

Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten

T 2986

T 2986

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

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

Im Originalmanuskript enthaltene Farbvorlagen, wie z.B. Farbfotos, können nur in Grautönen wiedergegeben werden. Liegen dem Fraunhofer IRB Verlag die Originalabbildungen vor, können gegen Berechnung Farbkopien angefertigt werden. Richten Sie Ihre Anfrage bitte an die untenstehende Adresse.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2002, ISBN 3-8167-6489-4

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 info@irb.fhg.de

URL <http://www.IRBbuch.de>

**Untersuchungen über die Rauchentwicklung
bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung
von Grenzwerten**

**Dr.-Ing. Dobbernack
Dipl.-Ing. Hübler
Dipl.-Ing. Klingelhöfer**

**Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz
der TU Braunschweig**

**Materialprüfungsanstalt Dresden
Referat Brandschutz, Freiberg**

**Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen
- Außenstelle Erwitte -**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Aufgabenstellung	2
2. Versuchsanordnung	4
2.1 Prüfung im Brandschachtversuch nach DIN 4102 Teil 1	4
2.2 Rauchdichteuntersuchung nach DIN VDE 0472 Teil 816	7
3. Versuchsmaterial	8
4. Versuchsergebnisse	10
4.1 Prüfung nach DIN 4102 Teil 1	10
4.2 Rauchdichteuntersuchungen nach DIN VDE Teil 816	13
5. Schlussfolgerungen	15

Anlage 1 bis Anlage 12: Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

1. Aufgabenstellung

Nach der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR) dürfen in notwendigen Fluren geringer Nutzung oder in offenen Gängen elektrische Leitungen mit verbessertem Brandverhalten verlegt werden.

Als elektrische Leitungen mit verbessertem Brandverhalten gelten Leitungen/Kabel, die

- die Prüfanforderungen nach DIN VDE 0472 Teil 804 Prüffart C (Brandausbreitung) und Teil 816 (Rauchentwicklung) erfüllen.

oder

- die Anforderungen der Baustoffklasse B1 nach DIN 4102 Teil 1 in Verbindung mit DIN 4102 Teil 16 (Brandausbreitung) erfüllen - ggf. auch in Verbindung mit einer Beschichtung. Die Leitungen/Kabel müssen außerdem eine nur geringe Rauchentwicklung aufweisen.

Für die Einreihung in die Baustoffklasse B1 sind in DIN 4102 Teil 1 Grenzwerte festgelegt. Für die im gleichen Versuch festgestellte Rauchentwicklung fehlen jedoch entsprechende Grenzwertfestlegungen. Um bei der Prüfung nach DIN VDE 0472 Teil 816 und bei der Prüfung nach DIN 4102 Teil 1 zu ähnlichen Sicherheitsniveaus zu gelangen, sollen im Rahmen dieses Untersuchungsprogramms an gleichen Kabeln Untersuchungen nach beiden Verfahren durchgeführt werden. Es soll festgestellt werden, ob zwischen der Rauchentwicklung beim Brandschachtversuch nach DIN 4102 und der Rauchentwicklungsprüfung nach DIN VDE 0472 Teil 816 eine Korrelation besteht, die es erlaubt, aus den Grenzwerten nach DIN VDE 0472 Teil 816 einen Vorschlag für einen Grenzwert im Hinblick auf die Rauchentwicklung beim Brandschachtversuch nach DIN 4102 Teil 1 abzuleiten.

Die Ergebnisse sind als Grundlage für eine Klassifizierung der Kabel im Rahmen eines allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungsbescheides durch das Deutsche

Institut für Bautechnik vorgesehen. Im Hinblick auf die nur temporäre Bedeutung dieser Klassifizierung – derzeit ist ein europäisches Prüf- und Beurteilungsverfahren für elektrische Leitungen in Arbeit, das die nationale Klassifizierung ablösen soll – wurde dieses Untersuchungsprogramm auf eine sehr geringe Zahl von Kabeltypen begrenzt.

Die Brandschachtversuche nach DIN 4102 Teil 1 wurden je zur Hälfte im Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen (MPA NRW) und im Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig (IBMB BS) durchgeführt. Die Untersuchungen der Rauchentwicklung nach DIN VDE 0472 Teil 816 wurden durch die Materialprüfungsanstalt Dresden, Referat Brandschutz, Freiberg (MPA Dresden) durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse aller dreier Prüfstellen werden in dem beiliegenden Abschlussbericht zusammengefasst und einander gegenübergestellt.

2. Versuchsanordnung

2.1 Prüfung im Brandschachtversuch nach DIN 4102 Teil 1

Die Versuchsanordnung für diese Prüfungen ist in DIN 4102 Teil 1 beschrieben. Die für die Untersuchungen eingesetzte Prüfapparatur ist in DIN 4102 Teil 15 beschrieben. Nähere Angaben zur Durchführung der Brandschachtversuche sind in DIN 4102 Teil 16 zusammengestellt.

Aufgrund inzwischen vorliegender Versuchserfahrungen ist bekannt, dass die Anordnung und Befestigung der Kabel einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Versuchsergebnisse haben – sowohl auf die Brandausbreitung als auch auf die Rauchentwicklung. Die vorstehenden Normen enthalten keine spezifischen Angaben zur Prüfung von elektrischen Leitungen/Kabeln. Insbesondere sind dort keine Festlegungen zur Anordnung und Befestigung der Kabel bei der Probenherstellung gemacht. Um für alle Prüfungen an Kabeln eine einheitliche Grundlage zu schaffen, wurde daher in dem dafür zuständigen Sachverständigenausschuss „Brandverhalten von Baustoffen (PA-III)“ eine Regelung getroffen. Der hierzu gefasste Beschluss Nr. 13 (Gruppen-Nr. B3) sieht sowohl eine Prüfung in einlagiger Anordnung (Kabel mit einem Abstand verlegt, der dem halben Kabeldurchmesser entspricht, mindestens jedoch 5 mm) als auch eine Prüfung in zweilagiger Anordnung (Kabel ohne Abstand verlegt) vor. Die Kabel sind dabei mit 1 mm dickem Stahldraht auf horizontal angeordneten Quertraversen aus 8 mm Durchmesser Rundstahl anzubinden. Details hierzu sind den als Abb. 1-1 bzw. Abb. 1-2 folgenden Kopien der Darstellungen des o.a. Beschlusses zu entnehmen. Jeder der untersuchten Kabeltypen wurde sowohl in einlagiger als auch in zweilagiger Anordnung untersucht.

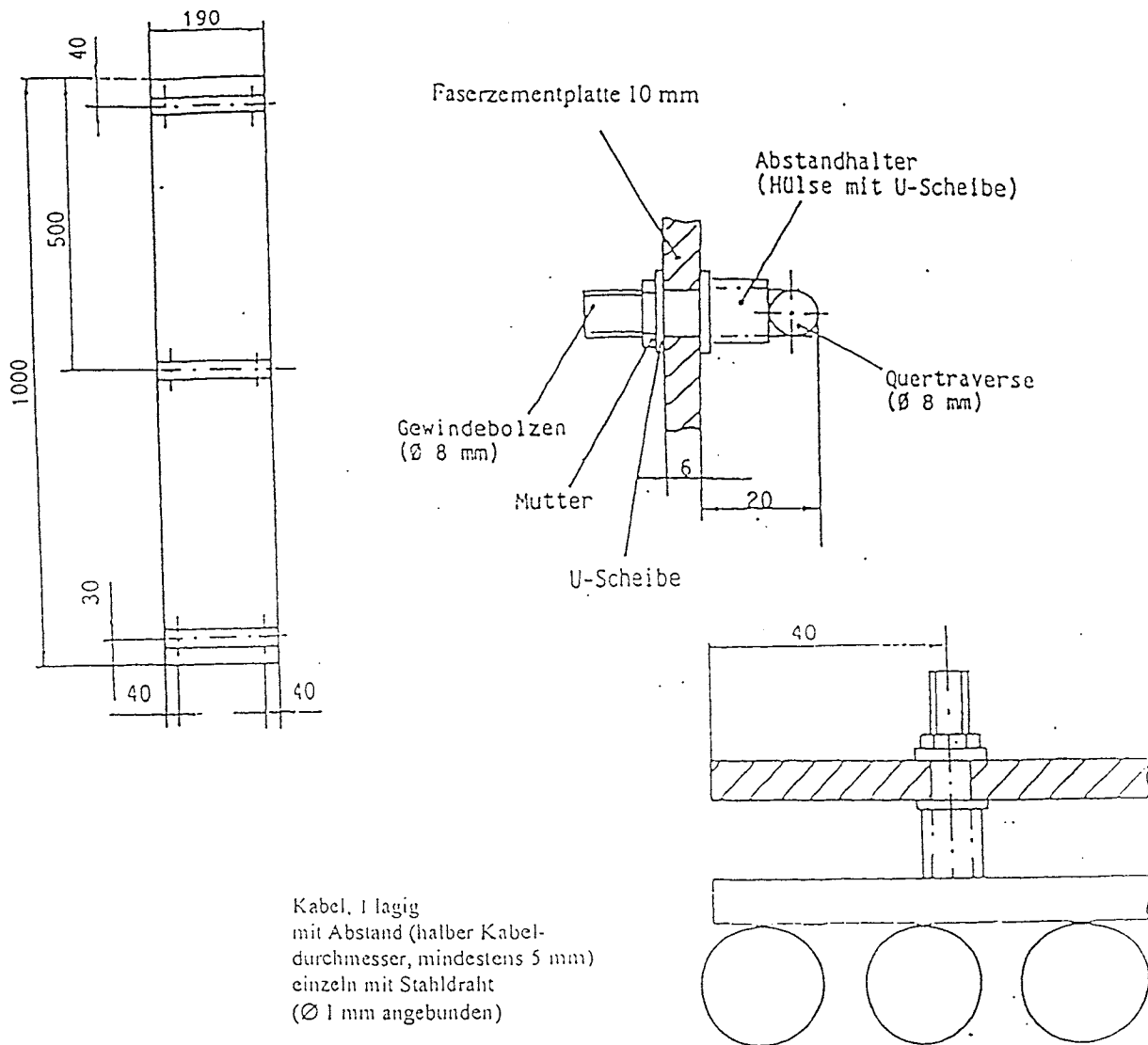
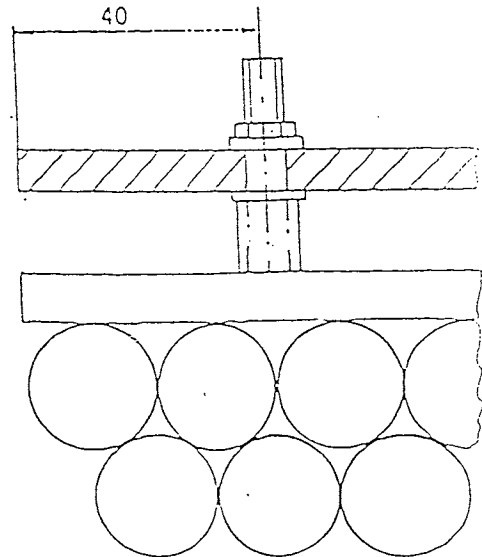
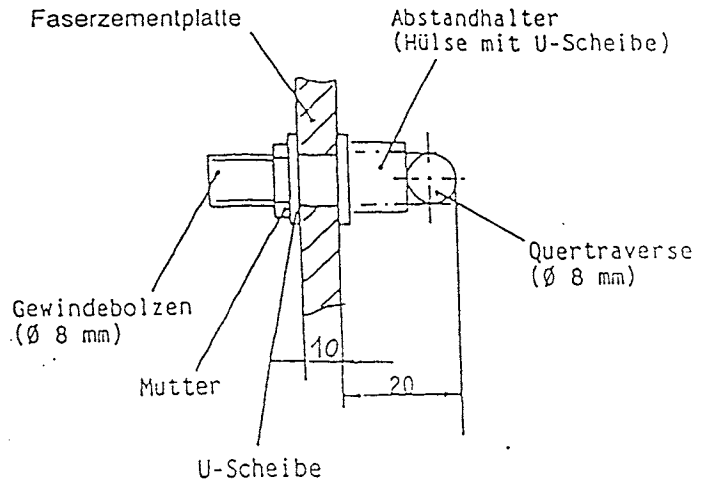
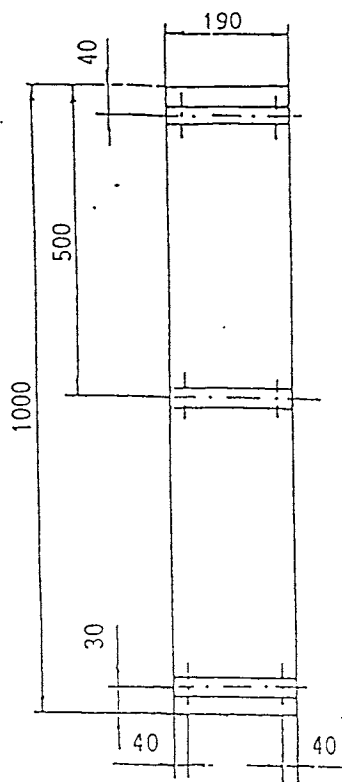


