

Papier und Pappe

**Bestimmung der Dicke und der scheinbaren Stapeldichte  
oder scheinbaren Blattdichte**

(ISO 534 : 1988) Deutsche Fassung EN 20 534 : 1993

**DIN**  
**EN 20 534**Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **ISO 534**Paper and board; Determination of thickness and apparent bulk density or  
apparent sheet density; (ISO 534 : 1988); German version EN 20 534 : 1993

Ersatz für DIN 53 105 T1/12.77

Papier et carton; Détermination de l'épaisseur et de la masse volumique  
des feuilles uniques ou des feuilles en liasses; (ISO 534 : 1988);  
Version allemande EN 20 534 : 1993**Die Europäische Norm EN 20 534 : 1993 hat den Status einer Deutschen Norm.****Nationales Vorwort**

Diese Norm ist durch die Übernahme von ISO 534 : 1988 in eine EN-Norm entstanden. Sie wurde im europäischen Komitee CEN/TC 172 „Halbstoff, Papier und Pappe“ beraten, dessen Sekretariat vom Normenausschuß Papier und Pappe (NPa) im DIN geführt wird.

Für die in Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen.

ISO 186	siehe DIN ISO 186
ISO 187	siehe DIN EN 20 187
ISO 536	siehe DIN ISO 536
ISO 5725	siehe DIN ISO 5725

**Zitierte Normen**

— in der Deutschen Fassung:

Siehe Abschnitt 2

— in nationalen Zusätzen:

DIN ISO 186	Papier und Pappe; Probenahme für Prüfzwecke
DIN EN 20 187	Papier, Pappe und Zellstoff; Normalklima für die Vorbehandlung und Prüfung und Verfahren zur Überwachung des Klimas und der Probenvorbehandlung; (ISO 187 : 1990); Deutsche Fassung EN 20 187 : 1993
DIN ISO 536	Papier und Pappe; Bestimmung der flächenbezogenen Masse
DIN ISO 5725	Genauigkeit von Prüfmethode; Bestimmung der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit für eine Standardprüfmethode durch Prüfungen in mehreren Labors

**Frühere Ausgaben**

DIN DVM 3411 = DIN 53 411:	05.38
DIN 53 111:	04.54
DIN 53 105:	03.68
DIN 53 105 Teil 1:	12.77

**Änderungen**

Gegenüber DIN 53 105 T1/12.77 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- ISO 534 : 1988 wurde vom CEN als EN-Norm angenommen und ins Deutsche Normenwerk überführt.

**Internationale Patentklassifikation**

G 01 B 021/00  
G 01 N 033/34  
G 01 N 009/00

Fortsetzung 6 Seiten EN-Norm

Normenausschuß Papier und Pappe (NPa) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.  
Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN



DK 672.2 : 620.1 : 531.717.1 : 531.75

Deskriptoren: Papier, Karton, Prüfungen, Dickenmessung, Dichtemessung

**Deutsche Fassung**

Papier und Pappe

**Bestimmung der Dicke und der scheinbaren Stapeldichte oder  
scheinbaren Blattdichte**

(ISO 534 : 1988)

Paper and board — Determination of thickness and apparent bulk density or apparent sheet density (ISO 534 : 1988)

Papier et carton — Détermination de l'épaisseur et de la masse volumique des feuilles uniques ou des feuilles en liasses (ISO 534 : 1988)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1993-08-12 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

**CEN**

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel**

## Vorwort

Diese Europäische Norm ist die Anerkennung von ISO 534. Die Anerkennung von ISO 534 wurde vom CEN/TC 172 "Zellstoff, Papier und Pappe" empfohlen, unter dessen Zuständigkeit diese Europäische Norm künftig fällt.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 1994, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 1994 zurückgezogen werden.

Die Norm wurde angenommen, und entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 534 : 1988 wurde vom CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gibt zwei Verfahren an zur Messung der Dicke von Papier und Pappe und zur Berechnung der scheinbaren Stapeldichte oder scheinbaren Blattdichte aus den Dickebestimmungen. Diese Verfahren sind

- a) Messung von Einzelblättern von Papier oder Pappe (Einzelblattdicke);
- b) Messung eines Stapels von Papierblättern mit einer flächenbezogenen Masse bis  $224 \text{ g/m}^2$  (mittlere Dicke).

