

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**  
**EN 20 187**

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **ISO 187**

Paper, board and pulps; Standard atmosphere for conditioning  
 and testing and procedure for monitoring the atmosphere  
 and conditioning of samples (ISO 187 : 1990);  
 German version EN 20 187 : 1993

Ersatz für DIN ISO 187/09.82

Papier, carton et pâtes; Atmosphère normale de conditionnement  
 et d'essai et méthode de surveillance de l'atmosphère  
 et de conditionnement des échantillons (ISO 187 : 1990);  
 Version allemande EN 20 187 : 1993

**Die Europäische Norm EN 20 187:1993 hat den Status einer Deutschen Norm.**

### Nationales Vorwort

Diese Norm ist durch die Übernahme von ISO 187 : 1990 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 entsprechende Deutsche Norm hingewiesen.

ISO 5269-2 siehe DIN 54 358 Teil 1

### Zitierte Normen

— in der Deutschen Fassung:

Siehe Abschnitt 2

— in nationalen Zusätzen:

DIN 54 358 Teil 1 Prüfung von Zellstoff; Herstellung von Laborblättern für physikalische Prüfungen; Rapid-Köthen-Verfahren

### Frühere Ausgaben

DIN 53 102: 03.68, 05.77

DIN ISO 187: 09.82

### Änderungen

Gegenüber DIN ISO 187/09.82 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

— ISO 187 : 1990 wurde vom CEN als EN-Norm angenommen und ins Deutsche Normenwerk überführt.

### Internationale Patentklassifikation

G 01 N 033/34

G 01 N 001/00

G 05 D 022/00

G 05 D 023/00

Fortsetzung 7 Seiten EN-Norm

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



DK 676.1/2 : 551.11.12

Deskriptoren: Papier, Karton, Zellstoff, Prüfungsvorbereitung, Normalklima

**Deutsche Fassung**

Papier, Pappe und Zellstoff

**Normalklima für die Vorbehandlung und Prüfung und Verfahren zur  
Überwachung des Klimas und der Probenvorbehandlung  
(ISO 187: 1990)**

Paper, board and pulps — Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples (ISO 187: 1990)

Papier, carton et pâtes — Atmosphère normale de conditionnement et d'essai et méthode de surveillance de l'atmosphère et de conditionnement des échantillons (ISO 187: 1990)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1993-09-06 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 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC6 "Paper, board and pulps", von der International Organisation for Standardization übernommen. Dieses Dokument wurde zur formellen Abstimmung vorgelegt und von CEN angenommen als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung.

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

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 187:1990 wurde vom CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## 1 Zweck

Diese Internationale Norm legt das Normalklima für die Vorbehandlung und Prüfung von Zellstoff, Papier und Pappe und weiterhin die Verfahren zur Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchte fest.

Für die Vorbehandlung von Laborprüfbogen nach ISO 5269-1:1979 ist das Normalklima das in dieser Internationalen Norm definierte Klima, jedoch ist die Durchführung unterschiedlich<sup>1)</sup>.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Festlegungen dieser Internationalen Norm darstellen. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Partner mit Vereinbarungen, die auf dieser Internationalen Norm beruhen, werden aufgefordert, die Möglichkeit der Anwendung der neuesten Ausgaben der unten angegebenen Normen zu untersuchen. Mitglieder von IEC und ISO führen Register der überall gültigen Internationalen Normen.

ISO 554 : 1976	Standard atmosphere for conditioning and/or testing — Specifications
ISO 4677-1 : 1985	Atmospheres for conditioning and testing — Determination of relative humidity — Part 1: Aspirated psychrometer method
ISO 5269-1 : 1979	Pulps — Preparation of laboratory sheets for physical testing
ISO 5269-2 : 1979	Pulps — Preparation of laboratory sheets for physical testing — Part 2: Rapid-Köthen method

## 3 Definitionen

Für diese Internationale Norm gelten folgende Definitionen.

### 3.1 Relative Luftfeuchte

Verhältnis des tatsächlichen Wasserdampfgehaltes der Luft zum Wasserdampfgehalt der bei gleicher Temperatur und gleichem Druck mit Wasserdampf gesättigten Luft in Prozent.

### 3.2 Vorbehandlung

Vorgang der Einstellung eines reproduzierbaren Feuchtegehalt-Gleichgewichtes zwischen der Probe und einem

Klima mit festgelegter Temperatur und festgelegter relativer Luftfeuchte. Dieses Gleichgewicht wird als erreicht betrachtet, wenn die Ergebnisse von zwei aufeinanderfolgenden Wägungen der Probe, die innerhalb eines Zeitintervalls von mindestens 1 h durchgeführt werden, sich um nicht mehr als einen festgelegten Betrag unterscheiden.

