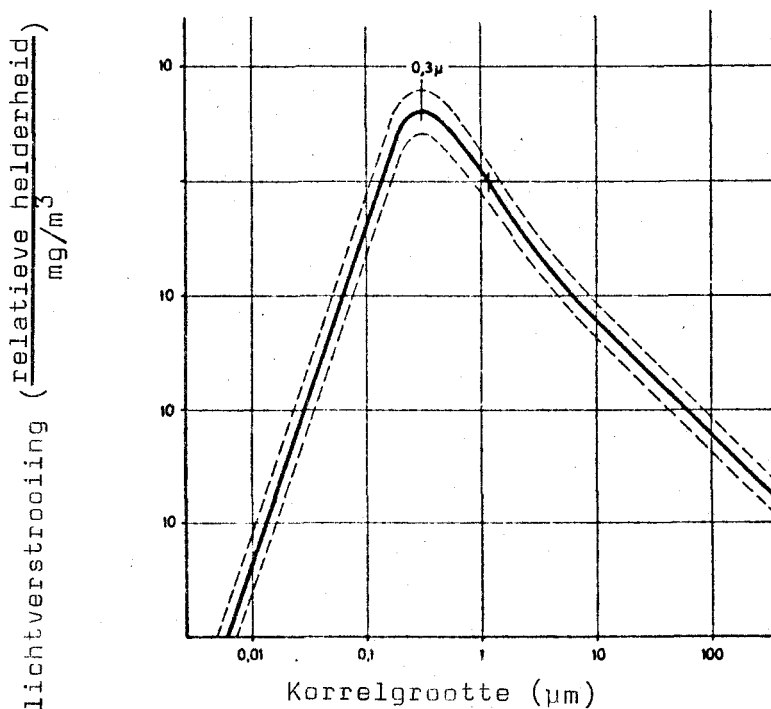
Het WRC beveelt aan om over het algemeen niet af te gaan op de ijking door de fabrikant maar deze zelf uit te voeren.

5. DE VERSCHILLEN IN MEETRESULTATEN

Verschillen in troebelheidsmeetuitkomsten ontstaan door de volgende oorzaken.

1. Bij deze metingen wordt licht gemeten als functie van optische eigenschappen van gesuspendeerde stoffen. Deze optische eigenschappen worden bepaald door de grootte, vorm, kleur, brekingsindex en aard van de gesuspendeerde en colloïdale deeltjes. Varieert één van deze factoren, dan verandert ook de troebelheid.

De invloed van de deeltjesgrootte op de lichtverstrooiing wordt toegelicht in ref. 9. Dit gebeurt aan de hand van de grafiek van fig. 5 (ref. 9).

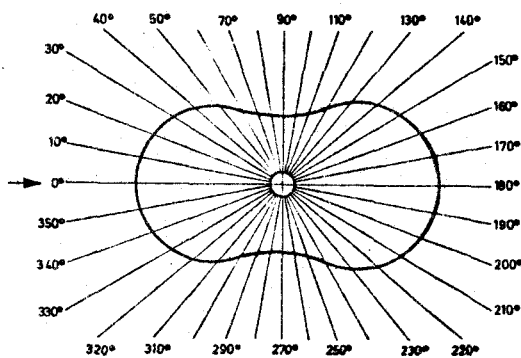


Figuur 5: Lichtverstrooiing als functie van de deeltjesgrootte

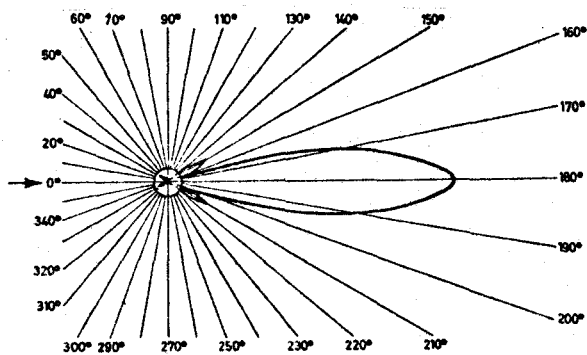
Uit deze grafiek blijkt dat er drie gebieden zijn te onderscheiden:

1. het gebied waarin de deeltjesgrootte ligt boven de 1μ
De lichtverstrooiing blijkt in dit gebied omgekeerd evenredig te zijn met de deeltjesgrootte. Voor dit gebied geldt dus hoe kleiner de deeltjes hoe groter de lichtverstrooiing.
2. Het gebied waarin de deeltjes kleiner zijn dan $0,1 \mu$
Voor dit gebied geldt dat de lichtverstrooiing sterk vermindert bij een afnemende deeltjesdiameter.
3. Tussen de beide hiervoor genoemde gebieden bevindt zich een overgangsgebied.

In de fig. 6 en 7 (ref. 9) wordt de lichtverstrooiing weergegeven voor respectievelijk het deeltjesgebied kleiner dan $0,05 \mu$ en voor het gebied van de deeltjes groter dan 1μ . Voor deze figuren geldt dat het licht van links invalt.



figuur 6: Lichtverstrooiing bij deeltjes kleiner dan $0,05 \mu$



figuur 7: Lichtverstrooiing bij deeltjes groter dan 1μ

Uit deze figuren blijkt dat voor deeltjes kleiner dan $0,05 \mu$ de lichtverstrooiing in alle richtingen praktisch even sterk is; dit in tegenstelling tot de grotere deeltjes waarbij sprake is van een duidelijke voorwaartse lichtverstrooiing.

Ten aanzien van de brekingsindex valt op te merken dat zowel de brekingsindex van de deeltjes als die van de vloeistof van invloed is op de lichtverstrooiing. Het schijnt dat om deze reden SiO_2 een hogere troebelheid heeft in water dan in een suikeroplossing.

In ref. 9 is ook de invloed van de aard van de deeltjes op de lichtverstrooiing nagegaan. Daarbij bleek onder andere dat gist een 6 maal zo sterke voorwaartse lichtverstrooiing teweegbracht dan diatomeeënaarde, terwijl afgeroomde melk ten opzichte van diatomeeënaarde een 7 maal zo sterke achterwaartse lichtverstrooiing teweegbracht.

2. Tijdens de troebelheidsmeting met optische apparatuur ontstaat stoorlicht. Dit stoorlicht wordt geproduceerd door de optische uitrusting, de meetcelvensters en het inwendige oppervlak van de meetcel. Zowel de lichtverstrooiing van de meetstraal als het stoorlicht bereiken de fotocel waardoor de invloed van dit stoorlicht wordt meegemeten. Daar de sterkte van het stoorlicht ieder moment verandert, betekent het een bron van meeton nauwkeurigheid waarvan de invloed op het meetresultaat gro-

ter is naarmate er lagere troebelheden gemeten worden. Het is duidelijk dat de invloed van dit stoorlicht tot een minimum beperkt dient te zijn en wel vooral bij de instrumenten waarmee lage troebelheden gemeten worden. Dit blijkt in de praktijk moeilijk te verwezenlijken en er kan gesteld worden dat de mate van bruikbaarheid voor meting van lage troebelheden onder andere bepaald wordt door de mate waarin de invloed van het stoorlicht wordt geëlimineerd. Sigrist voerde voor de verschillende uitvoeringen van de troebelheidsmeters die zij levert onderzoeken uit inzake de gevoeligheid voor stoorlicht. De resultaten hiervan vindt men in ref. 9.

