

## **Hinweise zur Durchführung der Trübungsmessung**

**Dipl.-Chem. Wilfried Spens,**

wave GmbH, Stuttgart

### Definition nach DIN EN ISO 7027

Die Trübung ist die Verringerung der Durchsichtigkeit einer Flüssigkeit, verursacht durch die Gegenwart ungelöster Substanzen.

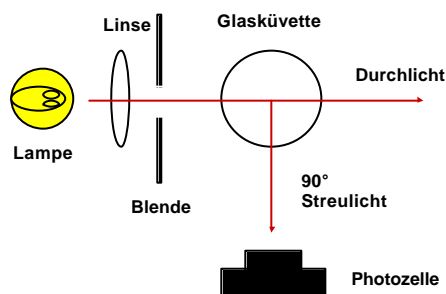
### Messmethoden

Als quantitative Verfahren zur optischen Trübungsmessung haben sich zwei Methoden durchgesetzt, die auch im Abwasser zum Einsatz kommen.

- **Verfahren zur Messung der Streustrahlung**

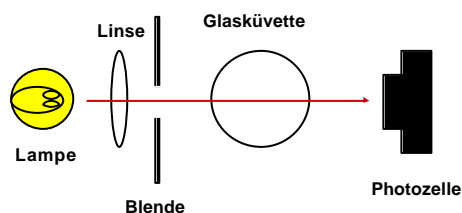
Hierbei misst man das von den Partikeln gestreute Licht im Winkel von  $90^\circ$ .

Diese Messung wird auch als nephelometrische Methode bezeichnet; sie ist für die Untersuchung von Proben mit niedrigen Trübungswerten geeignet, z.B. gereinigtes Abwasser.



- **Verfahren zur Messung der Schwächung des durchgehenden Lichts**

Hierbei wird die Schwächung der einfallenden Lichtstrahlung in die Probe durch Absorption und Streuung gemessen. Dieses Verfahren wird besonders zur Messung von Proben mit mittleren bis hohen Trübungen eingesetzt, z.B. Feststoffgehalt im Belebtschlamm.



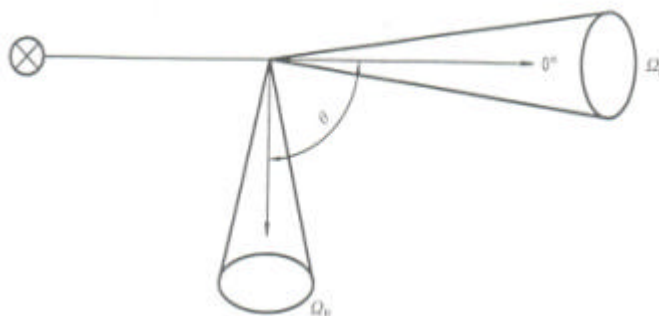
### Anforderungen an Trübungsmessgeräte nach DIN EN ISO 7027

#### ▪ **Verfahren zur Messung der Streustrahlung**

- Wellenlänge (Intensität)  $[\lambda]$  der einfallenden Strahlung: muss 860 nm sein, bei sehr geringen Trübungswerten sollten Geräte mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 550$  nm eingesetzt werden
- spektrale Bandbreite der einfallenden Strahlung  $?\lambda$  P 60 nm
- Abweichung der parallelen Strahlung muss P 1,5° betragen
- Messwinkel  $[-]$  der einfallenden Strahlung und der Streustrahlung muss  $90 \pm 2,5^\circ$  betragen
- Öffnungswinkel  $[\angle ?]$  in der Wasserprobe sollte zwischen  $20^\circ$  und  $30^\circ$  betragen

#### ▪ **Verfahren zur Messung der Schwächung des durchgehenden Lichts**

- Wellenlänge  $[\lambda]$  der einfallenden Strahlung: muss 860 nm sein,
- spektrale Bandbreite der einfallenden Strahlung  $?\lambda$  P 60 nm
- Abweichung der parallelen Strahlung muss P 2,5° betragen
- Messwinkel  $[-]$  (Abweichung von der optischen Achse) muss  $0 \pm 2,5^\circ$  betragen
- Öffnungswinkel  $[\angle ?]$  in der Wasserprobe sollte zwischen  $10^\circ$  und  $20^\circ$  betragen



## Trübungsmessung

---

### Kalibrierung der Trübungsmessgeräte

Die Trübungsmessgeräte müssen nach den Angaben des Herstellers regelmäßig kalibriert werden, indem mit Verdünnungswasser der Blindwert ermittelt wird und mindestens fünf verschiedene Standardlösungen (hergestellt aus einer Formazin-Stammlösung) verteilt über den interessierenden Messbereich, gemessen werden.

