Leitfaden Haze-Messung — Trübung, Transmission, Clarity und Lichttransmission

Eine klare Folie kann fast das gesamte Licht durchlassen und trotzdem milchig aussehen. Ein getöntes Fenster kann dunkel wirken und trotzdem Wärme hereinlassen. Beides lässt sich mit dem Auge nicht zuverlässig beurteilen — es wird gemessen. Dieser Leitfaden zur Haze-Messung erklärt in einfachen Worten **Trübung**, **Gesamttransmission**, **Clarity** und **Lichttransmission (VLT)** sowie, wie ein Haze-Messgerät sie misst, wie man wiederholbare Ergebnisse erhält und wie man ein Gerät auswählt.

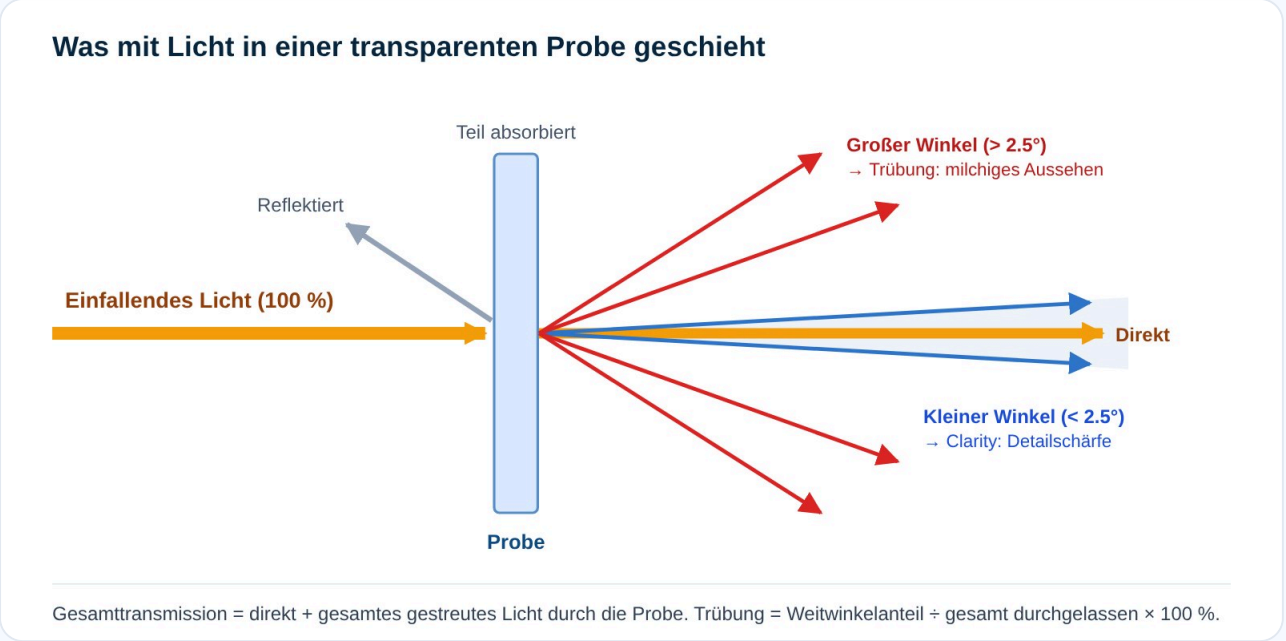
Er ergänzt unseren Leitfaden Farbmessung, der die Farbe von Feststoffen, Flüssigkeiten und Pulvern behandelt. Beide gehören zusammen: Bei Kunststoffen, Glas und Verpackungen beschreiben Farbe, Glanz und Trübung das Erscheinungsbild desselben Produkts.

