

Europäische Harmonisierung der  
Anforderungen an Faserzementplatten  
im Zulassungsbereich

**T 2470**

T 2470

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00  
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

Institut für Bautechnik  
Reichpietschufer 72-74  
1000 Berlin 30

**Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben "Europäische Harmonisierung der Anforderungen an Faserzementplatten im Zulassungsbereich"**  
(IFBt, AZ: IV 1-5-591/89)

**1 UEAtc - Leitlinie zur Dauerhaftigkeit von dünnen Faserzement-Produkten**

Wie im Zwischenbericht vom 1. November 90 im einzelnen dargestellt, sind die Arbeiten an der UEAtc-Leitlinie zu Ende geführt worden. Die mit Mai 91 datierte englische Fassung enthielt jedoch noch eine Reihe von Fehlern, was Anlaß zu Rückfragen und Korrekturen gab und die Fertigstellung der deutschen Fassung verzögerte, die meinerseits im September 91 abgeschlossen worden war. Das UEAtc-Sekretariat bei der BAM hat den Ausdruck der endgültigen deutschen Fassung erst Ende Juni 92 vorgelegt, und zwar mit folgendem Titel:

Außen verwendete dünne Produkte aus Faserzement (ohne Asbest) -  
U.E.A.t.c - Leitlinien für die Beurteilung der Dauerhaftigkeit

Die Leitlinie enthält 4 Abschnitte (Teile I bis IV) sowie 4 Anhänge (A bis D), die inhaltlich folgendermaßen charakterisiert werden können:

- Teil I            Allgemeines  
Gibt eine verhältnismäßig umfassende Darstellung zum Thema Faserzement und zur Dauerhaftigkeit von Faserzementprodukten und klassifiziert die derzeitig verwendeten Fasern; im übrigen wird auch der Anwendungsbereich festgelegt:
- dünne Produkte aus Faserzement (Dicke 4 bis 30 mm),
  - Wellplatten, Dachplatten, ebene Tafeln
  - Fasergehalt max. 20 Masse-%, Mindestzementanteil 50 Masse-% (bei Verwendung von PZ) und 35 Masse-% bei autoklavierten Produkten

Abschließend wird im Hinblick auf die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit des fertigen Produktes für einen bestimmten Verwendungszweck auf die in nationalen Normen und Praxisvorschriften enthaltenen Anforderungen verwiesen.

- Teil II            Prüfungen an Faserzement  
Es werden nur Prüfmethode beschrieben, jedoch keine Grenzwerte, Toleranzen usw. Diese hat der Hersteller für seine Produkte zu benennen. Es wird unterschieden zwischen:

(1) Charakteristischen Eigenschaften

Gemäß Spezifikation bei der Kontrolle der Endprodukte sind regelmäßig (in der Eigenüberwachung) nachzuweisen:

- Rohdichte
- Wasseraufnahme
- Biegefestigkeit

*für Wellplatten:*

Bruchlast, Durchbiegung und (max.) Biegemoment

*für Dachplatten u. ebene Tafeln:*

Bruchmodul und (max.) Biegemoment

(2) Methoden zur Überprüfung der Dauerhaftigkeit

Die für die Beurteilung der Dauerhaftigkeit als geeignet und notwendig erachteten Methoden sind in der nachfolgenden Zusammenstellung aufgelistet.

Konditionierung	Durchzuführende Prüfungen	Anzuwendende Methoden	Kommentare
1 Wasserlagerung bei 60°C. Kontrollprüfung sowie Prüfungen nach 14, 28 und 56 Tagen	Biegefestigkeit	siehe Anh. C	Maß für eine mögliche Hydrolyse der Bewehrung
2 Lagerung im belüfteten Wärmeschrank bei 80°C. Kontrollprüfung sowie Prüfungen nach 14, 28 und 56 Tagen	Biegefestigkeit	siehe Anh. C	Spezifischer Versuch f. Fasermaterial – Anwendg. begrenzt auf Bewehrungsfaser, die anfällig f. e. Oxidation sind, z.B. Polypropyl.
3 Befeuchten/Trocknen, Kontrollprüfung sowie Prüfungen nach 25 und 50 Zyklen	Biegefestigkeit	siehe Anh. C	Mögliche Zerrüttung aufgrund von zykl. Wärme- u. Regenbeanspruchung
4 Frostwiderstand Kontrollprüfung sowie Prüfungen nach 50 und 100 Zyklen (siehe Hinweis 1)	Biegefestigkeit	siehe Anh. C	Mögliche Zerrüttung aufgrund der Ausdehnung d. Wassers beim Gefrieren
5 Wärme/Regen-Zyklen an verlegten Elementen	Visuelle Beurteilg.	UEAtc s. Abschn. 2.5.5	Praktische Prüfung zur Feuchtigkeitsbewegung zwecks Beurteilung d. Verhaltens unter zykl. Feuchtigkeitsänderungen von Faserzementprodukten. Diese Prüfung ist bei der Agrément-Bestätigung zu berücksichtigen.

**Hinweis 1:** Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) hat eine Methode zur Prüfung der Querkzugfestigkeit entwickelt, um die Auswirkung von Frost auf die Schichtenverbundfestigkeit von Faserzementprodukten zu untersuchen. Diese Prüfung kann in Forschungsarbeiten interessant für die zukünftige Entwicklung neuer Produkte sein und kann nach weiterer Überarbeitung und Anpassung zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal zur Aufnahme in die Leitlinie in Betracht gezogen werden.

Die Tabelle nennt unter "Konditionierung" die Beanspruchungsarten, wobei außer für die Wärme-Regen-Zyklen jeweils die Veränderung der Biegefestigkeit als Beurteilungskriterium herangezogen wird. Für den

Vergleich werden jeweils 10 Nullproben und 10 durch die Konditionierung beanspruchte Proben - soweit möglich paarweise - verwendet.

Wie schon im Zwischenbericht vom 1.11.90 ausgeführt, ist es nicht gelungen, statt der Biegefestigkeit wenigstens bei der Prüfung auf Frostwiderstand hier die Querkzugfestigkeit als Bezugsverfahren einzuführen. Die Meinung, daß die Querkzugfestigkeit bei den aus Lagen aufgebauten Faserzementprodukten auf Schädigungen infolge von Witterungseinflüssen wesentlich empfindlicher reagiert als etwa die Biegefestigkeit, war vor allem auch deswegen nicht durchzusetzen, weil wir kein ausgereiftes Prüfverfahren vorlegen konnten. In der Fußnote zu der Tabelle wird diesem Sachverhalt Rechnung getragen. Insgesamt gesehen, haben die zur Abdeckung der Methoden durchgeführten Ringversuche zwar gewisse einheitliche Tendenzen erkennen lassen, aber (erwartungsgemäß) von Labor zu Labor beachtliche Prüfstreuungen aufgewiesen.

### Teil III Spezifikationen

- Die (charakteristischen) Eigenschaften nach Teil II müssen den Technischen Spezifikationen (Anforderungen) des jeweiligen Agrément entsprechen

- Die Beurteilung der Dauerhaftigkeit anhand der in Teil II dargestellten Methoden (Tabelle) wird nur für "bekannte" Faserzemente mit Fasern nach Teil I für ausreichend gehalten. Bei "neuen" Produkten können darüber hinausgehende Nachweise notwendig werden.

- Im übrigen werden als (grundsätzliche) Anforderungen genannt: keine signifikanten Veränderungen z.B. der Oberfläche, keine signifikanten Verkrümmungen, Delaminationen und Rißbildungen.

- Zur Quantifizierung der zulässigen Veränderung der Biegefestigkeit unter der jeweiligen Beanspruchung werden die anhand der Mittelwerte und Standardabweichungen zu berechnenden Grenzen des Vertrauensbereiches (der Grundgesamtheit) herangezogen und Verhältniswerte bzw. Grenzwerte der Verhältniswerte gebildet, die bei paarweisen Probekörpern nicht unter 0,75 und bei nicht paarweisen Probekörpern nicht unter 0,70 liegen dürfen. Diese aus der ISO-Normung entnommenen Anforderungen entsprechen einer Verringerung der Biegefestigkeit von 10 % bei einer Standardabweichung der Einzelwerte von 15 %.

### Teil IV Güteüberwachung

Entspricht dem in den UEAtc-Leitlinien üblicherweise vorgesehenen, den Grundzügen nach mit DIN 18 200 vergleichbaren Verfahren, mit erweiterten Anforderungen für die Eigenüberwachung (Eingangskontrollen an Rohstoffen, Fertigungskontrollen, Kontrollen an Endprodukten).

## Anhänge A bis D

In den Anhängen werden die anzuwendenden Prüfmethode beschrieben.

Wie schon im Zwischenbericht dargelegt, erscheint mir das ungeachtet des nun nicht aufgenommenen Verfahrens in der Kommission zum Teil mühsam erstrittene Konzept der Dauerhaftigkeitsprüfung für vertretbar, und zwar unter Berücksichtigung der doch nun schon etwas längeren Erfahrungen und der Qualitätsverbesserungen bei der Herstellung. Die zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit herangezogenen Prüfmethode decken sowohl mögliche hydrolytische als auch Oxidationsvorgänge am Fasermaterial ab. Auch die für die Dauerhaftigkeit bedeutsamen Aspekte der Trocken/Naß-Wechselbeanspruchung sind prüftechnisch berücksichtigt. Die Erhöhung der Zyklenzahl auf 100 bei der Prüfung des Frostwiderstandes halte ich insbesondere im Hinblick auf Oberflächenschäden für angemessen. Hierbei ist die Erfassung von Veränderungen des Materials auch überwachungstechnisch nicht ohne Bedeutung. Der Performance-Versuch mit Wärme/Regen-Wechseln scheint überdies geeignet zu sein, die Neigung der Produkte (in Originalgröße) zur Schüsselung, Verwindung usw. zu offenbaren, was für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit von Bedeutung ist.

Es war im übrigen zur Zeit kaum mehr durchzusetzen. In diesem Zusammenhang erscheint der Hinweis wichtig, daß die UEAtc-Richtlinie als Grundlagenpapier für Institute gedacht ist, die Agrément-/Zulassungsprüfungen durchführen. Nach den bestehenden Regelungen wäre z.B. eine Prüfung nach der Richtlinie und die daran anschließende Überwachung Voraussetzung für den Export eines (wahrscheinlich auch schon im Inland vertriebenen) Faserzement-Produktes in ein europäisches Mitgliedsland. Die Richtlinie ist demnach im Sinne einer Zulassungsgrundlage zu verstehen und wird diese Aufgabe vermutlich im Zuge der europäischen Regelungen übernehmen.

## 2 CEN-Entwürfe \*)

prEN 492:

Faserzement-Dachplatten und dazugehörige Formteile für Dächer - Produktspezifikation und Prüfverfahren

prEN 494:

Faserzement-Wellplatten und dazugehörige Formteile für Dächer - Produktspezifikation und Prüfverfahren

Verabredungsgemäß habe ich gemeinsam mit Herrn Dipl.-Ing. Knackstedt (und zunächst auch mit Herrn Dipl.-Ing. Wieland, der aber inzwischen im Ruhestand ist) im CEN-Ausschuß TC 128, SC 4/5, an den vorgenannten europäischen Normungs-

---

\*) Auf die inhaltliche Darstellung der beiden Entwürfe wird hier des Umfangs wegen verzichtet; zur Information sind die Inhaltsangaben im Anhang angefügt.

projekten weitergearbeitet. Die dabei zusätzlich entstandenen Kosten wurden dankenswerterweise von der Eternit AG getragen.

