

**Betriebsanleitung  
Kolloid-Index-Messgerät  
zur Bestimmung von kolloidalen Stoffen  
(SDI = Silt Density Index)**

z. B. im Einspeisewasser von Umkehrosmoseanlagen



Stand Juli 2024  
Bestell-Nr. 170 999\_034

**Grünbeck Wasseraufbereitung GmbH**  
Josef-Grünbeck-Straße 1 · 89420 Höchstädt  
DEUTSCHLAND

☎ +49 9074 41-0 · 📠 +49 9074 41-100  
[www.gruenbeck.de](http://www.gruenbeck.de) · [info@gruenbeck.de](mailto:info@gruenbeck.de)



**TÜV SÜD-zertifiziertes Unternehmen**  
nach DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 14001  
und SCC

## Einführung

Eine mögliche Ursache für die Verringerung des Permeat-Volumenstroms bzw. für einen Anstieg des Differenzdrucks einer RO-Anlage ist Fouling.

Unter Fouling versteht man die unerwünschte Bildung von Ablagerungen auf der Membranoberfläche.

Die Ursache für Fouling können sein:

- lebende Mikroorganismen, Pilze, Algen (Biofouling);
- Lehm, Erde, Metalloxide, Kolloide (partikuläres Fouling bzw. kolloidales Fouling).

Ein wichtiges Maß, um das Potenzial für partikuläres/kolloidales Fouling des Rohwassers abzuschätzen, ist der Verblockungsindex bzw. Kolloidindex.



---

**Hinweis:** Das Potenzial für Biofouling kann mit dem Kolloidindex nicht abgeschätzt werden.

---

Im internationalen Sprachgebrauch wird der Kolloidindex als SDI (engl.: Silt Sensity Index) bezeichnet.

Der Kolloidindex ist ein empirisches Maß für die Fracht von sehr feinen und feinsten Feststoff-Partikeln im Wasser vor einer RO-Anlage.



---

**Hinweis:** Der Kolloidindex ist kein Maß dafür, das Risiko von Scaling abzuschätzen (mit Scaling wird der chemische Vorgang des Ausfallens von Salzen bezeichnet).

---

Obwohl der Kolloidindex weit verbreitet ist, hat er einige gravierende Nachteile, die seine Eignung zur Vorhersage des Foulingpotenzials in Frage stellen.

Die Nachteile sind:

- Der Kolloidindex ist kein Maß für die Feststoffkonzentration (total suspended solids TSS) im Wasser vor der RO-Anlage.
- Die Strömungsführung durch das Filterelement (Dead-End) bei der Messung des Kolloidindex entspricht nicht der Strömungsführung entlang der Membranoberfläche (Kreuzstrom oder Cross-Flow) in einer RO-Anlage.
- Der Einfluss der Wassertemperatur wird nicht berücksichtigt.
- Der Kolloidindex ist abhängig vom Material des Filterelements.
- Die Messergebnisse lassen sich nur schwer reproduzieren und sind stark abhängig von der Person, die die Messung durchführt.

Trotz dieser Nachteile haben sich andere Methoden, wie beispielsweise der Modified Fouling Index (MFI), bislang nicht durchgesetzt.

Zur Bestimmung des Kolloidindex wird das Wasser durch einen Filter mit einer Filterfeinheit von 0,45 µm filtriert. Die Filterfeinheit 0,45 µm ist per Definition die Grenze zwischen ungelösten, partikulären Stoffen und echt gelösten Stoffen wie z. B. Salze.

Die Methode zur Bestimmung des Kolloidindex ist in der US-amerikanischen Norm ASTM D 4189 standardisiert.

**Interpretation des Kolloidindex-Werts bzw. SDI<sub>15</sub>****SDI<sub>15</sub> Potenzial für partikuläres/kolloidales Fouling**

- < 1 circa mehrere Jahre Betrieb der RO-Anlage ohne partikuläres Fouling
- < 3 circa mehrere Monate Betrieb zwischen zwei chemischen Reinigungen der RO-Anlage
- 3..5 partikuläres Fouling sehr wahrscheinlich, häufige chemische Reinigungen erforderlich
- > 5 nicht akzeptabel, Optimierung der Voraufbereitung notwendig

Die 15 als Index am Kürzel SDI bezieht sich auf die Zeitdauer T<sub>0</sub> von 15 min (siehe unten).

**Entnahme der Wasserprobe**

Entnehmen Sie das Wasser, von dem der Kolloidindex bestimmt werden soll, vor dem 5 µm-Feinfilter.

