

DIN EN 14179-1

DIN

ICS 81.040.20

**Glas im Bauwesen –
Heißgelagertes thermisch vorgespanntes
Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas –
Teil 1: Definition und Beschreibung;
Deutsche Fassung EN 14179-1:2005**

Glass in building –

Heat soaked thermally toughened soda lime silicate safety glass –

Part 1: Definition and description;

German version EN 14179-1:2005

Verre dans la construction –

Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé et traité Heat Soak –

Partie 1: Définition et description;

Version allemande EN 14179-1:2005

INTERPANE DOKUMENT

101.26

Ausgabe (Rev.):

1

Ausgabedatum:

9/2005

Seitenzahl insgesamt:

45

Gesamtumfang 45 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN
Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN



Nationales Vorwort

Die Europäische Norm wurde in der Arbeitsgruppe 2 „Vorgespanntes, teilvorgespanntes und emailliertes Glas“ (Sekretariat: DIN) des CEN/TC 129 „Glas im Bauwesen“ (Sekretariat: Belgien) unter Mitwirkung deutscher Experten ausgearbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss 09.29.00 „Flachglas-Produkte“.

Es wurde festgestellt, dass für den englischen Begriff „soda lime silicate glass“ in den bisher veröffentlichten Deutschen Fassungen der Europäischen Normen zu Glas im Bauwesen unterschiedliche deutsche Begriffe verwendet wurden. Der Arbeitsausschuss 09.29.00 hat deshalb festgelegt, dass ab sofort der einheitliche Begriff „Kalk-Natronsilicatglas“, wie auch in DIN 1259-1 „Glas — Teil 1: Begriffe für Glasarten und Glasgruppen“, Ausgabe 09-2001 als Oberbegriff definiert, verwendet wird.

Um den Titel der DIN EN 14179-1 übersichtlicher zu gestalten und zur Vereinheitlichung mit bereits veröffentlichten Normen, wurde der englische Begriff „heat soaked thermally toughened soda lime silicate safety glass“ mit „heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas“ ohne den Zusatz von „Silicat“ übersetzt.

Im Text der Norm wurde für „soda lime silicate glass“ jedoch immer „Kalk-Natronsilicatglas“ verwendet.

Die im Abschnitt 2 zitierten Normen sind unter der gleichen Zählnummer als Deutsche Normen im deutschen Normenwerk aufgeführt.

Deutsche Fassung

Glas im Bauwesen —
Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-
Einscheibensicherheitsglas —
Teil 1: Definition und Beschreibung

Glass in building — Heat soaked thermally toughened soda
lime silicate safety glass —
Part 1: Definition and description

Verre dans la construction — Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé et traité Heat Soak —
Partie 1: Définition et description

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Mai 2005 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 Management-Zentrum 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 Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	6
4 Glaserzeugnisse	7
5 Herstellverfahren	7
5.1 Allgemeines.....	7
5.2 Vorspannverfahren.....	8
5.3 Heißlagerungsprozess	8
6 Heißlagerungsprozess-System	9
6.1 Allgemeines.....	9
6.2 Ofen.....	9
6.3 Glaslagerung	9
6.4 Glasabstand	10
6.5 Kalibrierung.....	11
7 Bruchverhalten.....	11
8 Maße und Toleranzen	11
8.1 Nenndicke und Toleranz der Dicke	11
8.2 Breite und Länge (Maße).....	12
8.3 Geradheit	14
9 Kantenbearbeitung, Bohrungen, Öffnungen und Ausschnitte	17
9.1 Warnhinweis.....	17
9.2 Kantenbearbeitung von Glas für das Vorspannen.....	17
9.3 Profilierte Kanten	18
9.4 Bohrungen	18
9.5 Öffnungen und Ausschnitte	21
9.6 Modellscheiben.....	21
10 Prüfung der Bruchstruktur	21
10.1 Allgemeines.....	21
10.2 Maße und Anzahl der Prüfscheiben.....	21
10.3 Durchführung der Prüfung	21
10.4 Beurteilung der Bruchstruktur	22
10.5 Mindestwerte für die Anzahl der Bruchstücke	23
10.6 Auswahl des längsten Bruchstückes	24
10.7 Maximale Länge des längsten Bruchstückes.....	24
11 Weitere physikalische Eigenschaften	24
11.1 Optische Verzerrung	24
11.2 Anisotropie (Irisation)	24
11.3 Thermische Beständigkeit.....	25
11.4 Mechanische Festigkeit	25
11.5 Klassifizierung des Verhaltens bei menschlichem Körperstoß.....	25
12 Kennzeichnung	25

	Seite
Anhang A (normativ) Kalibrierung des Heißlagerungssystems	26
A.1 Kriterien für die Kalibrierung	26
A.2 Beladung des Ofens und Messpunkte für die Oberflächentemperatur des Glases	26
A.3 Durchführung	27
A.4 Aufzeichnungen	27
A.5 Auswertung der Kalibrierung	28
Anhang B (informativ) Gebogenes heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron- Einscheibensicherheitsglas	37
Anhang C (informativ) Beispiel für das Auszählen der Bruchstücke	38
Literaturhinweise	41

Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 14179-1:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 129 „Glas im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom IBN/BIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2005 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2005 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, dass die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Dieser Teil der Europäischen Norm ist nicht eigenständig, er ist Teil einer Normenreihe:

- EN 14179-1, *Glas im Bauwesen — Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas — Teil 1: Definition und Beschreibung;*
- EN 14179-2, *Glas im Bauwesen — Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas — Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm.*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas hat im Vergleich zu spannungsfrei abgekühltem Glas ein sichereres Bruchverhalten. Außerdem ist für heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas das Restrisiko spontanen Brechens aufgrund der möglichen Anwesenheit von kritischen Nickelsulfid-(NiS-)Einschlüssen bekannt.

ANMERKUNG 1 In diesem Fall geht es um extrem große Mengen Glas. Diese Mengen beruhen auf einer statistischen Grundlage. Deshalb ist es nicht möglich, eine Menge von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas für ein Gebäude auszuwählen und zu behaupten, dass kein spontaner Bruch aufgrund von Nickelsulfid-Einschlüssen auftritt. Der Glasbruch von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas aufgrund von anderen Einflüssen ist nicht Gegenstand der Norm.

Soll heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas Schutz gegen Unfälle bei menschlichem Körperstoß bieten, so sollte es auch nach EN 12600 (alle Teile) klassifiziert werden.

ANMERKUNG 2 CEN/TC 129/WG 8 erarbeitet Normen zur Festlegung von Rechenwerten der Festigkeit von Glas und erstellt ein Bemessungsverfahren.

Das Europäische Komitee für Normung (CEN) weist darauf hin, dass angenommen wird, dass für die Übereinstimmung mit diesem Dokument die Anwendung eines Patentes im Zusammenhang mit Heißlagerungstests erforderlich sein kann. CEN bezieht keine Stellung zum Nachweis, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieses Patentrechtes. Der Inhaber dieses Patentrechtes hat gegenüber CEN versichert, dass er bereit ist, Lizenzen zu angemessenen und nicht diskriminierenden Laufzeiten und Bedingungen weltweit mit den Anmeldern zu verhandeln. Dazu ist die Erklärung des Inhabers des Patentrechtes bei CEN registriert. Informationen können bezogen werden von:

SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE

Les Miroirs – 92096 La Défense Cedex

Es wird auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht, dass einige Elemente dieses Dokumentes Inhalt von anderen Patentrechten sein können, die oben nicht genannt wurden. CEN darf nicht für einige oder alle diese Patentrechte verantwortlich gemacht werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt das Heißlagerungsprozess-System sowie die Toleranzen, Geradheit, Kantenbearbeitung, das Bruchverhalten und physikalische und mechanische Eigenschaften von einschleibigem, flachem heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas für die Verwendung im Bauwesen fest.

Anhang B enthält Angaben zu gebogenem heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas, dieses Produkt ist aber nicht Bestandteil dieser Europäischen Norm.

An heißgelagerte thermisch vorgespannte Kalknatron-Einscheibensicherheitsgläser können andere Anforderungen, die in dieser Europäischen Norm nicht beschrieben sind, gestellt werden, wenn sie Bestandteil von Kombinationen sind, wie z. B. Verbundglas oder Isolierglas, sind oder wenn sie weiterverarbeitet, z. B. beschichtet werden. Die zusätzlichen Anforderungen sind in den für die Fertigprodukte zutreffenden Normen festgelegt. In diesem Fall wird heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas seine mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften nicht verlieren.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Europäischen Norm erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 572-1, *Glas im Bauwesen — Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas — Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften*

EN 572-2, *Glas im Bauwesen — Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas — Teil 2: Floatglas*

EN 572-4, *Glas im Bauwesen — Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas — Teil 4: Gezogenes Flachglas*

EN 572-5, *Glas im Bauwesen — Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas — Teil 5: Ornamentglas*

EN 1096-1, *Glas im Bauwesen — Beschichtetes Glas — Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1

heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

dies wird hergestellt, indem ein Glas über eine festgelegte Temperatur erhitzt und dann kontrolliert schnell abgekühlt wird, wodurch eine dauerhafte Spannungsverteilung im Glas entsteht, die ihm eine wesentlich erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und thermische Spannungen verleiht und dafür sorgt, dass es nach einem vorgeschriebenen Muster bricht. Außerdem ist für dieses Glas das Restrisiko spontanen Brechens aufgrund der möglichen Anwesenheit von kritischen Nickelsulfid-(NiS-)Einschlüssen bekannt

3.2

Restrisiko

das statistische Risiko spontanen Brechens von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas aufgrund der Anwesenheit von kritischen Nickelsulfid-(NiS-)Einschlüssen beträgt nicht mehr als ein Bruch auf 400 Tonnen heißgelagerten thermisch vorgespannten Kalknatron-Einscheibensicherheitsglases

3.3

flaches, heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas, dem bei der Herstellung keine vorher mit Absicht festgelegte Form gegeben wurde

3.4

emailliertes, heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas, dem während des Vorspannens ein Email in die Oberfläche eingebrannt wurde. Nach dem Vorspannen wird die Emailschiicht untrennbarer Bestandteil des Glases

ANMERKUNG Im Vereinigten Königreich ist dieses Glas auch unter der Bezeichnung opakes [Englisch „opaque“], heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas bekannt.

3.5

horizontales Vorspannverfahren

Verfahren, bei dem das Glas durch horizontale Rollen unterstützt wird

3.6

vertikales Vorspannverfahren

Verfahren, bei dem das Glas an Zangen aufgehängt wird

4 Glaserzeugnisse

Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas ist aus einscheibigem Kalknatronglas herzustellen, das im Allgemeinen einer der nachstehenden Normen entspricht:

- Kalknatronglas nach EN 572-1;
- Floatglas nach EN 572-2;
- gezogenes Flachglas nach EN 572-4;
- Ornamentglas nach EN 572-5;
- beschichtetes Glas nach EN 1096-1.

5 Herstellverfahren

5.1 Allgemeines

Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas wird wie folgt hergestellt:

Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas (siehe Abschnitt 4) werden auf Maß zugeschnitten und kantenbearbeitet (siehe Abschnitt 9).

Die vorbereiteten Glasscheiben werden anschließend thermisch vorgespannt (siehe 5.2).

Die thermisch vorgespannten Scheiben werden danach dem Heißlagerungsprozess unterzogen.

Nach der Herstellung muss das heißgelagerte thermisch vorgespannte Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas die Prüfung der Bruchstruktur (siehe Abschnitt 10) bestehen und die Anforderungen an die mechanische Festigkeit (siehe 11.4) erfüllen.

5.2 Vorspannverfahren

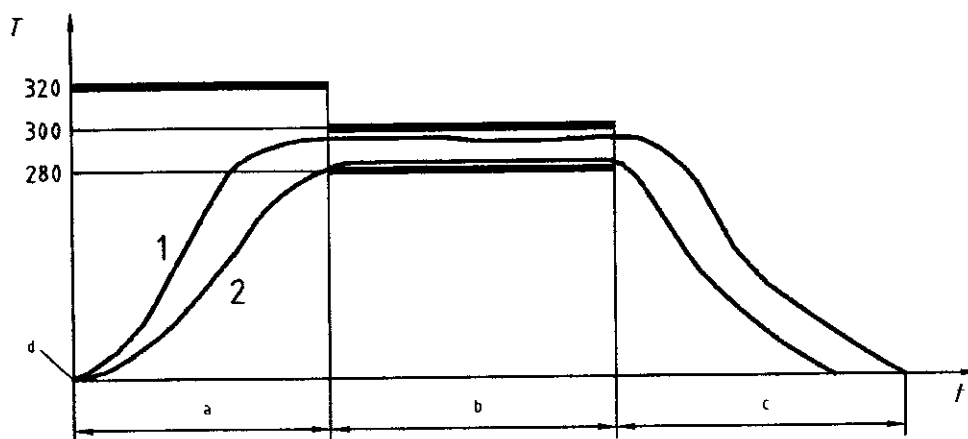
Die zugeschnittenen, geformten und kantenbearbeiteten Glasscheiben werden vorgespannt. Die horizontal oder vertikal vorgespannten Glasscheiben müssen die Anforderungen an die Geradheit erfüllen (siehe 8.3).

Das thermisch vorgespannte Kalk-Natronsilicatglas muss ein Bruchverhalten haben, das sicherstellt, dass das Glas auch nach dem Heißlagerungsprozess bei der Prüfung der Bruchstruktur (siehe Abschnitt 10) noch die Anforderungen von 10.5 erfüllt.

5.3 Heißlagerungsprozess

5.3.1 Allgemeines

Der Heißlagerungsprozess besteht aus einer Aufheizphase, einer Haltephase und einer Abkühlphase (siehe Bild 1).



Legende

T Glaskemperatur an jedem Punkt, °C	d Umgebungstemperatur
t Zeit, h	a Aufheizphase
1 erstes Glas, das 280 °C erreicht	b Haltephase
2 letztes Glas, das 280 °C erreicht	c Abkühlphase

Bild 1 — Heißlagerungsprozess

5.3.2 Aufheizphase

Die Aufheizphase beginnt, wenn alle Glasscheiben Umgebungstemperatur haben, und sie endet, wenn die Oberflächentemperatur des letzten Glases 280 °C erreicht hat. Die zum Erreichen dieser Temperatur erforderliche Zeit wird im Kalibrierverfahren festgelegt. Diese Zeit hängt von den Abmessungen des Ofens, der zu behandelnden Glasmenge, dem Abstand zwischen den Glasscheiben und der Leistungsfähigkeit des Heizsystems ab.

ANMERKUNG 1 Der Abstand zwischen den Glasscheiben und die Aufheizgeschwindigkeit sollten kontrolliert werden, um das Risiko von Glasbruch infolge thermischer Spannungen zu minimieren.

Um eine wirtschaftliche Beheizung zu ermöglichen, darf die Lufttemperatur im Ofen 320 °C überschreiten. Die Glaskemperatur jedoch darf 320 °C nicht überschreiten. Der Zeitraum, in dem die Temperatur der Glasoberfläche höher als 300 °C liegt, muss klein gehalten werden.