ANMERKUNG 1: Das Intervall zwischen den Wägungen hängt vom Quadratmetergewicht der Probe ab, und der Grad der Übereinstimmung, die zwischen aufeinanderfolgenden Wägungen erwartet wird, sollte die bekannten Schwankungseigenschaften des speziellen Prüfraumes berücksichtigen. Die Einstellung des Feuchtegehalt-Gleichgewichtes wird als ausreichend angesehen, wenn sichergestellt ist, daß das Papier sich in einem stabilen physikalischen Zustand befindet, jedoch kann die Vorbehandlung unter speziellen Umständen verlängert werden müssen, bis das gewünschte physikalische Gleichgewicht erreicht ist. Derartige Umstände sind nicht im Anwendungsbereich dieser Internationalen Norm enthalten.

## 4 Grundlage des Verfahrens

Eine Probe wird einem spezifischen Klima zur Vorbehandlung so ausgesetzt, daß ein reproduzierbarer Zustand des Feuchtegehalt-Gleichgewichtes zwischen Probe und diesem Klima erreicht wird.

## 5 Normalklima

Das Normalklima für die Prüfung von Zellstoff, Papier und Karton hat eine Temperatur von  $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$  und eine relative Luftfeuchte von  $(50 \pm 2) \%$ . In tropischen Ländern kann ein Klima mit einer Temperatur von  $(27 \pm 1)^\circ\text{C}$  und einer relativen Luftfeuchte von  $(65 \pm 2) \%$  verwendet werden.

ANMERKUNG 2: Die Bedingungen für Temperatur und relative Luftfeuchte entsprechen den in ISO 554 : 1976 festgelegten Bedingungen. Die angegebenen Toleranzen sind die reduzierten Toleranzen oder schließen Toleranzen ein, die in ISO 554 : 1976 festgelegt sind.

<sup>1)</sup> ISO 5269-1 : 1979 fordert, daß Zellstoffprüfbogen durch Desorption von Feuchtigkeit vorbehandelt werden, während ISO 5269-2 : 1980 zuerst eine Trocknung fordert, auf die die Vorbehandlung durch Sorption von Feuchtigkeit folgt.

Es wird angenommen, daß ein Prüfklima den Forderungen dieser Internationalen Norm entspricht, wenn alle nach Beschreibung in Anhang A (siehe besonders Abschnitt A.4.2) bestimmten Prüfergebnisse innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen liegen. Auch kurzfristige Schwankungen von Temperatur oder relativer Luftfeuchte über diese Grenzen hinaus, die dazu führen, daß der Gleichgewicht-Feuchtegehalt der Probe beeinträchtigt wird, sind nicht zulässig. Wenn angenommen werden muß, daß das Prüfklima außerhalb der Grenzen liegt und die Möglichkeit besteht, daß der Feuchtegehalt der Proben sich durch derartige Schwankungen geändert hat, müssen alle Proben vor jeder weiteren Prüfung nochmals vorbehandelt werden (Wiederholung von Abschnitt 6).

**ANMERKUNG 3:** Wenn bekannt ist oder vermutet wird, daß die relative Luftfeuchte den oberen Grenzwert so weit überschritten hat, daß der Feuchtegehalt sich erhöht haben könnte, müssen alle Proben mit Ausnahme derjenigen, die nach ISO 5269-1:1979 vorbereitet wurden, dem in Abschnitt 6.1 beschriebenen Vortrocknen bei geringer Luftfeuchte unterworfen werden, bevor sie nochmals vorbehandelt werden.

Wenn bekannt ist oder vermutet wird, daß die relative Luftfeuchte so weit unter den Grenzwert gefallen ist, daß der Feuchtegehalt sich verringert haben könnte, sollten die nach ISO 5269-1:1979 vorbereiteten Proben verworfen und neue Proben vorbereitet werden. Ist das nicht möglich, und werden diese Proben geprüft, muß dieser Umstand im Prüfbericht angegeben werden.

**ANMERKUNG 4:** In dem Raum sollte ständig ein Registrierhygrometer in Betrieb sein, das entweder autonom oder Teil des Regelsystems ist, jedoch darf ein derartiges Hygrometer nicht dafür verwendet werden, um einzuschätzen, ob das Klima den Forderungen dieser Internationalen Norm genügt, es sei denn, es entspricht den Forderungen von Anhang A dieser Internationalen Norm. Das Hygrometer sollte auf Schwankungen der relativen Luftfeuchte schnell ansprechen, z.B. in weniger als 1 min bei einer Schwankung der relativen Luftfeuchte von 10%.