INHALT

- 1 · Trübung, Transmission und Clarity
- 2 · Wie ein Haze-Messgerät misst — 0/d-Geometrie
- 3 · ASTM D1003 oder ISO 13468?
- 4 · Clarity und Farbe des durchgelassenen Lichts
- 5 · Messen in der Praxis
- 6 · Häufige Fehler
- 7 · Anwendungen und was geprüft wird
- 8 · Lichttransmissionsmessgeräte: VLT, UV, IR, SHGC
- 9 · Haze-Messgerät, Transmissionsmessgerät oder Spektralphotometer?
- 10 · Modellauswahl
- 11 · Häufige Fragen

1 · Trübung, Transmission und Clarity — was die Zahlen bedeuten

Trifft Licht auf eine transparente oder durchscheinende Probe, wird ein Teil an den Oberflächen reflektiert, ein Teil im Material absorbiert und der Rest geht hindurch. Vom durchgelassenen Licht läuft ein Teil geradeaus weiter, ein Teil wird an Partikeln, Kristalliten, Pigmenten, Oberflächenstruktur oder Kratzern gestreut. Der Streuwinkel entscheidet, was Sie sehen.



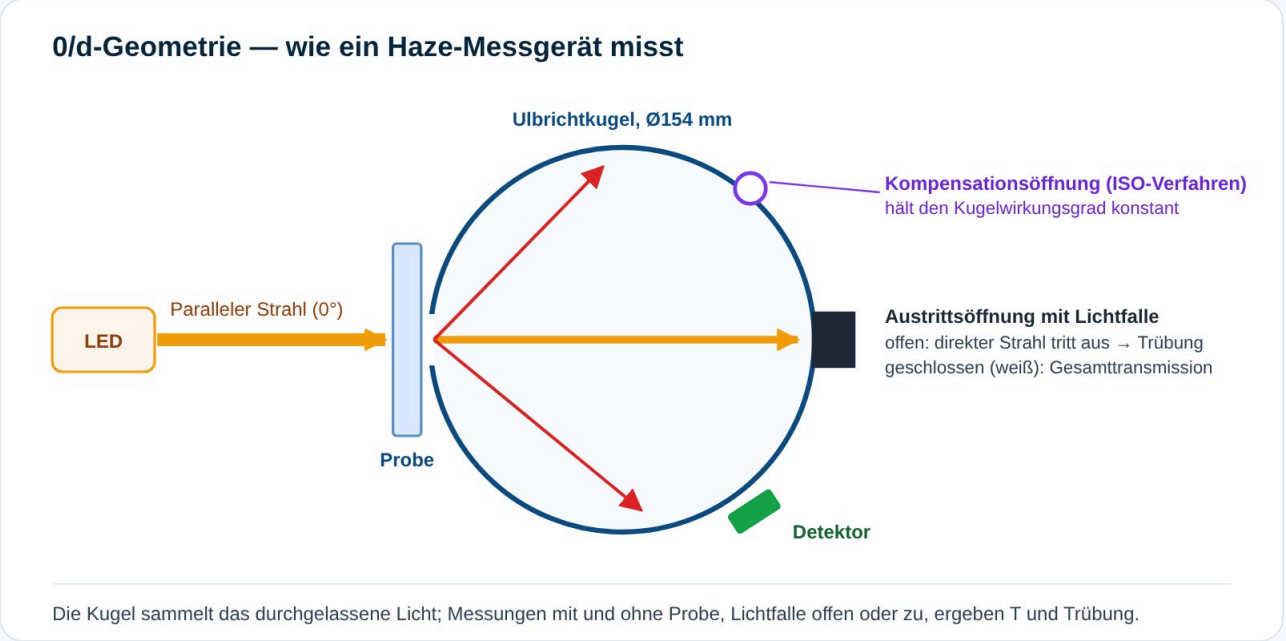
Direktes Licht, Kleinwinkelstreuung (Clarity) und Weitwinkelstreuung (Trübung).