Die Arbeiten erstreckten sich zunächst auf die Erstellung der deutschen Entwurfsfassungen (Rosadrucke). Diese wurden als Fassungen August 91 vorgelegt. Erwartungsgemäß hatte sich der deutsche Spiegelausschuß in seiner Sitzung am 18. Oktober 91 mit einer Vielzahl inhaltlicher und formaler Einsprüche zu beschäftigen. Die aufgrund der Einspruchsverhandlung vom DIN abgegebene Stellungnahme schloß eine deutsche Zustimmung zu den Entwürfen vor allem deswegen aus, weil eine Trennung zwischen asbestfreien und asbesthaltigen Produkten in beiden Entwürfen nicht vorgenommen worden war. Vorsorglich ist wegen des in Deutschland geltenden Asbestverbotes auch eine A-Abweichung beantragt worden. Da eine entsprechende Ablehnung aus demselben Grunde nur von Dänemark eingebracht worden war, und die Mehrheit der Beteiligten keine Trennung wollte, konnten die Auseinandersetzungen um diesen Punkt erst im Mai dieses Jahres abgeschlossen werden; sie waren für den Fortgang der Arbeiten belastend. Erst in der Einspruchsverhandlung wurde schließlich eine Unterscheidung von asbestfreien und asbesthaltigen Produkten durch die Festlegung einer Kennzeichnung asbestfreier Produkte mit den Buchstaben "AF" endgültig beschlossen. Diesem Beschluß war ein intensives Tauziehen vorausgegangen. Mittlerweile ist offenbar auch Deutschland so wie Norwegen, der Schweiz, Schweden und Italien eine A-Abweichung zugestanden worden.

Die übrigen inhaltlichen Einsprüche konnten zwar nicht alle durchgesetzt werden, aber es ist gelungen, den Ausschuß zur Angleichung der Prüfungen der Dauerhaftigkeit an die UEAtc-Leitlinie zu bewegen. Dies war ursprünglich nicht vorgesehen, obwohl eine Delegation des CEN-Ausschusses abschließend an der Fertigstellung der Leitlinie mitgearbeitet hatte. Nicht aufgenommen wurde in die EN-Entwürfe allerdings die Prüfung bei konstanter Temperatur von 80 °C, die sog. Prüfung im Wärmeschränk. Diese Prüfung wäre vor allem für stark oxidationsempfindliche noch unbekannte Fasern wünschenswert gewesen.

Abgesehen von dem Asbeststreit waren bei der Arbeit an den Entwürfen folgende Schwierigkeiten zu überwinden:

- Der Ausschuß griff auf ISO-Normen zurück, an denen viele der in der Regel aus der Industrie kommenden Ausschußmitglieder bereits mitgearbeitet hatten. Gegen bereits formulierte Vorstellungen sind abweichende Meinungen nur schwer durchzusetzen.

- Die in Deutschland vertretene Philosophie, wonach ausreichende Erfahrung Voraussetzung für das Festschreiben in einer Norm ist, wird von den meisten anderen Europäern offenbar nicht geteilt, vielmehr versucht man "vorauszunormen". Im übrigen wird vieles in erster Linie im Verantwortungsbereich des Herstellers gesehen bzw. dorthin abgeschoben.

- Abgesehen von den PNE-Regeln, weichen auch die formalen Vorstellungen über Normen von unseren ab.

- Eine Norm steht im Kontext zu anderen Normen oder Festlegungen. So kann man auch Dacheindeckungsprodukte nicht ohne Bezug auf ihre Anwendung normen. Beanspruchung und Verlegetechniken sind in den einzelnen europäischen Ländern sehr verschiedenartig; es ist fraglich, ob hier gemeinsame Regelungen überhaupt möglich sind.

- Erheblichen Arbeits- und Reiseaufwand verursachte die redaktionelle Abstimmung der englischen, französischen und deutschen Fassung, vor allem auch deswegen, weil die englische Grundversion immer wieder Formulierungsmängel aufwies und die eigentlichen Übersetzungsarbeiten vom zuständigen Sekretariat nicht durchgeführt wurden.

Die beiden Fassungen enthalten viele Kompromisse, die die Lesbarkeit und Übersichtlichkeit zu beeinträchtigen scheinen, überdies weichen Form und Aufbau vom Gewohnten ab. Andererseits sind europäische Normen nur aufgrund von Kompromissen möglich; es muß sich noch zeigen, ob diese Kompromisse tragfähig sind.

Als Systeme der Konformitätsbescheinigung nach der Bauprodukten-Richtlinie sind vom Ausschuß vorgeschlagen worden:

*für die Dachplatten:* (ii), Möglichkeit 1, 4. erster Spiegelstrich  
Konformitätserklärung des Herstellers, mit Zertifizierung der werkseigenen Produktionskontrolle aufgrund von Erstinspektion des Werkes und werkseigener Produktionskontrolle

*für die Wellplatten:* (i)  
Zertifizierung der Konformität des Produkts durch eine zugel. Zertifizierungsstelle mit Stichprobenprüfung von im Werk, auf dem Markt oder auf der Baustelle entnommenen Proben (6. ohne Einschränkung).

Dieser Komplex bedarf noch einer übergeordneten Abstimmung im TC 128. Wann die Entwürfe als harmonisierte Fassungen umgesetzt werden können, hängt nun noch von einer Reihe formaler Vorgänge ab.

Berlin, 15. November 1992

Oktober 1992

---

DK

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

**Faserzement-Dachplatten und dazugehörige Formteile für Dächer-  
Produktspezifikation und Prüfverfahren**

Fibre-cement slates and their  
fittings for roofing -  
Product specification and test  
methods

Ardoises et leurs accessoires  
en fibre-ciment pour toitures  
Spécification du produit et méthodes  
d'essai

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur Abstimmung vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 128 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder 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.

Aktuelle Verzeichnisse und bibliographische Angaben hinsichtlich solcher nationaler Normen können bei dem Zentralsekretariat des CEN bzw. bei allen CEN-Mitgliedern angefordert werden.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Uebersetzung in die 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**

---

c CEN 1991 Das Copyright ist allen CEN-Mitgliedern vorbehalten.

Ref. Nr. prEN 492:1992 D

## Inhalt

	Seite
Vorwort	3
<b>1 Anwendungsbereich</b>	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b>	<b>4</b>
<b>3 Definitionen</b>	<b>5</b>
3.1 Annahmeprüfung	5
3.2 Typprüfung (Eignungsprüfung)	5
3.3 Annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL)	5
3.4 Mindestwert für die Annahmeprüfung	5
3.5 Auslieferungszustand	6
3.6 Oberseite	6
<b>4 Symbole und Abkürzungen</b>	<b>6</b>
<b>5 Anforderungen an Dachplatten</b>	<b>8</b>
5.1 Allgemeine Anforderungen	8
5.2 Maße und zulässige Maßabweichungen	9
5.3 Physikalische Anforderungen und Eigenschaften	9
5.4 Anforderungen an das Verhalten unter klimatischer Beanspruchung	12
5.5 Bezeichnung und Informationen	13
<b>6 Qualitätssicherung (Güteüberwachung)</b>	<b>13</b>
6.1 Werkseigene Produktionskontrolle	13
6.2 Zertifizierung durch einen Dritten	15
6.3 Überprüfung einer (Liefer-)Partie fertiggestellter Produkte	15
<b>7 Prüfverfahren für Dachplatten</b>	<b>15</b>
7.1 Allgemeines	15
7.2 Prüfungen der Maße	16
7.3 Prüfungen der physikalischen Werte und Eigenschaften	17
7.4 Prüfungen auf Verhalten unter klimatischer Beanspruchung	25
<b>8 Anforderungen an die Formteile</b>	<b>29</b>
8.1 Zusammensetzung	29
8.2 Aussehen und Oberfläche	29
8.3 Maße und zulässige Maßabweichungen	29
8.4 Prüfungen der Maße (Annahmeprüfungen)	29
<b>9 Kennzeichnung, Etikettierung und Verpackung</b>	<b>30</b>
<b>Normativer Anhang A - Annahmeprüfung für Produkte, die keiner Zertifizierung durch einen Dritten unterworfen sind</b>	<b>31</b>
<b>Normativer Anhang B - Statistische Methode für die Bestimmung der entsprechenden "Naß"-Werte oder revidierter "Trocken"-Anforderungs- werte für das Biegemoment bei Anwendung des Prüfverfahrens auf trockene Probekörper im Rahmen von Qualitätskontrollen</b>	<b>32</b>
<b>Informative Anhänge</b>	
<b>C1 - Beispiele zum Maß <math>h</math></b>	<b>37</b>
<b>C2 - Beispiele verlegter Dachplatten mit     Befestigungslinien</b>	<b>38</b>
<b>D - A-Abweichung</b>	<b>39</b>

## Vorwort

Diese Europäische Norm wurde am (Jahr, Monat, Tag) vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) angenommen; sie wurde vom Unterkomitee TC 128/SC 4/5: "Faserzement-Dachplatten" unter Leitung des technischen CEN-Komitees TC 128 für Dachprodukte zum überlappenden Verlegen erstellt.

Es wird zwischen Produktbewertung (Typprüfungen) und routinemäßigen Anforderungen (Annahmeprüfungen) im Rahmen der Qualitätskontrolle unterschieden.

Auf die Notwendigkeit der Beachtung von EG- und/oder EFTA- sowie nationalen Rechtsvorschriften, die die Verwendung hinsichtlich des Einsatzes bestimmter Werkstoffe ausgrenzen, sowie von diesbezüglichen Anforderungen der Kennzeichnung und Etikettierung wird hingewiesen (siehe Anhang D).

Die Gebrauchstauglichkeit eines mit diesen Produkten konstruierten Daches ist nicht allein von den Produkteigenschaften entsprechend den Anforderungen dieser Norm abhängig, sondern auch vom Entwurf, der Konstruktion und der Ausführung des Daches insgesamt in Beziehung zur Umgebung und den Nutzungsbedingungen.

## 1 ANWENDUNGSBEREICH

Diese Europäische Norm regelt die technischen Anforderungen an Faserzement-Dachplatten und die dazugehörigen Formteile für Bedachungen; sie enthält weiterhin Verfahren zur Kontrolle und Prüfung sowie Annahmebedingungen.

Sie gilt für Faserzement-Dachplatten bis zu einer maximalen Höhe von 850 mm (siehe Abschnitt 4) für überlappende Eindeckungen von Dächern.

Für die Zwecke dieser Norm werden Faserzement-Dachplatten entsprechend ihrem Biegemoment klassifiziert.

## 2 NORMATIVE VERWEISUNGEN

Diese Europäische Norm enthält Regelungen anderer datierter oder undatierter Veröffentlichungen. Diese Normbezüge werden an den entsprechenden Stellen im Text zitiert; die Veröffentlichungen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Bezügen gelten spätere Ergänzungen oder Änderungen dieser Veröffentlichungen nur dann für diese Europäische Norm, wenn sie im Zuge einer Ergänzung oder Änderung integriert worden sind. Bei undatierten Quellen gilt die jeweils letzte Ausgabe der entsprechenden Veröffentlichung.

EN 29001: 1990 Qualitätssicherungssysteme/ Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Design/Entwicklung, Produktion, Montage und Kundendienst

EN 29002 : 1990 Qualitätssicherungssysteme - Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Produktion und Montage

ISO 390 : 1992 Produkte aus faserbewehrtem Zement - Probenahme und Prüfung

ISO 2859-1 : 1989 Abnahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder der Fehler in Stichproben (Attributprüfung) - Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenanweisungen für die Prüfung einer Serie von Losen

ISO 3951 : 1989 Verfahren und Tabellen für Stichprobenprüfung auf den Anteil fehlerhafter Einheiten in Prozent anhand quantitativer Merkmale (Variablenprüfung)

### **3 DEFINITIONEN**

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten folgende Definitionen:

#### **3.1 Annahmeprüfung:**

Zweck einer Annahmeprüfung ist die Feststellung, ob ein Posten von Produkten den Anforderungen entspricht. Die Prüfung wird an Probekörpern durchgeführt, die entweder der laufenden Produktion oder einer Lieferung entnommen werden.