Abb. 1-1: Probenaufbau im Brandschachtversuch gem. PA-III Beschluss Nr. 13
Gr. Nr. B3 – einlagige Anordnung der Kabel -



Anordnung der Kabel 2-lagig
ohne Abstand entsprechend
Beschluss B3/Nr.13 einzeln
mit Stahldraht ($\varnothing 1$ mm) angebunden

Abb. 1-2: Probenaufbau im Brandschachtversuch gem. PA-III Beschluss Nr. 13
Gr. Nr. B3 – zweilagige Anordnung der Kabel -

2.2 Rauchdichteuntersuchung nach DIN VDE 0472 Teil 816

Bei dieser Prüfung handelt es sich um eine Prüfung der Rauchentwicklung von Kabeln unter Flammenbeanspruchung. Die Prüfung beschränkt sich auf die Bewertung der Rauchentwicklung bei einem spezifischen Brandszenarium und erlaubt daher nur eine vergleichende Bewertung unterschiedlicher Kabel. Die zur Prüfung eingesetzte Prüfkammer ist 3m x 3m x 3m groß und mit einer in 2,15 m Höhe angeordneten Lichtmessstrecke ausgerüstet. Zur Zersetzung dient eine rechteckige Wanne zur Aufnahme von 1 l Alkohol. Die zu prüfenden Kabel werden über der Wanne auf Halterungen aufgelegt. Die Zahl der jeweils einzusetzenden Kabel ist abhängig vom Durchmesser. Angaben über die Anzahl der Kabel, die bei den im Rahmen dieses Programms durchgeführten Untersuchungen eingesetzt wurden, sind jeweils bei den Versuchsergebnissen gemacht. Der während des Versuchs erzeugte Rauch wird durch einen Ventilator gleichmäßig im Raum verteilt. Die durch die Rauchentwicklung erzeugte Eintrübung im Raum wird durch die Lichtmessstrecke erfasst und aufgezeichnet. Entsprechend der beim Versuch maximal gemessenen Eintrübung werden die Kabel als „bestanden“ oder „nicht bestanden“ bewertet. Die dafür vorgesehenen Grenzwerte berücksichtigen auch die Zahl der eingesetzten Kabel.

Nähere Einzelheiten der Versuchsanordnung sind der Norm DIN VDE 0472 Teil 816 zu entnehmen.

3. Versuchsmaterial

In das Untersuchungsvorhaben sollten Proben einbezogen werden, die das am Markt vorhandene Spektrum von Kabeln sowohl im Hinblick auf die Brandausbreitungseigenschaften als auch im Hinblick auf die Rauchentwicklung wenigstens annähernd repräsentieren. Es wurde unterstellt, dass das Brandverhalten bzw. die Rauchentwicklung der Kabel den Herstellern weitgehend bekannt sind. Der Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI) wurde daher um einen Vorschlag gebeten, mit dem die o.a. Vorgabe erfüllt wird. Von diesem Verband wurden insgesamt 9 Kabeltypen vorgeschlagen. Außer den Angaben zum Kabeltyp, zu den Werkstoffen, zum Kabeldurchmesser und zum Gewicht pro lfd. m. wurden auch Angaben zum erwarteten Brandverhalten (Brandausbreitung und Rauchentwicklung) gemacht. Die diesbezüglichen Angaben sind in der nachstehenden Tabelle 1 zusammengefasst.

Aus der Liste von insgesamt 9 Kabeltypen wurden 6 Kabel ausgewählt. Dabei wurde berücksichtigt, dass sowohl Kabel mit sehr geringer Brandausbreitung (erwartete Baustoffklasse B1) als auch Kabel mit hoher Brandausbreitung (erwartete Baustoffklasse B2) einbezogen wurden. Ferner wurden sowohl Kabel einbezogen, für die eine sehr geringe Rauchentwicklung erwartet wurde, als auch Kabel bei denen mit einer großen Rauchentwicklung gerechnet wurde.

Die für die Untersuchungen eingesetzten Kabel sind in der nachstehenden Tabelle 1 zusammengestellt. Bei der in dieser Tabelle verwendeten Nummerierung der Kabel wurde die Nummerierung gemäß dem ursprünglichen Vorschlag des ZVEI beibehalten. Die nach dem Vorschlag des ZVEI ursprünglich vorgesehenen Kabel Nr. 5, 6 und 8 wurden nicht in die Untersuchungen einbezogen.

Tabelle 1: Übersicht der geprüften Kabel

Kabel-Nr.	1	2	3	4	7	9
Kabeltyp	NHXMH 3 x 1.5	NHXMH 4 x 16	NHMH 3 x 1.5	NHMH 4 x 16	NYM 4 x 16	H07 3 x 1.5
Kabeldurchmesser in mm	9	21	8	21,5	21	10
Gewicht pro lfd. Meter in g	124	1020	113	877	960	142
Werkstoff Ader	Vernetztes PE	Vernetztes PE	PP	PP	PVC	EPDM, vernetzt
Werkstoff Innenmantel	EPDM Mineralischer Füllstoff	EPDM Mineralischer Füllstoff	Polyolefine Mineralischer Füllstoff	Polyolefine Mineralischer Füllstoff	Polyolefine Mineralischer Füllstoff	EPDM, vernetzt Mineralischer Füllstoff
Werkstoff Außenmantel	EVA Mineralischer Füllstoff	EVA Mineralischer Füllstoff	EVA	EVA	PVC Weichmacher Kreide	CR, vernetzt mineralischer Füllstoff
erwartete Baustoffklasse	B1	B1	B2	B2	B2	B2
erwartete Rauchentwicklung	gering	gering	gering	gering	groß	groß

PE: Polyethylen

PP: Polypropylen

PVC: Polyvinylchlorid

EVA: Ethylen-Vinylacetat

CR: Elastomer auf Basis Chlor-Butadien-Kautschuk

EPDM: Elastomer auf Basis Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk

4. Versuchsergebnisse

4.1 Prüfung nach DIN 4102 Teil 1

An Proben mit den Kabeln Nr. 1, 2 und 3 wurden im MPA NRW jeweils 1 Versuch mit einlagiger und ein Versuch mit zweilagiger Anordnung durchgeführt. An Proben mit den Kabeln Nr. 4, 7 und 9 wurden im IBMB jeweils 1 Versuch mit einlagiger und ein Versuch mit zweilagiger Anordnung durchgeführt. Die für die Beurteilung maßgebenden Ergebnisse dieser 12 Versuche sind in den Anlage 1 bis 12 zusammengestellt. Eine Zusammenfassende Darstellung enthalten die Tabellen 2 und 3.

Wie diese tabellarische Zusammenstellungen ausweisen, mussten alle Versuche an den Proben mit Kabeln Nr. 3, 4, 7 und 9 sowie der Versuch an Proben mit Kabeln Nr. 1 in einlagiger Anordnung vorzeitig abgebrochen werden, da die Rauchgastemperaturen im Abgas wegen der intensiven Brandentwicklung den für Baustoffe der Klasse B1 zulässigen Grenzwert von 200 °C überschritten hatten. Die Weiterführung der Versuche wurde abgebrochen um eine thermische Beschädigung der Versuchsapparatur zu vermeiden. Über die volle Versuchsdauer auswertbar waren daher nur die beiden Versuche (einlagige und zweilagige Anordnung) an Proben mit Kabeln Nr. 2 sowie der Versuch mit einlagiger Anordnung an Proben mit Kabeln Nr. 1. Dieser letztere Versuch führt jedoch ebenfalls nicht zu einer Klassifizierung in die Baustoffklasse B1, da die bei diesem Versuch ermittelte mittlere Restlänge mit 2 cm nicht den nach DIN 4102 Teil 1 geforderten Grenzwert von 15 cm erreichte.