## 6 Durchführung der Vorbehandlung

### 6.1 Vortrocknen der Probe

Bei Prüfungen, bei denen die Hysterese des Gleichgewicht-Feuchtegehaltes zu großen Fehlern führen kann,

wird die Probe vor der Vorbehandlung 24 h in Luft mit einer relativen Luftfeuchte zwischen 10% und 35% und einer Temperatur von maximal 40°C vorgetrocknet. Wenn bekannt ist, daß die Vorbehandlung (siehe Abschnitt 6.2) zu einem Gleichgewicht-Feuchtegehalt führt, der dem durch Sorption erreichten äquivalent ist, kann dieses Vortrocknen entfallen.

**ANMERKUNG 5:** Da der Einfluß der Hysterese bis zu ihrem Auftreten nicht bekannt sein kann, wird empfohlen, das Vortrocknen immer durchzuführen.

### 6.2 Vorbehandlung

Die Untersuchungsproben werden so gehalten, daß der Luftstrom zu ihren Oberflächen freien Zugang hat, so daß ihre Feuchtegehalte den Gleichgewichtszustand mit dem Wasserdampf des Klimas erreichen können. Dieses Gleichgewicht wird als erreicht angesehen, wenn die Ergebnisse von zwei aufeinanderfolgenden Wägungen in einem Abstand von mindestens 1 h um nicht mehr als 0,25% der Gesamtmasse (siehe Abschnitt 3.2) abweichen. Der Zeitraum zwischen den Wägungen braucht für Produkte mit einer höheren flächenbezogenen Masse nicht größer zu sein, und der Grad der Übereinstimmung, der zwischen aufeinanderfolgenden Wägungen erwartet wird, sollte die bekannten Schwankungseigenschaften des Prüfraumes berücksichtigen.

**ANMERKUNG 6:** Bei guter Luftzirkulation ist eine Vorbehandlungsdauer von 4 h für Papier in der Regel ausreichend. Für Papier mit hoher flächenbezogener Masse wird eine Mindestdauer von 5 h bis 8 h erforderlich sein. Für Pappe mit höherer flächenbezogener Masse und speziell behandelte Materialien kann eine Vorbehandlungsdauer von 48 h oder mehr erforderlich sein.

## 7 Prüfbericht

Der Prüfbericht einer Prüfung in diesem Normalklima muß folgende Angaben enthalten:

- a) Eine Verweisung auf diese Internationale Norm;
- b) Das verwendete Vorbehandlungsklima;
- c) Die Dauer der Vorbehandlung;
- d) Ob das Papier oder die Pappe vor der Vorbehandlung vorgetrocknet wurde.

## Anhang A (normativ)

### Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchte

#### A.1 Zweck

Dieser Anhang beruht auf ISO 4677-1:1985 und beschreibt die Verfahren zur Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchte, um die Übereinstimmung mit dieser Internationalen Norm festzustellen. Er dient der Festlegung von Merkmalen, die für die genaue Messung wesentlich sind, ohne daß ein spezieller Meßgerätetyp vorgegeben wird.

**ANMERKUNG 7:** Es dürfen Kondensations- und Impedanz-Hygrometer verwendet werden, vorausgesetzt, sie sind mindestens ebenso genau wie das Aspirationspsychrometer.

#### A.2 Geräte

Aspirationsfeucht- und trockenpsychrometer mit folgenden Hauptteilen:

##### A.2.1 Thermometer

Es dürfen Flüssigkeits-Glasthermometer (entweder Stab- oder Einschlußthermometer), Thermoelemente oder Widerstandsthermometer mit einem Arbeitsbereich von 10°C oder mehr verwendet werden. Sie müssen eine Fehlergrenze von  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  haben, und das in jedem Gerät eingesetzte Paar muß auf  $0,05^\circ\text{C}$  übereinstimmen. Flüssigkeits-Glasthermometer sollten eine Skalenteilung von

0,1 °C besitzen, so daß Ablesungen auf 0,05 °C geschätzt werden können. Thermoelemente und Widerstandsthermometer sind in der Regel an ein Digitalanzeigergerät angeschlossen, das auf 0,1 °C gerundet anzeigt. Es darf jedoch auch ein Diagrammschreiber mit einer Skalenteilung von 0,05 °C angeschlossen werden, um eine Daueraufzeichnung der Trockentemperatur und weiterhin entweder der Feuchttemperatur oder vorzugsweise der vom Gerät elektronisch berechneten relativen Luftfeuchte zu erhalten.

Der Durchmesser des Temperaturfühlers der Thermometer darf für Quervertilation nicht kleiner als 1 mm oder größer als 4 mm und für Axialventilation 6 mm sein. Thermoelemente und Widerstandsthermometer müssen eine Ansprechgeschwindigkeit besitzen, die ausreicht, um einen Temperaturgradienten von 1 °C/min und einen Gradienten der relativen Luftfeuchte von 1,4%/min aufzuzeichnen.

