



## INGEDE-Methode 2

Dezember 2014

### Bestimmung optischer Eigenschaften von Faserstoffen und Filtraten aus Deinkingprozessen

Dieses Dokument wurde ursprünglich von der INGEDE, ihren Mitgliedern und Forschungspartnern entwickelt und veröffentlicht. Im Rahmen des EcoPaperLoop-Projekts wurde die INGEDE-Methode 2 in mehrere Sprachen übersetzt. Jedoch ist im Falle einer Abweichung die englische Version die einzig gültige.

### Einleitung

Optische Eigenschaften sind Schlüsselparameter der Qualität von Deinkingstoff, und zur Bewertung der Effizienz des Betriebs von Deinkinganlagen. Die Parameter und Details der Messverfahren, welche in dieser Methode beschrieben und definiert werden, sind Reflexionsgrad, Lichtabsorptions- und Streukoeffizienten, ERIC, Farbort und Schmutzpunkte.

Die Methode beschreibt die Bestimmung der Druckfarbenentfernung IE (Ink Elimination), entweder basierend auf dem Lichtabsorptionskoeffizienten oder auf dem ERIC-Wert der undeinkten und deinkten Faserstoffe.

Besonders in Anwesenheit extrem fein verteilter Druckfarbepartikel im Deinkingstoff (z. B. bei wasserbasierten Druckfarben) ermöglicht die Methode der Filtratanalyse eine Beurteilung möglicher Belastungen des Wassersystems der Deinkinganlage.

### 1 Anwendungsbereich

Diese INGEDE-Methode beschreibt Verfahren zur Messung und Berechnung verschiedener optischer Eigenschaften von Faserstoffen und Filtraten aus dem Deinkingprozess mit Hilfe von Nutschen- und Laborblättern. Die Methode ist anwendbar auf Industrie- und Laborproben.

### 2 Begriffe und Definitionen

IE: Die Druckfarbenentfernung („Ink Elimination“) berechnet sich aus dem Verhältnis der Differenz der Absorptionskoeffizienten  $k$  von undeinkter und deinkter Probe zur Differenz der Absorptionskoeffizienten  $k$  der undeinkten und unbedruckten Probe.

ERIC: Effektive Restdruckfarben-Konzentration („Effective Residual Ink Concentration“), berechnet als das Verhältnis des Absorptionskoeffizienten  $k$  einer Faserstoff- oder Papierprobe zum Absorptionwert von schwarzer Druckfarbe multipliziert mit  $10^6$ . Für schwarze Druckfarbe kann ein konstanter  $k$ -Wert von  $10\,000\text{ m}^2/\text{kg}$  verwendet werden. Für weitere Details siehe TAPPI T 567 om-09 oder ISO 22754.

### 3 Prinzip

Aus Industrie- oder Laborproben von Faserstoffen und Filtraten des Deinkingprozesses werden gemäß INGEDE-Methode 1 Laborblätter und Nutschenblätter hergestellt. Diese INGEDE-Methode 2 beschreibt und definiert die Parameter und Einstellungen der Messgeräte für die optische Charakterisierung der Proben. Die Berechnung der Druckfarbenentfernung ist ebenfalls ein Teil dieser Methode und erlaubt eine Bewertung von Deinkingprozessen.

## **4 Geräte und Hilfsmittel**

### **4.1 Gerätekalibrierung für die Reflexionsmessung**

Alle Messinstrumente, die der ISO 2470-1 und ISO 5631-2 (Farbe) entsprechen, können verwendet werden.

- **Nullpunkt-Initialisierung**

Ein Schwarzstandard entsprechend ISO 2469 wird zur Nullpunktermittlung verwendet.

- **Obergrenzen-Initialisierung**

Ein Weißstandard entsprechend ISO 2469 wird verwendet, um die Obergrenze zu ermitteln.