3. Bij het ijken van de gebruikte meetinstrumenten worden verschillende ijsuspensies toegepast, waardoor gewerkt wordt met verschillende troebelheidseenheden.
4. Er worden verschillende meetprincipes toegepast. Ten aanzien van de nephelometers valt op te merken dat bij meting van de lichtverstrooiing de meethoek ten opzichte van het invallende licht van groot belang is. Metingen volgens verschillende hoeken aan één en dezelfde suspensie uitgevoerd kunnen verschillende meetuitkomsten geven. Dit geldt met name voor de deeltjes groter dan 1μ (zie fig. 7).

Door deze verschillende factoren kan men niet in absolute termen spreken over de troebelheid van een bepaald soort water. Het begrip troebelheid is slechts een relatieve waarde, welke in sterke mate bepaald wordt door de soort verontreiniging van het water, het gebruikte meetinstrument en de toegepaste ijkmethode. Het WRC beveelt dan ook aan om in alle gevallen waarbij de troebelheid gegeven wordt te vermelden de ijsuspensie en het type meetinstrument, zodat de meetresultaten zo weinig mogelijk reden tot misverstand kunnen geven.

Naast vorengenoemde oorzaken van verschillen in troebelheidsmeetuitkomsten waarop men in de praktijk over het algemeen weinig invloed kan uitoefenen, behalve dan zoveel mogelijk te ijken met dezelfde standaardsuspensie (Formazine verdient daarbij de voorkeur) en dezelfde typen meetinstrumenten te gebruiken, heeft men ook te maken met meetfouten, die veroorzaakt kunnen worden door:

1. Vervuiling van het glaswerk van de meetcelvensters.

Deze factor speelt vooral een rol bij continue troebelheidsmeting van ruwwater. Zij geldt niet voor instrumenten waarbij gewerkt wordt volgens het "surface scatter" en "falling stream" principe, alhoewel ook bij deze instrumenten stofafzettingen aanleiding kunnen geven tot meeton nauwkeurigheden.

Onder deze factor kan men ook rekenen de vorming van condensafzettingen hetgeen een aanzienlijke aanleiding voor het ontstaan van meetfouten kan zijn.

2. Onvolkomenheden in het glaswerk van de meetcelvensters. Ook deze factor geldt uiteraard niet voor instrumenten die werken volgens het "falling stream" en "surface scatter" principe.
3. De stromingssnelheid van het monster door de monsternamecel. Deze mag niet dalen beneden een bepaalde minimale waarde (1,0 - 7,0 mm/sec). Verder dient de snelheid waarmee het monster naar het instrument gebracht wordt, dusdanig te zijn dat de grootste en zwaarste deeltjes uit het oorspronkelijke monster niet bezinken kunnen. Hoge snelheden, bijvoorbeeld groter dan 1 m/sec, kunnen daartoe noodzakelijk zijn.
4. De vorming van luchtbellen. Dit dient ten alle tijden te worden voorkomen, daar deze de meting in sterke mate kunnen beïnvloeden.

6. AANBEVELINGEN VOOR EEN UNIFORME UITVOERING VAN DE TROEBELHEIDSMETING

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn dat het niet goed mogelijk is om in absolute termen te spreken over de troebelheid van een bepaald soort water. Daar er evenwel in het kader van de beoordeling van zuiveringsprocessen, waarbij verschillende soorten water behandeld worden, behoefte bestaat aan het onderling vergelijken van de parameter troebelheid, adviseert de Commissie Vlokvorming en Vlokverwijdering om de troebelheidsmeting zo uniform mogelijk uit te voeren en doet daartoe de volgende aanbevelingen:

1. De reeds in gebruik zijnde troebelheidsmeters dienen alle geijkt te worden met een standaardsuspensie. Gezien de ervaringen van het Water Research Centre, de Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V. en eigen metingen komt daarvoor het meest in aanmerking de formazine standaardsuspensie, bereid zoals omschreven is in bijlage 1.
2. Het bepalen van correlatiefactoren voor de aldus geijkte troebelheidsmeters ten opzichte van een nauwkeurige laboratoriummeter, welke eveneens geijkt is op formazine. Onderzoekingen bij de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage (ref. 4) toonden aan dat men door middel van deze correlatiefactoren kan komen tot een redelijke vergelijkingsbasis ten aanzien van troebelheidsmetingen die met verschillende typen troebelheidsmeters worden verricht op verschillende soorten water. Nader onderzoek hieromtrent lijkt evenwel nog gewenst.