## A.2.2 Ventilation

Das Gerät muß mit Mitteln zum Ansaugen von Luft über die Temperaturfühler der Thermometer ausgerüstet sein, die entweder für Quer- oder Axialventilation befestigt sein dürfen. Die Thermometer müssen so befestigt werden, daß die Temperaturfühlerachsen parallel verlaufen und in einem Abstand angeordnet sind, der mindestens das Dreifache des Durchmessers des Feuchttemperaturfühlers beträgt.

Bei Quervertilation dürfen beide Temperaturfühler in demselben Luftstrom angeordnet sein wie die Trockenkugel, die gegenüber der Vorderseite der Feuchtkugel versetzt angeordnet ist. Bei Axialventilation muß die Richtung des Luftstromes vom freien Ende zum befestigten Ende des Temperaturfühlers verlaufen, und für jeden Temperaturfühler muß ein gesonderter zylindrischer Strahlungsschutz vorgesehen werden, dessen Innendurchmesser das 1,75- bis 3fache des Durchmessers der Trockenkugel beträgt.

Die Temperaturfühler sind gegen alle Quellen von Wärmestrahlung, einschließlich der durch den Prüfer erzeugten, zu schützen. Der Luftstrom muß von einem Lüfter geliefert werden, der sich hinter den Temperaturfühler befindet, so daß sie nicht von erzeugter Wärme beeinflusst werden, und die Abluft wird von der Zuluftquelle fortgerichtet.

Die Luftgeschwindigkeit über den Temperaturfühler darf nicht geringer als 3 m/s sein. Sie darf jedoch nicht so hoch sein, daß der Docht nicht vollständig gesättigt wird oder daß sich im Luftstrom Wassertröpfchen bilden können.

## A.2.3 Feuchtdocht

Der Feuchtdocht muß ein nahtloser Schlauch aus Baumwollgewebe oder azetatfreiem Reyon sein. Er muß eng an dem Temperaturfühler anliegen, darf ihn jedoch nicht zu dicht umschließen, und muß ihn so weit vollständig umgeben, daß eine Verringerung der umgebenden Länge die Temperaturablesung nicht verändert. Diese kann durch Betreiben beider Thermometer als Feuchttthermometer und Änderung der umgebenden Länge an einem von beiden gemessen werden.

### A.2.3.1 Reinigung und Pflege des Dochtmaterials

Eine Reinigung der Dochte ist besonders bei Thermoelementen und Widerstandsthermometern für genaue Ergebnisse wesentlich, und sie sollten regelmäßig ausgetauscht werden.

Selbst die leichteste Berührung mit der Hand wird das Leistungsvermögen des Dochtes beeinträchtigen. Dochte sollten mit der Pinzette oder Kunststoffhandschuhen

(oder etwas Äquivalentem) gehandhabt werden, und es ist sicherzustellen, daß kein Teil der Pinzette oder der Handschuhe, der den Docht berührt, zuvor mit der Hand angefaßt worden ist.

Ein neuer Docht oder ein besonders staubiger Docht wird am besten gereinigt, wenn er 30 min in destilliertem Wasser mit 20 g Natriumhydroxid je Liter ausgekocht wird. Der frisch ausgekochte Docht wird gründlich in destilliertem Wasser gespült, wonach er dreimal jeweils 15 min in 400 ml destilliertem Wasser ausgekocht wird.

Wird das Vorhandensein organischer Verunreiniger vermutet, wird mit Azeton und dann so lange in destilliertem Wasser gespült, bis der Docht geruchlos ist. Besteht die Verunreinigung nur aus teilchenförmiger Substanz, kann ein einmaliges Spülen in destilliertem Wasser ausreichen. Nach der Reinigung muß der Docht die Aufsaugprüfung (siehe Abschnitt A.2.3.2) bestehen. Ein erfahrener Anwender wird in der Lage sein, das geeignete Reinigungsverfahren zu wählen.

### A.2.3.2 Prüfungen auf Sauberkeit des Dochtes

Ein gut gesäuberter Docht wird einen auf ihm befindlichen Wassertropfen sofort aufsaugen. Jede Verzögerung zeigt an, daß der Docht gereinigt werden muß. Eine quantitative Prüfung auf Sauberkeit längerer Dochte besteht in folgendem: Etwa 120 mm trockener Docht werden auf einem Glasstab befestigt, wobei etwa 20 mm frei an einem Ende herunterhängen. Der Stab wird so in senkrechter Stellung befestigt, daß sich sein bedecktes Ende 15 mm über einer Schale mit destilliertem Wasser befindet und das freie Ende des Schlauches in das Wasser eintaucht. Nach 6 min sollte das Wasser mindestens 85 mm in dem Docht aufgestiegen sein. Jede geringere Ablesung zeigt an, daß der Docht nicht ausreichend sauber ist.

Saubere Dochte sind unter destilliertem Wasser oder trocken zwischen sauberem Löschpapier und in einem sauberen und sterilen Glasbehälter aufzubewahren.