### **4.2 Schmutzpunktmessung (A)**

Für die Ermittlung der Schmutzpunktfläche A wird für die optische Analyse ein scannerbasiertes Bildanalysesystem verwendet. Der Scanner muss kalibriert sein, um die Reproduzierbarkeit sicherzustellen.

Technische Anforderungen an den Flachbettscanner:

- Zu scannende Fläche  $\geq$  ISO A4
- Optische Scannerauflösung  $\geq$  2000 dpi
- Farbtiefe 48 Bit
- Optische Dichte  $D_{MAX} \geq 4,0$

Anforderungen an die Messgenauigkeit des Flachbettscanners nach der Aufwärmphase (siehe Betriebsanleitung des Scanners) und unter Scanbedingungen (siehe Kapitel 5.3):

- Die Reproduzierbarkeit des mittleren Grauwertes (8 Bit) beträgt  $\pm 1$  (eine ISO-A4-Probe wird, ohne sie zu bewegen, zehn Mal gescannt. Alle gemessenen Grauwerte der gesamten Probenfläche sollen sich um nicht mehr als 2 Punkte im Grauwert unterscheiden).
- Abweichungen vom Farbtort(8 Bit)  $\leq 5$  (nach einer Kalibrierung sollte ein gescanntes Bild mit IT8-Target nicht mehr als  $\pm 5$  Punkte in jedem Farbkanal – R, G, B – von der zugehörigen Referenzdatei abweichen).

Geeignete Scanner: DOMAS Scanner*Advanced*; ein von Techpap vorgeschlagener Scanner.

Anmerkung:

„Scanner*Advanced*“ ist eine Bezeichnung, die die PTS für einen von ihr akkreditierten kommerziellen Scanner vergibt. Dieser Scanner wird mit der DOMAS-Version 3.0 geliefert.

Die Bildanalysesoftware wird nach den Spezifikationen aus Kapitel 5.9 parametrisiert.

Geeignete Softwarepakete sind: DOMAS 3.0 und obige Analysesoftware, Techpap SIMPALAB Bildanalysesoftware.

## **5 Durchführung**

### **5.1 Allgemeines**

#### **5.1.1 Probenvorbereitung**

Die Probenvorbereitung wird in INGEDE-Methode 1 beschrieben. Nach Tabelle 1 werden entweder Nutschen- oder Laborblätter zur Bestimmung der optischen Parameter verwendet. Dies ist im Bericht zu vermerken. Die Proben müssen nach ISO 187 klimatisiert werden.

#### **5.1.2 Probenbeleuchtung für die Reflexionsmessung – Kantenfilter**

Für Deinkbarkeitsuntersuchungen nach INGEDE Methode 11 werden die Proben mit einer C/2°-Lichtquelle unter Verwendung eines Kantenfilters von 420 nm (UV-Filter) beleuchtet<sup>1</sup>. Dies findet Anwendung bei allen Reflexionsmessungen. Andere Untersuchungen sind nach den genannten Normen durchzuführen.

#### **5.1.3 Messpunkte und Anzahl der Messungen für die Reflexionsmessung**

Beide Seiten der Testblätter sollen vermessen werden (Nutschen- und Laborblätter). Achten Sie darauf, dass Messungen nicht zu nahe an Kanten, Knicken oder an visuellen Ungleichförmigkeiten des Papiers durchgeführt werden.

Jeweils zwei Proben sollten mit je viermal auf jeder Seite gemessen werden. An Membranfiltern wird jeweils nur eine Messung der Oberseite durchgeführt.

Anmerkung: Wenn Laborblätter vermessen werden, ist darauf zu achten, dass sie so gestapelt werden, dass eine opake Blätterschicht entsteht.

