Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 89 (1997)
Heft: 5-6

Artikel: Trinkwasseraufbereitung : Trübungsmessung in der Nähe des Nullpunkts
Autor: Rhyn, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940176

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.09.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Trinkwasseraufbereitung: Trübungsmessung in der Nähe des Nullpunkts

Hans Rhyn

Zusammenfassung

Kompetente Stellen fordern heute im Trinkwasser von Oberflächenwasseraufbereitungen aus bakteriologischen Gründen Trübungswerte von 0,1 FNU. Bei derart niedrigen Werten stellen die Anwender fest, dass die Messwerte von Geräten verschiedener Hersteller auch dann nicht übereinstimmen, wenn sie den Anforderungen der Norm EN 27027 entsprechen. Das Problem liegt in der mangelnden Definition des Nullpunkts. Dieser wird von vielen Geräteherstellern mit Reinstwasser eingestellt, was nicht dem messtechnischen Nullpunkt (Streulicht = null) gleichkommt. Praktische Messungen mit einem Prozess-Trübungsphotometer bestätigen, dass der Nullwert (Trübungsblindwert) wegen des Molekularstreulichts etwa 0,007 FNU beträgt und auf die Dauer zuverlässig gemessen werden kann.

Desinfektion und Trübung

Die Trinkwasserverordnung legt als Grenzwert für die Trübung von Trinkwasser den Wert von 1,5 FNU fest [1]. Verschiedene Autoren haben in letzter Zeit darauf hingewiesen, dass dieser Wert nur für bakteriologisch einwandfreies Grundwasser gelten sollte, dessen Trübung von anorganischen Stoffen herrührt. Wird das Wasser hingegen aus Oberflächenwasser aufbereitet, so sollte es einen Maximalwert 0,1 FNU nicht überschreiten. Diese Forderung hat folgenden Hintergrund: Bakterien, die in Trübstoffpartikeln eingelagert sind, erfordern eine wesentlich grössere Menge von Desinfektionsmittel und stellen auch dann noch eine erhöhte Gefahr der Wiederaufkeimung im Rohrnetz dar. Ausserdem werden andere Krankheitserreger, wie Cryptosporidien und Giardien, sowie Bakterien, die von einer schützenden Schleimschicht umgeben sind, nicht zuverlässig abgetötet. Deshalb muss die Filtrationsstufe vor der Enddesinfektion die suspendierten Feststoffe bis auf Trübungswerte unterhalb 0,1 FNU eliminieren [2, 3].

Definition des Nullpunkts

In den Wasserwerken, die so niedrige Trübungen einhalten, hat man bald festgestellt, dass die Messwerte von Trübungsmessgeräten verschiedener Hersteller auch dann nicht übereinstimmen, wenn sie den Anforderungen der Norm EN 27027 entsprechen. Auf was ist dies zurückzuführen? Die Norm hat ja den Zweck, die Messverfahren und die relevanten Messparameter so festzulegen, dass die gemessenen Werte vergleichbar werden. Im Falle der Streulichtmessung sind dies die Wellenlänge des einfallenden Lichts (860 nm), der Streuwinkel (90°) und der Öffnungswinkel in der Probe (20°) [4]. Sie sagt hingegen nichts aus über die Bestimmung des Nullpunkts. Dieser hat aber bei Trübungswerten unter 0,2 FNU einen fühlbaren Einfluss und ist tatsächlich die Ursache für die beobachteten Divergenzen.

Warum stellt sich überhaupt ein Nullpunkt-Problem? Bei der Trübungsmessung nach dem Streulichtprinzip nimmt die Messgrösse, die Intensität des gestreuten Lichts, mit sinkender Trübung ab. Ist die völlige Abwesenheit von Trübung, also die absolute Reinheit des Wassers erreicht, so geht der Messwert aber nicht auf Null. Es ist nämlich nicht möglich, in Gegenwart einer Wasserprobe die gänzliche Abwesenheit von Streulicht zu erreichen. Einerseits entsteht im Wasser immer eine kleine Lichtmenge wegen der Molekularstreuung, verursacht durch Dichteschwankungen, die das Licht wie Partikel streuen. Andererseits bildet sich in der Messzelle, hauptsächlich durch Reflexion an den Messzellenfenstern, das Gerätestreulicht, je nach Autor auch «Untergrundstreulicht» oder «vagabundierende Strahlung der Messzelle» genannt. Die Summe dieser Störlichter wird als Grundaufhellung, Trübungsblindwert oder Nullwert bezeichnet [5]. Gerätemesstechnisch liegt somit der Nullpunkt (Streulicht = null) unterhalb des mit Wasser erreichbaren minimalen Werts.