Tabelle 2: Ergebnisse der Brandschachtversuche an Kabeln im MPA NRW (Forschungsvorhaben 2729)

Kabel-Nr.	1		2		3	
Kabeltyp	NHXMH 3 x 1.5		NHXMH 4 x 16		NHMH 3 x 1.5	
Anzahl der Lagen	1	2	1	2	1	2
Integral der Rauchdichte in % x min	21.4 ¹⁾	4.2	0.8	4.8	13.7 ¹⁾	19.7 ¹⁾
vorzeitiger Versuchsabbruch	ja, nach 309 s	nein	nein	nein	ja, nach 105 s	ja, nach 218 s
max. mittlere Rauchgastemperatur in °C	331 ¹⁾	185	162	139	321 ¹⁾	393 ¹⁾
max. Flammenhöhe in cm	> 100	> 100	90	70	>100	> 100
mittlere Restlänge in cm	--	2	18	33	--	--

1) bis zum vorzeitigen Versuchsabbruch aufgrund zu hoher Rauchgastemperaturen

Tabelle 3: Ergebnisse der Brandschachtversuche an Kabeln im IBMB

Kabel-Nr.	4		7		9	
Kabeltyp	NHMH 4 x 16		NYM 4 x 16		H07 RNF 3 x 1.5	
Anzahl der Lagen	1	2	1	2	1	2
Integral der Rauchdichte in % x min	88.0 ¹⁾	69.0 ¹⁾	265.5 ¹⁾	244.9 ¹⁾	296.1 ¹⁾	325.0 ¹⁾
vorzeitiger Versuchsabbruch	ja, nach 140 s	ja, nach 195 s	ja, nach 134 s	ja, nach 125 s	ja, nach 95 s	ja, nach 80 s
max. mittlere Rauchgastemperatur in °C	370 ¹⁾	323 ¹⁾	392 ¹⁾	392 ¹⁾	330 ¹⁾	338 ¹⁾
max. Flammenhöhe in cm	> 100	> 100	> 100	> 100	>100	> 100
mittlere Restlänge in cm	--	--	--	--	--	--

1) bis zum vorzeitigen Versuchsabbruch aufgrund zu hoher Rauchgastemperaturen

4.2 Rauchdichteuntersuchungen nach DIN VDE 0472 Teil 816

Von den im MPA NRW eingelieferten Proben der Kabeln Nr. 1, 2 und 3 sowie von den im IBMB eingelieferten Proben der Kabeln Nr. 4, 7 und 9 wurden jeweils von diesen beiden Stellen die für die Rauchdichteuntersuchung nach DIN VDE 0472 Teil 816 erforderlichen Mengen an die MPA Dresden geschickt. Auf die Weise wurde sichergestellt, dass bei den Paralleluntersuchungen nach DIN VDE 0472 Teil 816 Material aus der gleichen Charge eingesetzt wurde wie bei den Prüfungen nach DIN 4102 Teil 1.

Die Proben für die Prüfung nach DIN VDE 0472 Teil 816 wurden von der MPA Dresden vorbereitet und in einer Prüfeinrichtung der Firma VOKA – Vogtländisches Kabelwerk GmbH, Plauen - der nach dieser Norm vorgesehene Prüfung unterzogen

Die Ergebnisse der Prüfungen an den Kabeln sowie die nach dieser Norm durchgeführte Beurteilung sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Versuche an Kabeln zur Rauchfreisetzung nach DIN VDE 0472 Teil 816 März 1994
in der MPA Dresden

Kabel-Nr.	1	2	3	4	7	9
Kabeltyp	NHXMH 3 x 1.5	NHXMH 4 x 16	NHMH 3 x 1.5	NHMH 4 x 16	NYM 4 x 16	H07 3 x 1.5
Anzahl der bei der Prüfung eingesch. Kabel	6	3	6	3	2	3
Lichtdurchlässigkeit in %	89	79	42	56	33	34
Beurteilung nach DIN VDE 0472 Teil 816	positiv	positiv	negativ	negativ	negativ	negativ

5. Schlussfolgerungen

5.1 Aus den zuvor genannten Gründen (temporäre Bedeutung des Untersuchungsprogramms wegen der europäischen Harmonisierungsarbeiten) wurde nur eine sehr geringe Zahl von Kabeln einbezogen. Der vom ZVEI gemachte Vorschlag zur Auswahl der Kabel für das Untersuchungsprogramm, mit dem das Spektrum der am Markt befindlichen Kabel abgedeckt werden sollte, basierte im Wesentlichen auf den Erfahrungen über das Brandverhalten der Kabel bei der Prüfung nach DIN VDE 0472 Teil 804 Prüfmart C (Brandausbreitung) und Teil 816 (Rauchentwicklung).

Wie sich gezeigt hat, haben die Kabel Nr. 3 bis Nr. 9 (Tabelle 1) die Anforderungen an Baustoffe der Klasse B1 nach DIN 4102 Teil 1 nicht erfüllt – weder in einlagiger Anordnung noch in zweilagiger Anordnung. Die Versuche mussten jeweils wegen intensiver Brandentwicklung und -ausbreitung vorzeitig abgebrochen werden. Dies gilt auch für die Kabel Nr. 1 bei einlagiger Anordnung. Bei zweilagiger Anordnung konnte der Versuch an den Kabeln Nr. 1 zwar bis zum vorgesehenen Versuchsende (10. Minute) fortgeführt werden, jedoch konnten die Kabel auch bei dieser Anordnung nicht in die Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar) eingereiht werden, da der verbrannte Probenbereich zu groß war. Nach DIN 4102 Teil 1 ist eine unzerstörte Restlänge von 15 cm Voraussetzung für die Einreihung in die Baustoffklasse B1. Bei dem durchgeführten Versuch betrug die unzerstörte Restlänge jedoch nur 2 cm. Lediglich die Kabel Nr. 2 erfüllten sowohl bei einlagiger Anordnung als auch bei zweilagiger Anordnung die Anforderungen der Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar) nach DIN 4102 Teil 1.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnisse muss unterstellt werden, dass die Ergebnisse der Prüfungen nach DIN VDE 0472 Teil 804 Prüfmart C (Brandausbreitung) keine auch nur annähernd zuverlässigen Rückschlüsse darüber gestatten, ob die geprüften Kabel den Anforderungen der Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar) nach DIN 4102 Teil 1 entsprechen.

5.2 Von den untersuchten Kabeln haben die Kabel Nr. 1 und Nr. 2 die Anforderungen nach DIN VDE 0472 Teil 816 im Hinblick auf die Rauchentwicklung erfüllt. Die Kabel Nr. 3, Nr. 4, Nr. 7 und Nr. 9 sind nach dieser Norm im Hinblick auf die Rauchentwicklung negativ zu bewerten.

Bei der Prüfung nach DIN 4102 Teil 1 wird als Maß für die Rauchentwicklung der untersuchten Produkte die im Abgaskanal gemessene Rauchdichte (Trübung in %) über die Versuchsdauer von 10 Minuten integriert. Diese Beurteilung der Rauchentwicklung ist lediglich bei den Versuchen möglich, die bis zum Ende der regulären Versuchsdauer fortgeführt worden sind (Kabel Nr. 1 in zweilagiger Anordnung, Kabel Nr. 2 in ein- und zweilagiger Anordnung). Bei allen übrigen Versuchen ist die nach der Norm vorgesehene Bewertung der Rauchentwicklung nicht möglich. Dennoch wurde in dem nachstehenden Diagramm die beim Versuch nach DIN VDE 0472 Teil 816 ermittelte Trübung (100 % - Lichtdurchlässigkeit) in Prozent dem Integral der Rauchdichte beim Versuch nach DIN 4102 Teil 1 in % x Min. gegenübergestellt.

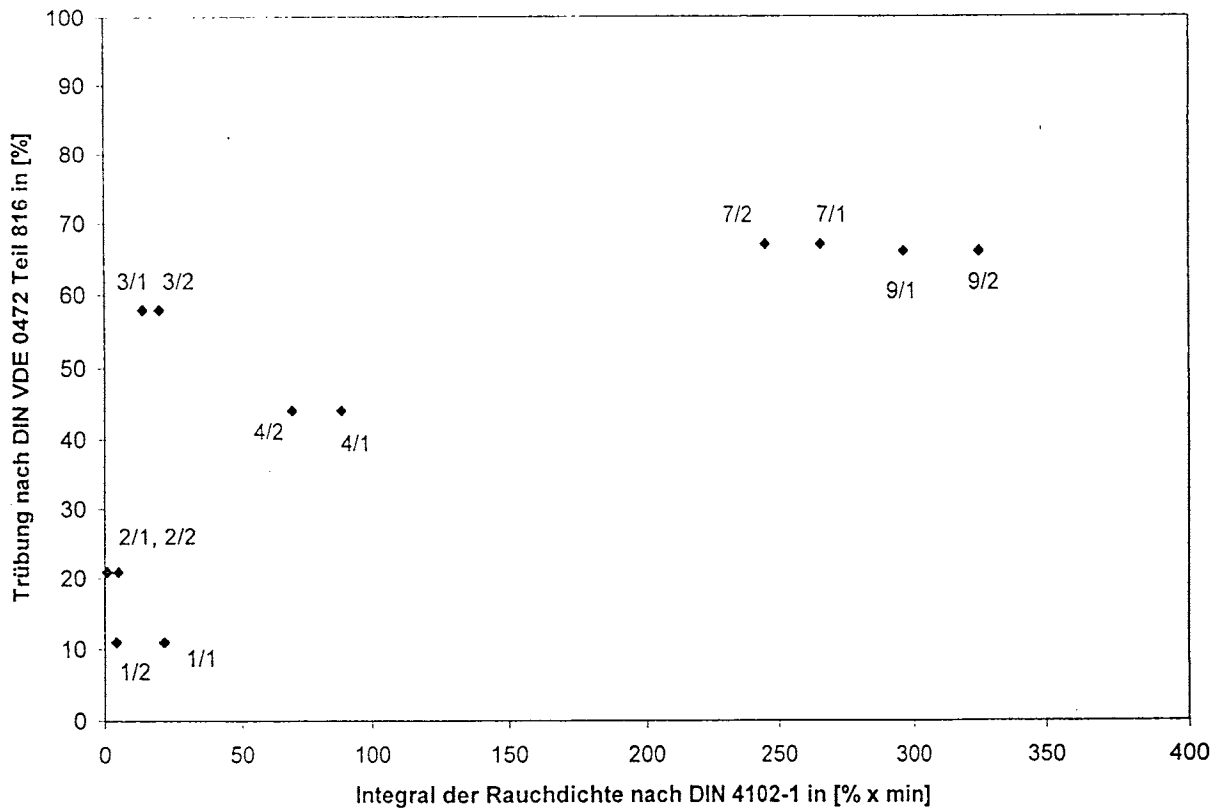


Abb. 2: Vergleich der Trübung nach DIN VDE 0472 Teil 816 mit dem Integral der Rauchdichte bei der Prüfung nach DIN 4102-1

Erwartungsgemäß zeigt sich in dem vorstehenden Diagramm Abb. 2 keine signifikante Korrelation zwischen den gemessenen Werten. Dies liegt in erster Linie daran, dass die Versuche nach DIN 4102-1 keine einheitliche Zeitbasis haben, da die Versuche zu unterschiedlichen Zeitpunkten beendet werden mussten. In dem nachfolgenden Diagramm Abb. 3 wird daher für den Versuch nach DIN 4102 Teil 1 das Integral der Rauchdichte bis zum Versuchsende auf die jeweilige Versuchsdauer bezogen. Auch hierbei ergibt sich keine wesentlich verbesserte Korrelation zwischen den Ergebnissen nach den beiden Verfahren. Wie die versuchsweise eingetragenen Kurven zeigen, führen weder ein linearer Ansatz noch ein logarithmischer oder ein exponentieller Ansatz zu brauchbaren Korrelationskoeffizienten.