### **5.2 Überblick über die Messungen**

Die Helligkeit  $Y$ ,  $R_{457}$  und die Reflexionsfaktoren  $R_{\infty}$  und  $R_0$ , die CIELab-Farborte ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ -Werte) werden an den Proben gemessen. Der Absorptionskoeffizient  $k$  und der Streukoeffizient  $s$  sowie der ERIC werden normalerweise von dem Messgerät auf Basis der Reflexionsfaktoren bestimmt. Die Druckfarbenentfernung IE wird aus dem Absorptionskoeffizienten oder dem ERIC-Wert der undeinkten, der deinkten und der unbedruckten Probe berechnet. Die Schmutzpunktfläche A wird mittels scannerbasierter Bildanalyse bestimmt. Für weitere Details beachten Sie die folgenden Kapitel.

---

<sup>1</sup> Es hat sich gezeigt, dass die Ergebnisse mit der Lichtart C/2° mit einem Kantenfilter von 420 nm und D65/10° mit einem Kantenfilter von 420 nm nahezu gleich sind. Aus diesem Grund und da ursprünglich in dieser Methode mit C/2° gemessen wurde, wurde entschieden, die Messung mit C/2° durchzuführen.

**Tabelle 1: Übersicht über die Probenart, die zu messenden Parameter und die entsprechenden Kapitel in INGEDE-Methode 1**

Probenart	Kapitel in INGEDE-Methode 1	Parameter
Nutschenblatt	5.1	$Y$ , $R_{457}$ , ERIC, $IE_{700}$ , $IE_{ERIC}$ , $L^*$ , $a^*$ , $b^*$
Laborblatt ohne Kreislaufwasser	5.3	Schmutzpunktfläche A
Laborblatt mit Kreislaufwasser	5.4	ERIC, $s$ , $k$ , $IE_{700}$ , $IE_{ERIC}$
Filtrat	5.5	$Y$ , $\Delta Y$

### 5.3 Reflexionsfaktoren

Der Reflexionsfaktor  $R_{\infty}$  wird mit einem Messgerät entsprechend ISO 2469 bei einer Wellenlänge von 700 nm und 950 nm gemessen.  $R_{\infty}$  ist der Reflexionsfaktor eines Stapels aus Nutschen- oder Laborblättern, der so dick ist, dass er opak ist.

$R_{\infty}$  bei einer Wellenlänge von 457 nm (Weißgrad) wird nach ISO 2470-1 (ISO-Weißgrad) gemessen.

Der Reflexionsfaktor eines einzelnen Probeblattes  $R_0$  wird bei 700 und 900 nm unter den oben genannten Bedingungen gemessen. Die Opazität des einzelnen Blattes darf nach ISO 9416 nicht größer als 95 % sein.  $R_0$  ist der Reflexionsfaktor einer einzelnen Papierseite mit einem schwarzen Hohlraum als Hintergrund.

### 5.4 $Y$ , $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ und Opazität

Die Helligkeit  $Y$  wird nach DIN 6174 gemessen. Die CIE Lab-Farborte  $L^*$ ,  $a^*$  und  $b^*$  werden nach ISO 5631-1 bestimmt. Von Laborblättern wird die Opazität nach ISO 2471 bestimmt.

### 5.5 Bestimmung des Absorptionskoeffizienten $k$ und des Streukoeffizienten $s$

Der Absorptionskoeffizient  $k$  in  $m^2/kg$  und der Streukoeffizient  $s$  in  $m^2/kg$  werden durch die Messung des Reflexionsfaktors  $R_0$  und  $R_{\infty}$  sowie der flächenbezogenen Masse nach Kubelka-Munk in Übereinstimmung mit ISO 9416 berechnet. Ergänzend zur ISO 9416, in der  $k$  und  $s$  mittels eines Normfarbfilters zur Bestimmung des Reflexionsfaktors ermittelt werden, ist der Reflexionsfaktor für die Druckfarbentfernung  $IE$  entweder mit der Wellenlänge 700 nm oder 950 nm zu messen.