Kalibrierung von Trübungsmessgeräten

Viele Gerätehersteller kalibrieren nun den Nullpunkt der ausgelieferten Trübungsmessgeräte mit dem «reinsten verfügbaren Wasser» und empfehlen dies den Betreibern auch für nachträgliche Abgleiche. Bei diesem Vorgehen wird die Molekularstreuung, das Gerätestörlicht und eine eventuell noch vorhandene Resttrübung des Wassers elektronisch auf Null abgeglichen. Dabei ist die Molekularstreuung zwar unter den in der Norm vorgeschriebenen Messbedingungen eine feste Grösse, das Gerätestörlicht hingegen ist von der Konstruktion des Geräts abhängig und verändert sich mit der Zeit, hauptsächlich in Funktion des Verschmutzungsgrades der Messzelle. Ausserdem gilt es zu bedenken, dass dem benutzten Reinwasser ebenfalls ein gewisser Unsicherheitsfaktor anhaftet. Der so verursachte Fehler hat im Bereich niedrigerer Trübungen einen durchaus

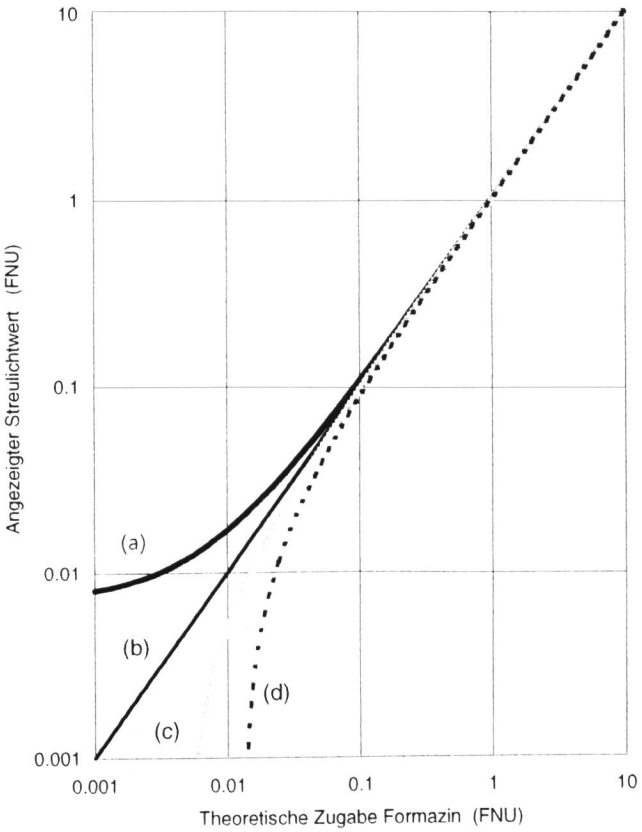

Bild 1. Streulichtanzeige (A) in Funktion der Trübung bei verschiedenen Korrekturen des Nullwerts.
Kurve (a): Der Nullpunkt des Geräts ist nicht korrigiert, d. h. der minimale erreichbare Wert entspricht der Grundaufhellung.
Kurve (b): Der Nullpunkt ist theoretisch exakt auf den Wert der Grundaufhellung eingestellt.
Kurven (c) und (d): Der Nullpunkt ist um 0,03 FNU (c) und 0,05 FNU (d) überkorrigiert; die Anzeige ist zu niedrig und wird bei kleinen Trübungen auch unter Null gehen.

Tabelle 1. Nullwerte (Trübungsblindwerte) des Sigrist-Photometers CT65 IR für verschiedene Wässer (Filtration über einen Membranfilter mit 0,2 μm Porenweite).

Herkunft des Ausgangswassers	Trübung [FNU]	elektr. Leitfähigkeit [μS/cm]
Deionat aus Laborversorgung	0,007	< 0,1
Rohwasser, versetzt mit Huminstoffen [15 mg/l]	0,008	489
Trinkwasser aus Dinslaken	0,007	709
Trinkwasser aus Duisburg	0,008	832
Trinkwasser aus Mülheim a. d. Ruhr	0,007	681
Trinkwasser aus Entschede NL	0,007	595

störenden Einfluss, wie Bild 1 zeigt. Es stellt die echte Trübung des Wassers der Anzeige des Messgeräts bei verschiedenen Korrekturen des Nullpunkts gegenüber.

Um die Forderung der Anwender nach Übereinstimmung der Messwerte von Geräten verschiedener Herkunft zu erfüllen, müssen diese also nicht nur der Norm entsprechen, sondern auch den messtechnisch richtigen Nullpunkt aufweisen. Der «Wasser-Nullpunkt» kann dann mit korrekt zubereitetem Wasser und einem angepassten Verfahren [6] kontrolliert werden. Bei Geräten hoher Qualität besteht praktisch kein Gerätestörlicht und der gemessene Wert liegt deshalb unter 0,01 FNU. Ist dies nicht der Fall, so ist die Reinigung der Messzelle das bessere Mittel zur Abhilfe als der elektronische Abgleich.