ANMERKUNG: Prüfverfahren, Spezifikation (Anforderungen) und Grenzwerte werden in dieser Norm festgelegt. Der Umfang der zu entnehmenden Probemenge sowie die Annahmekriterien sind in Abschnitt 6.1.2 gegeben.

#### **3.2 Typprüfung (Eignungsprüfung):**

Eine Typprüfung wird zum Eignungsnachweis eines neuen Produkts bzw. in den Fällen durchgeführt, in denen die Folgen einer wesentlichen Änderung der Zusammensetzung und/oder des Herstellungsverfahrens aufgrund früherer Erfahrungen nicht vorhersehbar sind.

Die Prüfung wird am Produkt im vorgesehenen Auslieferungszustand durchgeführt. Bei der Prüfung ist nachzuweisen, daß die Produktgattung einer bestimmten Spezifikation (Anforderungen) entspricht, wobei für jeden einzelnen Produktionsposten keine gesonderte Prüfung erforderlich ist.

#### **3.3 Annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL):**

Die annehmbare Qualitätsgrenzlage ist in einem Probenplan mit einer speziellen und relativ hohen Annahmewahrscheinlichkeit verknüpft.

Sie ist der maximale, auf hundert bezogene Fehleranteil (oder die maximale Zahl von Fehlern bezogen auf 100 Einzelstücke), der für die Zwecke der Stichprobenprüfung bezüglich des Produktionsdurchschnittes als zufriedenstellend angesehen werden kann.

ANMERKUNG: Ein Probenplan mit einem AQL-Wert von 4 % bedeutet, daß Posten mit bis zu 4% mangelhaften Stücken mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden.

#### **3.4 Mindestwert für die Annahmeprüfung:**

Als Mindestwert für jeden Parameter gilt ein AQL-Wert von 4%.

### 3.5 Auslieferungszustand:

Der Zustand, in dem der Hersteller das Produkt nach Abschluß sämtlicher Bearbeitungsschritte einschließlich Reife sowie gegebenenfalls Lackierung/Beschichtung auszuliefern beabsichtigt.

### 3.6 Oberseite:

Die normalerweise der Witterung ausgesetzte Seite.

## 4 SYMBOLE AND ABKÜRZUNGEN

- b* Maß des Probekörpers (Länge oder Breite) parallel zu den Auflagern der Prüfmaschine in mm (wird im Anhang B auch als ein Koeffizient der Regressionslinie verwendet)
- d* Rohdichte der Faserzement-Dachplatte in  $\text{g/cm}^3$
- e* Dicke der Faserzement-Dachplatte in mm
- F* Kraft beim Versagen in N
- h* Maß der Faserzement-Dachplatte senkrecht zur Befestigungslinie; diese entspricht der horizontalen Ebene des Daches oder ist gegenüber der Horizontalen geneigt (vgl. Anhang C) in mm
- l<sub>s</sub>* Spannweite (Mittenabstand) zwischen den Auflagern der Prüfmaschine bei der Biegemomentprüfung in mm
- m* Masse des Probekörpers nach dem Trocknen in g
- M* Biegemoment beim Versagen in N.m/m
- M<sub>fi</sub>* Biegemoment beim Versagen des Probekörpers aus dem *i-ten* Paar, geprüft nach der Typprüfung (zweites Los), in N.m/m
- M<sub>fci</sub>* Biegemoment beim Versagen des Probekörpers aus dem *i-ten* Paar, geprüft zum Vergleich für die Typprüfung (erstes Los), in N.m/m

- $R$  Mittelwert der Verhältniswerte der Biegemomente beim Versagen vor und nach einer Typprüfung
- $R_i$  Verhältniswert der Einzelwerte des Biegemomentes beim Versagen des  $i$ -ten Paares von Probekörpern vor und nach einer Typprüfung
- $R_L$  Mit einer Aussagewahrscheinlichkeit (Vertrauensniveau) von 95% berechneter unterer Schätzwert für den Mittelwert der Verhältniswerte der Biegemomente beim Versagen vor und nach einer Typprüfung
- $s$  Standardabweichung der Einzelwerte bei den jeweiligen Berechnungen
- $V$  Volumen des Probekörpers in  $\text{cm}^3$
- $x_{std}$  Als Anforderung (Spezifikation) für die "Trockenmethode" anzusetzender Minimalwert; der Wert wird mit einer Aussagewahrscheinlichkeit von 97,5% als untere Grenze des Vertrauensbereiches anhand des in dieser Norm für die "Naßmethode" geforderten Wertes berechnet.
- $y_o$  Anhand des Prüfwertes für den Probekörper im trockenen Zustand berechneter Wert; es handelt sich um den bei "Naß"-Prüfung für einen Probekörper erwarteten Schätzwert, der mit einer Aussagewahrscheinlichkeit von 97,5% als untere Grenze des Vertrauensbereiches berechnet wird.

## **5 ANFORDERUNGEN AN DACHPLATTEN**

### **5.1 Allgemeine Anforderungen**

#### **5.1.1 Zusammensetzung**

Faserzement-Dachplatten müssen im wesentlichen aus einem anorganischen hydraulischen Bindemittel oder aus Kalziumsilikat, das durch chemische Reaktion von silizium- und kalkhaltigen Materialien gebildet wird, bestehen; als Bewehrung dienen Fasern.

Die bewehrenden Fasern müssen einer oder mehreren der folgenden Arten entsprechen:

- Natürliche anorganische Fasern
- Natürliche organische Fasern
- Synthetische anorganische Fasern
- Synthetische organische Fasern

In einer oder mehreren der folgenden Formen:

- Einzelne zufällig verteilte Elemente
- Durchgängige Streifen oder Bänder
- Netze oder Gewebe

Mit dem Verbundwerkstoff verträgliche Prozeßhilfsstoffe, Füllstoffe (auch Zuschläge) und Farbstoffe dürfen zugesetzt werden.

#### **5.1.2 Aussehen und Oberflächenbeschaffenheit**

Die der Witterung ausgesetzte Oberfläche der Platten kann glatt oder texturiert sein. Die Dachplatten können eingefärbt oder in ihrer natürlichen Farbe belassen sein. Die Faserzement-Dachplatten können weiterhin mit farbigen oder farblosen Beschichtungen an ihrer Oberfläche versehen werden.

Die Dachplatten können mit Löchern zur Befestigung angeliefert werden.

Die exponierte Oberfläche bzw. ihre Beschichtung ist Witterungseinflüssen ausgesetzt, die je nach geographischer Lage, Ausrichtung und Neigung des Daches sowie Expositionsdauer unterschiedlich sind. Irgendeine in dieser Hinsicht auftretende Schädigung darf die mindestens erforderlichen mechanischen und physikalischen Eigenschaften nach dieser Norm oder die Funktion der Dachplatte als dauerhaftes Element nicht beeinträchtigen.

## **5.2 Maße und zulässige Maßabweichungen**

### **5.2.1 Allgemeines**

Formen, Größen und Ausführung der Kanten müssen in den Unterlagen des Herstellers festgelegt werden.

ANMERKUNG: Bezüglich der Bezeichnung und Informationen siehe Abschnitt 5.5.

### **5.2.2 Dicken**

Die nach Abschnitt 7.2 ermittelte tatsächliche Dachplattendicke muß mindestens den in Tabelle 1 angegebenen Werten entsprechen.

Die Nenndicke muß vom Hersteller festgelegt werden.

### **5.2.3 Zulässige Abweichungen der Nennmaße**

Bei Messung nach Abschnitt 7.2 müssen folgende maximale Maßabweichungen eingehalten werden:

Länge und Breite:  $\pm 3$  mm

Dicke: - 10 %  
+ 25% des Nennwertes.

## **5.3 Physikalische Anforderungen und Eigenschaften**

### **5.3.1 Allgemeines**

Die mechanischen und die stofflichen Eigenschaften werden in der Regel an Produkten im Auslieferungszustand festgestellt. Bei den Ergebnissen ist anzugeben, ob diese für beschichtetes oder unbeschichtetes Material gelten.

ANMERKUNG: Bezüglich der statistischen Auswertung siehe Abschnitt 6.1.

### **5.3.2 Rohdichte**

Der Hersteller muß in seinen Unterlagen die Mindestrohddichte der Faserzement-Dachplatten angeben. Bei Prüfung nach Abschnitt 7.3.1 muß die Rohddichte der Dachplatten gleich diesem Wert oder größer als dieser Wert sein.

### **5.3.3 Mechanische Eigenschaften**

Bei Prüfung nach Abschnitt 7.3.2 müssen die Faserzement-Dachplatten ein Mindest-Biegemoment pro m Breite (N.m/m) entsprechend Tabelle 1 aufweisen:

- (i) als Mittel aus den Prüfwerten für beide Richtungen
- (ii) als Wert bei der Prüfung in der weniger tragfähigen Richtung.

Tabelle 1: Mindest-Biegemoment pro m Breite und Mindest-Dicke

h mm	Mindest-Dicke <i>e</i> *)mm	Mindest-Biegemoment für das Mittel der Prüfwerte für beide Richtungen	
		Klasse A N.m/m	Klasse B N.m/m
$h \leq 350$	2,8	25	35
$350 < h \leq 450$	3,0	30	45
$450 < h \leq 600$	3,5	35	50
$600 < h \leq 850$	4,0	45	60

\*) e ist der Mittelwert aus vier Messungen (nach Abschnitt 7.2.4).

Spezielle Klassen

Klasse AS *mm*

Unter milden Klimabedingungen sind für Faserzement-Dachplatten mit  $h \leq 450$  niedrigere Biegemomente als oben angegeben zulässig, wobei mindestens ein dem Zahlenwert von  $h/20$  äquivalentes Biegemoment eingehalten werden muß.

Klasse BS

Wenn im Hinblick auf einen Dachlattenabstand  $> 250$  mm größere Biegemomente notwendig sind, ist der erforderliche Mindestwert als Äquivalent zum Zahlenwert von  $h/5$  zu berechnen.

Mindest-Biegemoment für die weniger tragfähige Richtung

Das Biegemoment für die weniger tragfähige Richtung darf beim Versagen nicht weniger als 60% des geforderten Mittels für beide Richtungen betragen.

Alle Klassen sind für eine Verlegung auf drei oder mehr Dachlatten bzw. eine steife Dachschalung geeignet; jedoch nur die Klassen B und BS sind für eine Verlegung auf zwei Dachplatten geeignet.

#### **5.3.4 Prüfung auf Wasserundurchlässigkeit**

Bei Prüfung nach Abschnitt 7.3.3 dürfen auf der Unterseite der Faserzement-Dachplatte Feuchtigkeitsspuren auftreten, jedoch darf es keinesfalls zu Tropfenbildung kommen.

#### **5.3.5 Warm-Wasser-Prüfung**

Bei Prüfung nach Abschnitt 7.3.4 darf nach 56 Tagen Warm-Wasser-Lagerung bei 60° C das Verhältnis  $R_L$  entsprechend Abschnitt 7.3.4.4 nicht unter 0,75 liegen.

#### **5.3.6 Naß-Trocken-Prüfung**

Bei Prüfung nach Abschnitt 7.3.5 darf nach 50 Naß-Trocken-Zyklen das Verhältnis  $R_L$  entsprechend Abschnitt 7.3.5.4 nicht unter 0,75 liegen.

### **5.4 Anforderungen an das Verhalten unter klimatischer Beanspruchung**

#### **5.4.1 Allgemeines**

Die mechanischen und die stofflichen Eigenschaften sind in der Regel für Produkte im Auslieferungszustand festgelegt. Bei den Ergebnissen ist anzugeben, ob diese für beschichtetes oder unbeschichtetes Material gelten. Das Verhalten der Beschichtung bei den nachstehenden Prüfungen darf nicht in die Beurteilung des Produktes einbezogen werden.