ANMERKUNG 2 Wenn die Temperatur des Glases 300 °C überschreitet, sollte darauf geachtet werden, dass sich die Eigenschaften des heißgelagerten thermisch vorgespannten Kalknatron-Einscheibensicherheitsglases nicht signifikant ändern, d. h., dass sie weiterhin mit den Anforderungen von Abschnitt 10 übereinstimmen.

5.3.3 Haltephase

Die Haltephase beginnt, wenn die Oberflächentemperatur des Glases 280 °C erreicht hat. Die Dauer der Haltephase beträgt 2 h.

Eine genaue Kontrolle des Ofens ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die Oberflächentemperatur des Glases während der Haltephase im Bereich von 290 °C ± 10 °C gehalten wird.

5.3.4 Abkühlphase

Die Abkühlphase beginnt, wenn das letzte Glas, das eine Temperatur von 280 °C erreicht hat, seine Haltephase abgeschlossen hat, d. h. für zwei Stunden auf 290 °C ± 10 °C gehalten wurde. Während dieser Phase muss die Temperatur des Glases auf Umgebungstemperatur abgekühlt werden.

Die Abkühlphase kann als abgeschlossen betrachtet werden, wenn die Lufttemperatur im Ofen 70 °C erreicht hat.

ANMERKUNG Die Abkühlgeschwindigkeit sollte kontrolliert werden, um das Risiko vom Glasbruch aufgrund thermischer Spannungen zu minimieren.

6 Heißlagerungsprozess-System

6.1 Allgemeines

Das Heißlagerungsprozess-System besteht aus:

- Ofen (siehe 6.2);
- Glaslagerung (siehe 6.3);
- Abstandhaltersystem (siehe 6.4).

Der Ofen muss kalibriert werden, siehe 6.5 und Anhang A. Dadurch wird das Verfahren zum Heißlagerungsprozess-System bei der Herstellung von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglases bestimmt.

6.2 Ofen

Der Ofen muss durch Konvektion beheizt werden und eine ungehinderte Zirkulation der Luft um jede einzelne Glasscheibe sicherstellen. Im Fall von Glasbruch darf der Luftstrom nicht behindert werden. Der Luftstrom im Ofen muss parallel zu den Glasoberflächen geführt werden.

ANMERKUNG Die Lufteintritts- und -austrittsöffnungen sollten so ausgelegt sein, dass sichergestellt ist, dass sie nicht von Glasbruchstücken blockiert werden.

6.3 Glaslagerung

Die Glasscheiben dürfen vertikal oder horizontal gelagert werden. Das Glas darf nicht befestigt oder geklammert werden, es muss frei beweglich gelagert werden.

ANMERKUNG Vertikal bedeutet entweder genau senkrecht oder zu jeder Seite bis zu 15° von der Senkrechten geneigt.

Der Abstand zwischen den Glasscheiben hat Einfluss auf die Luftströmung, den Wärmeaustausch und die Aufheizdauer. Berührungen der Glasscheiben untereinander sind nicht erlaubt.

6.4 Glasabstand

Die Glasscheiben müssen so auf Abstand gehalten werden, dass die Luftströmung nicht behindert wird. Die Abstandhalter dürfen die Luftströmung ebenfalls nicht behindern, siehe z. B. Bild 2.

Maße in Millimeter

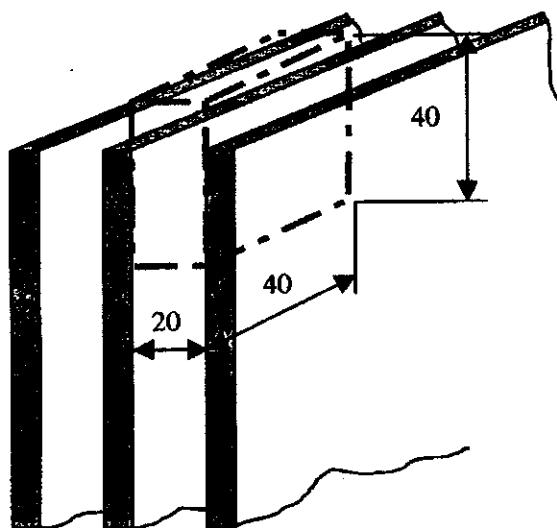


Bild 2 — Beispiel für eine vertikale Glasauflagerung

Der Mindestabstand der Glasscheiben muss durch die Kalibrierung des Ofens bestimmt werden, siehe 6.5 und Anhang A.

ANMERKUNG 1 Im Allgemeinen wird ein Mindestabstand von 20 mm empfohlen (siehe Bild 3).

ANMERKUNG 2 Werden Glasscheiben mit unterschiedlichen Abmessungen auf dem gleichen Gestell gelagert, erfordern sie einen größeren Abstand, um Glasbruch zu vermeiden, wenn der Ofen nach dem Heißlagerungsprozess geöffnet wird. Das Gleiche gilt für Glasscheiben mit Bohrungen, Öffnungen und Ausschnitten.

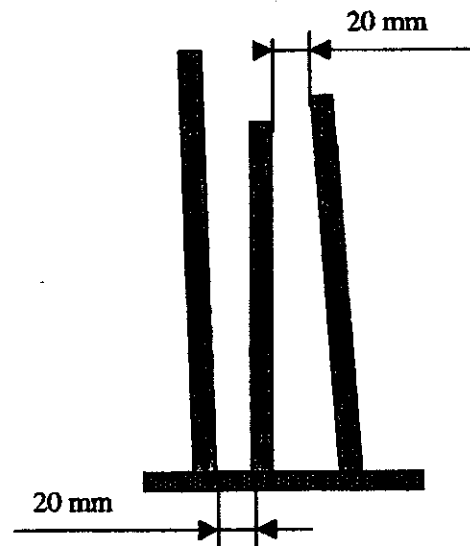


Bild 3 — Empfohlener Abstand zwischen den Glasscheiben

Die Positionierung der Abstandhalter, der Werkstoff, aus dem sie hergestellt sind, und ihre Form müssen während der Kalibrierung des Ofens festgelegt und dann während des Herstellungsprozesses beibehalten werden.

6.5 Kalibrierung

Das Heißlagerungssystem, z. B. Ofen, Glasabstand, Abstandhalter usw., müssen kalibriert werden, siehe Anhang A.

Die Kalibrierung muss die Aufheizphase des Prozesses, die Glasabstände, die Positionierung, den Werkstoff und die Form der Abstandhalter sowie den Typ und die Positionierung der/des Gestelle(s) sowie die Verfahrensbedingungen während der Herstellung festlegen.

7 Bruchverhalten

Im Fall des Bruches zerfällt heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas in zahlreiche kleine Krümel, deren Kanten im Allgemeinen stumpf sind.

ANMERKUNG In der Praxis entspricht das Bruchverhalten nicht immer dem in Abschnitt 10 beschriebenen, was auf Einwirkungen durch die Befestigung, durch Weiterverarbeitung (z. B. zu Verbundglas) oder auf die Ursache des Bruchs zurückzuführen ist.

8 Maße und Toleranzen

8.1 Nenndicke und Toleranz der Dicke

Die Nenndicken und Toleranzen der Dicke sind diejenigen der entsprechenden Produktnorm (siehe Abschnitt 4), wovon einige in Tabelle 1 wiedergegeben sind.

Tabelle 1 — Nenndicken und Toleranzen der Dicke

Maße in Millimeter

Nenndicke <i>d</i>	Toleranzen der Dicke für die Glasart		
	Gezogenes Flachglas	Ornamentglas	Floatglas
3	± 0,2	± 0,5	± 0,2
4	± 0,2	± 0,5	± 0,2
5	± 0,3	± 0,5	± 0,2
6	± 0,3	± 0,5	± 0,2
8	± 0,4	± 0,8	± 0,3
10	± 0,5	± 1,0	± 0,3
12	± 0,6	nicht hergestellt	± 0,3
15	nicht hergestellt	nicht hergestellt	± 0,5
19	nicht hergestellt	nicht hergestellt	± 1,0
25	nicht hergestellt	nicht hergestellt	± 1,0

Die Dicke einer Glasscheibe muss wie beim Basisprodukt bestimmt werden. Die Messung muss an der Mitte der vier Seitenkanten und außerhalb des Bereichs von eventuell vorhandenen Aufhängemarken (siehe Bild 6) vorgenommen werden.

8.2 Breite und Länge (Maße)

8.2.1 Allgemeines

Wenn die Maße von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas für rechteckige Scheiben angegeben werden, muss das erste Maß das der Breite *B* und das zweite Maß das der Länge *H* sein, wie auf Bild 4 gezeigt. Es muss aus der Anwendung heraus eindeutig sein, welches Maß die Breite *B* und welches die Länge *H* ist.

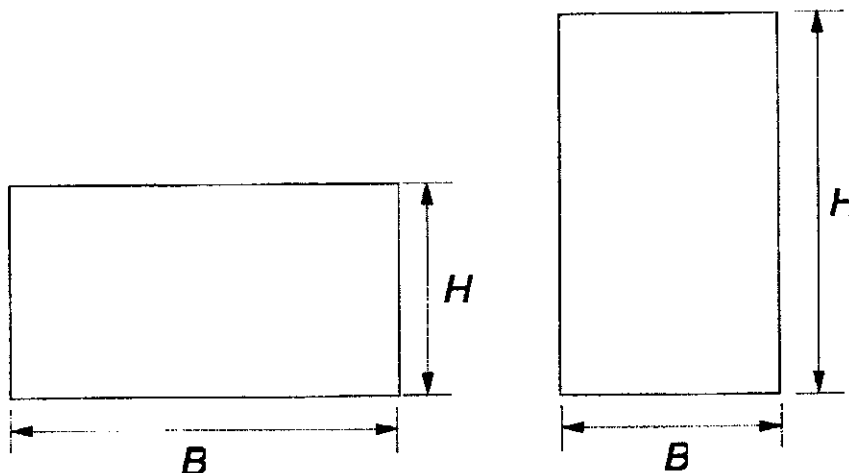


Bild 4 — Beispiele für die Breite *B* und die Länge *H* in Abhängigkeit von der Scheibenform

ANMERKUNG Bei heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas, das aus Ornamentglas hergestellt wurde, sollte die Ornamentausrichtung in Bezug auf eines der Maße festgelegt werden.

8.2.2 Höchstmaße und Mindestmaße

Zu den Höchst- und Mindestmaßen sollte beim Hersteller nachgefragt werden.

8.2.3 Toleranzen und Winkligkeit

Bei vorgegebenen Nennmaßen für die Breite und Länge darf das Endprodukt nicht größer sein als ein vorgeschriebenes Rechteck, das sich aus dem Nennmaß, vergrößert um die Toleranz t , ergibt, oder nicht kleiner als ein vorgeschriebenes Rechteck, verringert um die Toleranz t . Die Seiten der vorgeschriebenen Rechtecke verlaufen parallel zueinander, und diese Rechtecke müssen einen gemeinsamen Mittelpunkt haben (siehe Bild 5). Die Winkligkeit ist ebenfalls durch die vorgeschriebenen Rechtecke begrenzt. Toleranzen sind in Tabelle 2 angegeben.

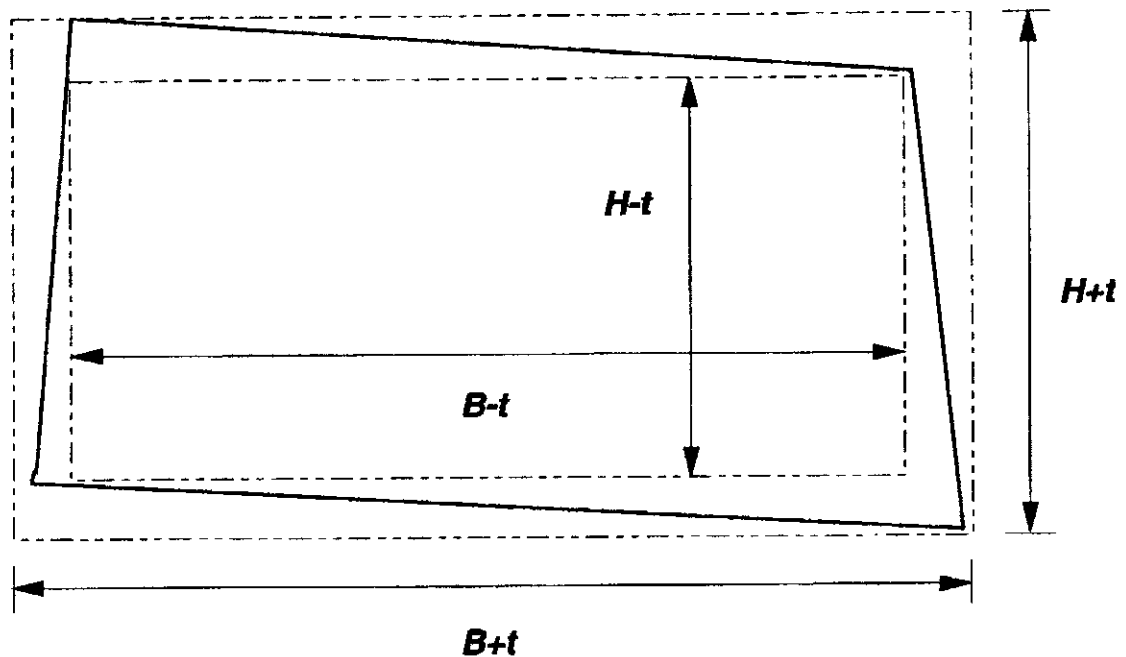


Bild 5 — Toleranzen für die Maße von rechteckigen Scheiben

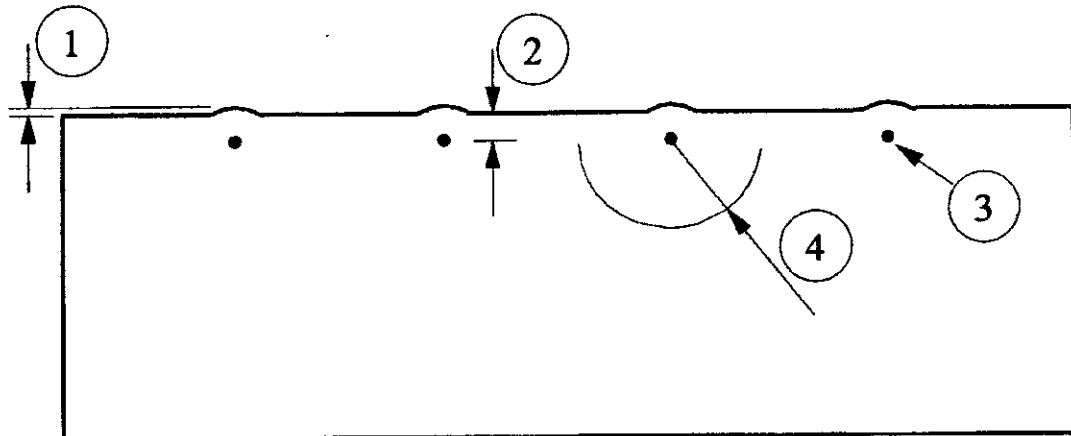
Tabelle 2 — Toleranzen der Breite B und der Länge, H

Maße in Millimeter

Nennmaß der Seite, B oder H	Toleranz t	
	Nennglasdicke $d \leq 12$	Nennglasdicke $d > 12$
$\leq 2\ 000$	$\pm 2,5$ (horizontales Vorspannverfahren) $\pm 3,0$ (vertikales Vorspannverfahren)	$\pm 3,0$
$2\ 000 < B$ oder $H \leq 3\ 000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
$> 3\ 000$	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

8.2.4 Verformungen der Kante beim vertikalen Vorspannverfahren

Die Zangen, an denen das Glas zum Vorspannen aufgehängt wird, erzeugen in der Glasoberfläche Eindrücke, die als „Aufhängepunkte“ bekannt sind (siehe Bild 6). Die Mittelpunkte dieser Aufhängepunkte befinden sich in einem Abstand von bis zu 20 mm von der Glaskante. Im Bereich der Aufhängepunkte kann es zu einer Verformung der Glaskante von < 2 mm und zur Entstehung eines Bereiches optischer Verzerrung kommen. Diese Verformungen sind in den Toleranzen nach Tabelle 2 enthalten.