## A.2.4 Wasserversorgung

Das vom Temperaturfühler abgewandte Dochtende darf in einen gegen Zuluft geschützten Behälter mit destilliertem oder entionisiertem Wasser eintauchen. Manche Geräte sind nicht mit einem Wasserbehälter ausgerüstet, und bei ihrer Verwendung muß der Docht vor Prüfbeginn gründlich befeuchtet und dafür gesorgt werden, daß das Befeuchten häufig wiederholt wird, um zu verhindern, daß der Docht zu trocken wird.

ANMERKUNG 8: Der Behälter muß so angeordnet sein, daß Wasser nicht so schnell den Docht entlangfließen kann, daß es vom Docht tropft oder spritzt.

## A.3 Durchführung

Das Gerät wird im oder nahe am Arbeitsbereich, jedoch entfernt von wärmeerzeugenden Einrichtungen und Personal, angeordnet. Der Lüfter wird eingeschaltet und bis zum stabilen Betrieb bei Beobachtung der Temperaturanzeige einige Minuten lauffengelassen. Dabei sollte die Feuchttemperatur zuerst fallen und sich dann stabilisieren. Der Docht wird überprüft, um sicherzustellen, daß er während der Prüfung feucht bleibt. Er sollte bei Betrachtung in einem Lichtstrahl glänzen, und die Zugabe einiger Tropfen Wasser sollte nicht zu einer Änderung der Feuchttemperatur führen.

Bei nichtregistrierenden Flüssigkeits-Glas- bzw. elektronischen Psychrometern werden gleichzeitige (mit möglichst geringem Unterschied) Ablesungen der beiden Thermometer oder Ablesungen der Trockentemperatur und der

relativen Luftfeuchte in Intervallen von etwa 2 min über einen Zeitraum von etwa 10 min durchgeführt. Die Trockenablesungen und die Feuchtablesungen oder die Ableseungen der relativen Luftfeuchte werden gemittelt. In Räumen, in denen die Probenaufbewahrung und die Arbeitsbereiche getrennt oder groß sind, wird die Prüfung an genügend vielen Stellen wiederholt, um sicherzustellen, daß die Prüfergebnisse repräsentativ für die zu prüfenden Bereiche sind. Alle Prüfungen werden in unregelmäßigen Intervallen über einen Zeitraum von 2 h oder 3 h wiederholt, um die Mittelzeitstabilität von Systemen einzuschätzen, die relativ lange Regelzyklen aufweisen.

Bei Registrierpsychrometern wird eine Diagrammaufzeichnung der Trockentemperatur und entweder der Feuchttemperatur oder der relativen Luftfeuchte über einen Zeitraum von etwa 10 min angefertigt. Aus dem Diagramm werden die Trockentemperatur und entweder die Feuchttemperatur oder die relative Luftfeuchte während des Zeitraumes in Intervallen von exakt 2 min notiert. Bei der Auswahl von Punkten aus dem Diagramm dürfen Istwerte keinen Einfluß haben. Wird anstelle der relativen Luftfeuchte die Feuchttemperatur aufgezeichnet, müssen die Zeiten mit denen übereinstimmen, bei denen die Trockentemperaturen notiert werden. Die Trockenablesungen und entweder die Feuchtablesungen oder die Ableseungen der relativen Luftfeuchte werden gemittelt.

Liegen die Ergebnisse in Form von Paaren der Trocken- und Feuchttemperatur vor, wird die relative Luftfeuchte nach Abschnitt A.4 bestimmt.

Bei Registrierpsychrometern wird angenommen, daß der Prüfraum dieser Internationalen Norm entspricht, wenn das Diagramm ausweist, daß sowohl die Trockentemperatur als auch die Luftfeuchte jederzeit innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen liegen.

Es ist sicherzustellen, daß sich die Anwesenheit von Personal nicht auf die Funktion der Gerätes auswirkt. Körperwärme kann beide Temperaturen beeinflussen, und der Atem des Prüfers kann die Feuchttemperatur spürbar beeinflussen. Deshalb wird bei Ableseungen in Paaren immer zuerst die Feuchttemperatur notiert.

## A.4 Darstellung der Ergebnisse

### A.4.1 Umrechnungsformel

Wenn das Gerät die relative Luftfeuchte nicht direkt anzeigt, werden die mittlere Trockentemperatur und die mittlere Feuchttemperatur über jeden einzelnen Zeitraum von 10 min mit nachfolgender Gleichung oder mit Tafeln oder Diagrammen, die auf dieser Gleichung basieren, in die relative Luftfeuchte umgerechnet.