#### **5.4.2 Prüfung auf Frostwiderstand**

Bei Prüfung nach Abschnitt 7.4.1 darf nach 100 Frost-Tau-Zyklen das Verhältnis  $R_L$  entsprechend Abschnitt 7.4.1.4 nicht unter 0,75 liegen.

### **5.4.3 Wärme-Regen-Prüfung**

Bei Prüfung nach Abschnitt 7.4.2 dürfen nach 50 Wärme-Regen-Zyklen keine sichtbaren Risse, Delaminationen oder sonstige Mängel der Faserzement-Dachplatten in einem so starken Maß aufgetreten sein, daß ihre Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigt ist.

## **5.5 Bezeichnung und Informationen**

Die Bezeichnung der Wellplatte muß zumindest enthalten:

- Name der Faserzement-Dachplatte
- Klasse
- Höhe, Größe und Form

Der Hersteller muß in seinen Informationsunterlagen folgendes angeben:

- Bezeichnung der Faserzement-Dachplatte wie oben
- Nennwerte für:
  - Dicke
  - Länge und Breite
- Mindestrohdichte
- Informationen für Bearbeitung/Behandlung und Verlegung

## **6 QUALITÄTSSICHERUNG (GÜTEÜBERWACHUNG)**

### **6.1 Werkseigene Produktionskontrolle**

#### **6.1.1 Qualitätssicherungssystem**

Der Hersteller muß ein wirksames und dokumentiertes Qualitätssicherungssystem einrichten und unterhalten, um die Übereinstimmung mit der Norm sicherzustellen.

### 6.1.2 Annahmeprüfungen (Güteprüfungen)

Jeder Anforderungswert unterliegt einem AQL-Wert von 4%. Die in ISO 390 mit einem AQL von 4% und einem Überwachungsniveau  $S_3$  vorgesehenen Probenpläne gewährleisten, daß bei großen Posten annähernd 95% der Einzelstücke die Anforderungen erfüllen.

Wenn das Qualitätssicherungssystem mit den Anforderungen des vom Ständigen Ausschuß für das Bauwesen (Direktiven 89/106) und von der EG veröffentlichten Leitpapier Nr. 7 (Construct 91/067) übereinstimmt, kann das Überwachungsniveau erniedrigt werden. Jedoch muß der Probenplan für jeden zu prüfenden Posten mindestens mit der nachfolgenden Tabelle in Übereinstimmung stehen.

Tabelle 2: Mindestprobenpläne

Faserzement-Dachplatten  Länge Breite Dicke	ISO 2859-1: 1989 Attributprüfung doppelte Probenahme AQL 4% Überwachungsniveau $S_7$
Rohdichte Biegemoment	ISO 3951: 1989 Variablenprüfung; s- oder $\bar{C}$ -Methode AQL 4% - Überwachungsniveau $S_3$
Formteile  Länge Breite Dicke	dieselben Festlegungen wie für die Maße von Faserzement-Dachplatten

Wenn das Qualitätssicherungssystem des Werkes von einer anerkannten Zertifizierungsstelle entsprechend EN 29001 oder EN 29002 zertifiziert ist, können in Übereinstimmung mit der anerkannten Zertifizierungsstelle andere Methoden angewendet werden.

### 6.1.3 Typprüfungen (Eignungsprüfungen)

Jede einzelne Typprüfung muß an einem Produkt ausgeführt werden, um Konformität mit der Norm nachzuweisen. Typprüfungen brauchen nicht wiederholt zu werden, es sei denn, daß eine grundlegende Veränderung der Zusammensetzung oder der Herstellungsmethode vorgenommen worden ist.

## 6.2 Zertifizierung durch einen Dritten

Die anerkannte Zertifizierungsstelle muß als Dritte die folgenden Aufgaben vornehmen:

- Sie muß die anfänglichen Typprüfungen durchführen oder überwachen.
- Sie muß den Qualitätssicherungsplan des Werkes bewerten und zulassen.
- Sie muß die Ergebnisse der routinemäßig durchzuführenden Annahmeprüfungen überwachen.

## 6.3 Überprüfung einer (Liefer-)Partie fertiggestellter Produkte

Die Überprüfung einer Lieferpartie fertiggestellter Produkte gehört nicht zu den Anforderungen dieser Norm. Wenn die Überprüfung jedoch in besonderen Fällen von einem Kunden verlangt wird, muß sie in Übereinstimmung mit Anhang A und ISO 390 zu seinen Lasten durchgeführt werden.

# 7 PRÜFVERFAHREN FÜR DACHPLATTEN

## 7.1 Allgemeines

### 7.1.1 Annahmeprüfungen (Güteprüfungen)

Die Anforderungen der Annahmeprüfungen beziehen sich auf das Produkt im Auslieferungszustand. Der Hersteller kann diese Prüfungen jedoch auch als Teil des routinemäßigen Qualitätssicherungssystems in einem früheren Reifezustand durchführen. Sie können auch zu dem Nachweis benutzt werden, daß ein Produktionsposten der Norm entspricht, zum Beispiel in Verbindung mit einer Typprüfung oder eine Abnahmeprüfung.

*benutzt*

Die Prüfungen erstrecken sich auf die:

- Messung der geometrischen Eigenschaften - Länge, Breite und Dicke - (Verfahren siehe Abschnitt 7.2)
- Bestimmung der Rohdichte (Verfahren siehe Abschnitt 7.3.1)
- Messung der mechanischen Eigenschaften - Biegemoment - (Verfahren siehe Abschnitt 7.3.2).

### **7.1.2 Typprüfungen (Eignungsprüfungen)**

Die Typprüfungen müssen an den Produkten im Auslieferungszustand durchgeführt werden. Sofern mehrere Formate oder Größen mit derselben Nenndicke und derselben Zusammensetzung nach demselben Herstellungsverfahren produziert werden, brauchen die Typprüfungen lediglich an einer Größe jeder Nenndicke durchgeführt zu werden.

Die Typprüfungen erstrecken sich auf die:

- Prüfung der Wasserundurchlässigkeit (Verfahren siehe Abschnitt 7.3.3)
- Warm-Wasser-Prüfung (Verfahren siehe Abschnitt 7.3.4)
- Naß-Trocken-Prüfung (Verfahren siehe Abschnitt 7.3.5)
- Prüfung des Frostwiderstandes (Verfahren siehe Abschnitt 7.4.1)
- Wärme-Regen-Prüfung (Verfahren siehe Abschnitt 7.4.2)

Bei Durchführung der Typprüfungen muß das Produkt zusätzlich den Annahmeprüfungen unterzogen werden, um sicherzustellen, daß es die Anforderungen dieser Norm erfüllt.

## **7.2 Prüfungen der Maße**

### **7.2.1 Vorbereitung des Probekörpers**

Die Prüfung ist an einer vollständigen Faserzement-Dachplatte im Auslieferungszustand durchzuführen, ohne besondere Vorbehandlung.

### 7.2.2 Prüfgeräte

- Ein Metallmaßstab, der eine Ablesung auf 0,5 mm zuläßt.
- Eine Mikrometerschraube, die eine Ablesung auf 0,05 mm zuläßt, mit ebenen kreisförmigen Metallbacken mit einem Durchmesser von 10 mm.

### 7.2.3 Verfahren

Länge und Breite: Es sind zwei Messungen für jedes Maß durchzuführen, und zwar auf jeweils 0,5 mm.

Dicke: Es sind vier Messungen auf 0,1 mm vorzunehmen, und zwar eine an jeder Seite der Faserzement-Dachplatte.

### 7.2.4 Ergebnisse

Länge und Breite: Jeder Wert muß die zulässigen Maßabweichungen nach Abschnitt 5.2.3 einhalten.

Dicke: Der Mittelwert von vier Messungen darf nicht unter dem in Tabelle 1 aufgeführten Minimum und muß innerhalb der in Abschnitt 5.2.3 angegebenen zulässigen Maßabweichungen liegen.

## 7.3 Prüfungen der physikalischen Werte und Eigenschaften

### 7.3.1 Rohdichte

#### 7.3.1.1 Vorbereitung des Probenkörpers

Als Probekörper muß vorzugsweise ein Stück der bei der Biegeprüfung verwendeten Dachplatte verwendet werden.

#### 7.3.1.2 Prüfgeräte

- Ein mit Ventilator ausgerüsteter Wärmeschrank, in dem bei voller Belegung mit Probekörpern eine Temperatur von 100°C bis 105°C erreicht werden kann.
- Eine Waage mit einer Zuverlässigkeit von 0,1% der Masse des Prüfkörpers, ausgerüstet auch für Unterwasserwägung.

### 7.3.1.3 Verfahren

Das Volumen  $V$  des Probekörpers wird durch Unterwasserwägung oder mit einem anderen Verfahren, mit dem dieselbe Genauigkeit erzielt werden kann, bestimmt. Vor dem Eintauchen in Wasser muß der Probekörper mit Wasser gesättigt sein.

Die Masse ist nach 24 Stunden Trocknung des Probekörpers in einem mit Ventilator ausgerüsteten Wärmeschrank bei einer Temperatur von 100°C bis 105°C zu bestimmen.

### 7.3.1.4 Ergebnisse

Die Rohdichte wird nach der Formel ermittelt

$$d = \frac{m}{V}$$

wobei

$d$  Rohdichte in g/cm<sup>3</sup>

$m$  Masse des Probekörpers nach der Trocknung

$V$  Volumen des Probekörpers in cm<sup>3</sup>

Das Ergebnis muß die Anforderungen nach Abschnitt 5.3.2 erfüllen.

## 7.3.2 Mechanische Eigenschaften - Bruchlast-Prüfung

### 7.3.2.1 Vorbereitung der Probekörper

Bei den Prüfungen in beiden Richtungen müssen die Probekörper so groß sein, daß sie die Auflager der Prüfmaschine um jeweils mindestens 10% der Spannweite überkragen. Der Probekörper kann quadratisch oder rechteckig sein.

Normalerweise wird die Prüfung nach Einstellung des nassen Zustandes der Probekörper durchgeführt, aber zum Zwecke der Qualitätskontrolle ist auch die Prüfung in trockenem Zustand zulässig, sofern statistisch nachgewiesen wird (siehe Anhang B), daß die Anforderungen für Naßprüfung nach Tabelle 1 erfüllt sind.

Die Probekörper sind nach Tabelle 3 vorzubehandeln.

**Tabelle 3: Vorbehandlung (Konditionierung)**

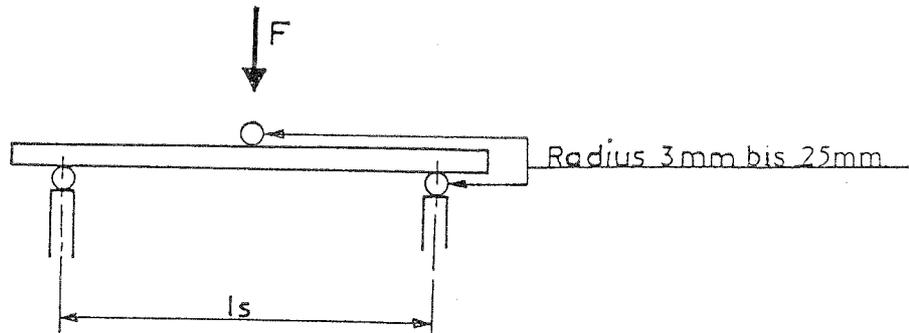
Prüfung	Vorbehandlungsverfahren
Annahmeprüfung, naß	24 Stunden Lagerung unter Wasser
Annahmeprüfung, trocken	7 Tage $\pm$ 1 Tag Lagerung unter Laborbedingungen
Typprüfung	Vor der Biegeprüfung 7 Tage $\pm$ 1 Tag Lagerung unter Laborbedingungen, sodann 24 Stunden unter Wasser

### 7.3.2.2 Prüfgeräte

Eine Biegeprüfmaschine, die bei Aufbringen der Last mit konstanter Zunahme der Verformung in der Zeiteinheit gefahren werden kann (wenn eine derartige Maschine nicht verfügbar ist, ist auch eine konstante Zunahme der Kraft in der Zeiteinheit zulässig), mit einem Anzeige- und Wiederholbarkeitsfehler  $\leq 3\%$ , und mit (siehe Bild 1):

- Zwei parallelen Auflagern (eines davon starr), angeordnet in derselben waagerechten Ebene. Die obere Seite jedes Auflagers soll mit einem Radius zwischen 3 mm und 25 mm abgerundet sein. Der Mittenabstand der Auflagern muß 200 mm betragen. Davon kann abgesehen werden, wenn die Maße des Probekörpers für ein Überkragen der Auflagern der Prüfmaschine um mindestens 10% nicht ausreichen. In solchen Fällen kann der Auflagerabstand vermindert werden, damit die Überkragung eingehalten wird.