Legende

- 1 Verformung
- 2 Abstand bis 20 mm
- 3 Aufhängepunkt
- 4 Bereich der optischen Verzerrung, Radius maximal 100 mm

Bild 6 — Verformung an Aufhängepunkten

8.3 Geradheit

8.3.1 Allgemeines

Durch den Vorspannprozess selbst ist es nicht möglich, ein Produkt mit der Geradheit von normal gekühltem Glas herzustellen. Die Abweichung von der Geradheit ist abhängig von der Dicke, den Maßen und dem Seitenverhältnis. Deshalb kann eine Durchbiegung auftreten, die als allgemeine Verwerfung bekannt ist. Es werden zwei Arten von Verwerfungen unterschieden (siehe Bild 7):

- generelle Verwerfung;
- örtliche Verwerfung.

ANMERKUNG 1 Die generelle Verwerfung kann in der Regel durch den Verglasungsrahmen aufgenommen werden.

ANMERKUNG 2 Die örtlichen Verwerfungen sind bei den Verglasungs- und Abdichtungsmaterialien zu berücksichtigen. Bei besonderen Anforderungen sollte beim Hersteller nachgefragt werden.

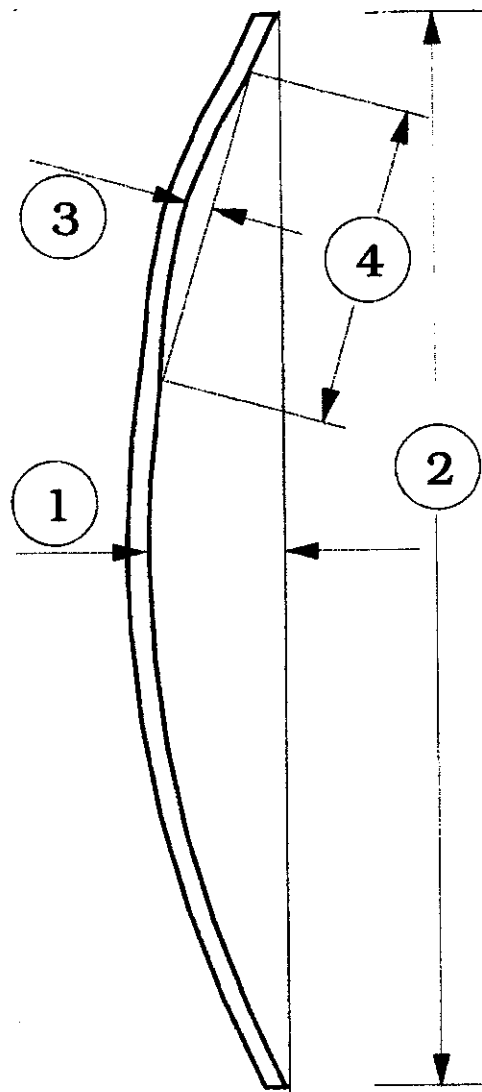
8.3.2 Messen der generellen Verwerfung

Die Glasscheibe muss in senkrechte Lage gebracht und auf ihrer längeren Seite auf zwei Klötze aufgestellt werden, die jeweils im Abstand von einem Viertel der Kantenlänge von der Ecke positioniert sind (siehe Bild 8).

Die Verwerfung muss entlang der Kanten der Glasscheibe und entlang der Diagonalen als der größte Abstand zwischen einem Haarlineal oder einem gespannten Draht und der konkaven Oberfläche der Glasscheibe gemessen werden (siehe Bild 7).

Der Wert für die Verwerfung wird dann als die Durchbiegung, in Millimeter, dividiert durch die jeweilige gemessene Länge der Glaskante oder der Diagonalen, in Millimeter, angegeben.

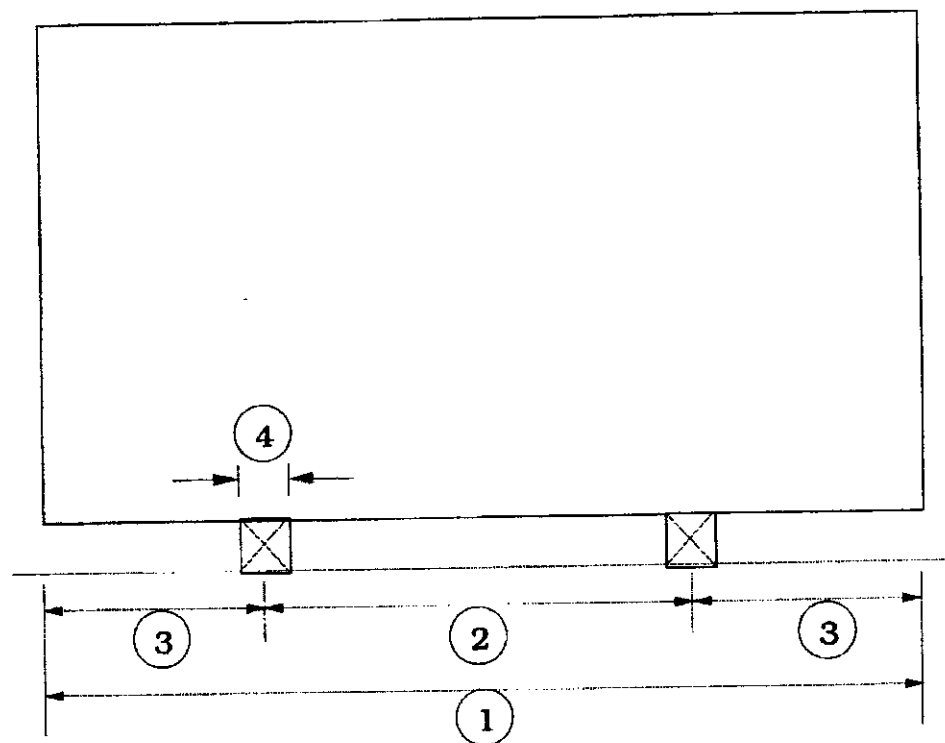
Die Messung muss bei Raumtemperatur durchgeführt werden.



Legende

- 1 Durchbiegung zur Berechnung der generellen Verwerfung
- 2 B oder H oder die Diagonale
- 3 Örtliche Verwerfung
- 4 Länge von 300 mm

Bild 7 — Darstellung der generellen und örtlichen Verwerfung



Legende

- 1 B oder H
- 2 $(B$ oder $H)/2$
- 3 $(B$ oder $H)/4$
- 4 maximal 100 mm

Bild 8 — Aufstellungsbedingungen zum Messen der generellen Verwerfung

8.3.3 Messung der örtlichen Verwerfung

Eine örtliche Verwerfung kann über relativ kurze Strecken an den Glaskanten auftreten. Die örtliche Verwerfung muss über eine begrenzte Länge von 300 mm parallel zur Glaskante mit einem Haarlineal oder einem gespannten Draht in einem Abstand von 25 mm von der Glaskante gemessen werden (siehe Bild 7).

Die örtliche Verwerfung wird in Millimeter/300 mm Länge angegeben.

Bei Ornamentglas muss die örtliche Verwerfung mit einem Haarlineal bestimmt werden, das auf die höchsten Punkte der Struktur aufgelegt wird und zum höchsten Punkt der Struktur misst.

8.3.4 Grenzwerte der generellen und örtlichen Verwerfung

Die maximal erlaubten Werte für die nach 8.3.2 gemessene generelle Verwerfung und die nach 8.3.3 gemessene örtliche Verwerfung für Glas ohne Bohrungen und/oder Öffnungen und/oder Ausschnitte sind in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3 — Maximale Werte der generellen und örtlichen Verwerfung

Vorspannverfahren	Glasart	Höchstwerte	
		Generelle Verwerfung mm/mm	Örtliche Verwerfung mm/300 mm
Horizontal	Floatglas nach EN 572-2	0,003	0,5
	Sonstige	0,004	0,5
Vertikal	Alle	0,005	1,0

9 Kantenbearbeitung, Bohrungen, Öffnungen und Ausschnitte

9.1 Warnhinweis

WARNUNG — Es sollte vermieden werden, heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas nach dem Vorspannen zu schneiden, zu sägen, zu bohren oder die Kanten zu bearbeiten.

9.2 Kantenbearbeitung von Glas für das Vorspannen

Jedes Glas, das thermisch vorgespannt werden soll, muss vor dem Vorspannen eine Kantenbearbeitung erhalten.

Die einfachste Art der Kantenbearbeitung ist die gesäumte Kante (siehe Bild 9). Andere gebräuchliche Arten sind auf den Bildern 10 bis 12 dargestellt. Bei besonderer Kantenbearbeitung wie „Wasser-Strahl-Schneiden“ sollte bei den Herstellern nachgefragt werden.

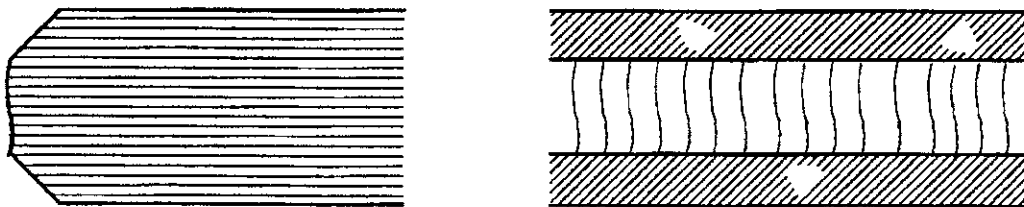


Bild 9 — Gesäumte Kante (mit blanken Stellen)

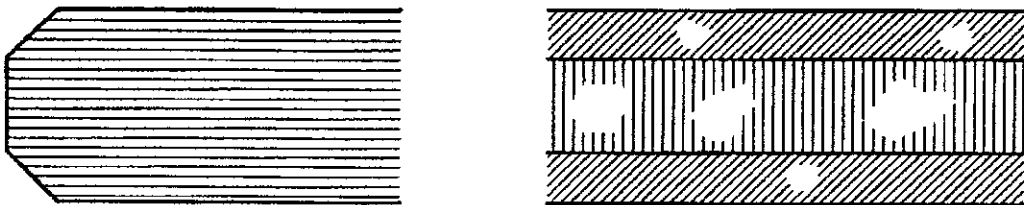


Bild 10 — Maßgeschliffene Kante (mit blanken Stellen)

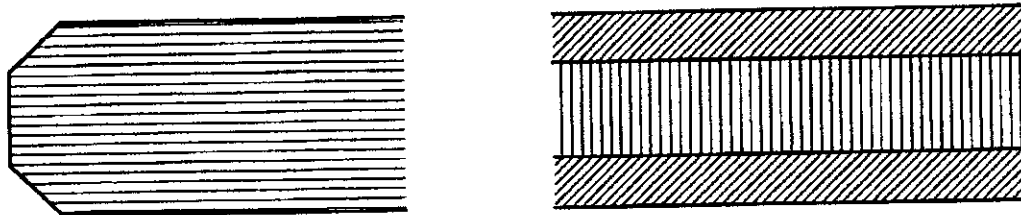


Bild 11 — Geschliffene Kante (ohne blanken Stellen)

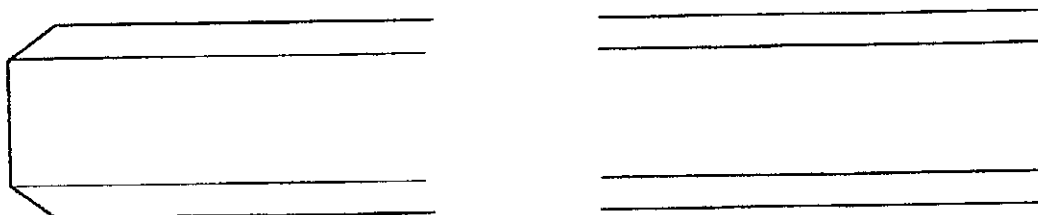


Bild 12 — Polierte Kante

9.3 Profilierte Kanten

Eine Vielzahl von weiteren Kantenprofilen kann durch unterschiedliche Arten von Kantenbearbeitungen hergestellt werden.

9.4 Bohrungen

9.4.1 Allgemeines

Diese Europäische Norm bezieht sich nur auf Bohrungen in Glas von mindestens 4 mm Nenndicke. Zur Kantenbearbeitung von Bohrungen sollte bei den Herstellern nachgefragt werden.

9.4.2 Durchmesser von Bohrungen

Der Durchmesser von Bohrungen, \varnothing , darf nicht geringer als die Nenndicke des Glases sein. Bei kleineren Bohrungen sollte bei den Herstellern nachgefragt werden.

9.4.3 Begrenzungen für die Lage von Bohrungen

Im Allgemeinen sind die Begrenzungen der Lage von Bohrungen in Bezug auf die Kanten der Glasscheibe, die Ecken der Glasscheibe und die Bohrungen untereinander abhängig von:

- Nenndicke des Glases (d);
- Maßen der Scheibe (B , H);
- Durchmesser der Bohrung (\varnothing);
- Form der Scheibe;
- Anzahl der Bohrungen.

Die nachstehend aufgeführten Empfehlungen entsprechen den normal erhältlichen Scheiben und sind auf Scheiben mit höchstens 4 Bohrungen beschränkt.

- 1) Der Abstand, a , von der Kante einer Bohrung zur Glaskante sollte mindestens $2d$ betragen.

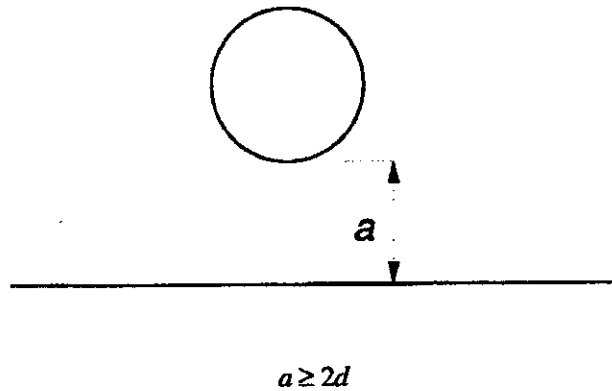


Bild 13 — Beziehung zwischen Bohrung und Scheibenkante

- 2) Der Abstand, b , zwischen den Kanten zweier Bohrungen sollte mindestens $2d$ betragen.