- **Gesamttransmission (T)** — der Anteil des einfallenden Lichts, der die Probe durchdringt, direkt und gestreut zusammen, in %. Klares 3-mm-Glas liegt typisch bei etwa 90 %; der Rest geht vor allem durch Reflexion an den beiden Oberflächen verloren.
- **Trübung** — der Anteil des durchgelassenen Lichts, der um mehr als 2.5° vom einfallenden Strahl gestreut wird, in %. Hohe Trübung bedeutet ein milchiges, verschleiertes Aussehen und geringeren Kontrast von Objekten hinter der Probe.
- **Clarity** — bezieht sich auf die Streuung in einem kleinen Winkel unter 2.5°. Geringe Clarity lässt feine Details auch bei niedriger Trübung unscharf wirken, typisch für manche Folien und strukturierte Oberflächen.
- **Diffuse Transmission** — der gestreute Teil des durchgelassenen Lichts; Trübung ist diffuse Transmission geteilt durch Gesamttransmission.

Trübung und Transmission sind unabhängig. Eine Streuscheibe kann hohe Transmission und sehr hohe Trübung haben; dunkel getöntes Glas kann niedrige Transmission und fast keine Trübung haben. Deshalb nennen Spezifikationen meist beide Werte.

2 · Wie ein Haze-Messgerät misst — 0/d-Geometrie und Ulbrichtkugel

Ein Haze-Messgerät beleuchtet die Probe mit einem parallelen Strahl unter 0° und sammelt das durchgelassene Licht in einer **Ulbrichtkugel** — einer Hohlkugel mit weißer, stark reflektierender Innenseite. Das nennt man **0/d-Geometrie**: Beleuchtung unter 0°, diffuse Betrachtung. Die Kugel mittelt das gesamte durchgelassene Licht, sodass ein einziger Detektor es messen kann, unabhängig von der Streurichtung.



0/d-Geometrie: paralleler Strahl, Probe am Kugeleingang, Austrittsöffnung mit Lichtfalle, Detektor.

Vier Messwerte, zwei Ergebnisse

Gegenüber der Probe hat die Kugel eine Austrittsöffnung. Ist sie mit einer weißen Kappe geschlossen, wird das gesamte durchgelassene Licht erfasst. Ist sie zur Lichtfalle offen, verlässt der direkte Strahl die Kugel und nur das gestreute Licht wird erfasst. Die Kombination der Messwerte mit und ohne Probe ergibt:

Messwert	Probe	Austrittsöffnung	Was gemessen wird
T1	nein	geschlossen (weiß)	Einfallendes Licht — die 100-%-Referenz
T2	ja	geschlossen (weiß)	Gesamtes von der Probe durchgelassenes Licht
T3	nein	offen (Lichtfalle)	Vom Gerät selbst gestreutes Licht
T4	ja	offen (Lichtfalle)	Von Probe und Gerät gestreutes Licht

Gesamttransmission $T = T2 / T1$. Diffuse Transmission $Td = [T4 − T3 · (T2 / T1)] / T1$. Trübung $= Td / T × 100$ %. Moderne Geräte führen diese Abfolge automatisch aus: Nach der Kalibrierung legen Sie die Probe ein und lesen Trübung und T in Sekunden ab.

3 · ASTM D1003 oder ISO 13468 / ISO 14782?

Beide Normenfamilien nutzen die 0/d-Geometrie, behandeln die Kugel aber unterschiedlich. Liegt die Probe am Eingang, ändert sich, wie viel Licht die Kugelwand zurückgibt — der Kugelwirkungsgrad. Das Verfahren ASTM D1003 akzeptiert das; die ISO-Verfahren (ISO 13468 für Gesamttransmission, ISO 14782 für Trübung) ergänzen eine **Kompensationsöffnung** damit die Kugel mit und ohne Probe dieselben Bedingungen hat.