- Eine Biegeschneide mit demselben Radius wie die Auflagern; die Biegeschneide ist parallel und mittig zu den Auflagern anzuordnen. Sie muß beweglich mit dem Lastaufbringungsmechanismus verbunden sein



**Bild 1: Biegeprüfmaschine**

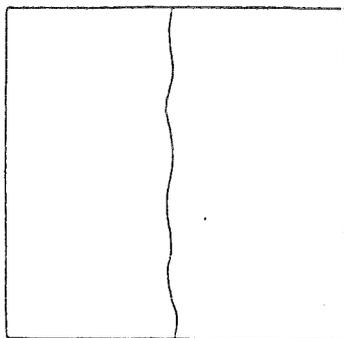
### 7.3.2.3 Verfahren

Der Probekörper ist mit der Oberseite in der Druckzone anzuordnen. Sodann ist der Probekörper mittels der Biegeschneide entlang seiner Mittellinie bis zum Versagen zu belasten (siehe hierzu Bild 2). Die Belastung soll gleichmäßig zunehmen, und zwar so, daß die maximale Kraft zwischen 5 s und 30 s erreicht wird.

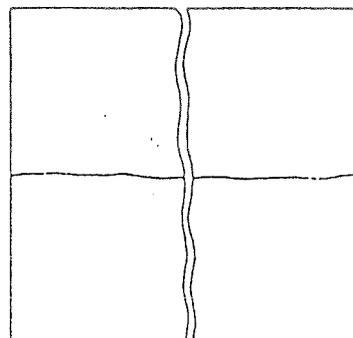
Der gebrochene Probekörper wird anschließend wieder zusammengesetzt, ohne ihn umzudrehen.

Der wieder zusammengesetzte Probekörper wird sodann einer erneuten Biegeprüfung unterzogen, bei der die Last rechtwinklig zur Belastungslinie der vorangegangenen Prüfung aufgebracht wird (siehe hierzu Bild 3).

Die Kraft  $F$  beim Versagen (Bruch) ist aufzuzeichnen.



**Bild 2: Probekörper nach der ersten Biegeprüfung**



**Bild 3: Probekörper nach der zweiten Biegeprüfung**

#### 7.3.2.4 Ergebnisse

Für beide Richtungen ergibt sich das Biegemoment beim Versagen nach folgender Formel:

$$M = \frac{F \times l_s}{4 \times b}$$

wobei:

$M$  Biegemoment beim Versagen in N.m/m

$F$  Kraft beim Versagen in N

$l_s$  Spannweite (Mittenabstand) der Auflager in mm

$b$  Maß der Dachplatte (Länge oder Breite) parallel zu den Auflagern in mm

Berechne die Biegemomente als Mittel für beide Richtungen und für die weniger tragfähige Richtung.

Für naß geprüfte Probekörper müssen die Prüfergebnisse die Anforderungen nach Abschnitt 5.3.3 erfüllen.

Für in trockenem Zustand geprüfte Probekörper gilt:

- entweder sind mit Hilfe der in Anhang B angegebenen Methode die korrespondierenden Werte für den nassen Zustand  $y_o$  zu berechnen, wobei die Ergebnisse die Anforderungen in Tabelle 1 nach Abschnitt 5.3.3 erfüllen müssen,

- oder es ist mit Hilfe der in Anhang B angegebenen Methode ein entsprechend korrigierter Anforderungswert  $x_{std}$  zu berechnen, dem das Ergebnis der trocken geprüften Probekörper genügen muß.

### 7.3.3 Prüfung der Wasserundurchlässigkeit

#### 7.3.3.1 Vorbereitung der Probekörper

Es sind drei Faserzement-Dachplatten zu entnehmen und mindestens 5 Tage unter kontrollierten Umgebungsbedingungen bei gleichmäßiger Temperatur (mehr als 5°C) zu lagern.

#### 7.3.3.2 Prüfgeräte

Ein senkrecht zu stellendes, durchsichtiges Rohr mit einer Länge von 300 mm und einem Innendurchmesser von mindestens 35 mm.

#### **7.3.3.3 Verfahren**

Das Rohr wird mittig auf die Oberseite des Probekörpers wasserdicht aufgeklebt und dieser horizontal so gelagert, daß die Unterseite inspiziert werden kann.

Das Rohr ist bis auf eine Höhe von ca. 250 mm, gemessen von der Oberfläche des Prüfkörpers, mit Wasser zu füllen.

Der Versuchsaufbau wird während 24 h unter Raumbedingungen belassen.

Nach 24 Stunden wird die Unterseite des Probekörpers untersucht.

#### **7.3.3.4 Ergebnisse**

Das Ergebnis der augenscheinlichen Beurteilung muß die Anforderungen nach Abschnitt 5.3.4 erfüllen.

### **7.3.4 Warm-Wasser-Prüfung**

#### **7.3.4.1 Vorbereitung der Probekörper**

Aus 10 Faserzement-Dachplatten im Auslieferungszustand werden 10 Sätze je eines Probekörperpaares für die Biegeprüfung nach Abschnitt 7.3.2 geschnitten.

Beide Probekörper müssen als Paar jeweils aus einer Faserzement-Dachplatte geschnitten und zum späteren Vergleich der Ergebnisse mit derselben Nummer gekennzeichnet werden.

#### **7.3.4.2 Prüfgeräte**

- ein Wasserbad, dessen Temperatur auf  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  geregelt wird
- eine Biegeprüfmaschine, wie in Abschnitt 7.3.2.2 beschrieben.

#### **7.3.4.3 Verfahren**

- Die paarweise geschnittenen Probekörper werden in zwei Lose zu je 10 Probekörpern aufgeteilt.
- Das erste Los wird der Biegeprüfung nach Abschnitt 7.3.2 mit der entsprechenden Vorbehandlung (siehe Tabelle 3) unterworfen.
- Gleichzeitig wird das zweite Los von 10 Probekörpern in  $60^{\circ}\text{C}$  warmes Wasser, das mit Material derselben Zusammensetzung gesättigt ist, gegeben.

- Die Probekörper bleiben 56 Tage  $\pm$  2 Tage in dem  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  warmen Wasser.
- Anschließend wird die Biegeprüfung nach Abschnitt 7.3.2 nach entsprechender Vorbehandlung (siehe Tabelle 3) durchgeführt.

#### 7.3.4.4 Ergebnisse

Für jedes Probekörperpaar  $i$  ( $i = 1$  bis 10) werden die Verhältnismomente  $R_i$  der Einzelwerte wie folgt berechnet:

$$R_i = \frac{M_{fi}}{M_{fci}}$$

wobei:

$M_{fi}$  Biegemoment beim Versagen des  $i$ -ten Probekörperpaares nach der Lagerung im warmen Wasser (aus dem zweiten Los)

$M_{fci}$  Biegemoment beim Versagen des  $i$ -ten Probekörperpaares, das zum Vergleich geprüft wird (aus dem ersten Los)

Berechne den Mittelwert  $R$  und die Standardabweichung  $s$  der einzelnen Verhältnismomente  $R_i$ . Berechne mit einer Aussagewahrscheinlichkeit (Vertrauensniveau) von 95% den unteren Schätzwert  $R_L$  für den Mittelwert der Verhältnismomente wie folgt:

$$R_L = R - 0,58 \times s$$

Das Ergebnis muß die Anforderungen nach Abschnitt 5.3.5 erfüllen.

### 7.3.5 Naß-Trocken-Prüfung

#### 7.3.5.1 Vorbereitung der Probekörper

Aus 10 Dachplatten im Auslieferungszustand werden 10 Sätze je eines Probekörperpaares für die Biegeprüfung nach Abschnitt 7.3.2 geschnitten.

Beide Probekörper müssen als Paar jeweils aus einer Dachplatte geschnitten und zum späteren Vergleich der Ergebnisse mit derselben Nummer gekennzeichnet werden.

#### 7.3.5.2 Prüfgeräte

- Ein mit Ventilator ausgerüsteter Wärmeschrank, mit dem bei voller Besetzung mit Probekörpern eine Temperatur von  $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  und eine relative Luftfeuchtigkeit  $< 20\%$  erreicht wird.
- Ein Behälter mit gleichmäßig temperiertem Wasser von mehr als  $5^{\circ}\text{C}$ .
- Eine Biegeprüfmaschine, wie in Abschnitt 7.3.2.2 beschrieben.

#### 7.3.5.3 Verfahren

- Die paarweise geschnittenen Probekörper werden in zwei Lose zu je 10 Probekörpern aufgeteilt.
- Das erste Los wird der Biegeprüfung nach Abschnitt 7.3.2 mit der entsprechenden Vorbehandlung (siehe Tabelle 3) unterworfen.
- Gleichzeitig wird das zweite Los 50 Naß-Trocken-Zyklen ausgesetzt, die bestehen aus:
  - 18 Stunden Lagerung in temperiertem Wasser von mehr als  $5^{\circ}\text{C}$ ;
  - 6 Stunden Trocknung in einem mit Ventilator ausgerüsteten Wärmeschrank bei  $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  und einer relativen Luftfeuchtigkeit von weniger als  $20\%$ .

Zwischen den Zyklen ist eine Unterbrechung bis zu 72 Stunden zulässig, sofern notwendig. Währenddessen müssen die Probekörper wassergelagert werden.

Nach 50 Zyklen wird nach Abschnitt 7.3.2 die Biegeprüfung im nassen Zustand nach entsprechender Vorbehandlung (siehe Tabelle 3) durchgeführt.

#### 7.3.5.4 Ergebnisse

Für jedes Probekörperpaar  $i$  ( $i = 1$  bis  $10$ ) werden die Verhältnismomente  $R_i$  wie folgt berechnet:

$$R_i = \frac{M_{fi}}{M_{fci}}$$

wobei:

$M_{fi}$  Biegemoment beim Versagen des  $i$ -ten Probekörperpaares nach den Naß-Trocken-Zyklen (aus dem zweiten Los)

$M_{fci}$  Biegemoment beim Versagen des  $i$ -ten Probekörperpaares, das zum Vergleich geprüft wird (aus dem ersten Los).

Berechne den Mittelwert  $R$  und die Standardabweichung  $s$  der einzelnen Verhältniswerte  $R_j$ . Berechne mit einer Aussagewahrscheinlichkeit (Vertrauensniveau) von 95% den unteren Schätzwert  $R_L$  für den Mittelwert der Verhältniswerte wie folgt:

$$R_L = R - 0,58 \times s$$

Das Ergebnis muß die Anforderungen nach Abschnitt 5.3.6 erfüllen.