Die ISO 9416 ist begrenzt auf Proben mit einer Opazität kleiner 95 %, sonst wird die Berechnung von  $s$  ungenau. Für mehr Details siehe ISO 9416. Aus diesem Grund ist es nicht

möglich, von Nutschenblättern und dicken Laborblättern  $s$  zu bestimmen. Laborblätter mit Kreislaufwasser entsprechen möglicherweise den Anforderungen der ISO 9416.

**Gleichung 1: Absorptionskoeffizient in  $m^2/kg$** 

$$k = s \cdot \left( \frac{(1-R_\infty)^2}{2 R_\infty} \right)$$

$R_\infty$  wird als Dezimalzahl angegeben

**Gleichung 2: Streukoeffizient in  $m^2/kg$** 

$$s = \left( \frac{1000}{w} \right) \cdot \left( \frac{R_\infty}{1 - R_\infty^2} \right) \cdot \ln \frac{R_\infty(1 - R_0 \cdot R_\infty)}{R_\infty - R_0}$$

$w$  = flächenbezogene Masse ( $g/m^2$ )

$R_\infty$  und  $R_0$  werden als Dezimalzahlen angegeben

**5.6 Druckfarbenentfernung IE**

Im Allgemeinen wird die Druckfarbenentfernung unter Verwendung des Absorptionskoeffizienten  $k$  der undeinkten, der deinkten und der unbedruckten Proben berechnet. Bei bekanntem Streukoeffizient  $s$  ergibt sich aus Gleichung 1 der Absorptionskoeffizient  $k$ . Die Druckfarbenentfernung (IE) wird wie folgt berechnet:

**Gleichung 3: Druckfarbenentfernung in %**

$$IE = \frac{K_{UP} - K_{DP}}{K_{UP} - K_{unpr}} \cdot 100$$

Mit:

UP: undeinkter Faserstoff

DP: deinkter Faserstoff

unpr: unbedruckte Probe

K: Absorptionskoeffizient

Es wird angenommen, dass Unterschiede in  $s$  von Nutschenblättern vor und nach der Flotation in der Größenordnung der Stoffverluste bei der Laborblattbildung liegen. Unter der Annahme, dass  $s = konst.$  kann der Streukoeffizient in Gleichung 3 vernachlässigt werden, so dass nur  $R_\infty$  der Nutschenblätter (

**Bestimmung optischer Eigenschaften  
von Faserstoffen und Filtraten  
aus Deinkingprozessen**

Gleichung 4) für die Ermittlung der Druckfarbenentfernung benötigt wird. Alternativ kann auch der Streukoeffizient  $s$  vom deinkten Faserstoff der untersuchten Anlage oder der untersuchten Probe spezifisch für einen Messpunkt anhand von dünnen Laborblättern ermittelt und dieser Wert als Näherung verwendet werden.

**Gleichung 4: Druckfarbenentfernung in %**

$$IE = \frac{\left(\frac{(1-R_{\infty,UP})^2}{R_{\infty,UP}}\right) - \left(\frac{(1-R_{\infty,DP})^2}{R_{\infty,DP}}\right)}{\left(\frac{(1-R_{\infty,UP})^2}{R_{\infty,UP}}\right) - \left(\frac{(1-R_{\infty,unpr})^2}{R_{\infty,unpr}}\right)} \cdot 100$$

$R_{\infty,UP}$  = Reflexionsfaktor  $R_{\infty}$  der undeinkten Probe

$R_{\infty,DP}$  = Reflexionsfaktor  $R_{\infty}$  der deinkten Probe

$R_{\infty,unpr}$  = Reflexionsfaktor  $R_{\infty}$  der unbedruckten Probe

$R_{\infty}$  wird entweder bei der Wellenlänge 700 nm (für  $IE_{700}$ ) oder 950 nm (für  $IE_{ERIC}$ ) ermittelt.