**Durchführung**

1. Schrauben Sie das Unterteil des Filterträgers ab.
2. Öffnen Sie das Ventil vor dem Druckregler.
3. Leiten Sie das Wasser, das aus dem Oberteil des Filterträgers austritt, für ca. 5 –15 min zum Kanal ab, um die Messwasserleitung zu spülen.
4. Schließen Sie das Ventil vor dem Druckregler.
5. Entfernen Sie den O-Ring aus dem Unterteil des Filterträgers. Legen Sie das Filterpapier mit einer Pinzette gefühlvoll in das Unterteil ein. Legen Sie den O-Ring wieder ein.
6. Befeuchten Sie anschließend das Filterpapier mit sauberem Wasser.
7. Verschrauben Sie das Unterteil und das Oberteil des Filterträgers miteinander.
8. Öffnen Sie das Ventil vor dem Druckregler.
9. Stellen Sie den Druck am Druckregler auf ca. 2,07 bar ≈ 2,1 bar (ca. 30 psi) ein.



Hinweis: Um ein gültiges Ergebnis zu erhalten soll der Druck immer größer als 2,0 bar sein und immer kleiner als 2,2 bar (Schwankungsbreite von ± 5 % um den Sollwert).

10. Starten Sie eine Stoppuhr und messen Sie die Zeit, die benötigt wird, um 500 ml Wasser in einen Messbecher fließen zu lassen. Schreiben Sie die hierfür benötigte Zeit auf. Diese Zeit wird als „Sammelzeit T<sub>1</sub>“ bezeichnet.
11. Entleeren Sie den Messbecher.
12. Lassen Sie für eine Zeitdauer von 15 Min. ohne Unterbrechung das Wasser weiterhin durch den Filterträger strömen. Leiten Sie das

Wasser in den Kanal ab.

Die Zeit von 15 min wird als „T0“ bezeichnet.

13. Messen Sie unmittelbar nach Ablauf der 15 Min. wiederum die Zeitdauer, die benötigt wird, um 500 mL Wasser in einen Messbecher fließen zu lassen. Schreiben Sie die hierfür benötigte Zeit auf. Diese Zeit wird als „Sammelzeit T2“ bezeichnet.
14. Messen Sie mit einem Thermometer die Temperatur des Wassers im Messbecher und schreiben Sie den Wert auf.
15. Schließen Sie das Ventil vor dem Druckregler.
16. Schrauben Sie das Unterteil des Filterträgers ab und entnehmen Sie das Filterpapier mit einer Pinzette. Legen Sie das Filterpapier flach auf ein sauberes Blatt Papier und lassen Sie es trocknen. Bewahren Sie das benutzte Filterpapier auf, um die Ablagerungen gegebenenfalls im Labor untersuchen zu lassen.

Die oben beschriebene Prozedur kann in der Praxis ca. 20 – 30 Min. dauern.

### Temperatureinfluss

Der Druckverlust über den Feinfilter, und damit die Sammelzeiten T1 und T2, ist abhängig von der Viskosität (Zähflüssigkeit) des Wassers. Die Viskosität hängt von der Temperatur ab. Sie ist umso geringer, je wärmer das Wasser ist. Aus diesem Grund sind SDI<sub>15</sub>-Werte, die bei unterschiedlichen Wassertemperaturen ermittelt wurden, nicht direkt miteinander vergleichbar. Allerdings kann der Einfluss der Temperatur herausgerechnet werden, indem der berechnete SDI<sub>15</sub>-Wert auf eine Standardtemperatur normiert wird (Temperaturkompensation). Damit wird ein SDI<sub>15</sub>-Wert berechnet, der demjenigen Wert entspricht, der gemessen würde, wenn die Wassertemperatur der Standardtemperatur entspräche.

Die Standardtemperatur ist bei Grünbeck auf 15 °C festgelegt. Dies ist die bei Grünbeck übliche Temperatur für die Auslegung von RO-Anlagen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Korrekturfaktoren CT(t) angegeben, um den gemessenen SDI<sub>15</sub>-Wert auf die Grünbeck-Standardtemperatur 15 °C umzurechnen (entspricht die gemessene Wassertemperatur der Standardtemperatur 15 °C hat der Korrekturfaktor genau den Wert 1,0).