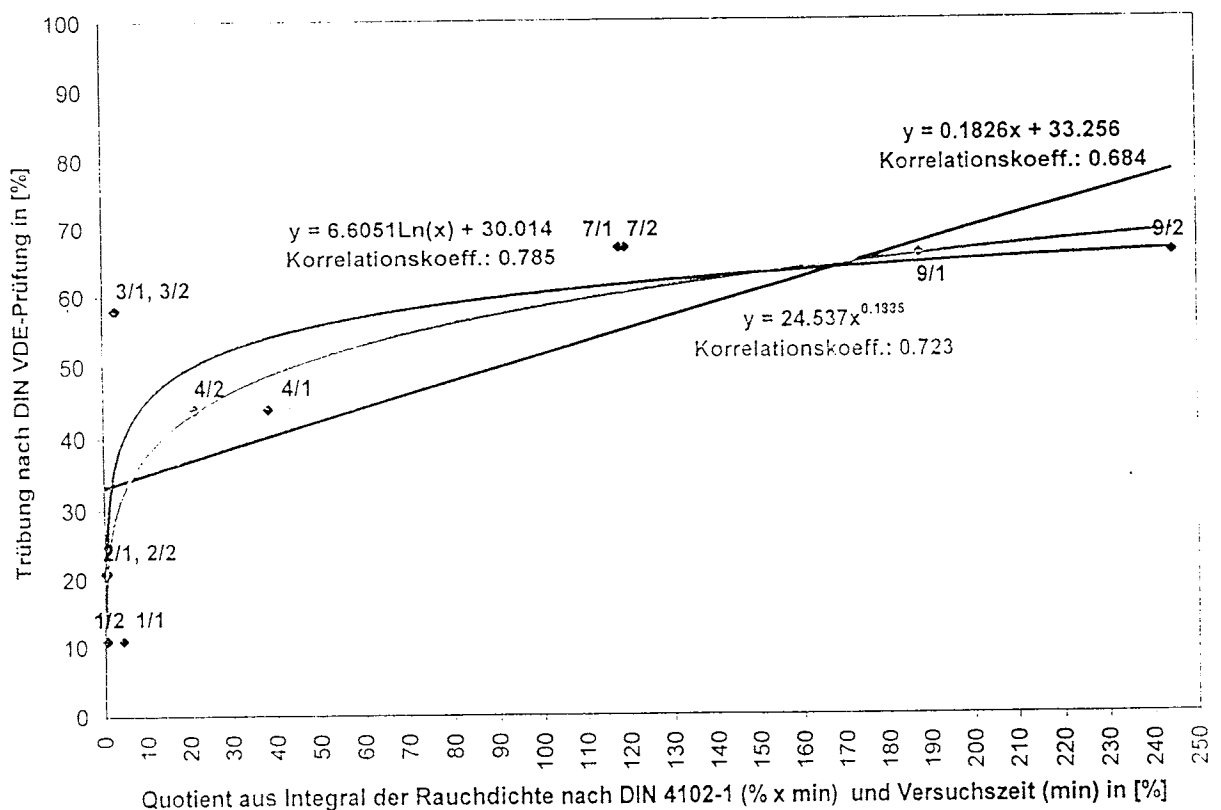


Abb. 3: Vergleich der Rauchentwicklung beim Versuch nach DIN VDE 0472 Teil 816 mit dem auf die jeweilige Versuchsdauer bezogenen Integral der Rauchdichte bei der Prüfung nach DIN 4102 Teil 1

Aus den o.a. Gründen ist die Ableitung eines Grenzwertes für die Rauchentwicklung bei der Brandschachtprüfung nach DIN 4102 Teil 1 aus einer Korrelationsbetrachtung der Ergebnisse der Rauchdichtemessungen nach den beiden durchgeführten Versuchsverfahren nicht möglich.

- 5.3** Die Durchsicht der Rauchdichtekurven bei den durchgeführten Brandschachtversuchen zeigt, dass immer dann eine starke Rauchentwicklung auftrat, wenn auch eine starke Brandentwicklung beobachtet wurde. Bei den 3 Versuchen, die bis zum Ende der vorgesehenen Versuchsdauer durchgeführt werden konnten (Anlage 2, 3 und 4) blieb die Lichtschwächung (Trübung) jeweils während der gesamten Versuchsdauer deutlich unter 10 %. Unter Zugrundelegung des Integrals der Trübung über die Versuchsdauer als Kennwert für die Rauchentwicklung (analog zu anderen Bauprodukten) führt daher ein Grenzwert von 100 % x min. bei keinem der im Hinblick auf die Brandausbreitung positiv bewerteten Kabeln zu einer negativen Beurteilung der Rauchentwicklung. Bei allen 3 Versuchen würden die geprüften Kabel unter Vorgabe dieses Grenzwertes als „Kabel mit geringer Rauchentwicklung“ eingestuft. Diese Bewertung deckt sich mit der Bewertung nach DIN VDE 0472 Teil 816.

Der Grenzwert von 100 % x min. für das Integral der Rauchdichte (Trübung) über der Versuchsdauer wurde dem Sachverständigenausschuss „Brandverhalten von Baustoffen PA-III“ des Deutschen Instituts für Bautechnik vorgelegt. Trotz des geringen Umfangs der durchgeführten Untersuchungen wurde diesen Vorschlag zugestimmt.

Anlage 1 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 1
Kabel-Typ: NHXMH 3 x 1,5 mm²
Versuchsanordnung: einlagig

Versuchsergebnisse:

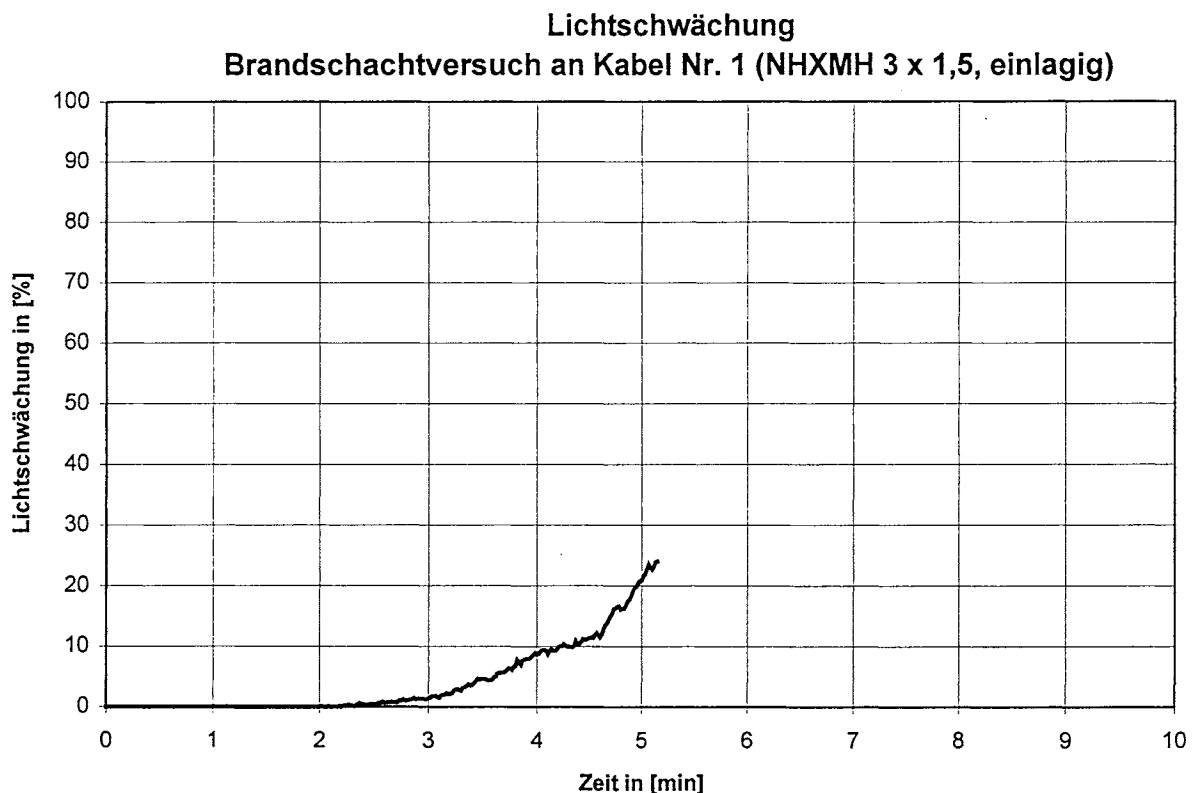
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: ab 4. Minute bis zum Abbruch des Versuchs
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 331°C
Zeitpunkt: 309 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 21,4 % x min

Mittlere unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 309 sec



Anlage 2 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 1
Kabel-Typ: NHXMH 3 x 1,5 mm²
Versuchsanordnung: zweilagig

Versuchsergebnisse:

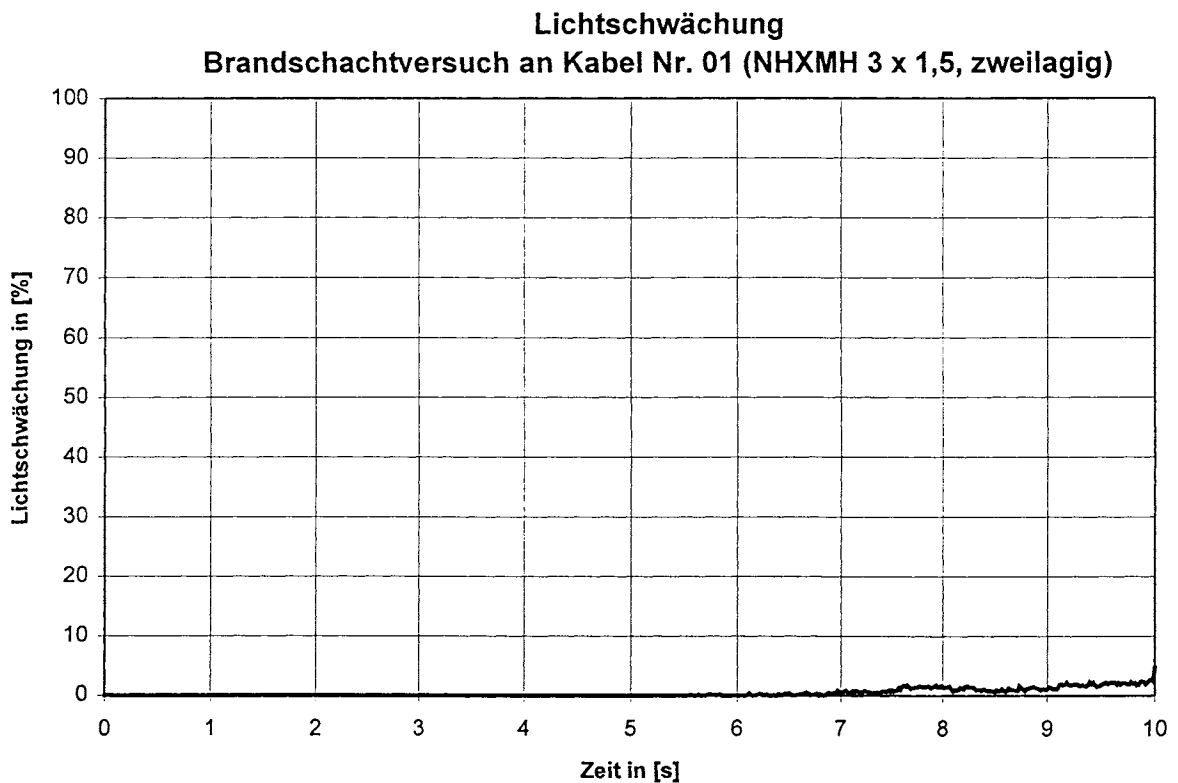
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: ab 9. Minute bis Versuchsende
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 185°C
Zeitpunkt: 598 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 4,2 % x min