- **$IE_{700}$**

Die bei 700 nm ermittelten  $R_{\infty}$ -Werte werden bei Nutschenblättern des undeinkten und des deinkten Faserstoffes in absoluten Werten und nicht in Prozent angegeben (z. B. 0,69). Wenn keine unbedruckte Probe vorhanden ist, kann der Wert für den Term  $(1-R_{\infty,unpr})^2/R_{\infty,unpr}$  als 0 angenommen werden.

**Gleichung 5:  $IE_{700}$  in %**

$$IE_{700} = \frac{\left(\frac{(1-R_{\infty,UP})^2}{R_{\infty,UP}}\right) - \left(\frac{(1-R_{\infty,DP})^2}{R_{\infty,DP}}\right)}{\left(\frac{(1-R_{\infty,UP})^2}{R_{\infty,UP}}\right) - \left(\frac{(1-R_{\infty,unpr})^2}{R_{\infty,unpr}}\right)} \cdot 100$$

- **$IE_{ERIC}$**

Der ERIC-Wert (Kapitel 5.7) wird bei 950 nm am Nutschenblatt von deinkter und undeinkter Probe gemessen. Wenn keine unbedruckte Probe vorhanden ist, kann der Wert für den Term  $ERIC_{unpr}$  als 0 angenommen werden.

Wenn die Deinkbarkeit auf verschiedenen Papiersorten verglichen werden soll, wird empfohlen, die verwendeten unbedruckten Papiere zu messen.

**Gleichung 6:  $IE_{ERIC}$  in %**

$$IE_{ERIC} = \frac{ERIC_{UP} - ERIC_{DP}}{ERIC_{UP} - ERIC_{unpr}} \cdot 100$$

## 5.7 ERIC

Die Berechnung von ERIC erfolgt nach ISO 22754 und TAPPI T 567 om-09.

### Gleichung 7: ERIC

$$ERIC = (k_{Sheet}/k_{ink}) \cdot 10^6$$

$R_0$  und  $R_\infty$  werden bei einer Wellenlänge von 950 nm nach ISO 9416 ermittelt. Wenn eine leichtgewichtige Probe nicht verfügbar ist, stellen Sie sicher, dass der Streukoeffizient  $s$  wirklich repräsentativ für diese Probe ist. In diesen Fall müssen der ERIC-Wert und der Streukoeffizient im Bericht angegeben werden.

## 5.8 Filtratverdunkelung

Die Filtratverdunkelung ist die Differenz zwischen den Helligkeiten  $Y$  von Membranfiltern aus dem Filtrat von Nutschenblättern und einer Referenz mit Leitungswasser. Die Herstellung der Membranfilter ist in INGEDE-Methode 1 beschrieben.

Die Helligkeit  $Y$  der Membranfilterprobe des Filtrats ( $Y_{Filtrat}$ ) und der Referenz ( $Y_{Referenz}$ ) werden unter gleichen Bedingungen nach Kapitel 5.4 bestimmt.  $Y_{Filtrat}$  ist der Durchschnittswert von zwei Membranfiltern (siehe INGEDE-Methode 1). Durch die Subtraktion des  $Y_{Filtrat}$  von  $Y_{Referenz}$  ( $\Delta Y = Y_{Referenz} - Y_{Filtrat}$ ) werden alle Faktoren eliminiert, die die Filtratqualität betreffen und nicht dem Faserstoff zuzuordnen sind.

## 5.9 Prozedere zur Schmutzpunktmessung (A)

Die Schmutzpunktfläche „A“ wird mit einem scannerbasierten Bildanalysensystem bestimmt.

Die Ober- und Unterseiten von mindestens zwei Laborblättern pro Probe sind mit Hilfe der Bildanalyse zu bewerten. Das arithmetische Mittel von mindestens vier Messungen ist zu berechnen. Dieser Mittelwert ist als Schmutzpunktfläche „A“ zu verwenden.