## **7.4 Prüfungen auf Verhalten unter klimatischer Beanspruchung**

### **7.4.1 Prüfung des Frostwiderstandes**

#### **7.4.1.1 Vorbereitung der Probekörper**

Aus 10 Dachplatten im Auslieferungszustand werden je 2 Probekörperpaare für die Biegeprüfung nach Abschnitt 7.3.2 geschnitten.

Beide Probekörper müssen als Paar jeweils aus einer Dachplatte geschnitten und zum späteren Vergleich der Ergebnisse mit derselben Nummer gekennzeichnet werden.

#### **7.4.1.2 Prüfgeräte**

- Eine Frosttruhe mit Zwangsumluft, mit der innerhalb von ein bis zwei Stunden bei voller Besetzung mit Probekörpern eine Temperatur von  $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  erreicht werden kann.
- Ein Behälter mit Wasser, in dem eine Temperatur von  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  aufrechterhalten wird.
- Eine Biegeprüfmaschine, wie in Abschnitt 7.3.2.2 beschrieben.

#### **7.4.1.3 Verfahren**

- Die paarigen Probekörper werden in zwei Lose zu je 10 Probekörpern aufgeteilt.
- Das erste Los wird der Biegeprüfung nach Abschnitt 7.3.2 mit der entsprechenden Vorbehandlung (siehe Tabelle 3) unterworfen.

- Gleichzeitig wird das zweite Los 48 Stunden in temperiertem Wasser (mehr als 5°C) gelagert.

- Anschließend werden die Probekörper 100 Frost-Tau-Zyklen ausgesetzt, die bestehen aus:

- Abkühlen (Frosten) in der Frosttruhe, die eine Temperatur von  $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  innerhalb von ein bis zwei Stunden erreichen und diese Temperatur während einer weiteren Stunde halten muß.

- Aufwärmen (Tauen) im Wasserbad, das eine Temperatur von  $+20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  innerhalb von ein bis zwei Stunden erreichen und diese Temperatur während einer weiteren Stunde halten muß.

- Während der Abkühl- und Aufwärm-Zyklen (beim Frosten und Tauen), müssen die Probekörper so gelagert sein, daß das betreffende Medium (Luft in der Frosttruhe und Wasser im Lagerungsbad) frei um sie zirkulieren kann.

- Jeder Frost-Tau-Zyklus muß zwischen vier und sechs Stunden dauern. Es kann jedoch eine Unterbrechung zwischen den Zyklen von maximal 72 h eingelegt werden, während derer die Probekörper in Wasser von  $+20^{\circ}\text{C}$  gelagert werden müssen.

Die Frost-Tau-Zyklen können automatisch oder von Hand gesteuert werden. Eine kontinuierliche, automatische Zyklussteuerung wird bevorzugt. Bei der Handsteuerung muß das Ende eines jeden Zyklusses dokumentiert werden.

Nach 100 Zyklen wird die Biegeprüfung nach Abschnitt 7.3.2 nach entsprechender Vorbehandlung (siehe Tabelle 3) durchgeführt.

#### 7.4.1.4 Ergebnisse

Für jedes Probekörperpaar  $i$  ( $i = 1$  bis 10) wird das Verhältnis  $R_i$  der Einzelwerte wie folgt berechnet:

$$R_i = \frac{M_{fi}}{M_{fci}}$$

wobei:

$M_{fi}$  Biegemoment beim Versagen des *i-ten* Probekörperpaares nach den Frost-Tau-Zyklen (aus dem zweiten Los).

$M_{fci}$  Biegemoment beim Versagen des *i-ten* Probekörperpaares, das zum Vergleich geprüft wird (aus dem ersten Los).

Berechne den Mittelwert  $R$  und die Standardabweichung  $s$  der Verhältniswerte  $R_i$ . Berechne mit einer Aussagewahrscheinlichkeit (Vertrauensniveau) von 95% den unteren Schätzwert  $R_L$  für den Mittelwert der Verhältniswerte wie folgt:

$$R_L = R - 0,58 \times s$$

Das Ergebnis muß die Anforderungen nach Abschnitt 5.4.2 erfüllen.

## 7.4.2 Wärme-Regen-Prüfung

### 7.4.2.1 Vorbereitung der Probekörper

Die Prüfung muß an mindestens 11 Faserzement-Dachplatten ursprünglicher Größe im Auslieferungszustand vorgenommen werden.

### 7.4.2.2 Prüfgeräte

- Ein Rahmen mit einer Neigung von  $25^\circ \pm 5^\circ$  in einem zugfreien, aber angemessen belüfteten Raum.
- Eine Beheizungseinrichtung, die so zu kalibrieren ist, daß eine einheitliche Schwarzkörpertemperatur von  $70^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  auf der Plattenoberfläche aufrechterhalten wird. Sie sollte eine annähernd gleichmäßige Energieabgabe während der gesamten Prüfperiode aufweisen.
- Eine Wassersprinkler-Einrichtung mit einer Leistung von ca.  $2,5 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ , die Wasser von Umgebungstemperatur ( $> 5^\circ\text{C}$ ) fördert.

Die Fläche des Rahmens muß mindestens  $1,50 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$  betragen.

ANMERKUNG: Bezüglich der Definition eines "Schwarzkörpers" siehe Teil 4.4 der ASTM E 638-78: Calibration of heat transfer rate calorimeters using a narrow-angle blackbody radiation facility. Für diese Prüfung wird eine 1 mm dicke Aluminiumplatte mit einer mattschwarzen Lackierung als "Schwarztafel" verwendet. Die Meßeinrichtung ist ein Thermoelement oder ein ähnlicher Geber, der auf der Aluminiumplatte befestigt wird.

#### 7.4.2.3 Verfahren

Die Probekörper werden sieben Tage unter Laborbedingungen zwecks Einstellung eines Gleichgewichtszustandes gelagert.

Zumindest 11 Dachplatten werden entsprechend der Verlegeanweisungen des Herstellers befestigt.

Vor der Prüfung werden die Dachplatten auf ihren äußeren Zustand, Anzeichen von Beschädigungen zufolge Transports, Befestigung und Handhabung überprüft.

Die Sichtfläche der Faserzement-Dachplatten wird 50 Wärme-Regen-Zyklen nach Tabelle 4 ausgesetzt.

**Tabelle 4: Wärme-Regen Zyklus**

	Dauer
Regen 2,5 l/(min . m <sup>2</sup> ) Pause Beheizung 70°C ± 5°C Pause	2 h 50 min 10 min 2 h 50 min 10 min
Gesamt	6 h 00 min

Nach 50 Zyklen werden die Faserzement-Dachplatten überprüft auf:

- Rißbildungen (längs, quer und an den Befestigungspunkten)
- Lagentrennungen
- Andere sichtbare Schäden

#### 7.4.2.4 Ergebnisse

Das Ergebnis der augenscheinlichen Begutachtung muß die Anforderungen nach Abschnitt 5.4.3 erfüllen.

## **8 ANFORDERUNGEN AN DIE FORMTEILE**

### **8.1 Zusammensetzung**

Die Zusammensetzung der Formteile aus Faserzement muß Abschnitt 5.1.1 entsprechen.

### **8.2 Aussehen und Oberfläche**

Aussehen und Oberfläche der Formteile müssen auf die Faserzement-Dachplatten, mit denen sie gemeinsam verwendet werden, abgestimmt sein. Sie können mit Lochungen für die Befestigung ausgestattet sein.

### **8.3 Maße und zulässige Maßabweichungen**

#### **8.3.1 Formen und Größen**

Die Nennmaße und die Formen der Formteile sind vom Hersteller festzulegen; sie müssen zu den entsprechenden Faserzement-Dachplatten passen.

#### **8.3.2 Dicke**

Die Nenndicke der Formteile darf nicht kleiner sein als die Nenndicke der Faserzement-Dachplatten, mit denen sie gemeinsam verwendet werden.

#### **8.3.3 Zulässige Abweichungen der Nennmaße**

- Formteile, die an Stelle von Dachplatten verwendet werden (z.B. als Belüftungsplatten), müssen dieselben Maßabweichungen einhalten wie die Faserzement-Dachplatten.
- Für andere Formteile (z.B. Firstteile) müssen die zulässigen Maßabweichungen vom Hersteller festgelegt werden.

### **8.4 Prüfungen der Maße (Annahmeprüfungen)**

Die Prüfungen müssen nach Abschnitt 7.2 durchgeführt werden.

## 9 KENNZEICHNUNG, ETIKETTIERUNG UND VERPACKUNG

Die Verpackung der Faserzement-Dachplatten und Formteile muß zumindest folgende Angaben ausweisen:

- a) Die Identifizierung des Herstellers
- b) Die Nummer dieser Norm
- c) Größe und/oder Name (nur Faserzement-Dachplatten)
- d) Klasse (nur Faserzement-Dachplatten))
- e) Das Herstellungsdatum
- f) AF, sofern die Produkte kein Asbest enthalten.

Mindestens 15% der Faserzement-Dachplatten jeder ausgelieferten Einheit muß zumindest mit den Angaben zu a), d), e) und f) der voranstehenden Auflistung dauerhaft gekennzeichnet sein; analog dazu sind mindestens 50% der Formteile mit Angaben zu a), e) und f) zu versehen.

ANMERKUNG: Hinsichtlich der Etikettierungs-Vorschriften wird auf die EG- und EFTA-Bestimmungen hingewiesen.

## Normativer Anhang A

Annahmeprüfung<sup>1)</sup> für Produkte, die keiner Zertifizierung durch einen Dritten unterworfen sind

**A.1** Falls in Ausschreibungen und/oder Aufträgen vorgesehen, muß die Eingangsprüfung an Los(en) der Lieferung nach dem Prüfprogramm dieser Produktnorm durchgeführt werden, wenn nicht eine besondere Vereinbarung vorliegt. Daher beinhaltet das Prüfprogramm notwendigerweise die Annahmeprüfungen.

Einzelheiten, die sich auf die Anwendung der Bestimmungen zur Probenahme beziehen, müssen zwischen dem Hersteller und dem Käufer vereinbart werden.

**A.2** Nach Einigung auf das Verfahren zur Probenahme muß die Probenahme selbst im Beisein beider Parteien am/an Los(en) durchgeführt werden, die zur Lieferung an den Käufer bestimmt sind. Falls das/die Prüflos(e) noch nicht gebildet ist/sind, muß der Hersteller dem Käufer das/die Lager präsentieren, aus dem das/die Prüflos(e) entnommen und gekennzeichnet werden kann/können. Wenn vom Hersteller und Käufer nicht anders vereinbart, müssen die maximalen bzw. minimalen Prüflose 20 000 bzw. 3 000 Dachplatten und 1 500 bzw. 200 Formteile für alle Größen sein.

**A.3** Im Regelfall müssen die Prüfungen vom Labor des Herstellers oder von einem unabhängigen Labor durchgeführt werden, das im beiderseitigen Einvernehmen zwischen dem Hersteller und dem Käufer ausgewählt wird. Im Streitfall müssen die Prüfungen im Beisein beider Parteien durchgeführt werden.

**A.4** Falls nichtzerstörende Prüfungen durchgeführt werden und die Ergebnisse der Stichprobenprüfung die Anforderungen der Annahmeprüfungen der Produktnorm nicht erfüllen, muß jedes einzelne Stück der Lieferung geprüft werden, wenn der Hersteller es fordert. Sofern zwischen dem Hersteller und dem Käufer keine andere Vereinbarung getroffen wird, kann die Einheit der Lieferung, die die Anforderungen dieser Norm nicht erfüllt, zurückgewiesen und ausgesondert werden.