	ASTM D1003 (Verfahren A, Haze-Messgerät)	ISO 13468 / ISO 14782
Geometrie	0/d, Ulbrichtkugel	0/d, Ulbrichtkugel
Kugelkorrektur	Nicht kompensiert	Kompensationsöffnung
Ergebnisse	Trübung, Gesamttransmission	Trübung, Gesamtlichttransmission
Typische Verwendung	Nordamerikanische und viele globale Spezifikationen	Europäische und ISO-basierte Spezifikationen
Ergebnisse vergleichbar?	Nahe beieinander bei geringer Trübung; Unterschiede können bei hoher Trübung und dicken oder stark streuenden Proben wachsen	—

Verwenden Sie das Verfahren, das Ihr Kunde oder die Produktspezifikation nennt, und geben Sie es mit dem Ergebnis an (zum Beispiel „Trübung 1.8 %, ASTM D1003, Messblende Ø20 mm"). Wenn Sie nach beiden berichten, wählen Sie ein Gerät, das beide Verfahren unterstützt: CH1210, CH1610 und CH1810. CH1100 misst nach ASTM D1003. Die vollständigen Normtexte erhalten Sie bei ASTM International und ISO.

4 · Clarity und die Farbe des durchgelassenen Lichts

Clarity

Die Trübung zeigt, wie milchig eine Probe aussieht; die Clarity zeigt, wie scharf ein Objekt durch sie hindurch erscheint. Zwei Folien mit gleicher Trübung können sehr unterschiedlich wirken, wenn man Text durch sie liest. Clarity wird aus dem in kleinem Winkel um den direkten Strahl gestreuten Licht bestimmt und in % angegeben. Sie wird für Verpackungsfolien verwendet, durch die das Produkt klar sichtbar sein muss, für Display- und Linsenmaterialien und für strukturierte Oberflächen. Unser CH1810 gibt Clarity zusammen mit Trübung und Farbe aus.

Farbe des durchgelassenen Lichts

Transparente Kunststoffe vergilben durch Verarbeitungstemperatur, UV-Einwirkung und Alterung, und Glas und Folien können eine Tönung haben. Ein Haze- und Farbmessgerät ergänzt einen Spektralsensor (400–700 nm) und gibt die Farbe des durchgelassenen Lichts als CIE L*a*b*, Gelbwert (YI), Weißgrad, Pt-Co oder Gardner aus — in derselben Messung wie die Trübung. Siehe CH1610 und CH1810; zur Theorie der Farbwerte siehe den Leitfaden Farbmessung.

5 · Messen in der Praxis — Vorbereitung, Messblende, Kalibrierung

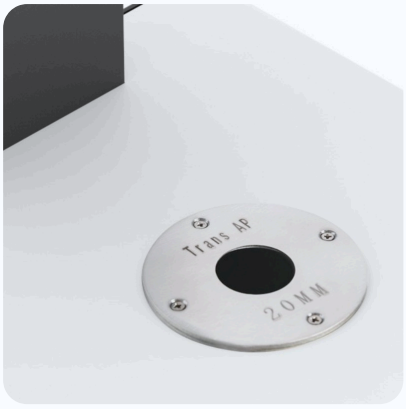
Probenvorbereitung

- Proben an den Kanten anfassen und frei von Fingerabdrücken, Staub und Schutzfolie halten; schon Fingerabdrücke erhöhen den Trübungswert merklich.
- Nur mit einem weichen, fusselfreien Tuch reinigen, wenn das Verfahren es erlaubt; Lösemittel können Kunststoffoberflächen angreifen.

- Kunststoffproben vor der Messung bei der von der Norm geforderten Temperatur und Feuchte konditionieren, typisch 23 °C und 50 % relative Feuchte.
- Proben müssen eben und größer als die Messblende sein, mit parallelen Oberflächen; Messposition und Maschinenrichtung von Folien markieren.

Wahl der Messblende

Die größte Messblende verwenden, die die Probe zulässt: Ø20 mm mittelt mehr Fläche und liefert die beste Wiederholbarkeit; Ø8 oder Ø4 mm sind für kleine Teile wie Linsen und Displayfenster. Ergebnisse nur bei gleicher Messblende vergleichen.



Senkrecht oder waagerecht

Platten und Folien werden senkrecht an der Kugelöffnung gemessen, gehalten von einer Folienklemme. Kleine Teile, Flüssigkeiten in Küvetten und Pulver lassen sich waagerecht leichter messen. Ein offener Messraum erlaubt die Messung großer Platten ohne Zuschnitt.