### Scanbedingungen:

Die Blätter sollten frei von Knicken und Wellen sein, so dass sie flach auf dem Scanner aufliegen. Die Blätter sind einzeln zu scannen. Als Hintergrund soll ein opaker Stapel holzfreies Kopierpapier (mindestens fünf Blätter mit einer Helligkeit von  $Y = 84 \pm 2$  gemessen mit einer  $C/2^\circ$  Lichtquelle mit 420 nm Kantenfilter) verwendet werden. Jedes Laborblatt wird je einmal auf Ober- und Unterseite im 8-bit-Modus bei 600 dpi und reflektiertem Licht gescannt.

Wenn der Scanner für mehr als 15 Minuten ruht, muss vor der nächsten Messung ein Leerscan durchgeführt werden.

Parameter der Bildanalysesoftware: Die Schwellenwerte und Größenklassen sind so wie im Anhang beschrieben zu definieren.

Falls das DOMAS Bildanalysensystem verwendet wird, werden folgende Parameter empfohlen:

## **Bestimmung optischer Eigenschaften von Faserstoffen und Filtraten aus Deinkingprozessen**

- Der Schwellenwert der Messung wird von der „ingede2.sw“ Datei vorgegeben
- Die Größenklassen sind durch die Datei „ingede2.kls“ vorgegeben
- Wählen Sie „Runde Probe mit Rand“ an, wenn die Probe rund ist
- Wählen Sie die Schwellenwertmethode „file“ und „ingede2.sw“ aus
- Wählen Sie unter „Klassieren“ den „Kreisäquivalenter Durchmesser“ und „ingede2.kls“ aus
- Wählen Sie „Bildquelle“, „Scannserie“ und „specks\_1.scn“ aus
- Setzen Sie „Probenanzahl“ auf „4“
- Wählen Sie „Reihenergebnisse mitteln“

Falls die Techpap SIMPALAB-Software verwendet wird:

Wählen Sie die „family“ „ingede2.cfg“, um die vorinstallierten Parameter für die Messung der optischen Eigenschaften zu laden. Der Schwellenwert der Messung, die Größenklassen (50–100 µm, 100–150 µm, ...) und andere Parameter sind bereits in der Datei „ingede2.cfg“ hinterlegt und werden automatisch eingestellt.

### **6 Bericht**

Bei Nutschen- und Laborblättern, bei denen die Ober- und Unterseite separat gemessen werden, sollte immer der Mittelwert beider Messungen in den Bericht aufgenommen werden. Falls die Werte der Ober- und Unterseite stark voneinander abweichen, sollten auch diese vermerkt werden.

Folgende Angaben sollten im Ergebnisprotokoll festgehalten werden:

- Art der Prüflinge (Nutschen- oder Laborblätter) die bei der optischen Messung verwendet wurden
- Verwendete Lichtart und Belichtungswinkel, für die die Werte berechnet wurden
- Der Absorptionskoeffizient  $k$  in  $\text{m}^2/\text{kg}$ , der Streukoeffizient  $s$  in  $\text{m}^2/\text{kg}$ , ERIC oder  $R_{\infty}$  bei 700 nm der undeinkten und deinkten Proben sowie die Druckfarbenentfernung IE in %
- Für Filtratproben sollte der Bericht die Mittelwerte beider optischen Messungen enthalten ( $Y_{\text{Filtrat}}$  und  $Y_{\text{Referenz}}$ ).