---

<sup>1)</sup> Siehe ISO 390

## Normativer Anhang B

Statistische Methode für die Bestimmung der entsprechenden "Naß"-Werte oder revidierter "Trocken"-Anforderungswerte für das Biegemoment bei Anwendung des Prüfverfahrens auf trockene Probekörper im Rahmen von Qualitätskontrollen

### B.1 Verfahren

- Es sind mindestens 20 Faserzement-Dachplatten als Proben zu entnehmen und zu paarigen Probekörpern zu schneiden, die für die Prüfung des Biegemomentes nach Abschnitt 7.3.2 geeignet sind.
- Beide Probekörper eines Paares müssen aus derselben Faserzement-Dachplatte geschnitten und jedem muß dieselbe Nummer gegeben werden.
- Ein Satz Probekörper ist im nassen und einer im trockenen Zustand der Prüfung des Biegemomentes nach Abschnitt 7.3.2 zu unterziehen.
- Es ist zu ermitteln, ob die paarigen Ergebnisse korrelieren, wobei eine Aussagewahrscheinlichkeit von 97,5% unter Anwendung der Methode B.2 zugrunde zu legen ist.
- Wenn die Korrelation keine Signifikanz ergibt, kann die Prüfung im trockenen Zustand nicht genutzt werden. Ist die Korrelation signifikant, ist folgendermaßen fortzufahren:
  - Berechne die Regressionslinie unter Anwendung der Methode B.3.
  - Berechne entweder einen "Naß"-Wert für jeden Probekörper anhand der erhaltenen Trockenwerte unter Anwendung der Methode B.4,
  - oder bestimme unter Anwendung der Methode B.5 einen revidierten Minimalwert, der als Anforderung für die "Trocken"-Prüfung zu verwenden ist und mit dem entsprechenden Minimalwert für die "Naß"-Prüfung nach dieser Norm korrespondiert.

## B.2 Durchführung der Korrelation zwischen Prüfungsergebnissen der nassen und trockenen Probekörper

- Berechne den Korrelationskoeffizienten zwischen "Naß"- und "Trocken"-Werten nach folgender Gleichung:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\left\{ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right\}^{1/2}} \quad (\text{Gleichung 1})$$

wobei:

- $n$  Anzahl der paarigen Probekörper
- $x_i$  Einzelwert des  $i$ -ten "trocken" geprüften Probekörpers
- $y_i$  Einzelwert des  $i$ -ten "naß" geprüften Probekörpers
- $\bar{x}$  Mittelwert aus den Einzelwerten  $x_i$  für  $i = 1$  bis  $n$
- $\bar{y}$  Mittelwert aus den Einzelwerten  $y_i$  für  $i = 1$  bis  $n$

- Berechne den Wert  $t$  nach der folgenden Gleichung:

$$t = \left| \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \right| \cdot \sqrt{n-2} \quad (\text{Gleichung 2})$$

- Vergleiche  $t$  mit dem Student-Koeffizienten  $t_{0,025/n-2}$ .

- Wenn  $t > t_{0,025/n-2}$  ist, besteht eine signifikante Beziehung zwischen den Ergebnissen von "naß" und "trocken" ermittelten Prüfwerten und die Regressionslinie ist eine Gerade. Die "Trocken"-Prüfung kann demzufolge für Qualitätskontrollen angewendet werden.

- für  $n = 20$  ist  $t_{0,025/n-2} = 2,101$ ; für  $n > 20$  sind die entsprechenden Tabellen der Student-Verteilung heranzuziehen.

### B.3 Ermittlung der Regressionsgeraden

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$y = a + b x$$

- Berechne die Werte für  $a$  und  $b$  nach den folgenden Gleichungen:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{Gleichung 3})$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (\text{Gleichung 4})$$

Eine Darstellung der Regressionsgeraden gibt Bild B1.

### B.4 Bestimmung eines Wertes für "Naß"-Prüfung aus einem durch "Trocken"-Prüfung erhaltenen Wert

- Berechne die verbleibende Standardabweichung (auch Reststandardabweichung des Schätzwertes genannt) nach folgender Gleichung:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2}{n - 2}} \quad (\text{Gleichung 5})$$

- Berechne den Wert für "Naß"-Prüfung unter Verwendung des erhaltenen "Trocken"-wertes  $x$  nach folgender Gleichung:

$$y_0 = (a+bx_0) - s t_{0,025/n-2} \sqrt{\frac{n+1}{n} + \frac{(x_0-x)^2}{\frac{\sum (x_i-x)^2}{1}}} \quad (\text{Gleichung 6})$$

wobei:

$x_0$  aktueller, bei der "Trocken"-Prüfung erhaltener Wert

$y_0$  anhand von  $x_0$  berechneter Wert; Schätzwert des bei "Naß"-Prüfung erwarteten Wertes, berechnet mit einer Aussagewahrscheinlichkeit von 97,5% als untere Grenze des Vertrauensbereiches.

- Für  $n = 20$  ist  $t_{0,025/n-2} = 2,101$ ; für  $n > 20$  sind die entsprechenden Tabellen für  $t$  der Student-Verteilung heranzuziehen.

Für routinemäßige Qualitätsprüfungen können jedesmal Einzelwerte  $y_0$  berechnet werden. Alternativ kann dazu durch Einsetzen einer geeigneten Reihe von Werten für  $x_0$  in die Gleichung 6 eine Grafik für  $y_0$  in Abhängigkeit von  $x_0$  aufgestellt werden (siehe Bild B1), aus der sich später Werte ablesen lassen.

### B.5 Bestimmung des minimalen Anforderungswertes für die "Trocken"-Prüfung $x_{std}$ , der mit dem Minimalwert für die "Naß"-Prüfung nach dieser Norm $y_{std}$ korrespondiert

- Ermittle durch Einsatz einer geeigneten Reihe von Werten für  $x_0$  in Gleichung 6 die Kurve für  $y_0$  in Abhängigkeit von  $x_0$  (untere Grenze des Vertrauensbereiches) und zeichne sie in einer Grafik.

- Entnehme den Wert  $x_{std}$ , der dem Wert  $y_{std}$  der Grafik entspricht (siehe Bild B1).

wobei:

$y_{std}$  in der Norm für "Naß"-Prüfung geforderter minimaler Wert

$x_{std}$  für "Trocken"-Prüfung zu fordernder minimaler Wert, berechnet mit einer Aussagewahrscheinlichkeit von 97,5% als untere Grenze des Vertrauensbereiches.

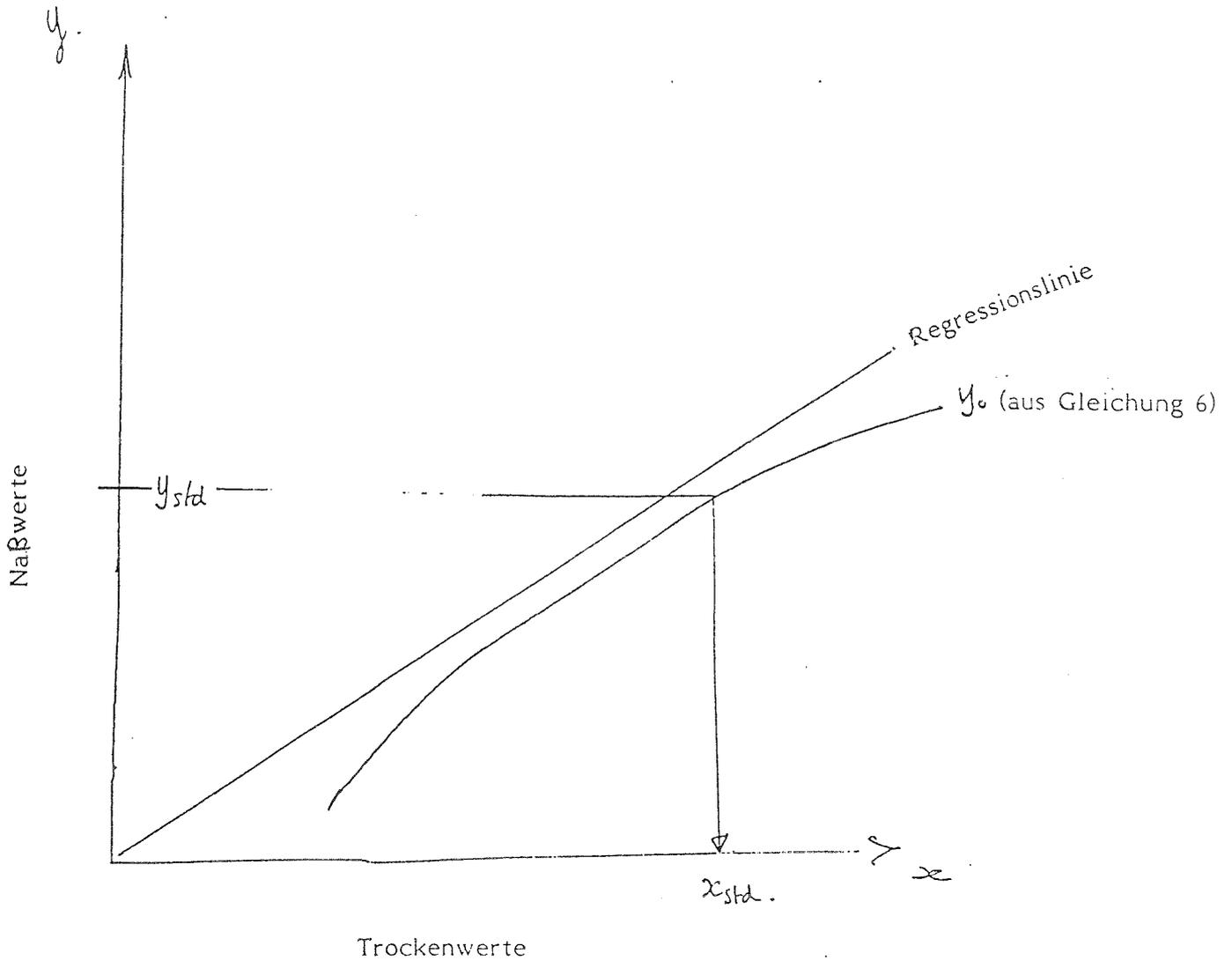


Bild B1: Regressionslinie mit unterer Grenze des Vertrauensbereiches für Naß-Trocken-Werte