Kalibrierung und Prüfungen

- 100 % (freier Strahl) und Null kalibrieren, wie das Gerät es verlangt, nach dem Aufwärmen und bei Änderung der Umgebungsbedingungen.
- Täglich mit einer Trübungs-Standardplatte bekannten Werts nahe Ihren Proben prüfen; das Ergebnis dokumentieren, um zu zeigen, dass das Gerät unter Kontrolle ist.
- Jede Probe an mehreren Stellen messen (zum Beispiel 3–5) und den Mittelwert angeben; Folien um 90° drehen, um Orientierungseffekte zu erkennen.
- Zu jedem Ergebnis Verfahren, Messblende, Anzahl der Messungen und Probendicke angeben.

6 · Häufige Fehler und wie man sie vermeidet

Fehler	Wirkung	Abhilfe
Fingerabdrücke, Staub, Kratzer	Trübung zu hoch	An den Kanten anfassen, reinigen, vor der Messung prüfen
Probe nicht eben oder nicht an der Öffnung	Instabile Messwerte, Trübung zu hoch oder zu niedrig	Folienklemme verwenden; Probe plan an die Öffnung drücken
Messblende größer als die Probe	Licht geht an der Probe vorbei — falsche T und Trübung	Kleinere Messblende wählen
Vergleich unterschiedlicher Messblenden oder Verfahren	Scheinbare Unterschiede, die nicht real sind	Messblende und Verfahren in der Spezifikation festlegen
Einzelmessung an einer inhomogenen Folie	Schlechte Wiederholbarkeit	An mehreren Stellen messen und mitteln
Keine Kalibrierung nach Aufwärmen oder Temperaturänderung	Drift über den Tag	Kalibrieren und mit Standardplatte prüfen
Strukturierte oder gewölbte Probe wie eine ebene gemessen	Ergebnisse nicht vergleichbar	Probenausrichtung und Halter vereinbaren; Gleiches mit Gleichem vergleichen

7 · Anwendungen — was geprüft wird

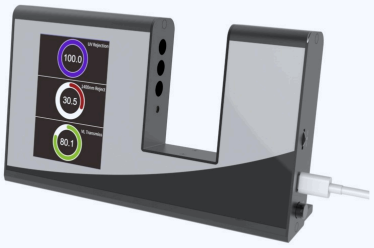
Anwendung	Was gemessen wird	Warum
Verpackungsfolien (PE, PP, PET, BOPP)	Trübung, T, Clarity	Das Produkt muss durch die Folie klar und ansprechend aussehen; Trübung zeigt auch Verarbeitungsprobleme
Optische und Displayfolien, Deckglas	Trübung, T, Farbe	Kontrast und Helligkeit des Displays; sehr niedrige Trübungswerte
Entspiegelte und matte Oberflächen	Trübung, T	Trübung ist die Zieleigenschaft und muss in einem engen Fenster bleiben
Lichtdiffusoren, LED-Abdeckungen	Trübung, T	Hohe Trübung für gleichmäßiges Licht, hohe T für Effizienz
Glas — klar, mattiert, Verbund, beschichtet	T, Trübung, Farbe	Transparenz, Sichtschutzglas, Alterung von Verbundglas
Transparente Spritzgussteile, Linsen	Trübung, T, YI	Spritzgussfehler, Vergilbung, Chargenkontrolle
Agrar- und Gewächshausfolien	T, Trübung	Licht, das die Pflanzen erreicht, und wie gleichmäßig es verteilt ist
Flüssigkeiten und Harze in Küvetten	Trübung, T, Farbe	Trübungsähnliches Aussehen und Farbe klarer Flüssigkeiten

Grenzwerte hängen vom Produkt ab und stehen in Ihrer Spezifikation; das Gerät liefert die vergleichbare Zahl.