## **7 Referenzen**

### **7.1 Zitierte Normen und Methoden**

- IFRA Newsshade 2003, IFRA Special Report 1.11.2
- INGEDE-Methode 1 Herstellung von Laborblättern aus Deinkingstoff für die Bestimmung optischer Eigenschaften
- ISO 187: Papier, Pappe und Halbstoff; Normalklima zur Probenvorbehandlung und Prüfung und Verfahren zur Überwachung des Klimas zur Vorbehandlung der Proben (1990)
- ISO 2469: Papier, Pappe und Faserstoff – Bestimmung des Reflexionsfaktors (2007)
- ISO 2470-1: Papier, Pappe und Faserstoff – Messung des diffusen Reflexionsfaktors im blauen Spektralbereich – Teil 1: Bedingungen in Räumen (ISO Brightness) (2009)
- ISO 2471: Papier und Pappe – Bestimmung der Opazität (abgedeckter Hintergrund) – Verfahren bei gestreuter Reflexion (2008)
- ISO 4119: Halbstoffe – Bestimmung der Stoffdichte (1995)
- ISO 5269-2: Faserstoffe – Laborblattbildung für physikalische Prüfungen – Teil 2: Rapid-Köthen-Verfahren (2004)
- ISO 5631-1: Papier und Pappe-Farbbestimmung bei gestreuter Reflexion – Teil 1: Bedingungen bei Innen-Tageslicht (C/2°) (2009)
- ISO 9416: Papier – Bestimmung des Lichtstreuungs- und Absorptionskoeffizienten (Kubelka- Munk-Theorie) (2009)
- ISO 22754: Zellstoff und Papier – Bestimmung der effektiv vorhandenen Konzentration an Resttinte (Eric-Zahl) durch infrarot Messung des Reflexionsgrades (2008)
- TAPPI T 567 om-09: Determination of effective residual ink concentration by infrared reflectance measurement (2009)

## 7.2 Bezugsquellen

### DOMAS:

- Datei:  
„ingede2.kls“ und „ingede2.sw“: [www.ingede.org](http://www.ingede.org)
- Software:  
„DOMAS Calibration Tester“ PTS Heidenau und München: [www.ptspaper.de](http://www.ptspaper.de)
- Scanner:  
DOMAS Scanner*Advanced*, PTS Heidenau und München
- Bildanalysesoftware  
DOMAS 3.0, PTS Heidenau und München

### SIMPALAB

- Datei:  
„ingede2.cfg“: [www.ingede.org](http://www.ingede.org)
- Software:  
SIMPALAB\_[]\_3.00.[1x], Techpap SAS Grenoble
- Scanner:  
Eine Liste von kompatiblen Scannern ist bei Techpap SAS Grenoble erhältlich  
([www.techpap.com](http://www.techpap.com); [sales@techpap.com](mailto:sales@techpap.com))

### Kontakt:

INGEDE e.V. (Internationale Forschungsgemeinschaft Deinking-Technik e.V.)

Geschäftsstelle

Gerokstr. 40

74321 Bietigheim-Bissingen, Deutschland

Tel. +49 7142 7742-81

Fax +49 7142 7742-80

E-Mail [office@ingede.org](mailto:office@ingede.org)

**Anhang**

Schwellenwertbestimmung

Verwenden Sie die Formel:  $Schwellenwert = Mittelwert - k\_Faktor$ 

Eine lineare Interpolation zwischen zwei Werten ergibt den gewünschten Schwellenwert.

**Tabelle 2 Schwellenwert-Tabelle**

Mittelwert (8 Bit Grauwert)	K_Faktor
167,42	35,81
202,01	30,43
221,37	30,91
239,17	35,38
248,16	33,75

Für die Verwendung der DOMAS Software werden die Schwellenwerte der Messungen durch die Dateien „ingede2.sw“ festgelegt (siehe Softwareanhang).

Für die Verwendung der Techpap SIMPALAB Software werden die Schwellenwerte der Messungen durch die Datei „ingede2.cfg“ festgelegt.

**Größenklassen**

Definition der Größenklassen bezogen auf den kreisäquivalenten Durchmesser

Von (µm)	Bis (µm)
> 50	≤ 100
> 100	≤ 150
> 150	≤ 200
> 200	≤ 250
> 250	≤ 500
> 500	≤ 50 000

Bei der DOMAS Software werden die Größenklassen durch die Dateien „ingede2.kls“ definiert.

Bei der TECHPAP SIMPALAB Software werden die Größenklassen durch die Datei „ingede2.cfg“ definiert.