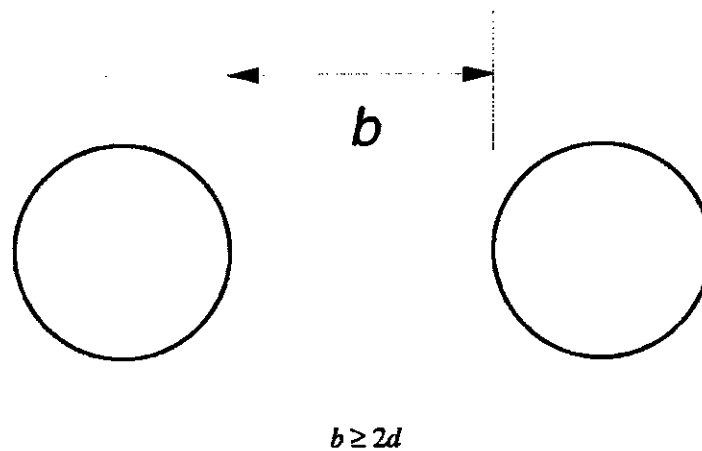


Bild 14 — Beziehung zwischen zwei Bohrungen

- 3) Der Abstand, c , von der Kante einer Bohrung zur Ecke des Glases sollte mindestens $6d$ betragen.

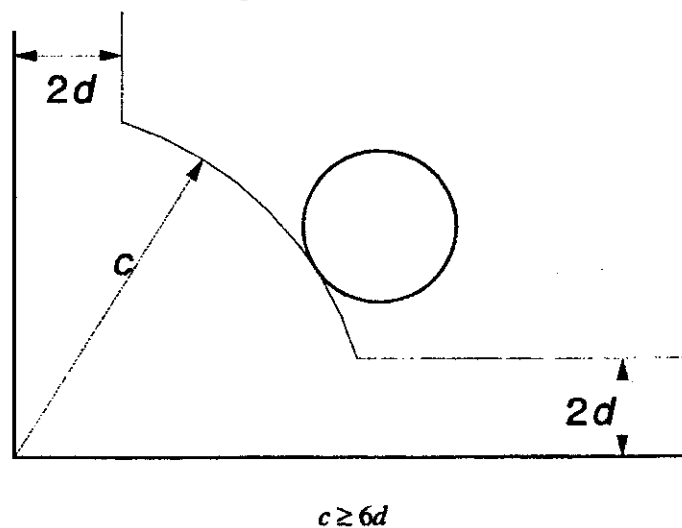


Bild 15 — Beziehung zwischen Bohrung und Ecke des Glases

ANMERKUNG Wenn einer der Abstände von der Bohrungskante zur Glaskante kleiner als 35 mm ist, kann es notwendig sein, die Bohrung in Bezug auf die Ecke asymmetrisch anzuordnen. Der Hersteller sollte befragt werden.

9.4.4 Toleranzen für Bohrungsdurchmesser

Die Toleranzen für Bohrungsdurchmesser sind in Tabelle 4 angegeben

Tabelle 4 — Toleranzen für Bohrungsdurchmesser

Maße in Millimeter

Nenndurchmesser der Bohrung, \varnothing	Toleranzen
$4 \leq \varnothing \leq 20$	$\pm 1,0$
$20 < \varnothing \leq 100$	$\pm 2,0$
$100 < \varnothing$	Anfrage beim Hersteller

9.4.5 Toleranzen der Lage von Bohrungen

Die Toleranzen der Lagen von Bohrungen entsprechen denen der Breite B und der Länge H (siehe Tabelle 2). Die Lagen der Bohrungen werden in rechtwinkligen Koordinaten (x - und y -Achsen) von einem Bezugspunkt zum Mittelpunkt der Bohrungen gemessen. Als Bezugspunkt wird im Allgemeinen eine vorhandene Ecke oder ein gedachter Punkt der Scheibe gewählt (Beispiele siehe Bild 16).

Die Lage einer Bohrung (X, Y) ergibt sich als $(x \pm t, y \pm t)$, wobei x und y die geforderten Maße und t die Toleranzen nach Tabelle 2 sind.

ANMERKUNG Zu engeren Toleranzen der Lage von Bohrungen sollte beim Hersteller nachgefragt werden.

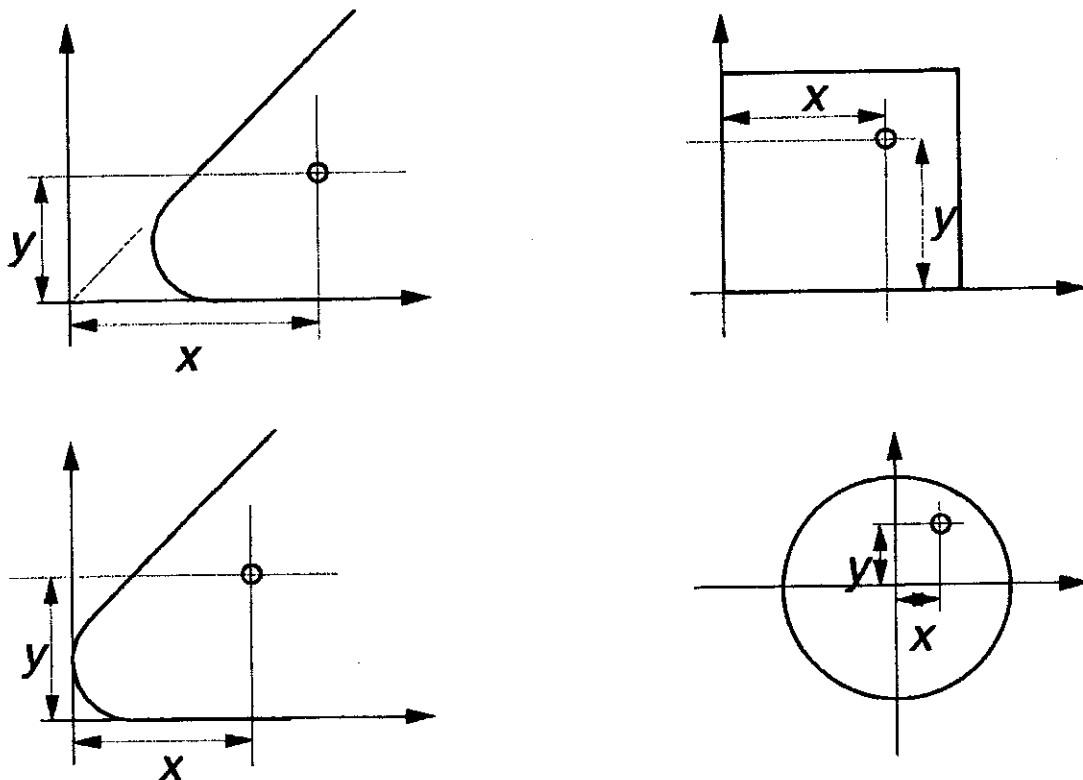


Bild 16 — Beispiele für die Lage von Bohrungen im Verhältnis zum Bezugspunkt

9.5 Öffnungen und Ausschnitte

Es kann eine Vielzahl von unterschiedlichen Ausschnitten und Öffnungen hergestellt werden.

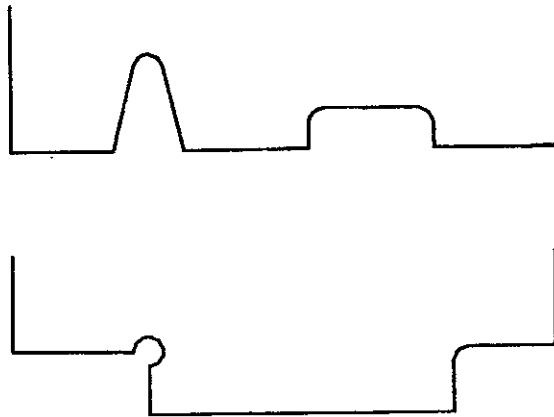


Bild 17 — Beispiele für Rand- und Eckausschnitte

Zur Kantenbearbeitung von Ausschnitten und Öffnungen sollte bei den Herstellern nachgefragt werden.

9.6 Modellscheiben

Es kann eine Vielzahl verschiedener nicht rechteckiger Modelle produziert werden, zu denen beim Hersteller nachgefragt werden sollte.

10 Prüfung der Bruchstruktur

10.1 Allgemeines

Die Prüfung der Bruchstruktur bestimmt, ob das Glas in der für heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas vorgeschriebenen Weise bricht.

10.2 Maße und Anzahl der Prüfscheiben

Die Maße der Prüfscheiben müssen 360 mm × 110 mm betragen, sie dürfen keine Bohrungen, Öffnungen oder Ausschnitte haben.

Fünf Prüfscheiben müssen geprüft werden.

10.3 Durchführung der Prüfung

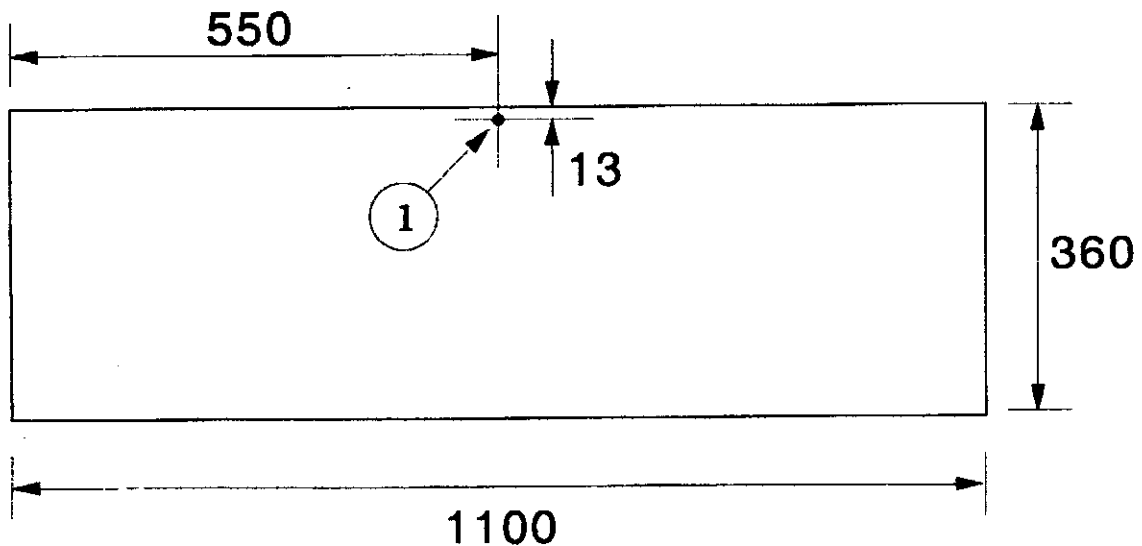
Jede Prüfscheibe wird in der Mitte der langen Kante im Abstand von 13 mm von dieser Kante mit einem spitzen Stahlwerkzeug angeschlagen, bis sie bricht (siehe Bild 18).

ANMERKUNG Das Bruchverhalten von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas bleibt bei Temperaturen zwischen -50 °C und $+100\text{ °C}$ unverändert.

Beispiele von Stahlwerkzeugen sind ein Hammer mit einer Masse von ungefähr 75 g, ein federkraftbetätigter Schlagbolzen oder andere ähnliche Vorrichtungen mit gehärteter Spitze. Der Krümmungsradius der Spitze sollte etwa 0,2 mm betragen.

Die Prüfscheibe muss ohne jegliche mechanische Zwängung flach auf einen Tisch gelegt werden. Damit die Zerstreung der Bruchstücke verhindert wird, muss die Prüfscheibe an den Kanten mit einfachen Mitteln, z. B. einen kleinen Rahmen, Klebeband usw., so fixiert werden, dass die Bruchstücke nach dem Bruch zusammengehalten bleiben, wobei das Ausdehnen der Prüfscheibe jedoch nicht behindert wird.

Maße in Millimeter



Legende

1 Aufschlagpunkt

Bild 18 — Lage des Aufschlagpunktes

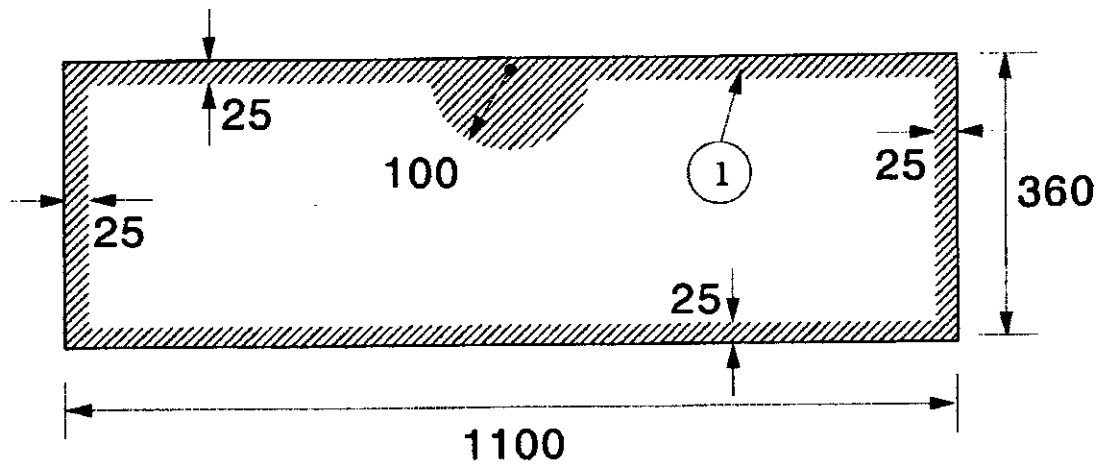
Bei im vertikalen Vorspannverfahren hergestelltem heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas darf sich der Aufschlagpunkt nicht an der Kante mit den Aufhängepunkten befinden.

10.4 Beurteilung der Bruchstruktur

Das Auszählen der Bruchstücke und das Messen des größten Bruchstücks müssen zwischen 4 min und 5 min nach dem Bruch durchgeführt werden. Eine Fläche mit dem Radius von 100 mm um den Aufschlagpunkt herum und ein an den Kanten der Prüfscheibe verlaufender Streifen von 25 mm Breite (siehe Bild 19) müssen von der Bewertung ausgenommen werden.

Das Auszählen der Bruchstücke muss im Bereich mit der größten Bruchstruktur erfolgen (mit dem Ziel, den Minimalwert zu ermitteln). Das Auszählen der Bruchstücke muss innerhalb einer Maske von $(50 \pm 1) \text{ mm} \times (50 \pm 1) \text{ mm}$ erfolgen, die auf die Prüfscheibe gelegt wird (siehe Anhang C). Die Bruchstücke ohne Risse müssen gezählt werden. Ein Bruchstück ist „rissfrei“, wenn es keine Risse aufweist, die von einer Kante zu einer anderen verlaufen (siehe Bild 20).