8 · Lichttransmissionsmessgeräte — VLT, UV- und IR-Abweisung, SHGC

Fensterfolien-Monteure, Glasverarbeiter und die Fahrzeugprüfung brauchen andere Zahlen als ein Kunststofflabor: wie viel sichtbares Licht die Verglasung durchlässt und wie viel UV und Wärme sie abhält. Ein kompaktes **Lichttransmissionsmessgerät** misst sie in etwa einer halben Sekunde direkt an Glas- oder Folienproben.

- **VLT — Lichttransmission**: der Anteil des sichtbaren Lichts (380–760 nm), gewichtet nach der Empfindlichkeit des Auges. Die Vorschriften für Fahrzeugscheiben beruhen darauf.
- **UV-Abweisung**: wie viel UV-Licht abgehalten wird — Schutz von Innenräumen, Waren und Haut.
- **IR-Abweisung**: wie viel Infrarot bei 940 nm, bei 1400 nm oder im gesamten IR-Band abgehalten wird — der wichtigste Hebel gegen Sonnenwärme.
- **SHGC** — Gesamtenergiedurchlassgrad (Solar Heat Gain Coefficient): der Anteil der Sonnenenergie, der innen zu Wärme wird; niedriger ist kühler.
- **TSER** — gesamte abgewiesene Sonnenenergie: der Anteil der Sonnenenergie, der draußen bleibt; höher ist besser.



Fahrzeugverglasung ist in Europa geregelt durch die UN-Regelung Nr. 43, die eine Mindest-Lichttransmission für Windschutzscheibe und vordere Seitenscheiben festlegt; nationale Regeln für nachträglich angebrachte Folien unterscheiden sich. Am Fahrzeug gemessene VLT hilft Monteuren und Prüfern, die Konformität nachzuweisen. CH1010 misst VLT, UV-Abweisung und IR-Abweisung bei 940 nm; CH1020 ergänzt IR bei 1400 nm und im Vollband, SHGC und TSER.

9 · Haze-Messgerät, Transmissionsmessgerät oder

Farbspektralphotometer?

	Haze-Messgerät (0/d)	Lichttransmissionsmessgerät	Tisch-Farbspektralphotometer
Hauptwerte	Trübung, Gesamttransmission, Clarity, Farbe des durchgelassenen Lichts (Farbmodelle)	VLT, UV- und IR-Abweisung, SHGC, TSER	Farbe (CIE Lab, ΔE) in Remission und Transmission; Trübung als Zusatzwert
Normen	ASTM D1003, ISO 13468, ISO 14782	Gerätemethode für Verglasung und Folie	CIE-Farbnormen; Trübung ergänzend
Proben	Folien, Platten, Glas, Teile, Flüssigkeiten in Küvetten; offener Messraum	Glas, Fensterfolie, Verglasungsproben	Feststoffe, Pulver, Pasten, Flüssigkeiten
Am besten für	Labor- und Produktions-QC transparenter Materialien	Monteure, Glasverarbeitung, Prüfung	Farb-QC, bei der Trübung ein Nebenwert ist
Unsere Geräte	CH1100, CH1210, CH1610, CH1810	CH1010, CH1020	CS60 Tischspektralphotometer

Wenn Trübung ein Wert ist, den Sie in Zertifikaten unterschreiben, verwenden Sie ein Haze-Messgerät: Normgeometrie, große Kugel Ø154 mm und offener Probenraum sind dafür ausgelegt.

10 · Modellauswahl

	CH1100	CH1210	CH1610	CH1810
Trübung, Gesamttransmission	✓	✓	✓	✓
ISO-Verfahren (Kompensationsöffnung)	—	✓	✓	✓
Farbe des durchgelassenen Lichts	—	—	✓	✓
Clarity	—	—	—	✓
Wiederholbarkeit Trübung	0.08	0.05	0.05	0.05
Bluetooth	—	—	—	✓
Probendicke	≤ 170 mm	≤ 105 mm	≤ 105 mm	≤ 105 mm

- **Produktionskontrolle nach ASTM D1003** — CH1100.
- **Laborberichte nach ASTM und ISO** — CH1210.
- **Trübung plus Vergilbung oder Tönung** — CH1610.
- **Alles in einem, einschließlich Clarity** — CH1810.
- **Glas und Fensterfolie vor Ort** — CH1010; für Sonnenschutzfolie mit SHGC und TSER — CH1020.