#### ▪ Herstellung der Standardlösung

##### **Stammlösung:**

*10,0 g Hexamethylentetramin in etwa 40 ml Wasser lösen*

*1,0 g Hydrazinsulfat in etwa 40 ml Wasser lösen*

*Beide Lösungen in je einen 100 ml Kolben geben, mit Wasser auffüllen und gut mischen, 24 Stunden bis zur Verwendung stehen lassen. Die Suspensionen sind etwa 4 Wochen haltbar. Jeweils 5 ml der beiden Lösungen werden gemischt. Die so hergestellte Stammlösung entspricht einem Trübungswert von 4000 NTU*

##### **Verdünnungen:**

*Menge der Stammlösung, die mit Verdünnungswasser auf 100 ml aufgefüllt den gewünschten Standard ergibt, lässt sich mit folgender Formel berechnen:*

$$\frac{100 \text{ ml} \times \text{gewünschter NTU-Wert}}{\text{NTU-Wert der Stammlösung}} = \text{Menge der Stammlösung [ml]}$$

##### **Beispiel:**

$$\frac{100 \text{ ml} \times 100 \text{ NTU}}{4000 \text{ NTU}} = 2,5 \text{ ml Stammlösung}$$

Die errechnete Menge der Stammlösung wird in 100 ml Kolben gegeben und mit Verdünnungswasser aufgefüllt.

## Trübungsmessung

Tabelle für die Herstellung von Standardlösungen:

gewünschter Standard [NTU-Wert]	Stammlösung [ml]	gewünschter Standard [NTU-Wert]	Stammlösung [ml]
2	0,05	40	1,0
5	0,125	100	2,5
10	0,25	200	5,0
20	0,5	1000	20,0

Auswahl typischer Trübungswerten

Medium	Trübungswert [NTU-Wert]		
Trinkwasser	0,02	bis	0,5
Quellwasser	0,5	bis	10
Rohabwasser	70	bis	2.000
Kläranlagenablauf	2	bis	40

### Trübungseinheiten

Um die Ergebnisse verschiedener Methoden zu unterscheiden, verwendet man folgende Maßeinheiten.

Messwerte, die sich auf Formazin als Standard beziehen, tragen zusätzlich ein „F“ in der Einheitsangabe.

Maßeinheit	Name	Messmethode	Standard
NTU	Nephelometric Turbidity Units	90° Streulicht	
FNU	Formazine Nephelometric Units	90° Streulicht	Formazin
FAU	Formazine Attenuation Units	Lichtschwächung	Formazin
FTU	Formazine Turbidity Units	Messwerte mit Formazin Standard	Formazin
TE (F)	Trübungseinheiten Formazin	Deutscher Begriff für NTU	Formazin

## Trübungsmessung

---

JTU	Jackson Turbidity Units	Jackson Candle	Kiesel-säure
-----	-------------------------	----------------	--------------

### Vergleichbarkeit von Messwerten

Da schon leichte Abweichungen zwischen der Art der Lichtquelle, der Art des Empfängers, des Winkels des Lichtkegels und der verwendeten Standards zu erheblichen Abweichungen zwischen den Messgeräten führen, ist darauf zu achten, dass

- die Messsysteme nach dem gleichen Prinzip arbeiten;
- dieselben Standards bei der Kalibrierung verwendet werden;
- die Probe konstant und homogen ist.

### Umrechnung von Trübungswerten in Massekonzentrationen

Die Absorption des einfallenden Lichts hängt u.a. von der Größe sowie der Form und optischen Eigenschaften der im Ab-/Wasser suspendierten Stoffe ab. Da diese Informationen auf Grund der Unschiedlichkeit der Schwebstoffe nicht vorliegen, ist die Berechnung der Massekonzentration (Feststoffgehalt) aus den Trübungswerten nicht möglich.

Das bedeutet, es gibt keine lineare Beziehung zwischen Trübungswert in NTU und mg/l oder ppm Feststoffgehalt.