Diese Verfahren sind nicht anwendbar auf Wellpappe und, im Fall von Verfahren b), auf bestimmte weiche Papiere wie Seidenpapiere, die gekreppt oder geprägt sind, wegen der langsamen oder übermäßigen Kompression, die bei Messungen an solchen Materialien auftritt.

Es wird darauf hingewiesen, daß zwei alternative Drücke zulässig sind (siehe Tabelle 1); der Druck von  $(100 \pm 10) \text{ kPa}$  wird bevorzugt.

**ANMERKUNG:** Es wird darauf hingewiesen, daß die beiden Verfahren im allgemeinen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

## 2 Verweisungen auf andere Normen

Die folgenden Normen enthalten Bestimmungen, die, durch die Verweisung in diesem Text, auch Bestimmungen dieser Internationalen Norm bilden. Zur Zeit der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen einer Überarbeitung und Partnern für Vereinbarungen auf der Grundlage dieser Internationalen Norm wird nahegelegt, die Möglichkeit zu überprüfen, die neuesten Ausgaben der unten aufgeführten Normen zu verwenden. Mitgliedern von IEC und ISO erhalten Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 186	Paper and board — Sampling to determine average quality
ISO 187	Paper, board and pulps — Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples
ISO 536	Paper and board — Determination of grammage
ISO 5725	Precision of test methods — Determination of repeatability and reproducibility for a standard test method by inter-laboratory tests

## 3 Begriffe

Für die Zwecke dieser Internationalen Norm werden die folgenden Definitionen angewendet.

### 3.1 Einzelblattdicke

Der Abstand zwischen einer Oberfläche eines Papiers oder einer Pappe und der anderen, der nach dem genormten Prüfverfahren unter einer angewandten statischen Last bestimmt wird.

### 3.2 Mittlere Dicke

Dicke eines einzelnen Papierblatts, berechnet aus der Dicke mehrerer übereinandergelegter Blätter (als Stapel bezeichnet), die nach dem genormten Prüfverfahren unter einer angewandten statischen Last gemessen wurde.

### 3.3 Scheinbare Stapeldichte

Masse je Volumeneinheit des Papiers oder der Pappe, ausgedrückt in Gramm je Kubikzentimeter und berechnet aus der mittleren Dicke. Diese Benennung ist üblicherweise auf Papier anwendbar.

### 3.4 Scheinbare Blattdichte

Masse je Volumeneinheit des Papiers oder der Pappe, ausgedrückt in Gramm je Kubikzentimeter und berechnet aus der Einzelblattdicke. Diese Benennung ist üblicherweise auf Papier oder Pappe anwendbar.

## 4 Kurzbeschreibung des Verfahrens

**4.1** Messung der Dicke eines Einzelblattes oder eines Stapels von Blättern unter einer spezifischen statischen Last mittels eines Präzisionsmikrometers (Dickenmeßgerät). Angegeben werden die Ergebnisse als Dicke eines Einzelblattes oder als mittlere Dicke je Blatt, je nach den Prüfungsanforderungen.

**4.2** Berechnung der scheinbaren Stapeldichte oder der scheinbaren Blattdichte des Papiers oder der Pappe aus der bekannten Masse je Flächeneinheit und Dicke.

## 5 Geräte

**5.1 Eigengewicht-Mikrometer**, versehen mit zwei ebenen parallelen runden Druckflächen, zwischen die das Papier oder die Pappe für die Messung gelegt wird.

Der bei der Dickenmessung zwischen den Druckflächen wirkende Druck soll dem in Tabelle 1 angegebenen entsprechen.

**Tabelle 1: Druck zwischen den Druckflächen**

Druck kPa	Bewertung
100 ± 10 50 ± 5	bevorzugt Alternative
ANMERKUNG: Langfristig ist es das Ziel dieser Internationalen Norm, nur 100 kPa zuzulassen. Es ist jedoch wegen der langen Lebensdauer von Mikrometern zur Zeit noch nicht möglich, einen Termin für die Eliminierung des alternativen Druckes festzulegen.	

Die beiden Druckflächen müssen einen wesentlichen Teil des Mikrometers bilden, wobei eine Fläche fest (der Amboß) und die andere senkrecht zur festen Fläche beweglich ist.

Eine Fläche muß (16,0 ± 0,5) mm Durchmesser haben und die zweite Fläche muß eine solche Größe besitzen, daß sie sich mit dem gesamten Bereich der anderen Fläche in Kontakt befindet, wenn das Mikrometer null anzeigt. Dadurch ist während der Dickenmessung ein runder Bereich des Prüfstückes von nominell 200 mm<sup>2</sup> dem zwischen den Flächen wirkenden Druck unterworfen.