Maße in Millimeter



Legende

1 von der Prüfung ausgenommener Bereich

Bild 19 — Bereich, der vom Auszählen der Bruchstücke und Messen des längsten Bruchstücks auszuschließen ist

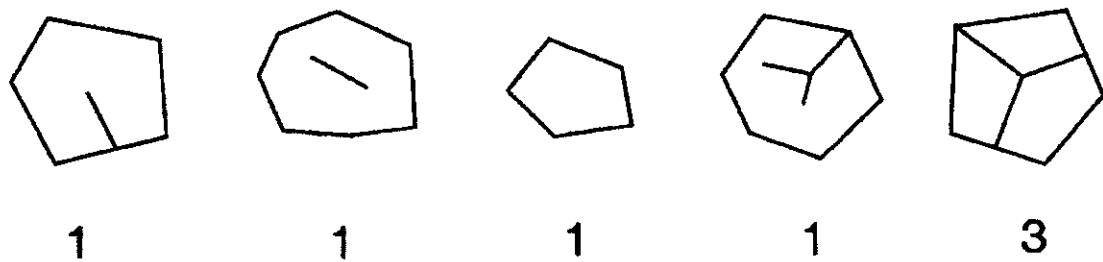


Bild 20 — Beispiele für rissfreie Bruchstücke und die Bewertung in Bezug auf die Anzahl

Beim Auszählvorgang werden alle Bruchstücke, die vollständig innerhalb der Maske liegen, als jeweils ein Bruchstück und alle Bruchstücke, die sich teilweise innerhalb der Maske befinden, als jeweils ein halbes Bruchstück gezählt (siehe Anhang C).

10.5 Mindestwerte für die Anzahl der Bruchstücke

Damit ein Glas als heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas eingestuft werden kann, darf die Anzahl der Bruchstücke jeder Prüfscheibe die in Tabelle 5 angegebenen Werte nicht unterschreiten.

Tabelle 5 — Mindestwerte der Anzahl von Bruchstücken

Glasart	Nennstärke (d) mm	Mindestanzahl an ausgezählten Bruchstücken
Floatglas und gezogenes Glas	3	15
	4 bis 12	40
	15 bis 19	30
Ornamentglas	4 bis 10	30

10.6 Auswahl des längsten Bruchstückes

Das längste Bruchstück muss aus der Fläche der Prüfscheibe ausgewählt werden. Es darf nicht in dem von der Zählung ausgenommenen Bereich liegen (siehe 10.4).

10.7 Maximale Länge des längsten Bruchstückes

Damit das Glas als heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas eingestuft werden kann, darf die Länge des längsten Bruchstückes 100 mm nicht überschreiten.

11 Weitere physikalische Eigenschaften

11.1 Optische Verzerrung

11.1.1 Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas nach dem vertikalen Vorspannverfahren

Die Aufhängepunkte können zusätzliche optische Verzerrungen innerhalb einer Fläche mit einem Radius von 100 mm um die Aufhängepunkte hervorrufen (siehe Bild 6).

11.1.2 Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas nach dem horizontalen Vorspannverfahren

Da das heiße Glas während des Vorspannprozesses mit den Rollen des Ofens in Berührung kommt, wird eine Oberflächen-Verzerrung durch Abweichen von der Geradheit hervorgerufen, die als „Roller wave“ bekannt ist. „Roller waves“ machen sich im Allgemeinen in der Reflexion bemerkbar. Glas von 8 mm Dicke oder mehr kann Zeichen von kleinen Eindrücken in der Oberfläche aufweisen („roller-pickup“).

11.2 Anisotropie (Irisation)

Durch den Vorspannprozess werden im Querschnitt des Glases Zonen mit unterschiedlicher Spannung hervorgerufen. Die Spannungszonen verursachen eine Doppelbrechung im Glas, die in polarisiertem Licht sichtbar ist.

Wenn heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas in polarisiertem Licht betrachtet wird, erscheinen die Spannungszonen als farbige Bereiche, die manchmal als „Leoparden-Flecken“ [D: „Abblasringe“] bezeichnet werden.

Polarisiertes Licht ist in normalem Tageslicht vorhanden. Die Menge des polarisierten Lichts ist abhängig vom Wetter und dem Winkel der Sonneneinstrahlung. Die Doppelbrechung ist bei seitlichem Blickwinkel oder durch polarisierende Brillen deutlicher wahrnehmbar.

11.3 Thermische Beständigkeit

Die mechanischen Eigenschaften von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas bleiben bis zu Gebrauchstemperaturen von 250 °C und bei Temperaturen unter null unverändert erhalten. Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas besitzt die Fähigkeit, sowohl abrupten Temperaturschwankungen als auch Temperaturdifferenzen bis zu 200 K zu widerstehen.

11.4 Mechanische Festigkeit

Der Wert der mechanischen Festigkeit kann nur als statistischer Wert, bezogen auf eine bestimmte Wahrscheinlichkeit des Bruchs und eine bestimmte Art der Belastung, angegeben werden.

Die Werte für die mechanische Festigkeit gelten für eine quasi-statische Belastung über eine kurze Zeitspanne, wie z. B. Windlast, und beziehen sich auf eine Bruchwahrscheinlichkeit von 5 % am unteren Grenzwert des Vertrauensbereichs von 95 %. Die Werte für verschiedene Glasarten sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6 — Werte für die mechanische Festigkeit von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

Glasart	Werte für die mechanische Festigkeit N/mm ²
klar	120
Floatglas: eingefärbt	
beschichtet	
Emailliertes Floatglas (emailierte Oberfläche unter Spannung)	75
Ornamentglas und gezogenes Flachglas	90

ANMERKUNG Die Werte in Tabelle 6 repräsentieren die Festigkeit von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas (4 mm und dicker), das die Anforderungen von 10.5 erfüllt.

11.5 Klassifizierung des Verhaltens bei menschlichem Körperstoß

Das Verhalten von heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas bei menschlichem Körperstoß kann durch eine Prüfung nach EN 12600 klassifiziert werden.

12 Kennzeichnung

Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas nach dieser Europäischen Norm muss dauerhaft gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung muss folgende Angaben enthalten:

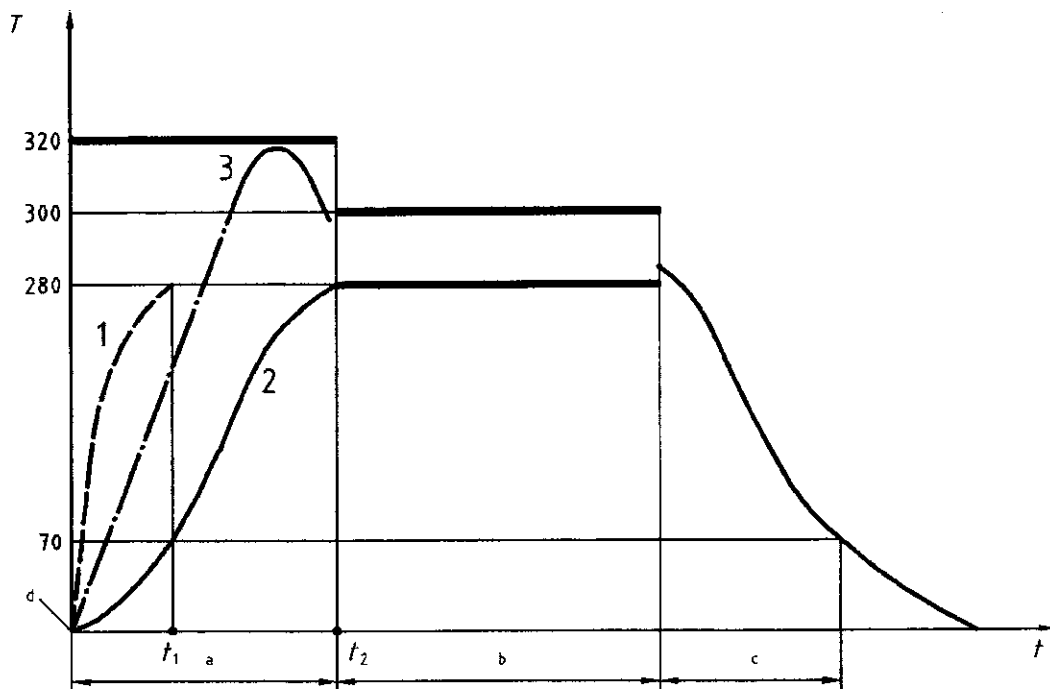
- Name oder Warenzeichen des Herstellers;
- Nummer dieser Europäischen Norm: EN 14179-1.

Anhang A (normativ)

Kalibrierung des Heißlagerungssystems

A.1 Kriterien für die Kalibrierung

Das System für den Heißlagerungsprozess muss den auf Bild A.1 dargestellten Zeit-Temperatur-Verlauf entsprechen. Das System muss in der Lage sein, dem Verlauf sowohl bei 100 %iger als auch bei 10 %iger Beladung zu folgen.



Legende

T	Glastemperatur an jedem Punkt, °C	3	Glastemperatur
t	Zeit, h	d	Umgebungstemperatur
t_1	Zeitpunkt, an dem das erste Glas 280 °C erreicht	a	Aufheizphase
t_2	Zeitpunkt, an dem das letzte Glas 280 °C erreicht	b	Haltephase
1	erstes Glas, das 280 °C erreicht	c	Abkühlphase
2	letztes Glas, das 280 °C erreicht		

Bild A.1 — Zeit-Temperatur-Verlauf als Kriterium für die Kalibrierung

A.2 Beladung des Ofens und Messpunkte für die Oberflächentemperatur des Glases

Die Bilder A.2 bis A.9 zeigen geeignete Anordnungen von Gestellen und deren Beladung sowie Orte für die Messfühler in Öfen mit 1, 2, 6, 8 oder 9 Gestellen.

Die Dauer der Aufheizphase ist abhängig von der Kapazität des Ofens und der verwendeten Menge der Beladung.

ANMERKUNG 1 Die volle Beladung ist abhängig von den Abmessungen und der Dicke des Glases und dem Volumen des Ofens. Im Allgemeinen wird die volle Beladung auf eine Dicke von 6 mm oder 8 mm bezogen.

Der Abstand zwischen den Glasscheiben ebenso wie Typ, Lage, Werkstoff und Form der Abstandhalter müssen bestimmt werden. Der Abstand zwischen den Glasscheiben auf dem/den Gestell(en) muss konstant sein.

Der Mindestabstand, der während der Kalibrierung verwendet wurde, ist der Mindestabstand, der während des Herstellprozesses eingehalten werden kann.

ANMERKUNG 2 Im Allgemeinen wird ein Mindestabstand von 20 mm empfohlen.

A.3 Durchführung

Die Messungen der Lufttemperatur und der Oberflächentemperatur des Glases im Ofen müssen bei voller Beladung erfolgen. Sie müssen für 10 %ige Beladung wiederholt werden.

Die Lufttemperatur im Ofen wird durch Kontrollelemente aufgezeichnet, die in der Nähe des Luftaustritts angeordnet sind. Die Messung der Glasoberflächentemperatur erfolgt mit Thermoelementen, die mit gutem thermischen Kontakt auf der Glasoberfläche befestigt sind.

Bei Beginn der Kalibrierung darf die Lufttemperatur im Ofen 35 °C nicht überschreiten.

Während der Aufheizphase ist der Ofen aufzuheizen, bis die letzte Glasoberfläche 280 °C erreicht hat.

Während der Aufheizphase darf die Glastemperatur an keiner Stelle 320 °C überschreiten.

Während der Aufheizphase sind die folgenden Parameter aufzuzeichnen:

T_c	Temperatur des Kontrollelementes (ununterbrochen);
t_1	Zeitpunkt, an dem das erste Thermoelement und Glas eine Temperatur von 280 °C erreicht hat;
T_{c1}	Temperatur des Kontrollelementes zum Zeitpunkt t_1 ;
t_2	Zeitpunkt, an dem das letzte Thermoelement und Glas eine Temperatur von 280 °C erreicht hat;
T_{cmax}	Maximaltemperatur des Kontrollelementes während der Aufheizphase;
t_{cmax}	Zeitpunkt, an dem die Temperatur T_{cmax} gemessen wird;
T_{Glas}	Temperatur der Glasoberflächen, gemessen am Thermoelement (ununterbrochen) (siehe Bilder A.2 bis A.9).

Die Haltephase beginnt nach dem Zeitpunkt t_2 und muss mindestens 2 h andauern. Die Glasoberflächentemperaturen T_{Glas} müssen innerhalb des Bereiches 290 °C ± 10 °C bleiben. Die Temperatur des Kontrollelementes T_c muss aufgezeichnet werden.

Die Abkühlphase beginnt nach der Zeit $t_2 + 2$ h. Die Temperatur des Kontrollelementes T_c muss aufgezeichnet werden. Der Ofen kann geöffnet werden, wenn die Temperatur $T_c = 70$ °C erreicht hat.

A.4 Aufzeichnungen

Die Kalibrierparameter:

- t_1, T_{c1}
- t_{cmax}, T_{cmax}
- t_2
- T_c, T_{Glas}
- , Abstand der Glasscheiben zueinander

- Lage, Werkstoff, Form der Abstandhalter
- Konfiguration der Gestelle

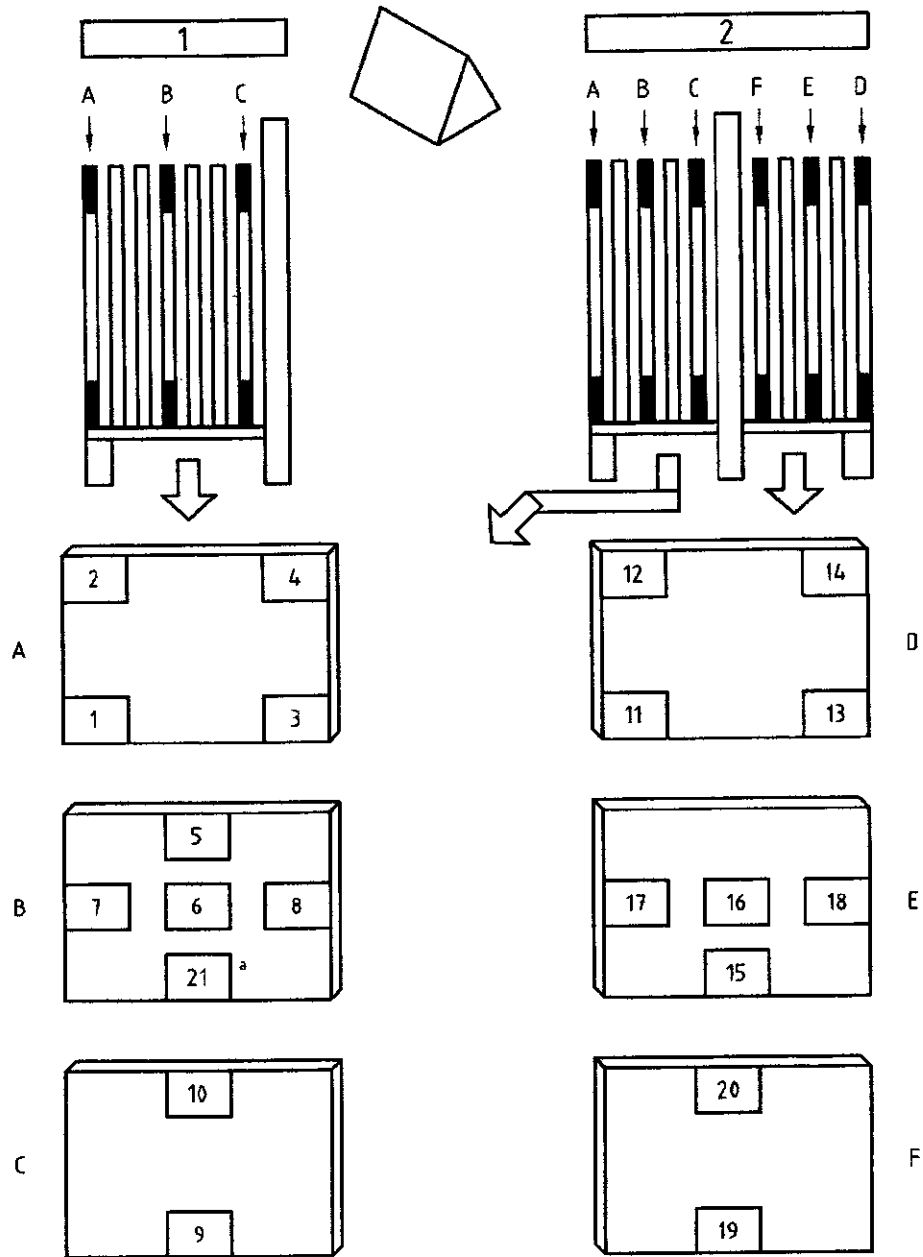
müssen aufgezeichnet werden.