Die relative Luftfeuchte in Prozent ist gegeben durch

$$\frac{100 p}{p_w(t)}$$

Hierin bedeuten:

$$p = p_w(t_w) - A p_T (t - t_w)$$

$p_w(t_w)$  den Sättigungsdampfdruck von Wasser bei der Feuchttemperatur;

$p_w(t)$  den Sättigungspartialdruck von Wasserdampf bei der Trockentemperatur;

$p_T$  den Luftdruck (alle Drücke werden in gleichen Einheiten angegeben);

$t$  die Trockentemperatur in Grad Celsius;  
 $t_w$  die Feuchttemperatur in Grad Celsius;  
 $A$  den psychrometrischen Koeffizienten in reziproken Kelvin.

ANMERKUNG 9: Der Luftdruck  $p$  ist ein wesentlicher Modifizierfaktor des psychrometrischen Koeffizienten. Normale Schwankungen in Höhen nahe dem Meeresspiegel sind zu klein, um das Ergebnis signifikant zu beeinflussen, jedoch kann es notwendig sein, die Wirkung des Luftdruckes bei großen Höhen zu berücksichtigen.

Der Wert von  $A$  hängt vom Aufbau des verwendeten Psychrometers und von der Lufttemperatur ab und liegt zwischen  $6,5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  bis  $6,9 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ . Der korrekte Wert von  $A$  und die Nennlufttemperatur (Mittelpunkt des festgelegten Bereiches) werden für den speziellen Aufbau des verwendeten Psychrometers bestimmt. Es ist sicherzustellen, daß Geräte mit direkter Anzeige der relativen Luftfeuchte den richtigen Psychrometerkoeffizienten für die Berechnung durch das Gerät verwenden. Derartige Berechnungen mit den Feucht- und Trockensignalen basieren in der Regel auf einer linearen Näherungsgleichung, die aus der Kenntnis des geeigneten psychrometrischen Koeffizienten für das Gerät entwickelt wurde. Ist der psychrometrische Koeffizient bekannt, kann die Genauigkeit der Berechnung durch Vergleich der Ableseung der relativen Luftfeuchte mit der aus obiger Gleichung berechneten überprüft werden.

ANMERKUNG 10: In Anhang C ist eine zweckmäßige Verweisung [4] für Informationen zur Bestimmung des psychrometrischen Koeffizienten angegeben.

Lineare Näherungsgleichungen dürfen auch zum Erstellen von psychrometrischen Tafeln und Diagrammen verwendet werden, wobei eine lineare Beziehung zwischen Trockentemperatur, Feuchttemperatur und relativer Luftfeuchte über einen kleinen Temperaturbereich (etwa 6°C) angenommen wird. Derartige Tafeln und Diagramme sind für einen speziellen Geräteaufbau bei Temperaturen in der Nähe der Normaltemperatur und bei Luftdrücken nahe dem Normalluftdruck gültig. In der Praxis sind sie ein zweckmäßiges und weit verbreitetes Hilfsmittel zur Schätzung der relativen Luftfeuchte für Geräte ohne Direktanzeige.

Alle psychrometrischen Geräte müssen von einem kompetenten Laboratorium regelmäßig (in Intervallen von etwa fünf Jahren) überprüft werden, um Aspekte zu untersuchen, die nichts mit Temperaturmessungen zu tun haben, wie z.B. die Eignung des für die Erstellung von Diagrammen oder Tafeln oder für die Berechnung des Luftfeuchtwertes verwendeten psychrometrischen Koeffizienten, die Befestigung der Thermometer, den Zustand des Strahlungsschutzes, die Luftgeschwindigkeit usw. Temperaturmeßgeräte müssen häufiger selbst kalibriert werden, wobei Einzelkontrollen vorzugsweise in Intervallen von höchstens einem Monat durchgeführt werden, und der Zustand der Dochte sollte ständig überwacht werden.

### A.4.2 Prüfergebnisse

Die mittlere Trockentemperatur und die mittlere relative Luftfeuchte über einen Zeitraum von 10 min bilden ein Prüfergebnis, und die Werte für jeden Zeitraum von 10 min bilden ein weiteres Prüfergebnis.

## Anhang B (informativ)

### Wechselbeziehung von Temperatur und relativer Luftfeuchte

#### B.1 Allgemeines

Die Festlegung von Temperaturgrenzen, in denen das Klima aufrechtzuerhalten ist, definiert nicht automatisch die Genauigkeit der benötigten Temperaturregelung; es kann notwendig sein, die Temperaturänderung (von Zeit zu Zeit und von Punkt zu Punkt) im Arbeitsraum innerhalb engerer Grenzen aufrechtzuerhalten, um sicherzustellen, daß die relative Luftfeuchte innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen bleibt. Während die klimatisierte Luft durch den Raum strömt, wird die Luft bei Wärmezufuhr oder -verlusten entsprechend wärmer oder kälter. Dieser Temperaturwechsel (ohne Zufuhr oder Entzug von Feuchtigkeit) wird eine Änderung der relativen Luftfeuchte bewirken. Wenn die Luft wärmer wird, wird sich die relative Luftfeuchte verringern, und wenn sie kälter wird, wird sich ihre relative Luftfeuchte erhöhen. Der Betrag dieses Einflusses ist in Tabelle B.1 dargestellt. Beispielsweise würde dort, wo die Lufttemperatur zwischen 22°C und 24°C zu halten ist, die tatsächliche Änderung der Lufttemperatur ohne autonome Luftfeuchteregelung innerhalb etwa  $\pm 0,7^\circ\text{C}$  gehalten werden müssen, um die Regelung der relativen Luftfeuchte von  $\pm 2\%$  beizubehalten.