Das Mikrometer muß, wenn es nach dem in Anhang A angegebenen Verfahren geeicht wurde, den in Tabelle 1 und 2 (siehe Abschnitt 9.1) enthaltenen Anforderungen entsprechen.

**Tabelle 2: Funktionsanforderungen an das Mikrometer**

Mikrometerkennwerte	Zulässiger Wert max.
Anzeigefehler	± 2,5 µm oder ± 0,5 %
Abweichung von der Parallelität zwischen den Druckflächen	5 µm oder 1 %
Wiederholbarkeit der Messung (als Standardabweichung)	2,5 µm oder 0,5 %
<p>ANMERKUNG 1: Der maximal zulässige Wert eines Mikrometerkennwerts ist der größere der beiden in der Tabelle 2 angeführten Werte.</p> <p>ANMERKUNG 2: Wenn eine Abweichung als Prozentwert angegeben ist, bezieht sich dieser auf die Dicke des zu untersuchenden Prüfstücks. Dadurch ist es für ein gegebenes Mikrometer möglich, den in der Tabelle 2 genannten Anforderungen für einige Materialien zu genügen und für andere nicht.</p> <p>ANMERKUNG 3: Für Messungen an sehr dünnen Papieren kann ein Gerät mit besseren Kennwerten als das in der Tabelle 2 angegebene erforderlich sein.</p>	

**5.2 Dickenlehren**, die etwa 10%, 30%, 50%, 70% und 90% der gesamten Skalenteilung des Mikrometers entsprechen. Jede Lehre muß auf 1 µm genau sein.

## 6 Probenahme

Die Probenahme erfolgt nach ISO 186.

## 7 Konditionierung

Die Konditionierung der Probe wird nach ISO 187 vorgenommen.

## 8 Vorbereitung der Prüfstücke

Die Prüfstücke werden unter denselben genormten atmosphärischen Bedingungen vorbereitet, die zum Konditionieren der Probe angewendet wurden. Bereiche mit Falzen, Kniffen, Rissen oder anderen Fehlern, die die Ergebnisse beeinflussen könnten, sind zu vermeiden.

### 8.1 Mittlere Dicke

Man schneidet von jeder Probe, die wahllos von den nach Abschnitt 6 ausgewählten entnommen wurde, ein Blatt mit den Vorzugsmaßen 200 mm × 250 mm, wobei die 200 mm in Maschinenrichtung liegen (siehe Bild 1). Wenn das nicht möglich ist, werden kleinere Blätter von mindestens 150 mm × 150 mm vorbereitet.

Als Prüfstück dient ein aus zehn Blättern gebildeter Stapel, wobei dafür zu sorgen ist, daß sich in jedem Prüfstück dieselbe Anzahl von Blättern befindet und daß alle Blätter in derselben Weise ausgerichtet sind. Jedes Blatt muß vom Rest unabhängig sein; es ist zum Beispiel nicht erlaubt, daß ein Blatt gefaltet und anstelle von zwei oder mehreren Blättern in das Prüfstück eingegliedert wird.

Es werden mindestens vier Prüfstücke vorbereitet.

ANMERKUNG: Unter bestimmten Umständen, so bei dicken oder sehr dünnen Blättern oder wenn es zwischen dem Hersteller und dem Verbraucher vereinbart wurde, kann eine kleinere oder größere Zahl von Blättern oder ein kleineres oder größeres Blattmaß verwendet werden. Die Anzahl der verwendeten Blätter und ihre Größe sollten angegeben werden.

### 8.2 Einzelblattdicke

Von jeder Probe, die wahllos von den nach Abschnitt 6 ausgewählten entnommen wurde, werden nicht mehr als zwei Prüfstücke mit den Mindestmaßen 60 mm × 60 mm geschnitten. Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Prüfstückmaße nicht so groß sind, daß die Mikrometerablese während der Messung durch die über die untere Druckfläche hängende Prüfstückmasse beeinflusst wird. Deshalb sollten Prüfstücke aus Pappe nicht größer als 100 mm × 100 mm sein. Diese Prüfstückmaße sind im allgemeinen zufriedenstellend für die Messungen an Papier.

Es werden mindestens 20 Prüfstücke vorbereitet.