Praktische Messungen zur Bestimmung des Nullwerts

Ein Betriebs-Trübungsmessgerät, das dieser Spezifikation entspricht, wurde vom Rheinisch-Westfälischen Institut für Wasserchemie (IWW) im Hinblick auf die Eignung für Messungen im tiefsten Bereich untersucht [7]. Es handelt sich um das Gerät CT65 IR von Sigrist-Photometer. Die Aufgabenstellung umfasste unter anderem die Ermittlung von Nullwerten (Trübungsblindwerten). Dazu wurden verschiedene Wässer im Kreislauf über eine Sartorius-Membranfilterkerze Sartobran capsule (2stufig, 0,45 und 0,2 μm Porenweite) und das Messgerät geführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Der Untersuchungsbericht kommentiert diese Ergebnisse wie folgt:

«Die Untersuchungen ergaben sehr einheitliche Nullwerte zwischen 0,007 und 0,008 FNU bei einem Mittelwert von 0,0073 FNU (bezogen auf die werksseitige Vorkalibrierung des Geräts). (...) Dieser Nullwert liegt ausgesprochen niedrig und wirkt sich damit positiv auf die Empfindlichkeit des Geräts aus.

Anhand dieser Ergebnisse kann auch gefolgert werden, dass die Nullwerte (Trübungsblindwerte) unabhängig vom verwendeten Wasser sind und in ihrer Höhe quasi nur von der zur Filtration verwendeten Filterkerze und dem Aufbau der Messeinrichtung abhängen.»

Nach neuesten Erkenntnissen [8] entspricht dieser Nullwert in etwa dem Molekularstreulicht, was bedeutet, dass das untersuchte Gerät kein signifikantes Gerätestörlicht aufweist.

Schrifttum

[1] Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) BGBl.I (5. Dezember 1990), S. 2613.

[2] *Werner G.:* Wiederaufkeimungstendenzen im Rohrnetz in Abhängigkeit von der Trübung von Trinkwasser. 3R international 35 (1996), Heft 2, Februar, S. 109–112.

[3] Kontinuierliche Trübungsmessung im Wasserwerk. DVGW Wasser-Information Nr. 48.

[4] DEV C2; Bestimmung der Trübung. Deutsche Fassung EN 27 027: 1994.

[5] ABC der Prozessphotometrie. Eigenverlag Sigrist-Photometer AG.

[6] *Thyssen H. K.:* Kalibrierung von On-line-Trübungsmessgeräten – Herstellung von Nullwasser. Bbr 3/97, S. 28–32.

[7] Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserchemie und Wassertechnologie GmbH. «Untersuchungen zur Eignung des Prozess-Trübungsphotometers Sigrist CT65 IR für Messungen im Messbereich unter 1,5 FNU», 17. Juli 1996.

[8] *Huber E.:* Light Scattering by Small Particles. Newsletter SWIG (Sensors for Water Interest Group).

Adresse des Verfassers: *Hans Rhyn,* Ing. Chem. HTL, Sigrist-Photometer AG, Hofurlistrasse 1, CH-6373 Ennetbürgen.

Le Conseil fédéral institue un organe consultatif

Une plate-forme contre les catastrophes naturelles

Le Conseil fédéral entend améliorer la prévention des dangers naturels. A cet effet, il a institué la plate-forme nationale «Dangers naturels». Cet organe consultatif de la Confédération est organisé comme une commission extra-parlementaire. Il est composé de représentants des milieux économiques et de l'administration ainsi que de scientifiques, nommés par le Conseil fédéral.

La plate-forme «Dangers naturels» est issue du Comité national de la «Décennie internationale pour la réduction des catastrophes naturelles» (en anglais: International Decade for Natural Disasters Reduction 1990–1999, IDNDR) des Nations Unies. Sa principale activité consiste à conseiller le Conseil fédéral. Pour ce faire, elle procédera à une analyse de risque détaillée et établira une planification générale pour la Suisse.

Le plan de travail de la plate-forme, arrêté par le Conseil fédéral, attache une grande importance à la répartition des tâches en ce qui concerne la prévention des dangers naturels. Cet organe veillera à éviter les doublons et à mieux exploiter les synergies existantes. En outre, la plate-forme sera appelée à harmoniser les directives et les recommandations ainsi que leur application, et à combler les lacunes subsistant sur le plan juridique. Ces nombreuses tâches impliquent une étroite collaboration entre la Confédération, les cantons, les associations professionnelles concernées et les organisations d'aide en cas de catastrophe. La plate-forme stimulera la recherche tout en veillant à informer les services spécialisés et le public sur les mesures et les plans arrêtés. Au niveau international, la plate-forme collaborera avec l'IDNDR et soutiendra le transfert de connaissances à l'étranger, en particulier vers les pays en développement.

La plate-forme «Dangers naturels» est composée de représentants de la Confédération, des cantons, de la recherche, des associations professionnelles, des milieux économiques et des compagnies d'assurance. Elle est présidée par M. *Heinz Wandeler*, directeur fédéral des forêts à l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). Chaque année, une somme de 360 000 francs sera mise à disposition pour financer les travaux de cette plate-forme. Les institutions publiques et privées intéressées fourniront des moyens supplémentaires.

Département fédéral de l'intérieur