A.5 Auswertung der Kalibrierung

Werden die in A.1 aufgeführten Bedingungen für die Temperatur nicht eingehalten, ist der Ofen als nicht kalibriert anzusehen.

Nur solche Öfen, die die in A.1 aufgeführten Bedingungen der Kalibrierung bei voller Beladung und bei 10%iger Beladung erfüllen, können für das Heißlagerungsverfahren eingesetzt werden. Für die übliche Produktion gilt $t_{2,1}$ (volle Beladung) oder $t_{2,2}$ (10 %ige Beladung), wobei die längere Dauer maßgebend ist.

Das für die Fertigung verwendete System für die Heißlagerung muss mit dem kalibrierten System übereinstimmen.



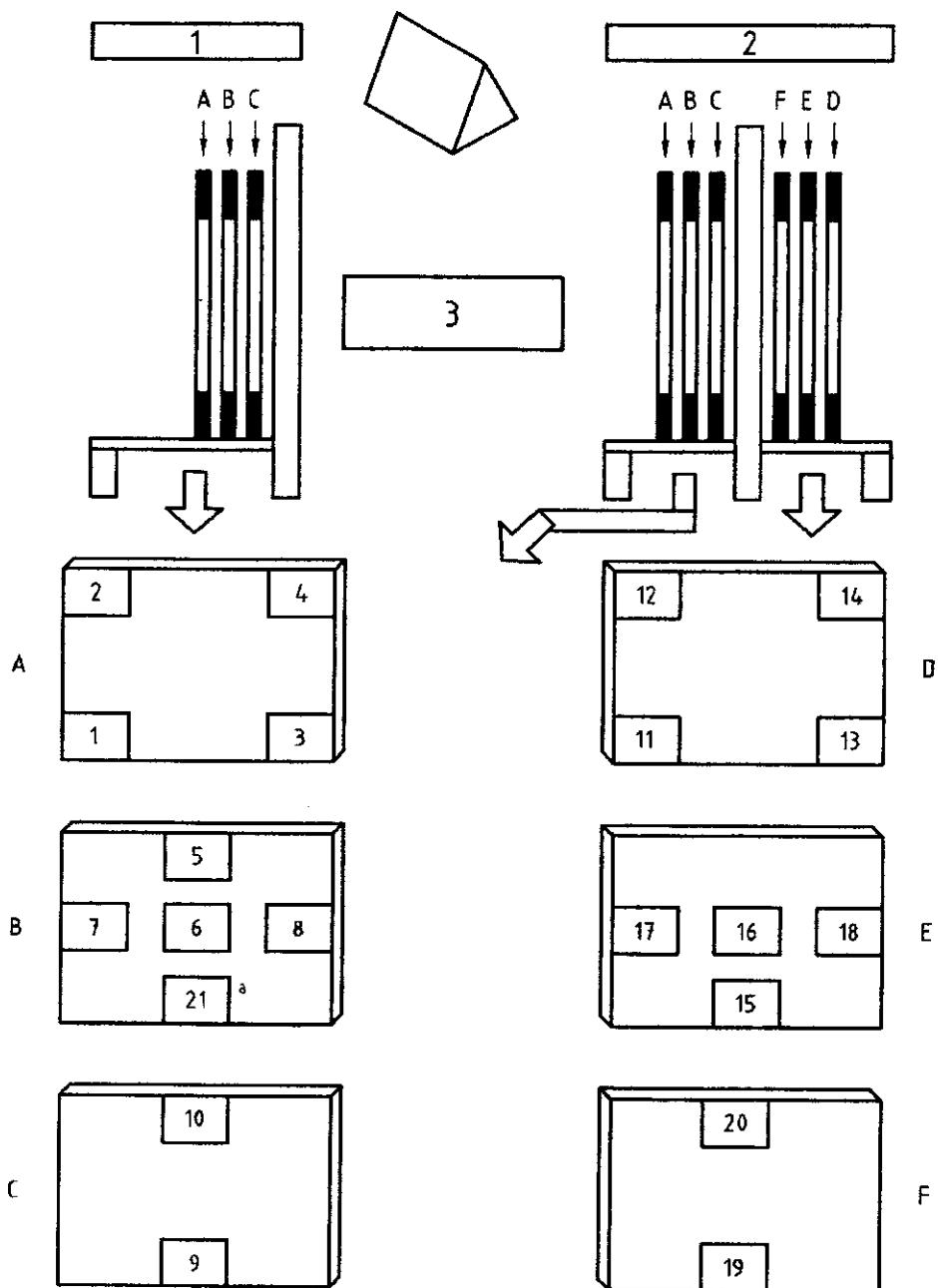
ANMERKUNG Thermoelemente sollten nicht näher als 25 mm zu den Ecken hin befestigt werden.

Legende

- 1 einseitiges Gestell
- 2 doppelseitiges Gestell

^a wird nur bei einseitigen Gestellen verwendet

Bild A.2 — 1. Kategorie, 1. Gestell, volle Beladung

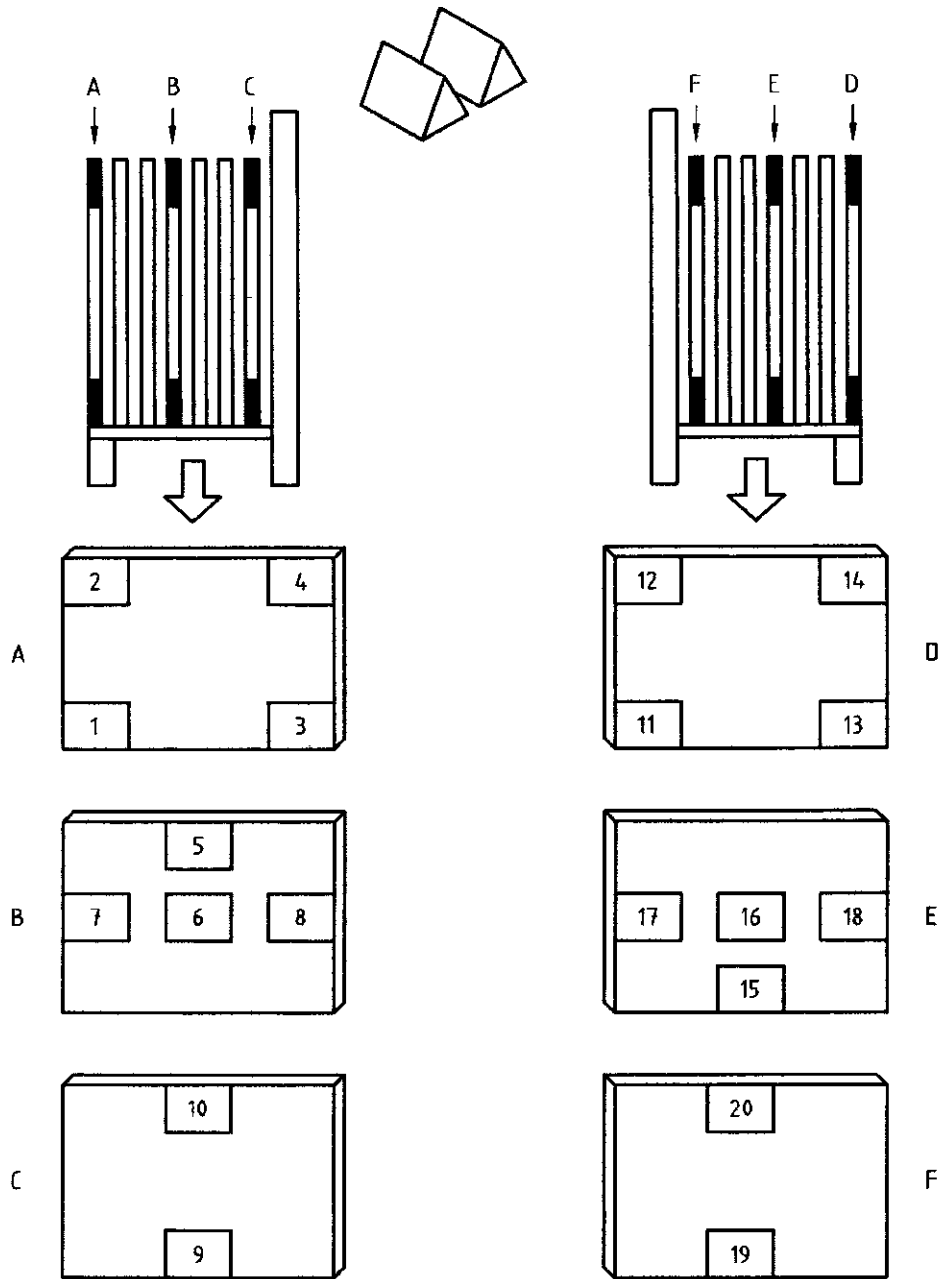


NMERKUNG Thermoelemente sollten nicht näher als 25 mm zu den Ecken hin befestigt werden.

Legende

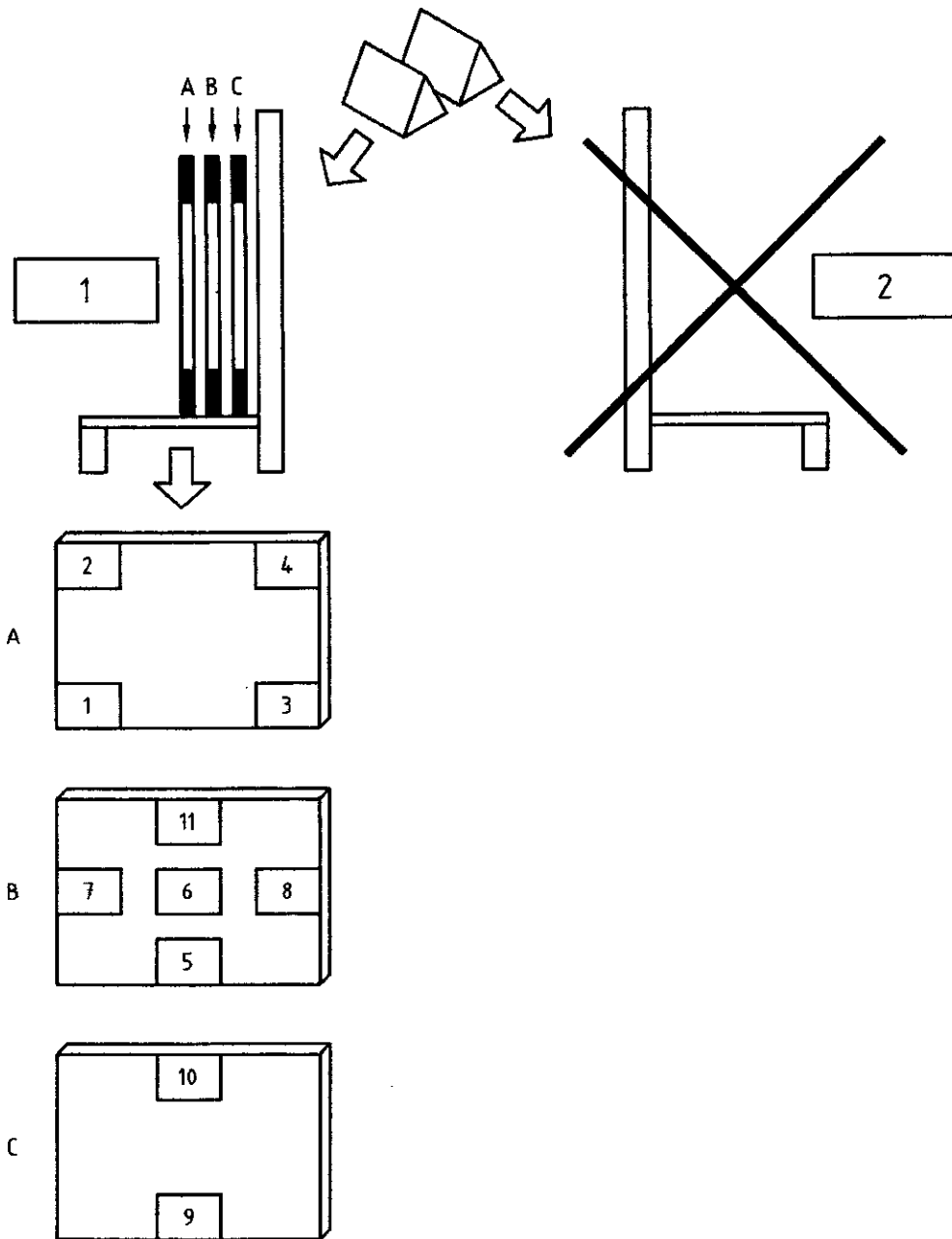
- 1 einseitiges Gestell
- 2 doppelseitiges Gestell
- 3 auf dem Gestell: Minimum drei Glasscheiben parallel, Seite an Seite
- ^a wird nur bei einseitigen Gestellen verwendet

Bild A.3 — 1. Kategorie, 1. Gestell, 10 %ige Beladung



ANMERKUNG Thermoelemente sollten nicht näher als 25 mm zu den Ecken hin befestigt werden.