### Anforderungen an die Probenahme von Trübungsmessungen

z. B. Ermittlung der Trübungswerte von Abwasser aus dem Ablauf der Kläranlage

#### ▪ Messungen mit Laborgeräten

Die Messung muss unmittelbar nach der Probenahme durchgeführt werden, da durch Absetzen oder Flockung von Partikeln sich der Trübungswert ändert sowie

Temperaturänderungen Einfluss auf die Löslichkeit der Feststoffe haben. Aus der Probe sind ggf. vorhandene Luftblasen zu entfernen.

Luftblasen können entfernt werden durch Zugabe von oberflächenaktiven Stoffen, Anwendung von Ultraschallbädern, Erzeugung eines leichten Unterdrucks.

### ▪ Messungen mit Online Systemen

Die Einbaustelle für die Trübungsmesssonde, z.B. im Ablauf der Kläranlage, sollte so gewählt werden, das turbulente Strömungen nicht zu Luftblasen führen, Verschmutzungen z.B. durch Algenbewuchs vermieden werden sowie eine Mindesteintauchtiefe von 10-15 cm möglich ist.

### **Empfehlung:**

*Die bisherigen Erfahrungen beim Einsatz von optischen Trübungsmessungen im Ablauf von Kläranlagen haben gezeigt, das es keine ideale Einbaustelle gibt. Auf Grund der oben genannten Anforderungen sollte vor der Entscheidung für ein bestimmtes Messsystem verschiedene Geräte getestet werden. Nach der EKVO vom 20.02.2001 ist als Messstelle für die kontinuierliche Trübungsmessung der Ablauf der Kläranlage vorgesehen. Erweist sich das aus technischer Sicht als nicht realisierbar, so empfehlen wir in Abstimmung mit der Aufsichtsbehörde (Landratsamt) eine geeignetere Möglichkeit, z.B. im oder am Nachklärbecken zu nutzen.*

### **Hersteller von optischen Trübungsmesssystemen**

In der nachfolgenden Übersicht sind einige Anbieter von Trübungsmessgeräten aufgeführt, deren Technik bereits auf Kläranlagen in Baden-Württemberg zum Einsatz kommen.

<b>Name der Firma*</b>	<b>Anschrift</b>	<b>Telefonnummer E-Mail</b>	<b>Paket- preis** [€]</b>
Endress+Hauser Messtechnik GmbH + Co.	Postfach 2222 79574 Weil am Rhein	07621-975-01 Info@de.endress.com	ca. 2.500
Dr. Lange GmbH & Co. KG	Willstätterstraße 11 40549 Düsseldorf	0211-5288-0 Info@drlange.de	ca. 2.400
WTW GmbH & Co. KG	Dr.-Karl-Slevogt-Straße 1 82362 Weilheim	0881-183-0 Info@WTW.com	ca. 3.300

Anmerkungen:

## Trübungsmessung

---

Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist keine Referenz für die genannten Firmen