## 9 Durchführung

### 9.1 Kontrolle und Eichung des Mikrometers

In angemessenen Zeitabständen wird das Mikrometer geeicht und seine Funktionsfähigkeit nach dem in Anhang A angegebenen Verfahren kontrolliert.



Bei häufig benutzten Mikrometern werden der Anzeige-  
fehler und die Wiederholbarkeit der Messung täglich  
bestimmt. Der zwischen den Druckflächen wirkende  
Druck und die Abweichung von der Parallelität werden in  
monatlichen Abständen bestimmt.

Wenn Messungen an sehr dünnen Papieren durchgeführt  
werden müssen, ist es erforderlich, die Funktionsfähigkeit  
des Mikrometers bei der Temperatur zu kontrollieren, bei  
der es benutzt werden soll.

## 9.2 Bestimmungen

Die Prüfung wird unter den genormten atmosphärischen  
Bedingungen durchgeführt, bei denen die Proben kondi-  
tioniert wurden.

### 9.2.1 Bestimmung der Dicke

Das Mikrometer wird auf eine horizontale vibrationsfreie  
Oberfläche gestellt und das Prüfstück zwischen die offe-  
nen Druckflächen des Mikrometers gebracht. Durch sehr  
vorsichtig durchgeführtes gleichmäßiges und langsames  
Bewegen der beweglichen Druckfläche mit einer  
Geschwindigkeit von weniger als 3 mm/s in Richtung auf  
den Amboß, so daß jegliche Stanzwirkung vermieden  
wird, wird das Prüfstück durch die Druckflächen gehalten.

Die Mikrometerablesung wird notiert, sobald der Wert sta-  
bil wird, üblicherweise innerhalb von 2 s bis 5 s, doch  
bevor eine "Setzungserscheinung" des Papiers auftreten  
kann. Während der Ablesung ist jeglicher manueller  
Druck auf das Prüfstück oder das Mikrometer zu vermei-  
den.

Für die mittlere Dicke wird je eine Messung an jedem der  
fünf Punkte durchgeführt, die in Bild 1 angezeigt werden,  
das heißt im Abstand zwischen 40 und 80 mm von den  
Kanten des Prüfstücks und entlang der beiden Kanten  
verteilt, die quer zur Papierrichtung verlaufen.

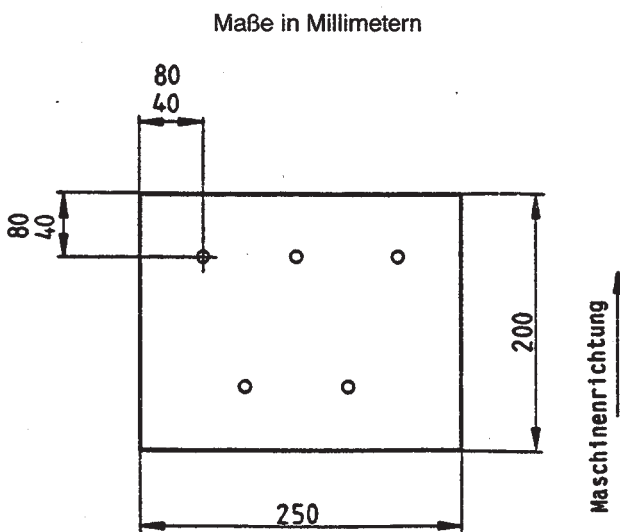


Bild 1: Meßpunkte auf dem Prüfstück

Die Messungen werden an mindestens vier Prüfstücken  
durchgeführt. Für die Einzelblattdicke wird eine Messung  
an jedem Prüfstück durchgeführt, wobei die Messung an  
einem mindestens 20 mm von einer Seite des Prüfstücks  
entfernten Punkt durchgeführt wird.

### 9.2.2 Bestimmung der scheinbaren Dichte

Wenn die scheinbare Dichte des Papiers oder der Pappe  
berechnet werden soll, wird die flächenbezogene Masse  
der Probe nach dem in ISO 536 angegebenen Verfahren  
bestimmt.

## 10 Darstellung der Ergebnisse

### 10.1 Mittlere Dicke

10.1.1 Der Mittelwert der Ablesungen (mindestens 20)  
wird berechnet. Man teilt den Wert durch die in jedem  
Prüfstück enthaltene Anzahl an Blättern, wodurch man  
die mittlere Dicke eines Einzelblattes des Papiers erhält,  
und gibt das Ergebnis in Mikrometern auf drei signifikante  
Stellen an.