Unzerstörte Restlänge: 2 cm

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nein



Anlage 3 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 2
Kabel-Typ: NHXMH 4 x 16 mm²
Versuchsanordnung: einlagig

Versuchsergebnisse:

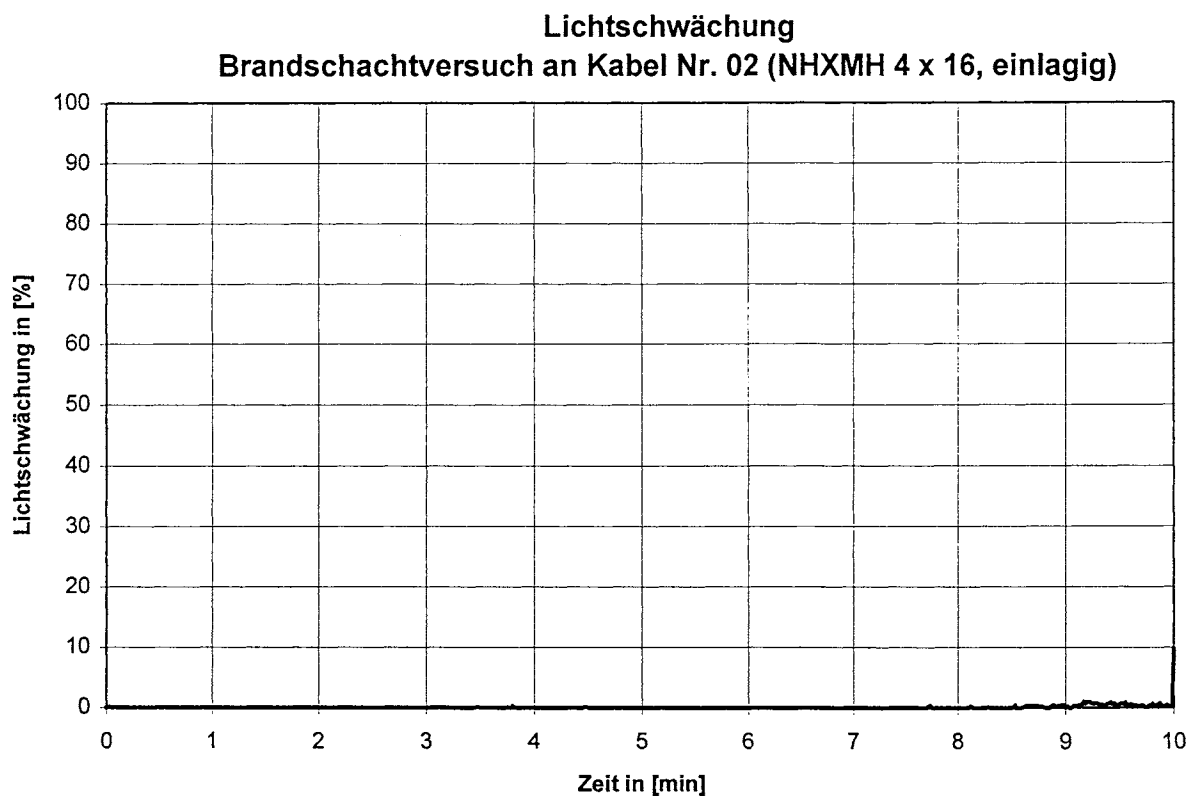
Maximale Flammenhöhe: 90 cm
Zeitpunkt: in der 8. Minute
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 162°C
Zeitpunkt: 551 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 0,8 % x min

Unzerstörte Restlänge: 18 cm

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nein



Anlage 4 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 2
Kabel-Typ: NHXMH 4 x 16 mm²
Versuchsanordnung: zweilagig

Versuchsergebnisse:

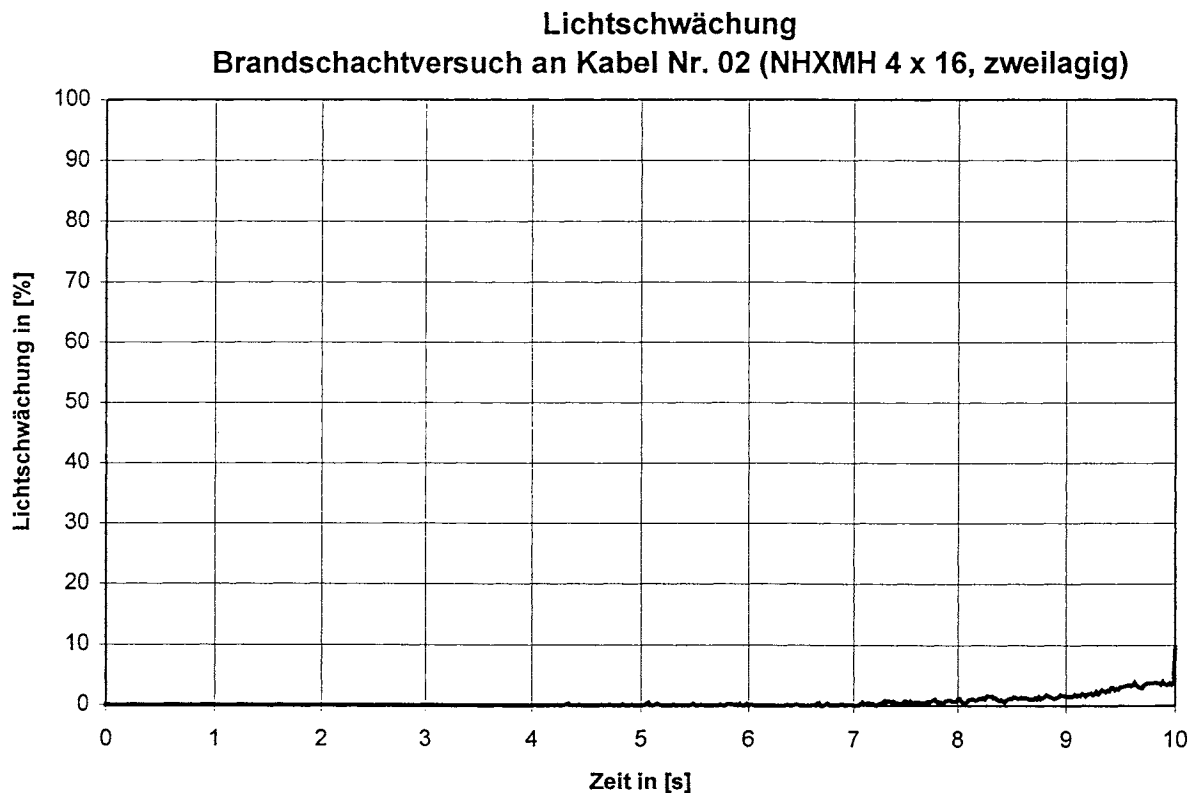
Maximale Flammenhöhe: 70 cm
Zeitpunkt: in der 3. – 7. Minute
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 139°C
Zeitpunkt: 399 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 4,8 % x min

Unzerstörte Restlänge: 33 cm

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nein



Anlage 5 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 3
Kabel-Typ: NHMH 3 x 1,5 mm²
Versuchsanordnung: einlagig

Versuchsergebnisse:

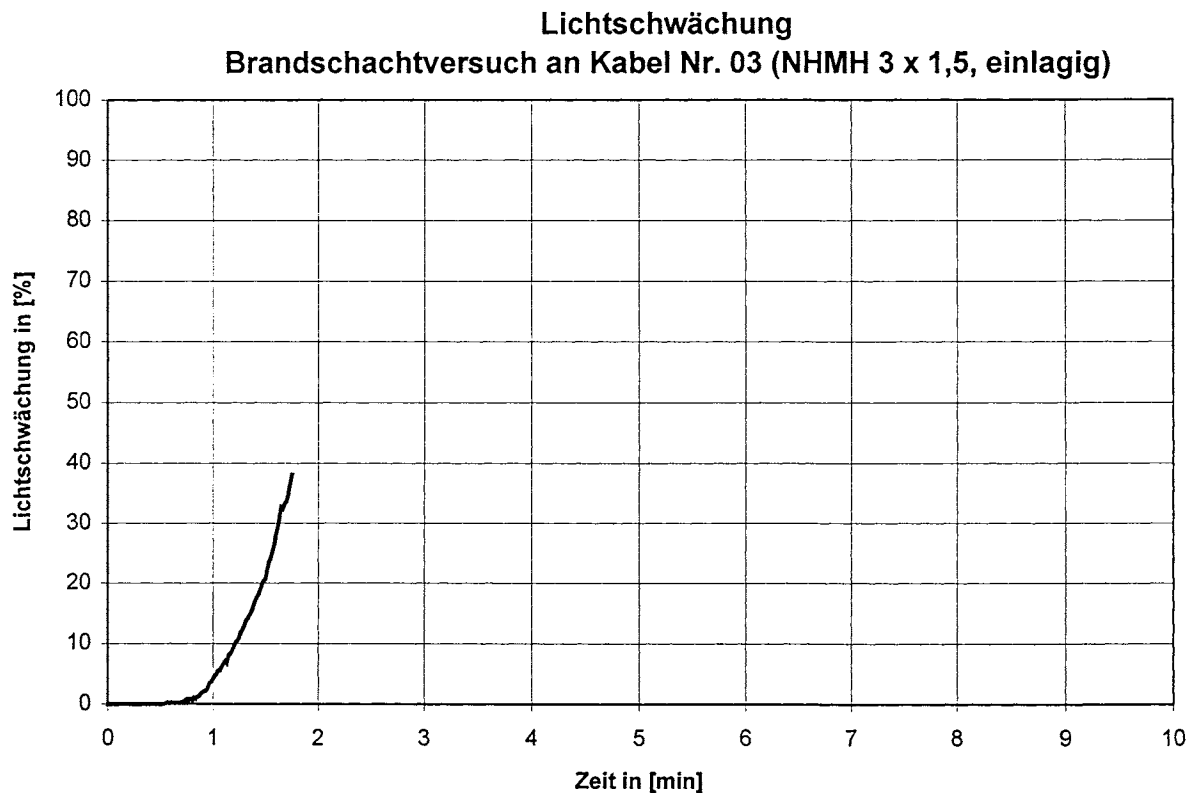
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: ab 2. Minute bis Ende des Versuchs
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 321°C
Zeitpunkt: 105 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 13,7 % x min

Unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 105 sec



Anlage 6 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 3
Kabel-Typ: NHMH 3 x 1,5 mm²
Versuchsanordnung: zweilagig

Versuchsergebnisse:

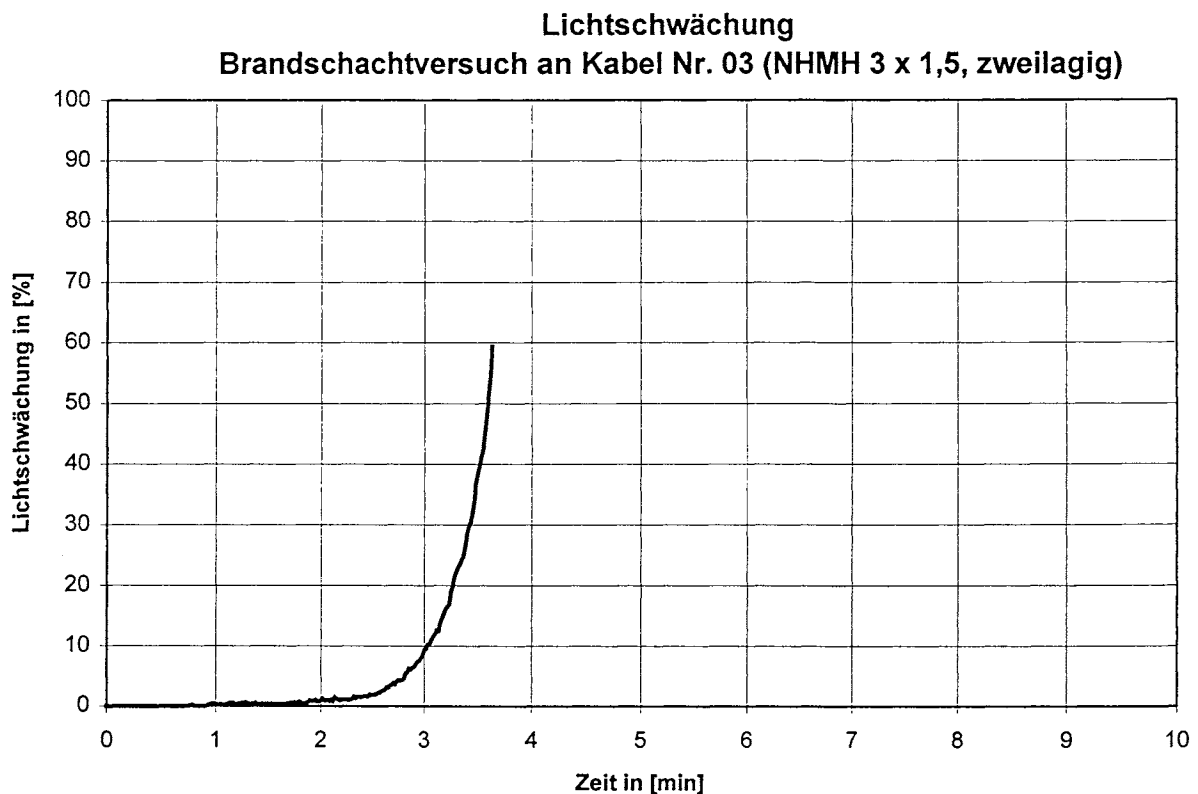
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: ab 3. Minute bis Ende des Versuchs
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 393°C
Zeitpunkt: 218 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 19,7 % x min

Unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 218 sec



Anlage 7 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 4
Kabel-Typ: NHMH 4 x 16 mm²
Versuchsanordnung: einlagig

Versuchsergebnisse:

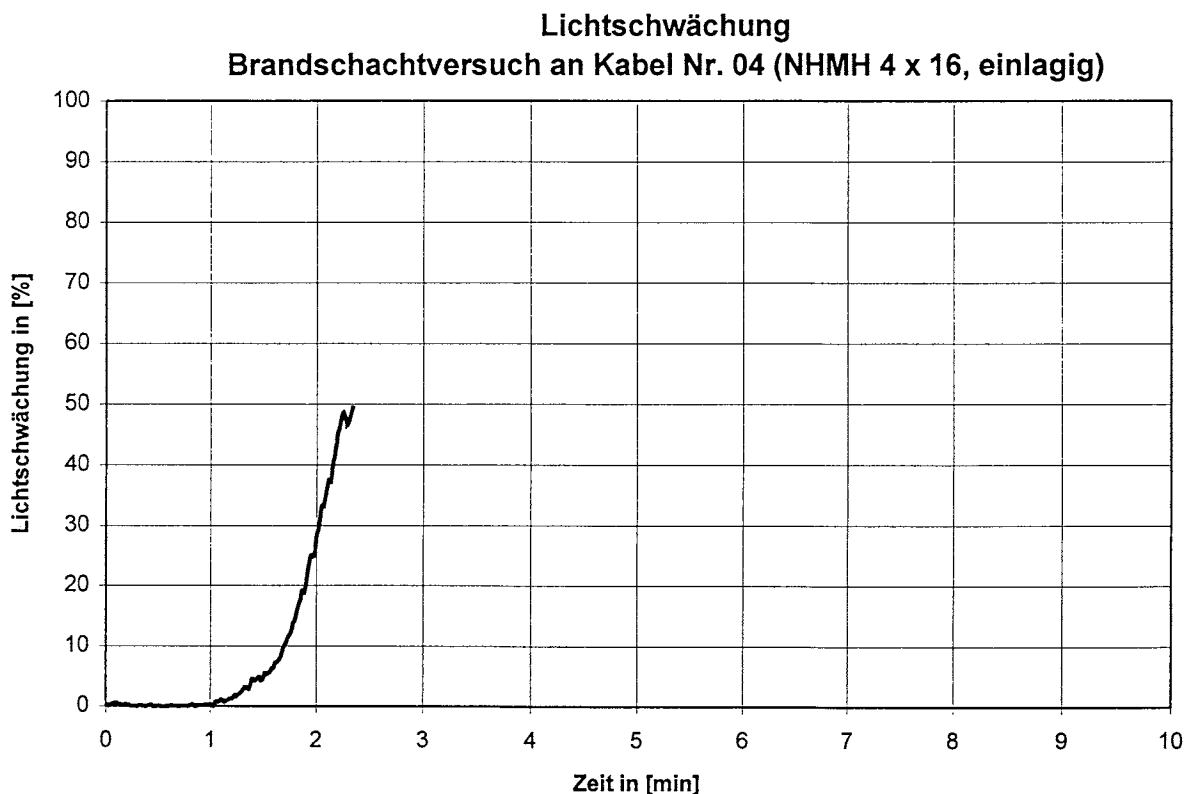
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: in der 2. Minute
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 370°C
Zeitpunkt: 140 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 88,0 % x min

Unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 140 sec



Anlage 8 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 4
Kabel-Typ: NHMH 4 x 16 mm²
Versuchsanordnung: zweilagig

Versuchsergebnisse:

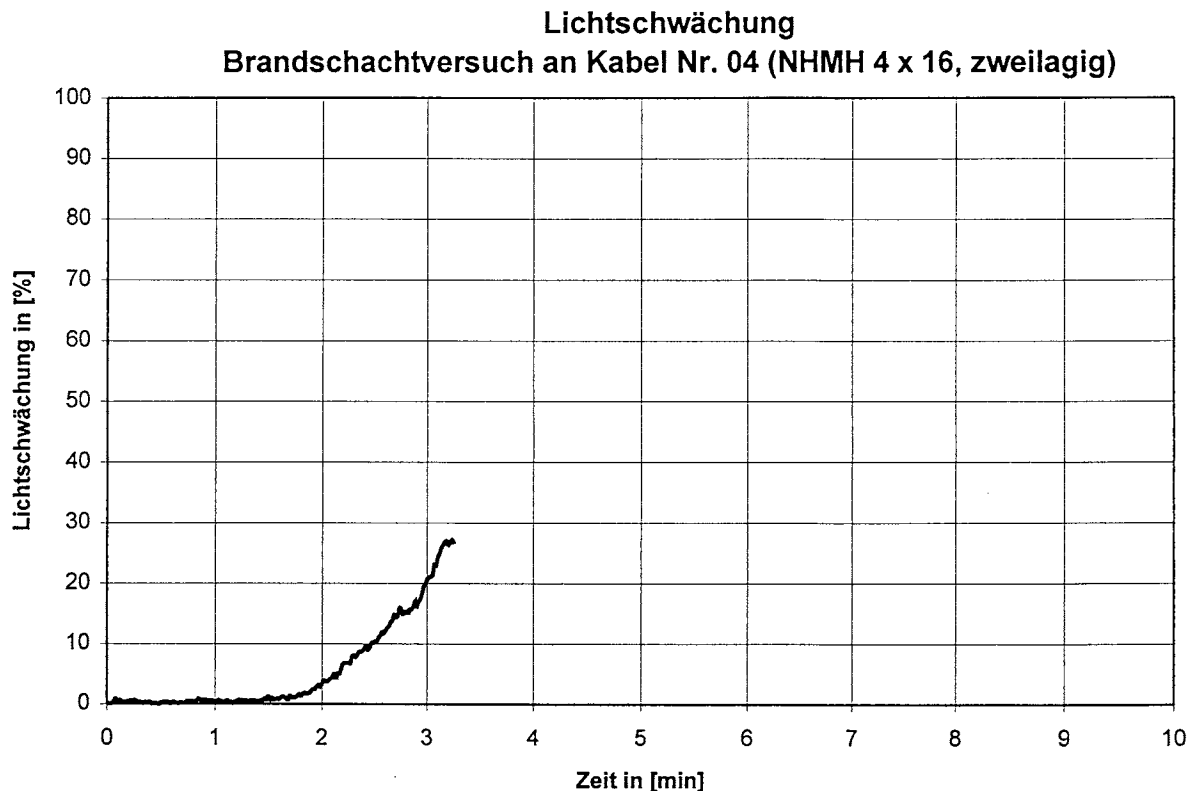
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: in der 2. Minute
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 323°C
Zeitpunkt: 195 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 69,0 % x min

Unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 195 sec



Anlage 9 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 7
Kabel-Typ: NYM 4 x 16 mm²
Versuchsanordnung: einlagig

Versuchsergebnisse:

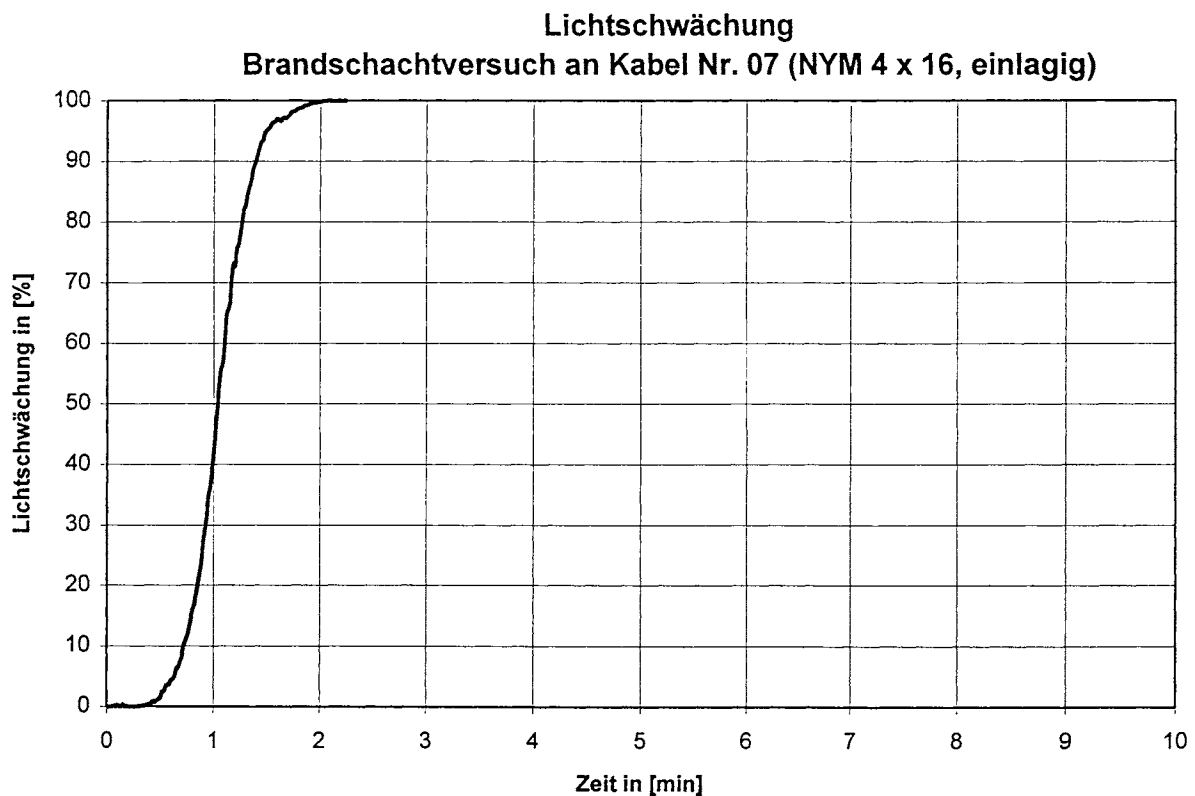
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: in der 2. Minute
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 392°C
Zeitpunkt: 134 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 265,5 % x min

Unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 134 sec



Anlage 10 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 7
Kabel-Typ: NYM 4 x 16 mm²
Versuchsanordnung: zweilagig

Versuchsergebnisse:

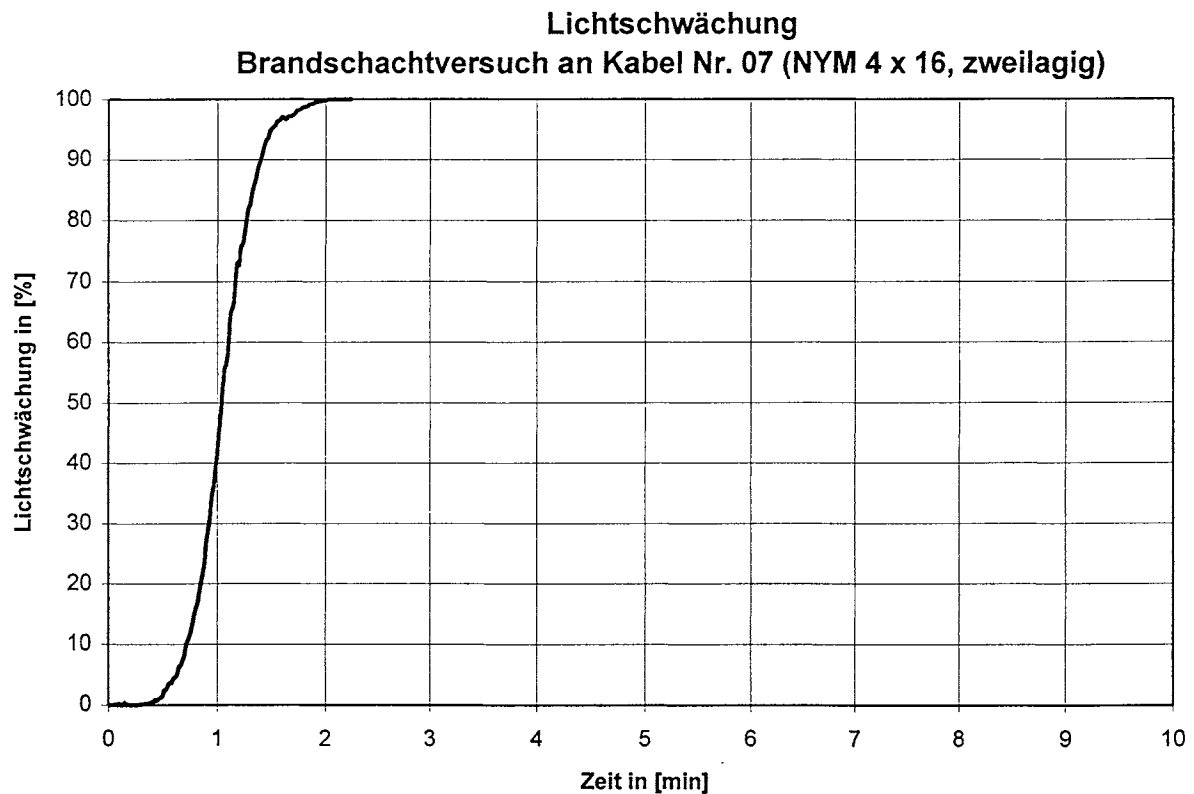
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: in der 2. Minute
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 392°C
Zeitpunkt: 125 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 244,9 % x min

Unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 125 sec



Anlage 11 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 9

Kabel-Typ: H07 RNF 3 x 1,5 mm²

Versuchsanordnung: einlagig

Versuchsergebnisse:

Maximale Flammenhöhe: > 100 cm

Zeitpunkt: in der 1. Minute

Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 330°C

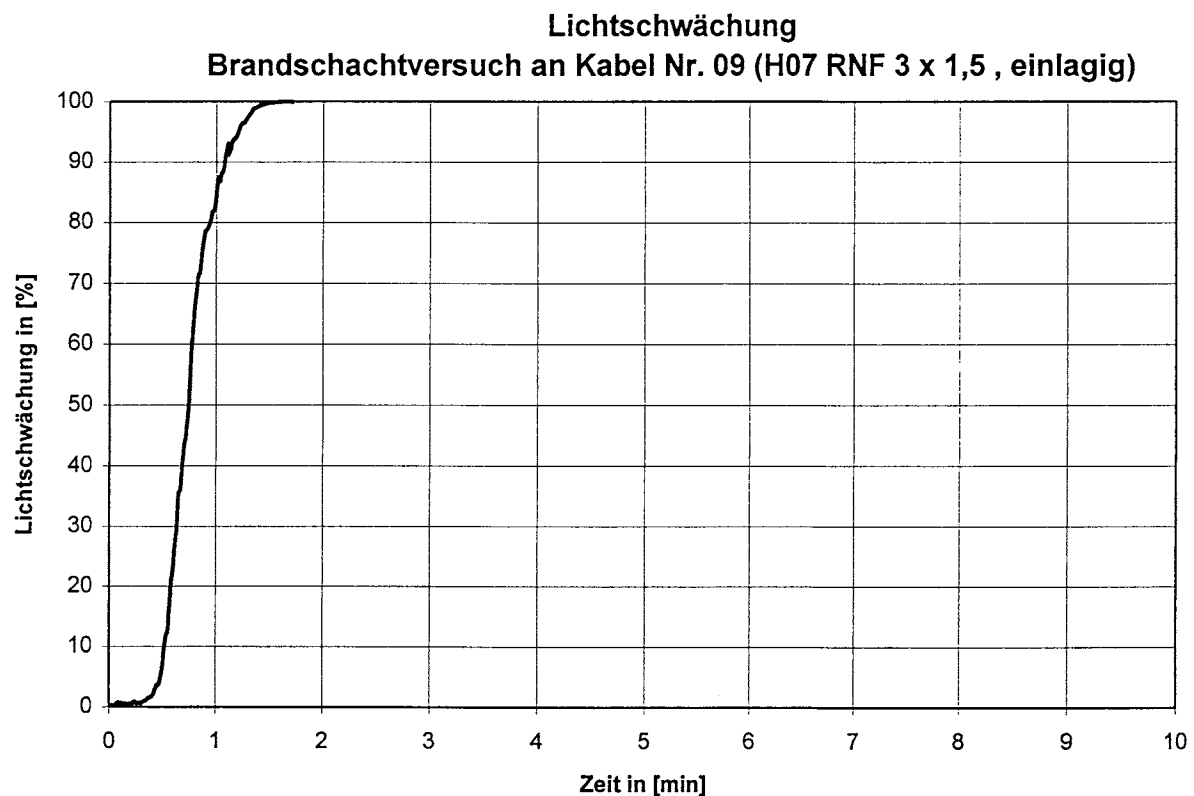
Zeitpunkt: 95 sec

Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 296,1 % x min

Unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 95 sec



Anlage 12 zum Abschlussbericht „Untersuchungen über die Rauchentwicklung bei Kabeln als Grundlage für die Festlegung von Grenzwerten“.

Ergebnisse der Brandschachtprüfungen

Kabel-Nr.: 9
Kabel-Typ: H07 RNF 3 x 1,5 mm²
Versuchsanordnung: zweilagig

Versuchsergebnisse:

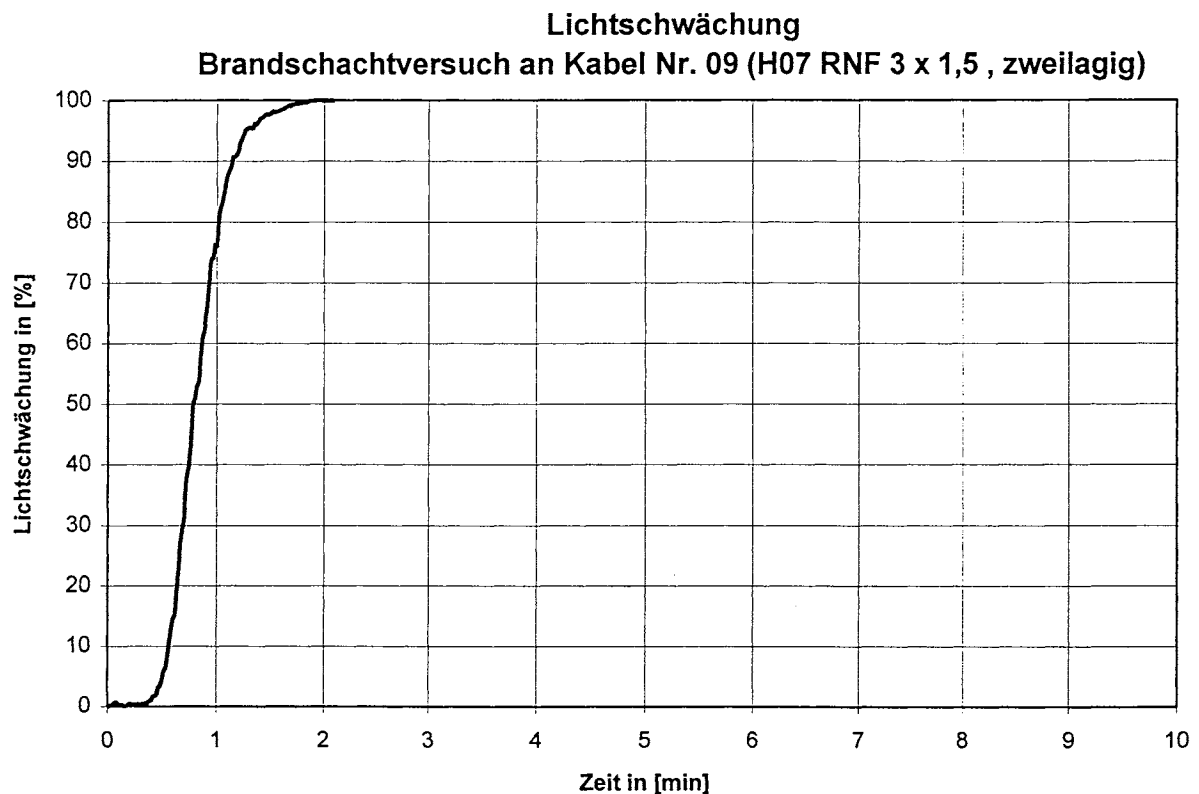
Maximale Flammenhöhe: > 100 cm
Zeitpunkt: in der 2. Minute
Bemerkungen: --