**Tabelle B.1: Änderung der relativen Luftfeuchte je Temperaturänderung von 0,5°C bei konstantem Wasserdampfgehalt**

Lufttemperatur	Änderung der relativen Luftfeuchte je 0,5°C [5]	
	bei 50% r. L.	bei 65% r. L.
15	1,61	2,09
20	1,55	2,01
25	1,49	1,93
30	1,43	1,86

#### B.2 Prüfräume

Der Prüfraum sollte die Mindestgröße haben, die notwendig ist, um die geforderten Prüfungen durchführen zu können, und die Konditioniereinrichtung muß ausreichende Kapazität besitzen, um die ungünstigste Störung und die zu erwartenden stärksten Belastungen zu bewältigen. Seine Form sollte regelmäßig (quadratisch oder rechteckig) sein und keine Nischen haben, um eine gleichmäßige Luftzirkulation zu ermöglichen. In dem Raum sollte keine Ausrüstung vorhanden sein, die abwechselnd Wärme oder Feuchtigkeit erzeugt oder aufnimmt, und das Personal sollte so gering und so konstant wie möglich gehalten werden.

Die Luft sollte mit ausreichender Geschwindigkeit durch den Raum strömen, um alle 5 min (näherungsweise) mindestens einen vollständigen Luftwechsel zu erreichen. Das Kühlen, Erwärmen, Befeuchten und Entfeuchten sollte außerhalb des Raumes erfolgen und mittels Sensoren innerhalb des Raumes oder in Zuluftkanälen geregelt werden. Es ist übliche Praxis, daß die Luft in Deckenhöhe zugeführt und in Fußbodennähe abgeführt wird, obwohl sich eine Zuführung in Fußbodennähe und eine Abführung in Deckenhöhe als zufriedenstellend erwiesen hat.

Frischluff sollte dem System in einer Menge von etwa  $0,5\text{ m}^3/\text{min}$  für jede normalerweise im Raum befindliche Person zugeführt werden. Es ist erwünscht, im Raum einen Überdruck aufrechtzuerhalten, um Störungen infolge des Öffnens der Tür auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Damit kann eine Luftschele unnötig werden.

Spülen und andere Gefäße, die eine offene Wasserquelle bilden, sollten im Raum nicht erlaubt sein. Ebenso sollten unnötige Wärmequellen nicht erlaubt sein. Dies schließt jedoch nicht die Durchführung von Prüfungen aus, die die Verwendung von wasser- [1], [2] oder wärmeerzeugenden Geräten [3] erfordern, vorausgesetzt, die Klimaanlage ist für diese Belastung ausreichend bemessen.

#### B.3 Regelsysteme

Die üblichen Regelsysteme können in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden, in autonome Temperatur- und Luftfeuchte-Regelsysteme und Taupunkt-Sättigungs- und Wiedererwärmungssysteme.

##### B.3.1 Autonome Temperatur- und Luftfeuchte-Regelsysteme

Diese Systeme besitzen autonome Regler für Temperatur und relative Luftfeuchte mit jeweils eigenem Sensor. Innerhalb dieser Gruppe gibt es eine Vielzahl von Regelstrategien; z. B. Schalten entweder auf Befeuchten oder Entfeuchten, wie gefordert, Dauerentfeuchten, gefolgt von regeltem Befeuchten und ähnliche Strategien bei der Temperaturregelung. In diesen Systemen sind Befeuchten (Entfeuchten) und Erwärmen (Kühlen) getrennte Stufen bei der Luftbehandlung. Die Luftfeuchteeinstellung erfolgt oft durch Ein-Aus-Betrieb, weil Mehrstufen- und Proportionalregelung kompliziert sind. Darüber hinaus unterstützen Zeitverzögerungen infolge der Dauer von Regleränderung bis zur Wirkung und der Dauer, die die Luft bis zum Erreichen der Sensoren benötigt, die Entwicklung eines "Schwing"zustandes zwischen den beiden Reglern. Proportionale Temperaturregelung ist nicht so kompliziert, und deshalb ist eine enge Temperaturregelung erwünscht, um das Schwingen zu verhindern, selbst wenn sich bei einem autonomen Regelsystem beide Parameter theoretisch über den gesamten zulässigen Bereich ändern können.