Bild A.4 — 2. Kategorie, 2 einseitige Gestelle, volle Beladung

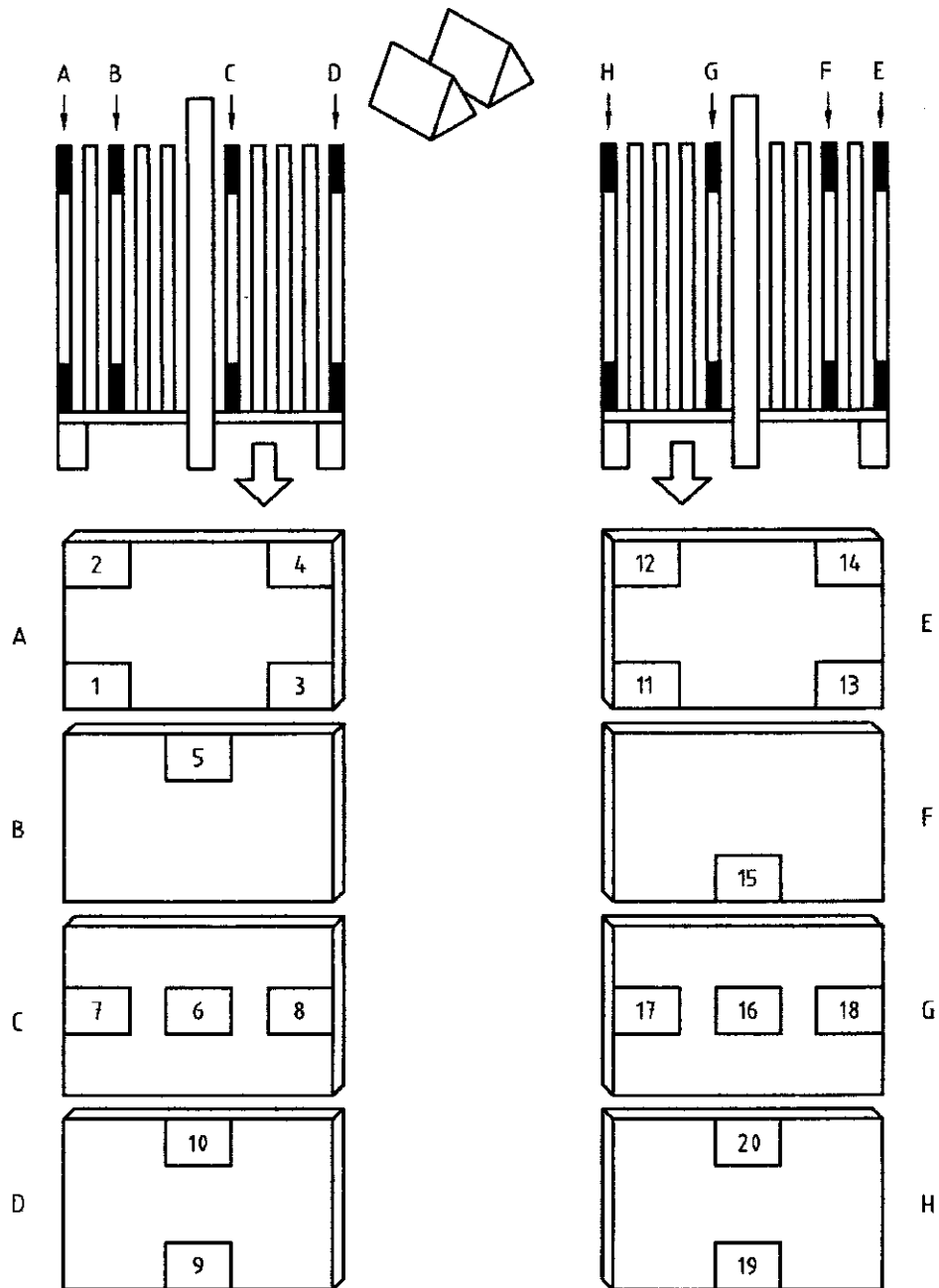


ANMERKUNG Thermoelemente sollten nicht näher als 25 mm zu den Ecken hin befestigt werden.

Legende

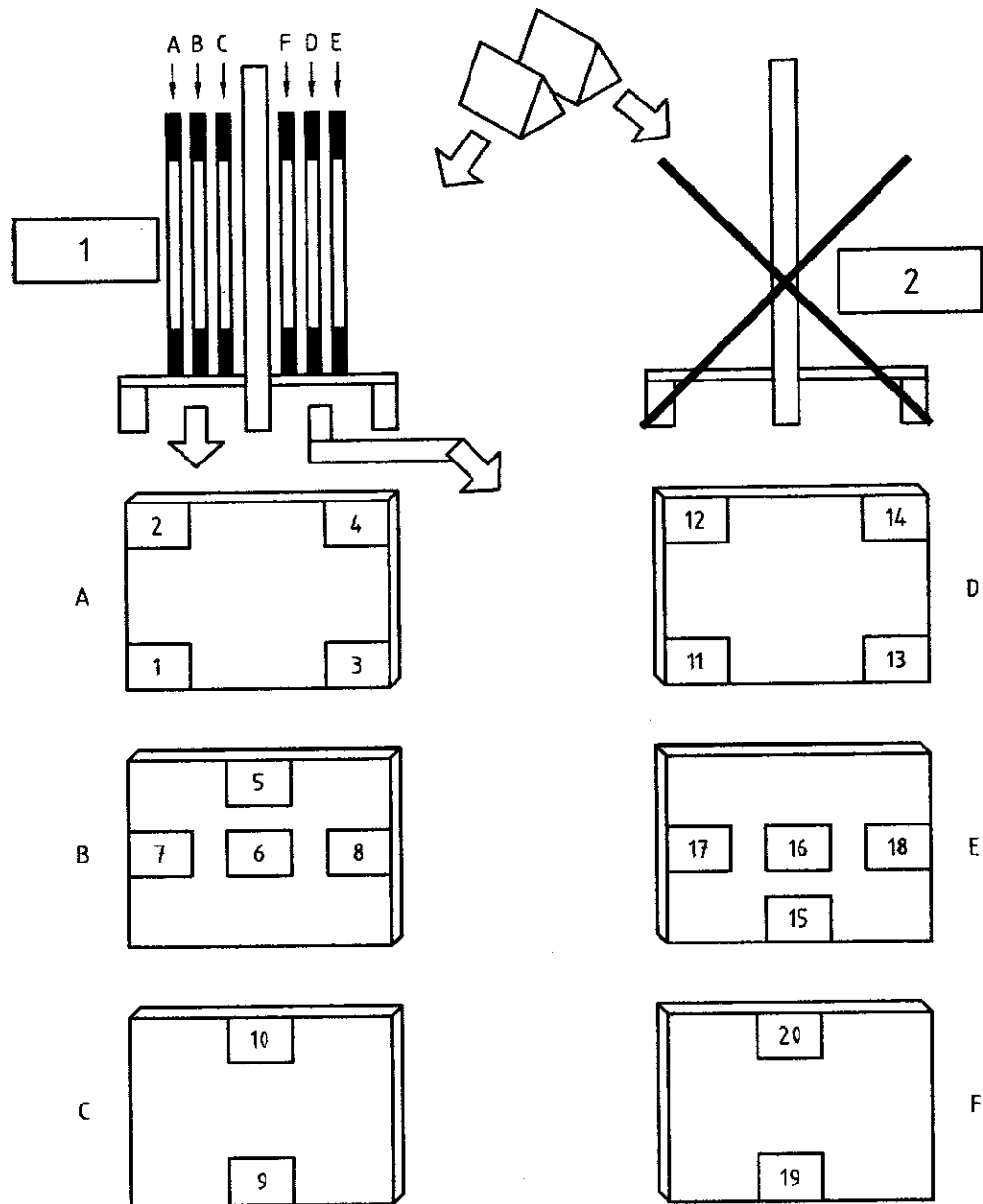
- 1 erstes Gestell: Minimum drei Glasscheiben parallel
- 2 das zweite Gestell ist nicht anzuwenden

Bild A.5 — 2. Kategorie, 2 einseitige Gestelle, 10 %ige Beladung



ANMERKUNG Thermoelemente sollten nicht näher als 25 mm zu den Ecken hin befestigt werden.

Bild A.6 — 2. Kategorie, 2 doppelseitige Gestelle, volle Beladung

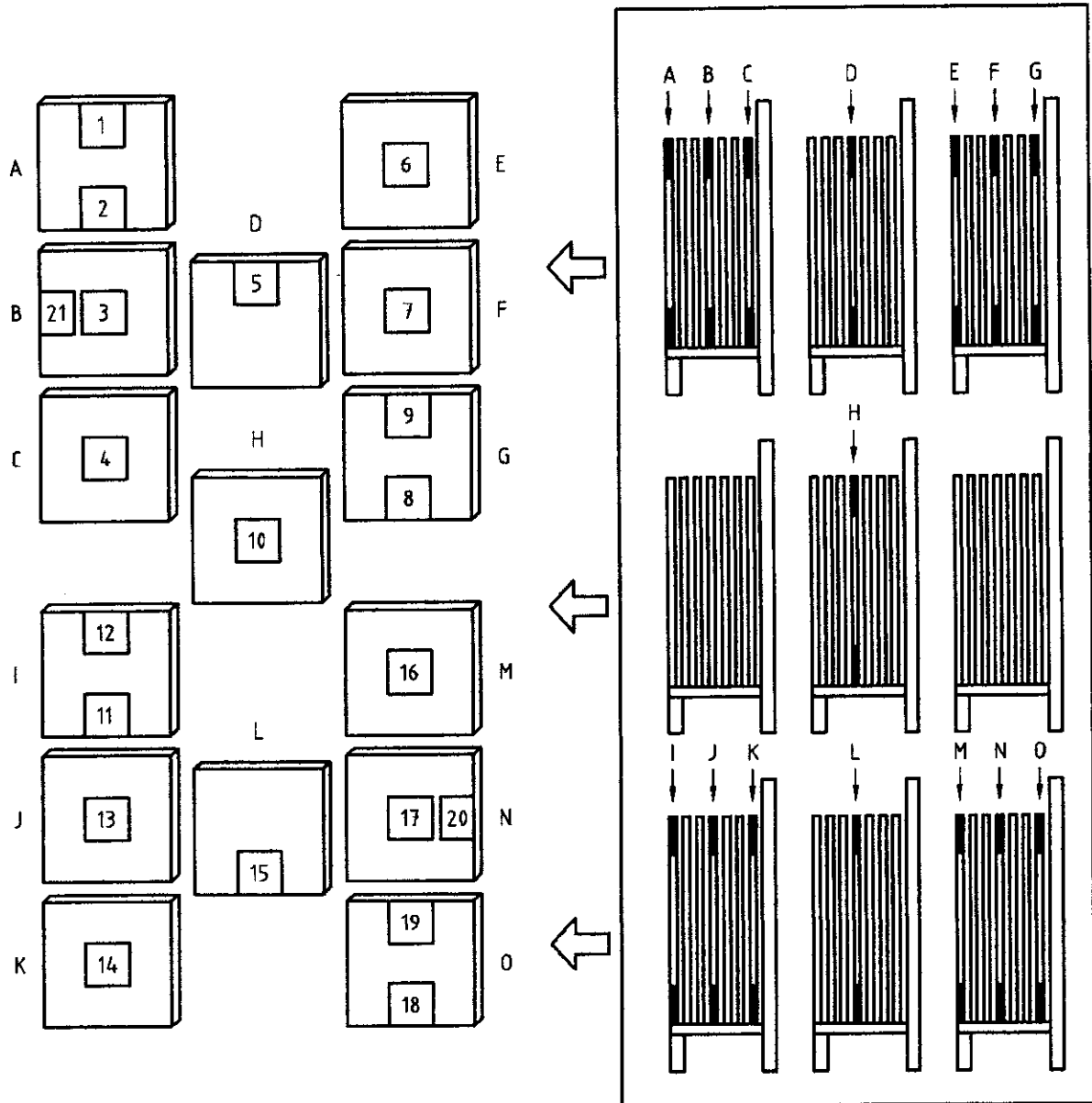


ANMERKUNG Thermoelemente sollten nicht näher als 25 mm zu den Ecken hin befestigt werden.

Legende

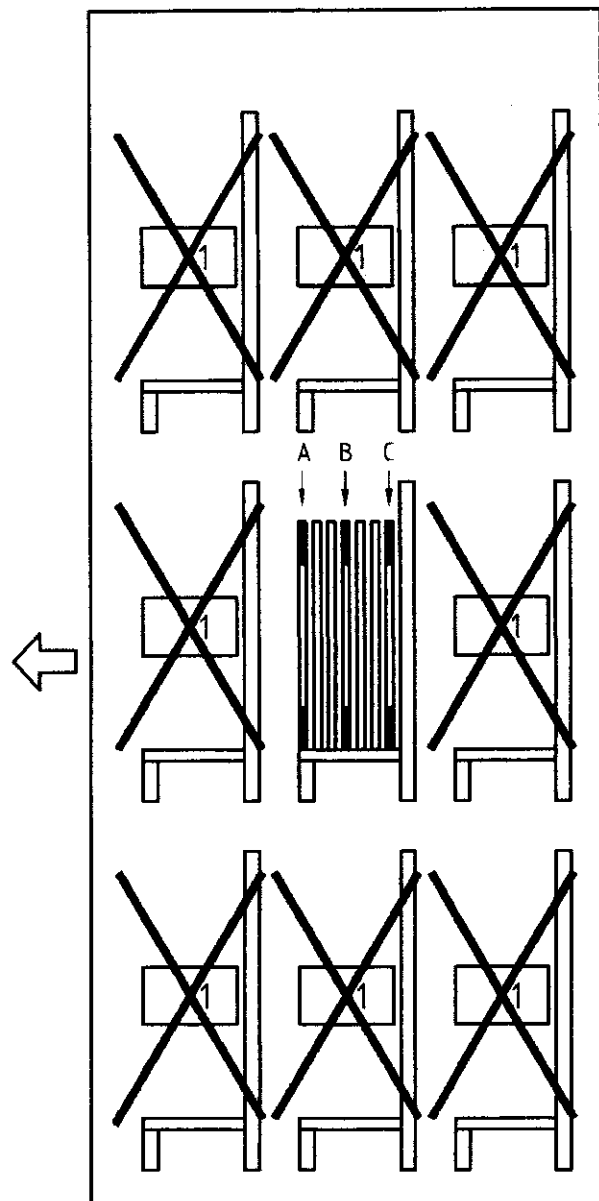
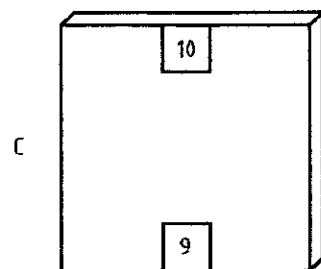
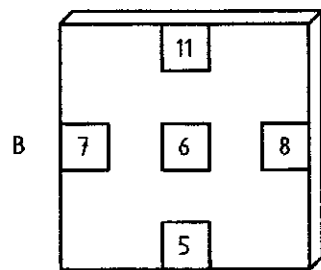
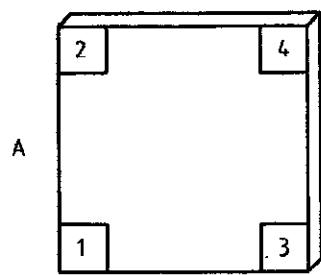
- 1 erstes Gestell: Minimum drei Glasscheiben parallel, Seite an Seite
- 2 das zweite Gestell ist nicht anzuwenden

Bild A.7 — 2. Kategorie, 2 doppelseitige Gestelle, 10 %ige Beladung



ANMERKUNG Thermoelemente sollten nicht näher als 25 mm zu den Ecken hin befestigt werden.

Bild A.8 — 3. Kategorie, 6 oder 8 oder 9 ... Gestelle, volle Beladung



ANMERKUNG Thermoelemente sollten nicht näher als 25 mm zu den Ecken hin befestigt werden.

Legende

1 nicht anwenden

Bild A.9 — 3. Kategorie, 6 oder 8 oder 9 ... Gestelle, 10 %ige Beladung

Anhang B
(informativ)

**Gebogenes heißgelagertes thermisch vorgespanntes
Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas**

Gebogenem heißgelagertem thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas wurde während der Herstellung eine feste Form gegeben. Es ist nicht Bestandteil dieses Dokumentes, da für die Normung des Produkts nur unzureichende Angaben zur Verfügung stehen. Die Angaben in dieser Europäischen Norm zu Dicke, Kantenbearbeitung und Bruchverhalten sind jedoch auch auf gebogenes heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas anwendbar.