### Informativer Anhang C1 - Beispiele zum Maß $h$

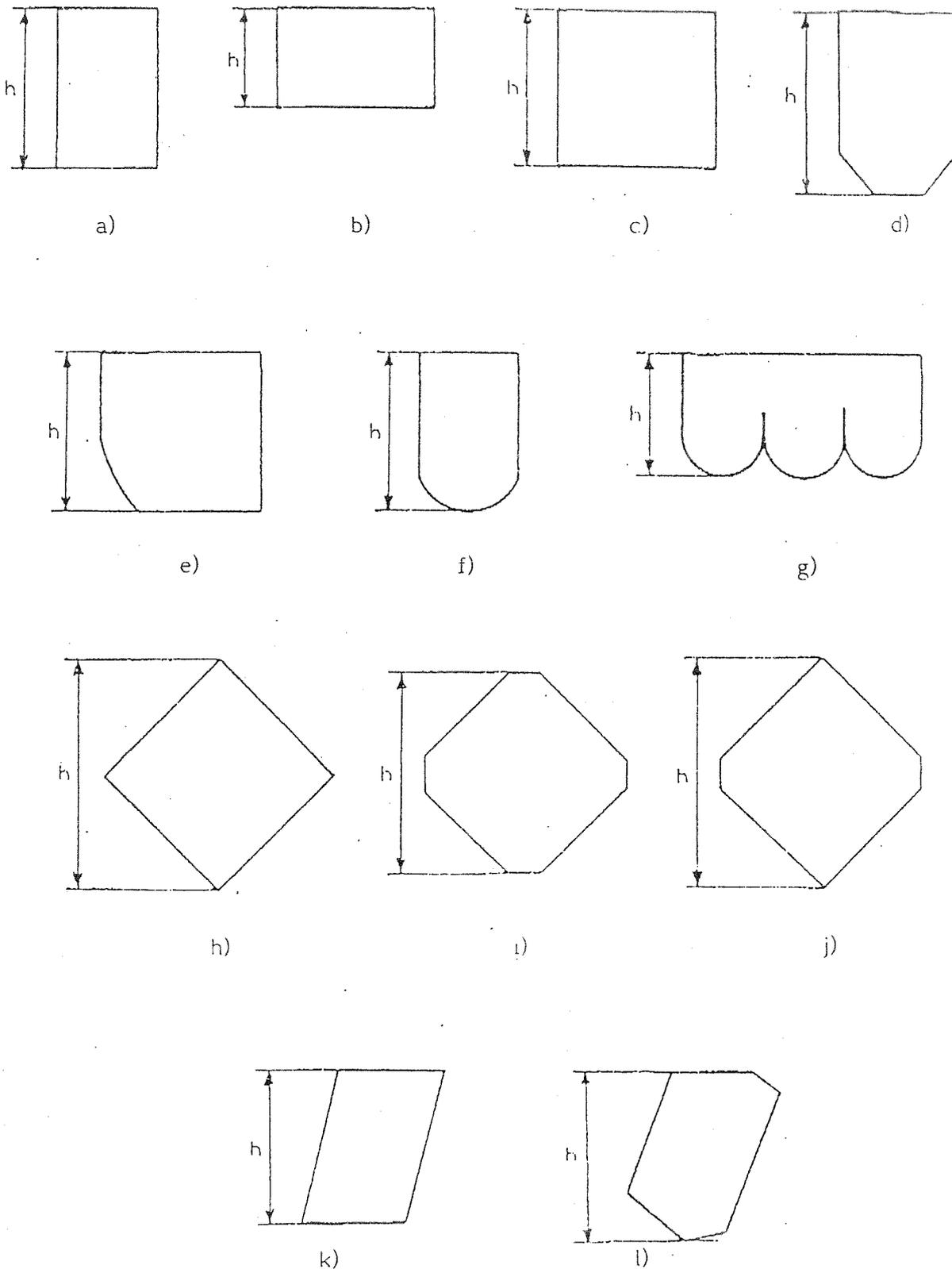
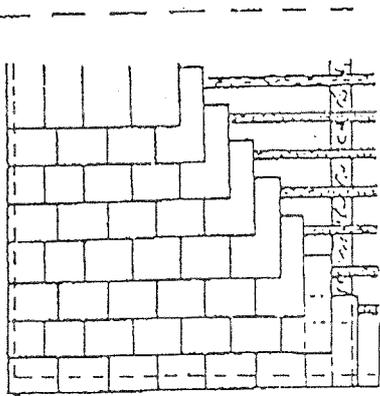
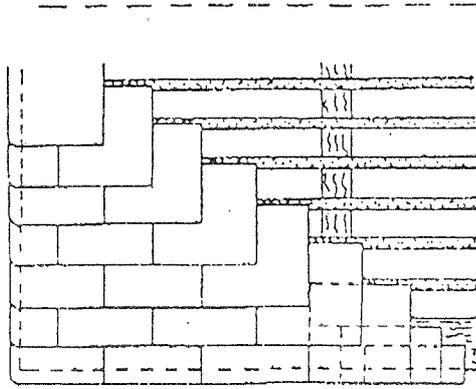


Bild C1: Beispiele nicht befestigter Faserzement-Dachplatten

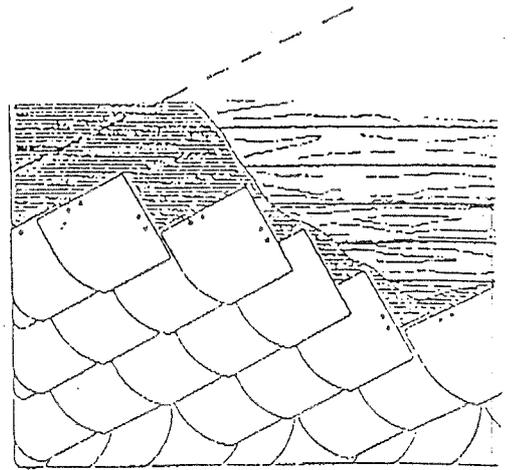
Anhang C2



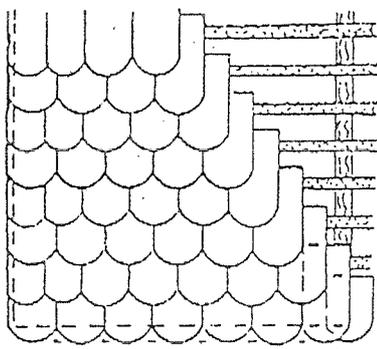
a)



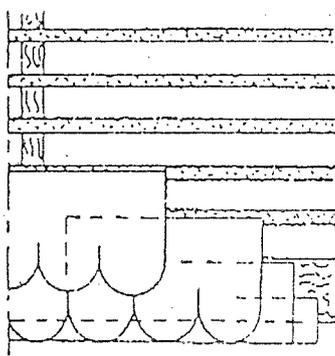
c)



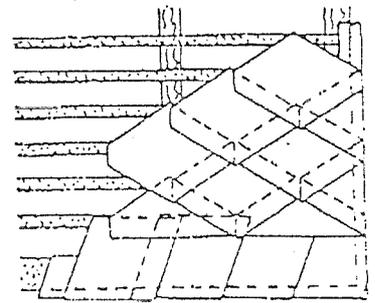
e)



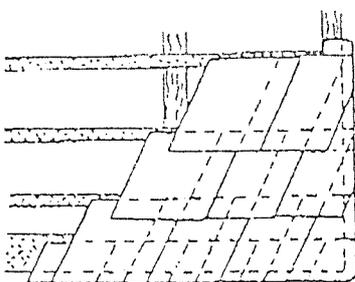
f)



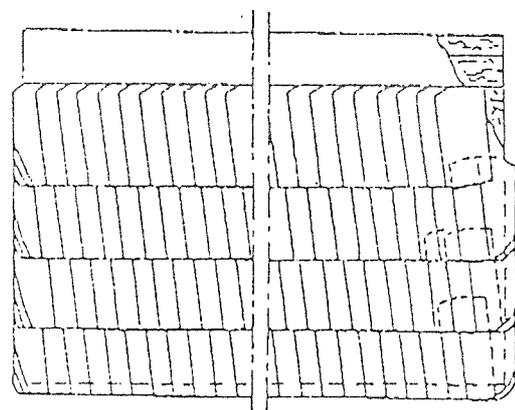
g)



j)



k)



l)

Bild C2: Beispiele verlegter Dachplatten mit Befestigungslinien

N. B. : — — — — — Linie der Befestigungsrichtung

## Informativer Anhang D

### A-Abweichung

Gemäß Resolution Nr. 64 hat das BT eine A-Abweichung zugelassen

für Deutschland (Gefahrstoffverordnung - Gef. Stoff), Norwegen (Forskrifter om Asbest of 19.08.1991), Schweiz (Verordnung über umweltgefährdende Stoffe, Anhang 3.3 - Art. 9, 11, 35 und 61), Schweden (.....) und Italien (.....)

wonach die Verwendung von Bauprodukten aus Asbestzement nicht erlaubt ist.

**Abstract**  
of the

Final report on the research project "European harmonization of the requirements for thin fibre reinforced cement products in the field of technical approval"  
(IfBt, AZ: 1-5-591/89)

In 1985, the European Union of Agrément (U.E.A.t.c.) started to elaborate a Guideline for the assessment of the durability of fibre reinforced cement products for use in the field of roofing and cladding. The reporter participated as German expert in the activities of the corresponding Specialist Commission and continued this cooperation also in the framework of the research project carried out by the Institut für Bautechnik.

In spite of a lot of development carried out in order to replace asbestos cement by fibre reinforced cement there was, from the German point of view, not sufficient experience available yet. Due to the lack of testing and practical experience, the elaboration of the Guideline was very time-consuming so that it could be finished only in 1991. A delegation from the European Federation of Fibre-Cement Producers participated in the second part of work who simultaneously was involved in ISO-projects as well as in the CEN-drafts started in the meanwhile on fibre-cement slates and profiled sheets.

The English version of the U.E.A.t.c. Guideline entitled:

"UEAtc Technical Guide for the Assessment of the Durability of Thin Fibre Reinforced Cement Products (without Asbestos) for External Use"

was published in May 1991. The German version is available since June 1992.

As a member of the German expert committee for the standardization of fibre-cement products, the reporter finally became also member of the German delegation of Working Group 4/5 of CEN TC 128 "Roofing products", the technical work of which is about finished now including the elaboration of the German versions. The drafts are ready to be adopted as harmonized European standards and are entitled:

"prEN 492: Fibre-cement slates and their fittings for roofing - Product specification and test methods",

"prEN 494: Fibre-cement profiled sheets and fittings for roofing - Product specification and test methods".

The main purpose of the project was to coordinate the conceptions developed by the German delegation with regard to the establishment of a guideline for technical approvals. Even if not all ideas could be implemented in the technical papers it was nevertheless possible to achieve a certain agreement concerning the modalities of assessment of durability.

Résumé  
du

**Rapport final relatif au projet de recherche "Harmonisation européenne des exigences relatives aux produits en fibres-ciment dans le cadre de l'agrément technique" (IfBt, AZ: IV 1-5-591/89)**

En 1985, l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (U.E.A.t.c.) a commencé d'élaborer un Guide technique pour l'évaluation de la durabilité des produits minces en fibres-ciment utilisés comme revêtements de murs et de toits. Le rapporteur a participé comme expert allemand aux travaux de la Commission Spécialisée et a continué de coopérer aussi dans le cadre du projet de recherche ci-dessus.

Malgré d'un grand nombre de développements réalisés, on ne disposait au début des travaux d'élaboration du Guide - du point de vue allemand - pas encore des expériences pratiques suffisantes sur les produits en fibres-ciment développés pour remplacer l'amiante-ciment; en particulier, on ne disposait pas encore de méthodes d'essai et d'appréciation assez fondées. A cause de ce manque, les travaux ont pris beaucoup de temps et n'ont pu être terminés qu'en 1991. Une délégation de la Fédération Européenne des Producteurs de Fibres-Ciment (FEPPFC) a participé et contribué à l'élaboration du Guide, délégation qui a aussi participé à la normalisation ISO ainsi qu'aux travaux de projets de CEN-normes commencés entre-temps sur des plaques en fibres-ciment.

Les versions anglaises et françaises du Guide U.E.A.t.c. ont été publiées en mai 1991, la version allemande est disponible depuis juin 1992. La version française est intitulée:

"Guide technique U.E.A.t.c. pour l'évaluation de la durabilité des produits minces en fibres-ciment (sans amiante) pour applications extérieures".

Comme membre du groupe de travail allemand "Produits en fibres-ciment" le rapporteur a enfin aussi contribué aux travaux du groupe de travail 4/5 de la commission CEN TC 128 "Produits de couverture". Les travaux techniques, y-inclus ceux qui concernent la version allemande des deux projets de normes, sont pratiquement terminés et les documents sont prêts à être adoptés comme norme européenne harmonisée. Ils sont intitulés:

"prEN 492: Ardoises et leurs accessoires en fibres-ciment pour toitures - Spécification du produit et méthodes d'essai"

"prEN 494: Plaques profilées en fibres-ciment et accessoires pour couvertures - Spécifications du produit et méthodes d'essai".

Le but essentiel du projet de recherche a été la coordination des idées développées du côté allemand en vue d'établir un guide d'agrément technique. Même s'il n'était pas possible d'incorporer toutes les idées dans les documents techniques mentionnés, on a quand-même réussi à arriver à une certaine harmonisation des modalités d'évaluation de la durabilité.