\*\* Preis nur für komplette Messtechnik, ohne Montage

**Abbildung 2: Messung der Durchlichtschwächung**

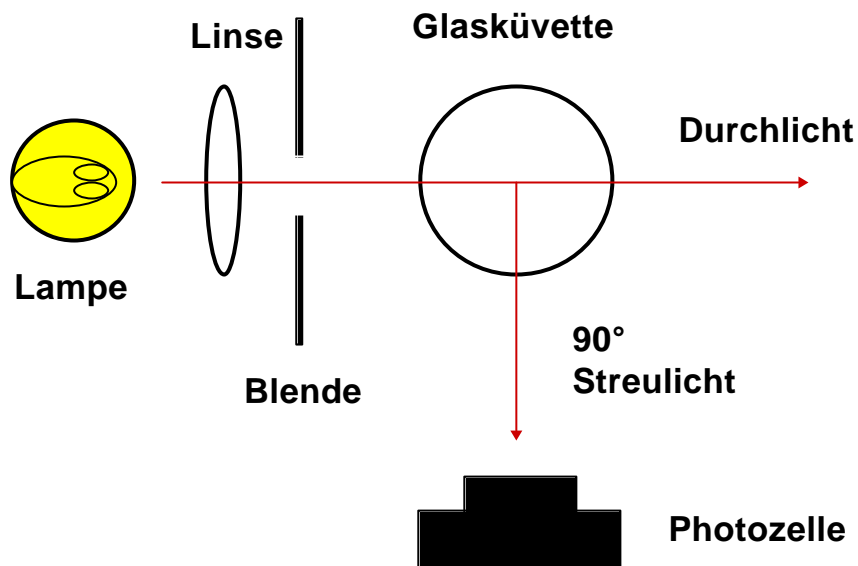


Abbildung 1: Messung der Streustrahlung

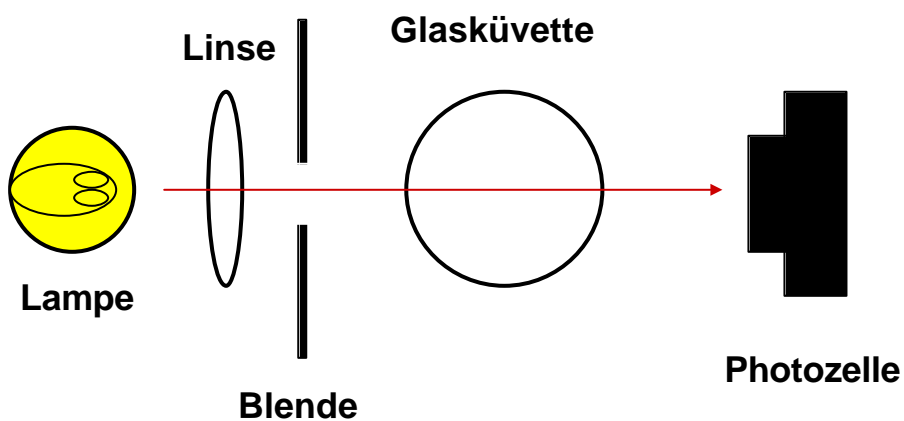


Abbildung 2: Messung der Lichtschwächung

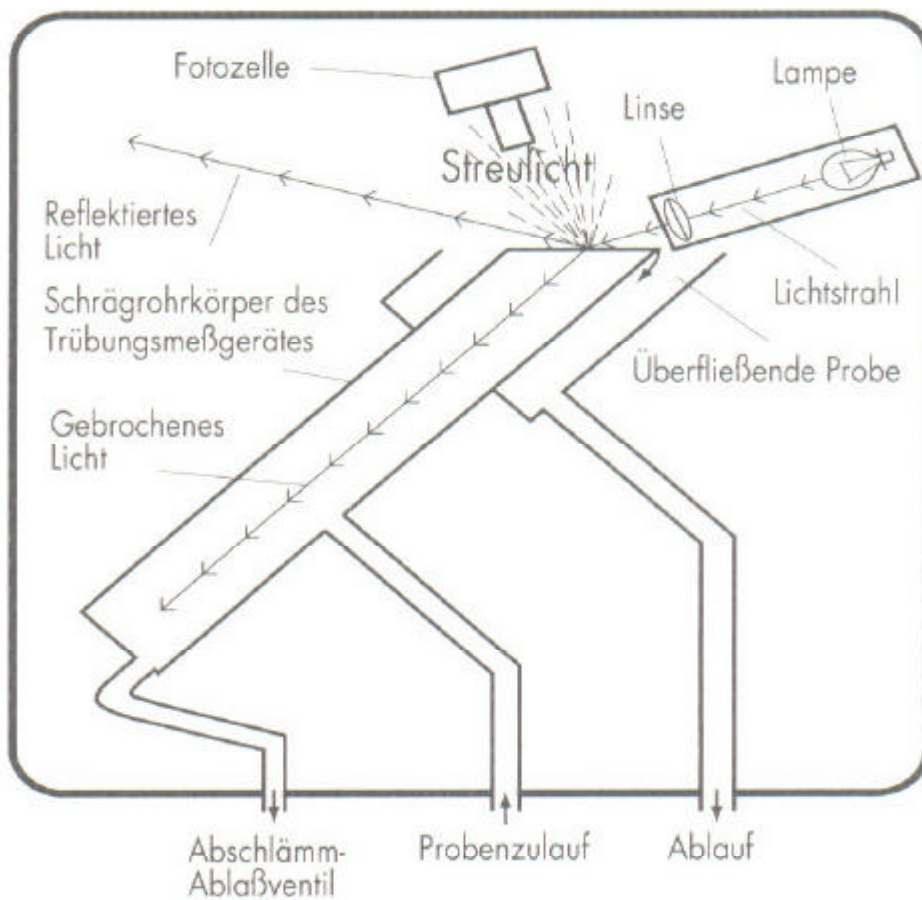


Abbildung 3: Funktionsschema eines kontinuierlich arbeitenden Trübungsmessgerätes