Es sind auch die Informationen zum Heißlagerungsprozess anwendbar. Es sollte jedoch außerordentlich sorgfältig darauf geachtet werden, dass die gebogene Form die Luftströmungen nicht stört.

Anhang C
(informativ)

Beispiel für das Auszählen der Bruchstücke

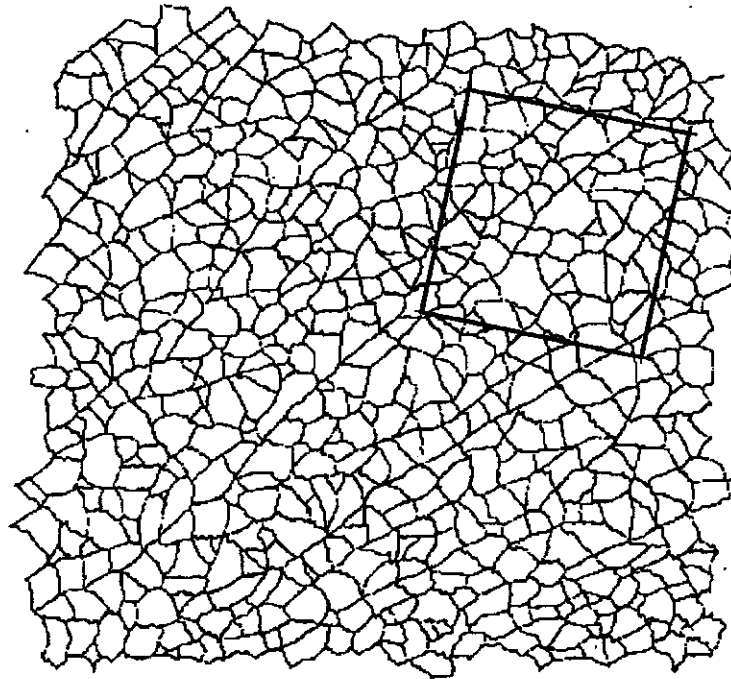
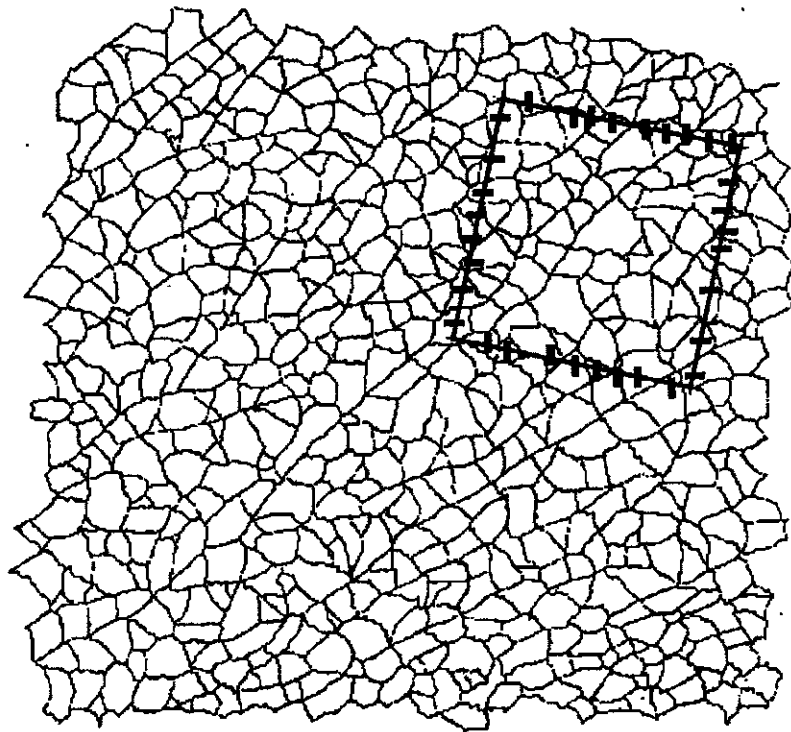


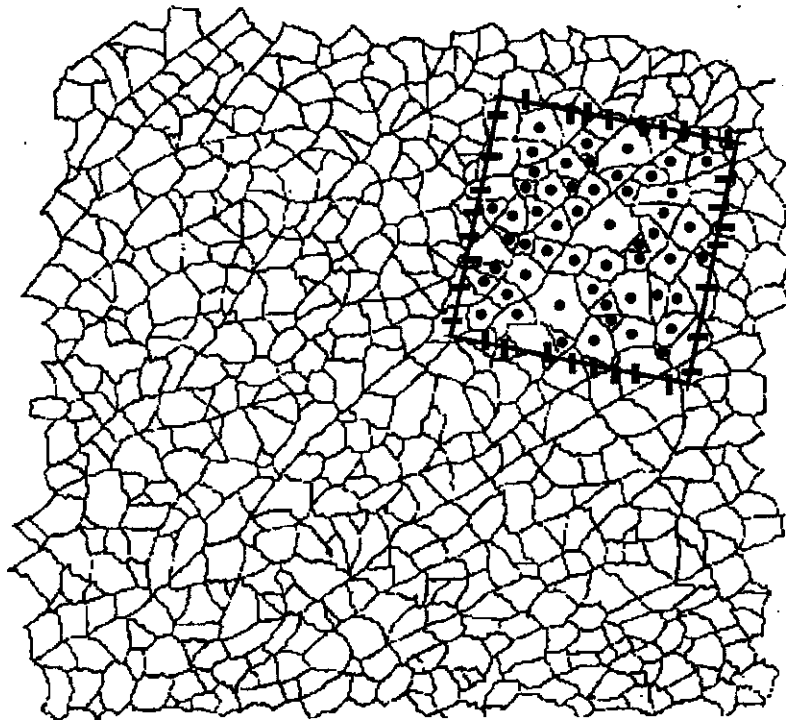
Bild C.1 — Der Bereich mit der größten Bruchstruktur wird ausgewählt, die Maske wird auf die Prüfscheibe gelegt und mit einem Stift umrandet



Legende

Anzahl der am Umfang gelegenen Bruchstücke = $32/2 = 16$

Bild C.2 — Die am Umfang gelegenen Bruchstücke werden jeweils als halbe Bruchstücke gekennzeichnet und ausgezählt



Legende

Anzahl der innerhalb der Maske gelegenen Bruchstücke = 53

Gesamte Anzahl der Bruchstücke = 16 + 53 = 69

Bild C.3 — Die innerhalb der Maske gelegenen Bruchstücke werden gekennzeichnet und markiert und zu den am Umfang gelegenen Bruchstücken hinzugezählt, um die Gesamtzahl der Bruchstücke zu ermitteln

Literaturhinweise

- [1] Ballantyne, E. R.: "Fracture of toughened glass wall cladding, ICI house Melbourne", CSIRO, Div. O. Build. Res. Dpt., 06 (1961) 1–5.
- [2] Barry J. C.: "A study of nickelsulphide stones in tempered glass", *Ultramicroscopy* 52, 1993, S. 297–305.
- [3] Bordeaux, F., Kasper, A.: "Optimised Heat Soak Test to eliminate dangerous nickel sulphide stones in heat strengthened and tempered glasses", Proceedings of the ESG annual meeting "Fundamentals of Glass Science and Technology". June 1997, Växjö, Schweden, S. 255–264.
- [4] Bordeaux, F., Kasper, A.: "Reliable and shorter Heat Soak Test to avoid spontaneous fracture of heat strengthened and tempered glasses", Proceedings of the 5th Glass Processing Days. Tampere, Finland, 13.–15. September 1997.
- [5] Bordeaux, F., Duffrene, L., Kasper, A.: „Nickelsulfid: Neue Ergebnisse zur Optimierung des Heat Soak Tests“, *Glastech. Ber. Glass Sci. Technol.* 71 (1998), S. N27–28 und HVG-Mitteilung Nr. 1908.
- [6] Bordeaux, F., Duffrene, L., Kasper, A.: "A shorter Heat Soak test to avoid spontaneous failure of heat strengthened and tempered glass", Proceedings of the 18th International Congress On Glass. (ISBN 1-57498-053-X). San Francisco, 5.–10. Juli 1998, ICG333-A04-002, S. 7–12.
- [7] Braun, W.: "Investigation of formation of nickel sulphides in glass", Proceedings of the 5th ESG conference, Prag, 1999, S. A4-54–56.
- [8] Braun, W., Tessmann, E., Stachel, D.: "Nickel sulphidic inclusions — Some examples", Proceedings of the 5th ESG conference, Prag, 1999, S. A4-38–39.
- [9] Brungs, M. P., Sugeng, X. Y.: "Some solutions to the nickelsulphide problem in toughened glass". *Glass Tech.*, Vol. 36 (1995), Nr. 4, S. 107–110.
- [10] Carbolite: "Heat soaking eliminates inferior toughened glass". *Glass*, April 1996, S. 156.
- [11] Duffrene, L., Kasper, A., Dubru, M.: «Amelioration du test Heat Soak pour le verre trempé thermique», *Verre* (ISSN 09847979-185F) 5 (2000) Nr.°6, S. 18–21.
- [12] Durchholz, M., Goer, B., Helmich, G.: "Method of reproducibly predamaging float glass as a basis to determine the bending strength". *Glastech. Ber. Glass Sci. Technol.* 66 (1995), Nr. 8, S. 251–258.
- [13] Evans, A. G., Mater, J.: "The role of inclusions in the fracture of ceramic materials". *Science*, 9 (1974), S 1145.
- [14] Hsiao, C. C.: "Spontaneous fracture of tempered glass". *Fracture* 1977, Vol. 3, ICF4, Waterlow, Canada, 19.–24. Juni 1977, S. 985–992.
- [15] Jacob, L.: "A new model for the design of window glass plates using fracture mechanics concepts". Proceedings of the Glass Processing Days, 1999, Tampere, Finland, S. 196–199.
- [16] Kasper, A.: „Auswertemethoden für Ergebnisse des Heat-Soak-Tests zur Lösung der Nickelsulfidproblematik in vorgespanntem Glas“, Vortrag während der 73. Glastechnischen Tagung der DGG, Halle (Saale), 31.05.–02.06.1999, Kurzreferate S. 196.
- [17] Kasper, A.: "Advances in testing tempered glasses in heat soak ovens". Proceedings of the 5th Glass Processing Days (ISBN 952-91-0885-0), 1999, S. 71–75.

- [18] Kasper, A.: „Spontanbruch von Einscheiben-Sicherheitsglas am Bau – ein lösbares Problem“. Vortrag und Artikel im Tagungsband der VDI-Tagung „Bauen mit Glas“ in Baden-Baden, 1.–2. März 2000, ISBN 3-18-091527-7, VDI-Verlag, Düsseldorf 2000, S. 219–234.
- [19] Kasper, A., Bordeaux, F., Duffrene, L.: “Nickel sulphide: New Results to Optimise the Heat Soak Test for Tempered Building Glasses”, *Glastech. Ber. Glass Sci. Technol.* 73 (2000), Nr. 5, S. 130–142.
- [20] Kasper, A.: “Stability of Nickel Sulfide Stones in Glass Melts”. Lecture at the 6th International Conference “Advances in Fusion and Processing of Glass” / 74. Glastechnische Tagung, 29.–31. Mai 2000 in Ulm. Abstracts S. 109–111.
- [21] Kissinger, H. E.: “The calculation of kinetic properties of phase transitions from differential scanning calorimetry measurements”, *J. Res. Nat. Bur. Stand.* 57 (1956), S. 217.
- [22] Krauss, M.: „Nickelsulfidbildung in Borosilicatschmelzen“. Vortrag auf der 74. Glastechnischen Tagung (DGG), Ulm 2000, Kurzreferate S. 141–144.
- [23] Kullerund G., Y und, R. A.: “The NiS System and Related Minerals”, *J. Petrology*, Vol. 3, Part 1 (1962), S. 126–175.
- [24] Laffitte, M., Benard J.: “Stoichiometry and Stability Limits of the Hexagonal NiS”. *Comptes rendus hebdomadaires de l’academie des sciences*, 242 (1956), S. 519–521.
- [25] Laffitte M.: “Crystal structure and Thermodynamic Properties of Hexagonal NiS”, *Bull Soc. Chem.* (1959), S. 1223.
- [26] Merker, L.: „Zum Verhalten des Nickelsulfids im Glas“, *Glastech. Ber.* 47 (1974) 6, S. 116–121.
- [27] Paul, U., Aulich, U.: „Nach Glasregen am Lafayette: Baustadtrat stellt Ultimatum“, *Berliner Zeitung*, Nr. 280, 01.12.1998.
- [28] Poppoola, O. O., Cooper J. J., Kriven, W. M.: “Microstructural Investigation of fracture-initiating Nickel Sulphide Inclusions in Glass”, *Ceram. Eng. Sci. Proc.* 14 (1993) 3–4, S. 184–194.
- [29] Stachel, D., Tessmann, E., Traufelder, S., Braun, W.: “Non-oxidic inclusions in glass”. *Proceedings of the 5th ESG conference, Prag, 1999*, S. A4-2–14.
- [30] Stachel, D.: “Nickel sulphidic inclusions with heterogeneous structure”. 6th International Conference “Advances in Fusion and Processing of Glass”; Ulm, Mai 2000, Abstracts, S. 105–107.
- [31] Swain, M. V.: “A fracture mechanics description of the microcracking about NiS inclusions in glass”. *J. Non-Crystal. Solids* 38 & 39 (1980), S. 451.
- [32] Swain, M. V.: “Nickel sulphide inclusions in glass: An example of microcracking induced by a volumetric expanding phase”, *J. Mat. Science* 16 (1981), S. 151–158.
- [33] Wagner, G., Lang, R.: „Statistische Auswertung von Meß- und Prüfergebnissen“. Frankfurt a./M., Deutsche Gesellschaft für Qualität, 1976.
- [34] Wagner, R.: “Inclusions de sulfure de nickel dans le verre”, *Glastechn. Ber.* 50 (1977) Nr. 11, S. 296.
- [35] Waldron, B.: “NiS: Is there a problem?”, *Glass*, Nov. 1993, S. 439.
- [36] Willmott, T.: “Nickel sulphide inclusions: Proving the ‘myth’ can be a reality”, *Glass and Glazing*, Oktober 1996, S. 24 und 26.
- [37] “Those window pains”, *Time*, 15. Oktober 1973 (anonymer Autor).

- [38] "Nickel sulphide breakage". Glass Digest, März 1992, S. 12 (anonymer Autor).
- [39] "Flat glass panels 'explode' in Britain". American Glass Review, Nov. 1993, S. 8 (anonymer Autor).
- [40] Deutsche Norm DIN 55303, Teil 7 (Entwurf Juli 1993), Statistische Auswertung von Daten, Schätz- und Testverfahren bei zweiparametrischer Weibull-Verteilung. Berlin, DIN 1993.
- [41] EN 12600, *Glas im Bauwesen — Pendelschlagversuch — Verfahren und Durchführungsanforderungen der Stoßprüfung von Flachglas*