10.1.2 Der höchste und der niedrigste Wert der mittleren  
Dicke werden angegeben.

10.1.3 Die Standardabweichung der mittleren Dicke wird  
berechnet.

10.1.4 Die Genauigkeit des Mittelwerts wird bei einem  
Sicherheitsintervall von 95 % berechnet.

### 10.2 Einzelblattdicke

10.2.1 Der Mittelwert der Ablesungen (mindestens 20)  
wird berechnet, um die durchschnittliche Dicke eines  
Einzelblattes des Papiers oder der Pappe zu erhalten.  
Das Ergebnis wird in Mikrometern auf drei signifikante  
Stellen angegeben.

10.2.2 Der höchste und niedrigste Wert der Einzelblatt-  
dicke werden angegeben.

10.2.3 Die Standardabweichung der Einzelblattdicke  
wird berechnet.

10.2.4 Die Genauigkeit des Mittelwerts wird bei einem  
Intervall von 95 % berechnet.

### 10.3 Scheinbare Dichte

#### 10.3.1 Scheinbare Stapeldichte

Die scheinbare Stapeldichte in Gramm je Kubikzenti-  
meter wird nach folgender Gleichung berechnet

$$\frac{g}{\delta_1}$$

Hierin bedeuten:

$g$  die flächenbezogene Masse des Papiers in  
 $g/m^2$ ;

$\delta_1$  die mittlere Dicke des Papiers in  $\mu m$ .

Das Ergebnis wird auf zwei Dezimalstellen angegeben.

#### 10.3.2 Scheinbare Blattdichte

Die scheinbare Blattdichte in Gramm je Kubikzenti-  
meter wird nach folgender Gleichung berechnet

$$\frac{g}{\delta_2}$$

Hierin bedeuten:

$g$  die flächenbezogene Masse des Papiers oder  
der Pappe in  $g/m^2$ ;

$\delta_2$  die mittlere Einzelblattdicke des Papiers oder  
der Pappe in  $\mu m$ .

Das Ergebnis wird auf zwei Dezimalstellen angegeben.

ANMERKUNG: Es wird darauf hingewiesen, daß  
die aus der mittleren Dicke berechnete scheinbare  
Dichte des Papiers nicht notwendig gleich der  
scheinbaren Dichte desselben Papiers ist, die aus  
der mit demselben Gerät bestimmten Einzelblatt-  
dicke berechnet wurde.

## 11 Genauigkeit

### 11.1 Wiederholbarkeit

#### 11.1.1 Mittlere Dicke

Unter Routinelaborbedingungen schwankt die Wiederholbarkeit von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 0,5  $\mu\text{m}$  bei einem Mittelwert von 0,31  $\mu\text{m}$  oder von 0,1 % bis 0,9 % bei einem Mittelwert von 0,5 %.

Die Differenz zwischen zwei einzelnen Prüfwerten, die an identischem Prüfmaterial durch einen Prüfer unter Verwendung desselben Mikrometers innerhalb eines kurzen Zeitabschnitts erhalten wurden, wird die Wiederholbarkeit bei normaler und korrekter Durchführung des Verfahrens im Durchschnitt nicht mehr als einmal in 20 Fällen übersteigen.

Die angegebenen Werte entsprechen einem Wert von etwa 0,3 %, der nach ISO 5725 : 1986 aus den festgelegten Mikrometer-Funktionsanforderungen berechnet wurde. Die Differenz ergibt sich aus den bei Papier auftretenden Schwankungen.

#### 11.1.2 Einzelblattdicke

Unter Routinelaborbedingungen schwankt die Wiederholbarkeit von 0,8  $\mu\text{m}$  bis 2,2  $\mu\text{m}$  bei einem Mittelwert von 1,3  $\mu\text{m}$  oder von 1,1 % bis 2,6 % bei einem Mittelwert von 2,0 %.

Die Differenz zwischen zwei einzelnen Prüfwerten, die an identischem Prüfmaterial durch einen Prüfer unter Verwendung desselben Mikrometers innerhalb eines kurzen Zeitabschnitts erhalten wurden, wird die Wiederholbarkeit bei normaler und korrekter Durchführung des Verfahrens im Durchschnitt nicht mehr als einmal in 20 Fällen übersteigen.