ROUTINE-TRÜBUNG NACH ASTM

CH1100

Trübung, T · ASTM D1003 · Proben bis 170 mm



TRÜBUNG NACH ASTM UND ISO

CH1210

Kompensationsöffnung · Wiederholbarkeit 0.05



TRÜBUNG UND FARBE

CH1610

Spektrum 400–700 nm · CIE Lab, YI



TRÜBUNG, CLARITY, FARBE

CH1810

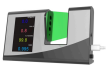
Spitzenmodell · Bluetooth



VLT, UV, IR 940 NM

CH1010

Glas und Fensterfolie · 0.5 s



SONNENSCHUTZFOLIE

CH1020

IR 940/1400 nm, Vollband · SHGC · TSER

11 · Häufige Fragen

▼ Was ist ein guter Trübungswert?

Das hängt vom Produkt ab. Optische Folien und Displayglas streben sehr niedrige Trübung an, oft unter 1 %; Verpackungsfolien typisch einige Prozent; Diffusoren bewusst sehr hohe Trübung. Die Spezifikation legt die Grenze fest.

▼ Kann ich Trübungswerte vergleichen, die an verschiedenen Geräten gemessen wurden?

Ja, wenn Verfahren (ASTM oder ISO), Messblende und Probenvorbereitung gleich sind und beide Geräte kalibriert und mit einer Standardplatte geprüft sind. Unsere Haze-Messgeräte stimmen an einer Standardplatte bei Ø20 mm innerhalb 0.4 Trübungseinheiten überein.

▼ Warum ändert sich die Trübung über eine Folienrolle?

Dicke, Orientierung, Additive und Oberflächenzustand variieren über die Bahn. An mehreren Stellen messen, die Maschinenrichtung notieren und Gleiches mit Gleichem vergleichen.

▼ Misst ein Haze-Messgerät die Trübung von Wasser?

Nicht im Sinne der Wasser-Trübung in NTU, die mit einem Turbidimeter gemessen wird. Ein Haze-Messgerät kann Trübung und Transmission klarer Flüssigkeiten in Küvetten als Materialeigenschaft messen.

▼ Ist VLT dasselbe wie Gesamttransmission?

Beide beschreiben das Licht, das die Probe durchdringt. VLT ist im sichtbaren Bereich auf das Auge gewichtet und wird für Verglasung verwendet; die Gesamttransmission eines Haze-Messgeräts ist der Standardwert für Kunststoffe und Folien.

Weiterlesen

- Leitfaden Farbmessung — Licht, Farbzahlen, ΔE, Geometrien und Geräte für Farbe.
- Übersicht Spektroskopie und Farbe — alle unsere Geräte für Farbe, Glanz, Trübung und Spektroskopie.
- Katalog Spektroskopie und Farbe — das gesamte Sortiment, einschließlich Modellen auf Anfrage.
- Leitfaden Haze-Messung (PDF) — dieser Leitfaden zum Drucken und Weitergeben.

Unsicher, welches Verfahren oder Gerät Sie brauchen?

Senden Sie uns Probenart, Dicke und die Norm, nach der Sie berichten. Wir empfehlen Verfahren, Messblende und Gerät und können Proben für Sie messen.

sales@colo.si

VERTRIEB UND SUPPORT FÜR INTERNATIONALE KUNDEN

COLO Lab Experts

Polje ob Sotli 4, SI-3255 Buče, Slowenien Telefon: +386 70 713 437 · E-Mail: sales@colo.si · Web: colo.si

Wir beliefern Labore in ganz Europa direkt und über Partner. B2B-Preise verstehen sich netto, zzgl. MwSt.