##### B.3.2 Taupunkt-Sättigungs- und Wiedererwärmungssysteme

In diesen Systemen werden relative Luftfeuchte und Temperatur voneinander unabhängig durch getrennte Sensoren geregelt, jedoch sind beide Regler Temperaturregler, und beide sind in der Regel Proportionalregler. Die sehr geringe Änderung der Sättigungs(Taupunkt)temperatur läßt besonders das Schwingen zu einem viel geringeren Problem werden. Jedoch ist die genaue Regelung beider Temperaturen auf konstante schwankungsfreie Pegel ein unerläßlicher Aspekt für eine gute Regelung. Da Erwärmen in der Regel den letzten Schritt bei der Luftbehandlung darstellt, würde die Endtemperatur unter der Voraussetzung einer perfekten Sättigungstemperaturregelung auf besser als  $\pm 0,7^\circ\text{C}$  zu halten sein, um zu verhindern, daß sich die relative Luftfeuchte über  $\pm 2\%$  hinaus ändert (siehe Abschnitt B.1). In der Praxis müssen sowohl die Taupunkttemperatur als auch die Wiedererwärmungstemperatur auf  $\pm 0,3^\circ\text{C}$  oder besser geregelt werden.

## B.4 Schwankung von Temperatur und relativer Luftfeuchte

Unter der Voraussetzung, daß das Regelsystem zufriedenstellend arbeitet, ist eine unannehmbare Schwankung von Temperatur oder Luftfeuchte in der Regel auf einen unzureichenden Luftdurchsatz oder schlechte Luftzirkulation im Raum zurückzuführen. Zur Erzielung zuverlässiger und vereinbarere Übereinstimmung mit den Forderungen von Abschnitt 5 dieser Internationalen Norm wird erwartet, daß das System folgende Grenzwerte enthält.

### B.4.1 Schwankung der Temperatur

Für den Betrieb mit maximalem Wirkungsgrad wird von dem System erwartet, daß

- a) die Differenz zwischen Maximal- und Minimaltemperatur an einem einzelnen Punkt im Arbeitsraum während eines Zeitraumes von 30 min den Wert von 1 °C nicht überschreitet;
- b) die Änderung der mittleren Temperatur an einem einzelnen Punkt während zwei getrennter Zeiträume von 30 min in 24 h den Wert von 0,5 °C nicht überschreitet;
- c) sich die Temperatur zwischen zwei Punkten im Arbeitsraum zu keinem Zeitpunkt um mehr als 0,5 °C ändert.

### B.4.2 Schwankung der relativen Luftfeuchte

Für den Betrieb des Systems bei maximalem Wirkungsgrad wird empfohlen, daß

- a) die Differenz zwischen der maximalen und der minimalen relativen Luftfeuchte an einem einzelnen Punkt in dem Bereich, in dem Prüfungen durchgeführt werden, während eines Zeitraumes von 30 min einen Wert von 2 % nicht überschreiten sollte und die Differenz zwischen den mittleren relativen Luftfeuchten während zwei Zeiträumen von 30 min in 24 h den Wert von 1 % nicht überschreiten sollte;
- b) sich die relative Luftfeuchte zwischen zwei Punkten in dem Bereich, in dem Prüfungen durchgeführt werden, zu keinem Zeitpunkt um mehr als 2 % unterscheiden sollte.

ANMERKUNG 11: Im Raum sollte ständig ein Registrierhygrometer in Betrieb sein, das entweder autonom oder Teil des Regelsystems ist, jedoch darf ein derartiges Hygrometer nicht dafür verwendet werden, um einzuschätzen, ob das Klima den Forderungen dieser Internationalen Norm entspricht, es sei denn, es entspricht auch den Forderungen von Anhang A dieser Internationalen Norm.

ANMERKUNG 12: In Anhang C ist eine zweckmäßige Verweisung [6] für die Gestaltung und die Regelung von Prüfklimaten angegeben.

## Anhang C (informativ)

### Schrifttum

- [1] ISO 535 : 1976 Papier und Pappe — Bestimmung der Wasseraufnahme — Cobb-Verfahren
- [2] ISO 3781 : 1983 Papier und Pappe — Bestimmung der Zugfestigkeit nach dem Eintauchen in Wasser
- [3] ISO 7263 : 1985 Wellpappen-Wellenbahnen — Bestimmung des Flachstauchwiderstandes nach Wellung im Labor
- [4] DE YONG, J. Appita 35(6) : 483 (1982)
- [5] CRC-Handbuch für Chemie und Physik (1989/1990)
- [6] Handbuch für die physikalische und mechanische Prüfung von Papier und Pappe, herausgegeben von Richard E. Mark, Band 1, Kapitel 12