Die angegebenen Werte entsprechen annähernd einem Wert von etwa 1,5  $\mu\text{m}$ , der nach ISO 5725 : 1986 aus den festgelegten Mikrometer-Funktionsanforderungen berechnet wurde. Die Differenz ergibt sich aus den bei Papier auftretenden Schwankungen.

### 11.2 Reproduzierbarkeit

#### 11.2.1 Mittlere Dicke

Unter Routinelaborbedingungen schwankt die Reproduzierbarkeit von 1,7  $\mu\text{m}$  bis 3,4  $\mu\text{m}$  bei einem Mittelwert von 2,7  $\mu\text{m}$  oder von 2,4 % bis 6,2 % bei einem Mittelwert von 3,7 %.

Die Differenz zwischen zwei einzelnen und unabhängigen Ergebnissen, die von zwei Prüfern in verschiedenen Labors an identischem Prüfmaterial erhalten wurden, wird die Reproduzierbarkeit bei normaler und korrekter Durchführung des Verfahrens nicht mehr als einmal in 20 Fällen übersteigen.

Die oben angegebenen Werte entsprechen annähernd einem Wert von etwa 0,65 %, der nach ISO 5725 : 1986 aus den festgelegten Mikrometer-Funktionsanforderungen berechnet wurde. Die Differenz ergibt sich nicht nur aus den bei Papier auftretenden Schwankungen, sondern auch aus Unterschieden in der Umgebung und beim Prüfer.

#### 11.2.2 Einzelblattdicke

Unter Routinelaborbedingungen schwankt die Reproduzierbarkeit von 4,2  $\mu\text{m}$  bis 8,5  $\mu\text{m}$  bei einem Mittelwert von 5,9  $\mu\text{m}$  oder von 4,7 % bis 10,9 % bei einem Mittelwert von 7,9 %.

Die Differenz zwischen zwei einzelnen und unabhängigen Ergebnissen, die von zwei Prüfern in verschiedenen Labors an identischem Prüfmaterial erhalten wurden, wird die Reproduzierbarkeit bei normaler und korrekter Durchführung des Verfahrens nicht mehr als einmal in 20 Fällen übersteigen.

Die oben angegebenen Werte entsprechen annähernd einem Wert von etwa 3,2  $\mu\text{m}$ , der nach ISO 5725 : 1986 aus den festgelegten Mikrometer-Funktionsanforderungen berechnet wurde. Die Differenz ergibt sich nicht nur aus den bei Papier auftretenden Schwankungen, sondern auch aus Unterschieden in der Umgebung und beim Prüfer.

## 12 Prüfbericht

Der Prüfbericht muß folgende Angaben enthalten:

- a) die Bezugnahme auf diese Internationale Norm;
- b) die genaue Kennzeichnung der Probe;
- c) Datum und Ort der Prüfung;
- d) die angewendete Konditionierungsatmosphäre;
- e) den zwischen den Mikrometerflächen wirkenden Druck;
- f) wenn er bestimmt wurde, den Mittelwert der mittleren Dicke in Mikrometern auf drei signifikante Stellen, den höchsten und niedrigsten Wert, die Standardabweichung und die Genauigkeit des Mittelwerts bei einem Sicherheitsintervall von 95 %;
- g) wenn sie gemessen wurde, die mittlere Einzelblattdicke in Mikrometern auf drei signifikante Stellen, den höchsten und den niedrigsten Wert, die Standardabweichung und die Genauigkeit des Mittelwerts bei einem Sicherheitsintervall von 95 %;
- h) wenn erforderlich, die scheinbare Stapeldichte oder die scheinbare Blattdicke auf zwei Dezimalstellen;
- i) die Anzahl der für die Prüfung verwendeten Prüfstücke;
- j) bei der mittleren Dicke die Anzahl der Blätter, die für jedes Prüfstück verwendet wurde;
- k) die Anzahl der vorgenommenen Ablesungen;
- l) die flächenbezogene Masse der Probe, wenn sie bestimmt wurde;
- m) jede Abweichung von der in dieser Internationalen Norm festgelegten Durchführung, zusammen mit allen Begleitumständen oder Einflüssen, die die Ergebnisse beeinflusst haben könnten.

## Anhang A (normativ)

### Prüfung der Mikrometerfunktionsfähigkeit und Eichung

#### A.1 Allgemeines

Die Funktionsfähigkeit des Mikrometers wird mit den folgenden Prüfungen in der angegebenen Reihenfolge kontrolliert.