Wassertemperatur t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Korrekturfaktor CT(t)	1,333	1,292	1,253	1,216	1,181	1,147	1,115	1,084	1,054	1,026	1,000
Wassertemperatur t	16	17	18	19	20	22	24	25	26	28	30
Korrekturfaktor CT(t)	0,974	0,949	0,925	0,903	0,881	0,840	0,802	0,784	0,766	0,734	0,703

**Berechnung des SDI<sub>15</sub>-Werts**

$$SDI_{15} = \frac{\left(1 - \frac{T1}{T2}\right) 100 \%}{T0}$$

*Beispiel:*

$$\begin{aligned} T1 &= 30 \text{ s} \\ T2 &= 66 \text{ s} \\ T0 &= 15 \text{ min} \end{aligned}$$

$$SDI_{15} = \frac{\left(1 - \frac{30 \text{ s}}{66 \text{ s}}\right) 100 \%}{15 \text{ min}} = \frac{54,54 \%}{15 \text{ min}} = 3,63 \frac{\%}{\text{min}}$$

Die Einheit %/min wird in der Regel weggelassen. Der SDI<sub>15</sub> beträgt im Beispiel 3,6.

Der Term oberhalb des Bruchstrichs  $\left(1 - \frac{T1}{T2}\right) 100 \%$  wird als „%P2“ bezeichnet. Der Wert dieses Terms sollte immer kleiner als 75 % sein. Ab diesem Prozentwert überschreitet der SDI<sub>15</sub> den Wert von 5,0.

Ein noch höherer Wert als 5,0 deutet auf eine sehr starke Belastung mit Feststoff-Partikeln hin. Eine sinnvolle Bestimmung des Kolloidindex ist nicht mehr möglich.

**Umrechnung des gemessenen SDI<sub>15</sub> auf die Grünbeck-Standardtemperatur**

Umrechnung des bei der gemessenen Wassertemperatur ermittelten SDI<sub>15</sub> auf die Standardtemperatur von 15 °C. Der Korrekturfaktor CT(t) wird für die gemessene Wassertemperatur aus der oben aufgeführten Tabelle abgelesen.

$$SDI_{15}(t = 15^\circ\text{C}) = \frac{SDI_{15}(\text{Wassertemperatur})}{CT(t)}$$

*Beispiel:*

$$\begin{aligned} t &= 8 \quad ^\circ\text{C} \\ CT(t) &= 1,216 \quad - \end{aligned}$$

$$SDI_{15}(t = 15^\circ\text{C}) = \frac{SDI_{15}(\text{Wassertemperatur})}{CT(t)} = \frac{3,63}{1,216} = 2,98 \approx 3,0$$

**Farbe des benutzten Filterpapiers**

Die Farbe des Belags bzw. die Ablagerung auf dem trockenen Filterpapier kann Hinweise auf die Natur der abfiltrierten Stoffe im Wasser geben:

<b>Farbe</b>	<b>Natur der abfiltrierten Stoffe</b>
leicht gelb	Hinweis auf Eisen und/oder Organik im Wasser; Korrosionsprodukte aus den Rohrleitungen
rötliches braun	Eisen im Wasser
grau	Kohleabrieb (falls ein Aktivkohlefilter vor die RO-Anlage geschaltet ist)
schwarz	Wenn sich der schwarze Belag in Säure auflöst, kann dies ein Hinweis auf Mangan im Wasser sein

**Messprotokoll Kolloidindex SDI<sub>15</sub>**

Kunde: \_\_\_\_\_

Kommissions-Nr.: \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Entnahmestelle: \_\_\_\_\_

vor  hinter  5 µm Filter

Bezeichnung der Wasserqualität:  
(Brunnenwasser, Stadtwasser o.ä.) \_\_\_\_\_

Sonstige Angaben/Auffälligkeiten:  
(z.B. bauseitige Filter o.ä.) \_\_\_\_\_

Messung durchgeführt von: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Messung 1	
Sammelzeit T1	_____ s
Sammelzeit T2	_____ s
Zeit T0	<b>15</b> min
$\%P2 = \left(1 - \frac{T1}{T2}\right) 100 \%$	_____ %
$SDI_{15} = \frac{\%P2}{T0}$	_____ %/min
Wassertemperatur	_____ °C
Korrekturfaktor CT(t)	_____
SDI <sub>15</sub> (auf 15 °C normiert)	_____ %/min

Messung 2	
Sammelzeit T1	_____ s
Sammelzeit T2	_____ s
Zeit T0	<b>15</b> min
$\%P2 = \left(1 - \frac{T1}{T2}\right) 100 \%$	_____ %
$SDI_{15} = \frac{\%P2}{T0}$	_____ %/min
Wassertemperatur	_____ °C
Korrekturfaktor CT(t)	_____
SDI <sub>15</sub> (auf 15 °C normiert)	_____ %/min

Wassertemperatur t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Korrekturfaktor CT(t)	1,333	1,292	1,253	1,216	1,181	1,147	1,115	1,084	1,054	1,026	1,000

Wassertemperatur t	16	17	18	19	20	22	24	25	26	28	30
Korrekturfaktor CT(t)	0,974	0,949	0,925	0,903	0,881	0,840	0,802	0,784	0,766	0,734	0,703