LITERATUURLIJST

1. Van Breemen, A.N., Pieper, J.W.
Samenvatting van de lezingen gehouden tijdens het DVGW-Symposium over troebelheidsmeting van 6 - 7 oktober 1975 te Neurenberg en beschrijving van de geëxposeerde apparatuur.
2. BS 2690: prt. 9: 1970.
3. DVGW - Fachausschuss "Flockung und Filtration"
Bestimmung der Trübung (1974).
4. Meyer
Verslag van het praktisch werk in het laboratorium van de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage (1975).
5. Packham, R.F.
Notes from laboratory and works; the preparation of turbidity standards.
Proc. Soc. Wat. Treatm. Ex. 11 (1962)1, p. 64-65.
6. Saes, H.W.
Het meten van troebelingen in water.
Chemie en Techn. 24 (1969)20, p. 669-672.
7. Standard Methods for the examination of water and waste water, 13th ed. 1971.
8. Talley, D.G., Johnson, J.A., Pilzer, J.E.
Continuous turbidity monitoring.
JAWWA 64 (1972)3, p. 184-185.

9. Theory and practice of the Sigrist Photometer.
Sigrist, Zürich. (zie ook Vom Wasser 44(1975)p. 187-
201)
10. Troebelheidsmeting
Automatie 13 (1969)11, p. 337-338.
11. WRA Technical Memorandum No. 17
Notes on recent experiments with Fullers Earth
Turbidity Standards - 1963.
12. WRA Technical Inquiry Report No. 227.
Turbidity measurement - 1971.
13. WRA Technical Inquiry Report No. 305.
The measurement of turbidity, colour and suspended
solids - 1973.
14. Brochures Hach troebelheidsmeters.
15. Brochures Sigrist troebelheidsmeters.

Bijlage 1

Bereiding van formazine standaardsuspensies volgens de
Standard Methods 13e editie, 1971

a. Bereiding van een voorraad standaardsuspensie van
400 FTU

Deze wordt bereid door menging van de oplossingen 1 en 2.

Oplossing 1 - los 1,000 gram hydrazine sulfaat $(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$,
op in gedestilleerd water en verdun tot 100 ml
in een maatkolf.

Oplossing 2 - los 10,00 gram hexamethyleentetramine,
 $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$, op in gedestilleerd water en ver-
dun tot 100 ml in een maatkolf.

Meng in een 100 ml maatkolf 5,0 ml van oplossing 1 met 5,0
ml van oplossing 2. Laat dit mengsel 24 uur staan bij
 $25 \pm 3^\circ\text{C}$, verdun vervolgens tot aan de maatstreep, en meng
opnieuw. De troebelheid van de aldus verkregen suspensie is
400 formazine-eenheden.

Deze oplossingen en suspensies dienen iedere maand opnieuw
bereid te worden.

b. Bereiding van de standaardsuspensies van 40 en 4 FTU

Door verdunning tot 100 ml van hoeveelheden van 1,000 ml
en 10,00 ml van de standaardsuspensie van 400 FTU met
"troebelvrij" water worden standaardsuspensies verkregen
van respectievelijk 40 en 4 FTU. Deze standaardsuspensies
dienen iedere week opnieuw aangemaakt te worden.

Voor "troebelvrij" water kan worden gebruikt gedestilleerd water dat door een membraanfilter met een poriëngrootte kleiner dan 100 μ is geperst. De eerste 200 ml zijn hierbij niet bruikbaar. Indien de troebelheid hierdoor niet minder wordt, gebruik dan gedestilleerd water.