Wenn die Mikrometerfunktionsfähigkeit nicht innerhalb der Toleranz für eine bestimmte Prüfung liegt (siehe Abschnitt 5.1), wird die notwendige Korrektur vorgenommen und die Reihe der Prüfungen von vorn begonnen.

#### A.2 Zwischen den Druckflächen wirkender Druck

Es können alle geeigneten Mittel zur Prüfung der Genauigkeit und Gleichmäßigkeit des zwischen den Druckflächen wirkenden Drucks angewendet werden.

#### A.3 Anzeigefehler und Wiederholbarkeit der Messung

**A.3.1** Bei sich berührenden Druckflächen wird die Mikrometerablesung auf Null gestellt. Die Nullablesung wird während der folgenden Verfahrensweise nicht wieder neu eingestellt.

**A.3.2** Der Spalt zwischen den Druckflächen wird geöffnet, dann läßt man ihn sich wieder schließen (siehe Abschnitt 9.2), so daß die Druckflächen miteinander in Berührung kommen, und notiert die Mikrometerablesung. Diese Verfahrensweise wird mindestens fünfmal wiederholt.

**A.3.3.** Man nimmt eine der in Abschnitt 5.2 angeführten Dickenlehren, öffnet den Spalt zwischen den Druckflächen, legt die Lehre dazwischen, läßt die Flächen sich auf der Lehre schließen (siehe Abschnitt 9.2) und notiert die Mikrometerablesung. Es ist darauf zu achten, daß die Meßflächen der Dickenlehre nicht berührt werden. Diese Verfahrensweise ist mindestens fünfmal zu wiederholen.

**A.3.4** Die in Abschnitt A.3.3 beschriebene Verfahrensweise wird der Reihe nach mit jeder der übrigen Dickenlehren wiederholt.

ANMERKUNG: Die Dickenlehren werden nur einzeln, nicht in Kombination verwendet.

**A.3.5** Die in Abschnitt A.3.2 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt.

**A.3.6** Für jede Dicke einer Lehre, mit der Mikrometerablesungen durchgeführt wurden, berechnet man

a) die Wiederholbarkeit der Messung, das heißt die Standardabweichung von fünf (oder mehr) erhaltenen Ablesungen;

b) den Ablesefehler, das heißt die Differenz zwischen dem Mittelwert von fünf (oder mehr) erhaltenen Ablesungen und der Dicke der Lehre.

#### A.4 Parallelität der Druckflächen

**A.4.1** Man nimmt eine der in Abschnitt 5.2 angeführten Dickenlehren, öffnet den Spalt zwischen den Druckflächen und legt die Lehre so nahe wie möglich an einer Kante der Flächen dazwischen. Man läßt die Druckflächen sich über der Lehre schließen (siehe Abschnitt 9.2) und notiert wieder die Mikrometerablesung.

**A.4.2** Man öffnet den Spalt zwischen den Druckflächen und legt die Dickenlehre dazwischen, so nahe wie möglich an der Kante der Flächen und diametral entgegengesetzt zu der in Abschnitt A.4.1 benutzten Kante. Man läßt die Druckflächen sich über der Lehre schließen (siehe Abschnitt 9.2) und notiert wieder die Mikrometerablesung.

**A.4.3** Die in den Abschnitten A.4.1 und A.4.2 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt, wobei Meßstellungen so nahe wie möglich an der Kante der Druckflächen benutzt werden, die sich auf einem Durchmesser befinden, der senkrecht zu dem ist, der durch die in den Abschnitten A.4.1 und A.4.2 gewählten Meßpunkte verläuft.

**A.4.4** Die in den Abschnitten A.4.1, A.4.2 und A.4.3 beschriebenen Verfahrensweisen werden nacheinander mit den übrigen Dickenlehren wiederholt.

ANMERKUNG: Die Dickenlehren werden nur einzeln, nicht in Kombination verwendet.

**A.4.5** Für jede Dickenlehre, mit der Mikrometerablesungen durchgeführt wurden, wird die Abweichung von der Parallelität nach folgender Gleichung berechnet

$$0,5 \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$$

Hierin bedeuten:

$d_1$  die Differenz zwischen den Ablesungen an entgegengesetzten Enden eines Durchmessers der Druckflächen;

$d_2$  die Differenz zwischen den Ablesungen an entgegengesetzten Enden eines Durchmessers der Druckflächen, senkrecht zu dem, der für  $d_1$  verwendet wurde.