Maximum der mittleren Rauchgastemperatur: 338°C
Zeitpunkt: 80 sec
Bemerkungen: --

Integral der Rauchdichte: 325,0 % x min

Unzerstörte Restlänge: --

Vorzeitiger Versuchsabbruch: nach 80 sec



Bauforschung für die Praxis

- Brandschutzkosten im Wohnungsbau**
Karl Deters
Band 59, 2001, 245 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4258-0
€ 50,- | sFr 86,-
- Gemeinschaftliches Wohnen im Alter**
R. Weeber, G. Wöfle, V. Rösner
Band 58, 2001, 175 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4257-2
€ 46,- | sFr 79,-
- Entwicklung eines Bewertungssystems für
ökonomisches und ökologisches Bauen
und gesundes Wohnen**
C.J. Diederichs, P. Getto, S. Streck
Band 57, 2002, 230 S., mit CD-ROM, Abb.,
Tab., kart., ISBN 3-8167-4256-4
€ 50,- | sFr 86,-
- Vergabeverfahren und Baukosten**
Hannes Weeber, Simone Bosch
Band 56, 2001, 192 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4255-6
€ 50,- | sFr 86,-
- Konzepte für die praxisorientierte Instand-
haltungsplanung im Wohnungsbau**
Ralf Spilker, Rainer Oswald
Band 55, 2000, 71 S., 5 Abb., zahlr. Tab.,
kart., ISBN 3-8167-4254-8
€ 22,- | sFr 39,50
- Bewährung innen wärmedämmter
Fachwerkbauten**
Problemstellung und daraus abgeleitete Kon-
struktionsempfehlungen
Reinhard Lamers, Daniel Rosenzweig, Ruth Abel
Band 54, 2000, 173 S., 123 Abb., kart.,
ISBN 3-8167-4253-X
€ 25,- | sFr 44,-
- Überprüfbarkeit und Nachbesserbarkeit
von Bauteilen - untersucht am Beispiel der
genutzten Flachdächer**
Rainer Oswald, Ralf Spilker, Klaus Wilmes
Band 53, 1999, 133 S., 49 Abb., 4 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4252-1
€ 37,- | sFr 63,-
- Bauschadensfibel für den privaten
Bauherrn und Hauskäufer**
Rainer Oswald, Ruth Abel, Volker Schnapauff
Band 52, 1999, 140 S., 19 Abb., 3 Tab., fester
Einband, ISBN 3-8167-4251-3
€ 25,- | sFr 44,-
- Balkone, kostengünstig und
funktionsgerecht**
Hannes Weeber, Margit Lindner
Band 51, 1999, 146 S., 102 Abb., 26 Tab.,
kart., ISBN 3-8167-4250-5
€ 38,- | sFr 65,-
- Kostenfaktor Erschließungsanlagen**
Hannes Weeber, Michael Rees
Band 50, 1999, 226 S., 107 Abb., 15 Tab.,
kart., ISBN 3-8167-4249-1
€ 50,- | sFr 86,-
- Eigenleistung beim Bauen**
Wie Eigentümer und Mieter sich am Bau ihrer
Wohnung beteiligen können
R. Weeber, H. Weeber, S. Kleebaur, H. Gerth,
W. Pohrt
Band 49, 1999, 154 S., 25 Abb., 12 Tab.,
ISBN 3-8167-4248-3
€ 22,- | sFr 39,50
- Kosteneinsparung durch Bauzeit-
verkürzung**
Barbara Bredenbals, Heinz Hullmann
Band 48, 1999, 174 S., 38 Abb., 36 Tab.,
ISBN 3-8167-4247-5
€ 37,- | sFr 64,-
- Das wärme- und feuchteschutztechnische
Verhalten von stählernen Fassadendurch-
dringungen**
Lutz Franke, Gernod Deckelmann
Band 47, 1998, 74 S., 38 Abb., 13 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4246-7
€ 15,- | sFr 26,-
- Kostengünstige bauliche Maßnahmen zur
Reduzierung des Energieverbrauchs im
Wohnungsbestand**
R. Oswald, R. Lamers, V. Schnapauff,
R. Spilker, K. Wilmes
Band 46, 1998, 100 S., 57 Abb., kart.
ISBN 3-8167-4245-9
€ 17,- | sFr 30,50
- Sicherung des baulichen Holzschutzes**
Horst Schulze
Band 45, 1998, 168 S., 136 Abb.,
10 Tab., kart., ISBN 3-8167-4244-0
€ 22,- | sFr 39,50
- Luftdichtigkeit von industriell errichteten
Wohngebäuden in den neuen Bundes-
ländern**
Wolfgang Richter, Dirk Reichel
Band 44, 1998, 88 S., 34 Abb., 15 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4243-2
€ 15,- | sFr 26,-
- Leitfaden Kostendämpfung im
Geschoßwohnungsbau**
Karl Deters, Joachim Arlt
Band 43, 1998, 162 S., 135 Abb.,
34 Tab., kart., ISBN 3-8167-4242-4
€ 22,- | sFr 39,50
- Langzeitbewährung und Entwick-
lungstendenzen von Kunststoff-Bau-
produkten im Wohnungsbau**
Dieter Arlt, Rainer Weltring
Band 42, 1998, 137 S., 90 Abb., 7 Graph.,
kart., ISBN 3-8167-4241-6
€ 20,- | sFr 35,-
- Ausschreibungshilfen für recycling-
gerechte Wohnbauten**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 41, 1998, 172 S., 28 Abb., kart.
ISBN 3-8167-4240-8
€ 22,- | sFr 39,50
- Gebrauchsanweisung für Häuser**
Volker Schnapauff, Silke Richter-Engel
Band 40, 1997, 116 S., 4 Abb., 7 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4239-4
€ 19,- | sFr 34,-
- Ergänzender Neubau in bestehenden
Wohnsiedlungen**
H. Weeber, R. Weeber, M. Lindner, u. a.
Band 39, 1997, 194 S., 230 Abb., kart.,
ISBN 3-8167-4238-6
€ 25,- | sFr 44,-
- Lüftung in industriell errichteten
Wohnhäusern**
Wilfried Jank
Band 37, 1997, 66 S., 17 Abb., 12 Tab.,
13 Tafeln, kart., ISBN 3-8167-4236-X
€ 15,- | sFr 26,-
- Auswirkungen der neuen Wärmeschutz-
verordnung auf den Schallschutz von
Gebäuden**
Siegfried Koch, Werner Scholl
Band 36, 1997, 72 S., 33 Abb., 2 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4235-1
€ 15,- | sFr 26,-
- Baukostensenkung durch gesicherte Scha-
densbeurteilung an aufwerksporigen
Leichtbetonelementen der industriell errich-
teten Wohnbauten der ehemaligen DDR**
Mirko Neumann, Mathias Reuschel
Band 35, 1997, 320 S., 227 Abb.,
105 Tab., kart., ISBN 3-8167-4234-3
€ 41,- | sFr 70,-
- Verhinderung von Emissionen aus
Baustoffen durch Beschichtung**
Lutz Franke, Martin Wesselmann
Band 34, 1997, 68 S., 11 Abb., 9 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4233-5
€ 15,- | sFr 26,-
- Wärmedämmverbundsysteme
(WDVS) im Wohnungsbau**
Institut für Bauforschung e.V., Hannover
Band 32, 1997, 250 S., 128 Abb.,
20 Tab., kart., ISBN 3-8167-4231-9
€ 30,- | sFr 51,50

BESTELLSCHEIN

■ Titel ankreuzen und im Umschlag oder
 ■ per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07
 ■ senden an:
 ■
 ■ **Fraunhofer IRB Verlag**
 ■ Fraunhofer-Informationszentrum
 ■ Raum und Bau IRB
 ■
 ■ Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
 ■ Telefon (07 11) 970 - 25 00
 ■ E-Mail: info@irb.fhg.de
 ■ URL: <http://www.IRBbuch.de>
 ■
 ■ Absender
 ■
 ■
 ■
 ■ Straße/PF
 ■
 ■ PLZ/Ort
 ■
 ■ Datum
 ■
 ■ Unterschrift

02/2002 [BfP-alle|Titel-Anzeige.qxd]

- Niedrigenergiehäuser unter Verwendung des Dämmstoffes Styropor**
Teil 1, Konstruktionsempfehlungen und optimierte Anschlußsituationen (Details)
W.-H. Pohl, S. Horschler, R. Pohl
Teil 2, Quantitative Darstellung der Wirkung von Wärmebrücken
Gerd Hauser, Horst Stiegel
Band 31, 1997, 294 S., 169 Abb., kart., ISBN 3-8167-4230-0
€ 14,- | sFr 25,-
- Fenster - Sanierung und Modernisierung**
Hans-Rudolf Neumann
Band 30, 1997, 134 S., 90 Abb., 11 Tab., kart., ISBN 3-8167-4229-7
€ 20,- | sFr 35,-
- Schäden an nicht industriell hergestellten Wohnbauten der neuen Bundesländer**
R. Oswald, R. Spilker, V. Schnapauff, u. a.
Band 29, 1996, 116 S., 66 Abb., 30 Tab., kart., ISBN 3-8167-4228-9
€ 17,- | sFr 30,50
- Parkierungsanlagen im verdichteten Wohnungsbau**
Hannes Weeber, Rotraut Weeber
Band 28, 1997, 156 S., 60 Abb., 28 Tab., kart., ISBN 3-8167-4227-0
€ 22,- | sFr 39,50
- Möglichkeiten der Einsparung von Wohnkosten durch Mieterbeteiligung**
M. Elff, K. Goldt, B. Harms, u. a.
Band 27, 1997, 157 S., 3 Abb., 8 Tab., kart., ISBN 3-8167-4226-2
€ 22,- | sFr 39,50
- Die Berechnung von Flachdecken über Zustands- und Einflußflächen**
Max Baerschneider
Band 26, 1996, 380 S., 196 Tab., kart., zweibändig, ISBN 3-8167-4225-4
€ 49,- | sFr 83,50
- Feuchttransportvorgänge in Stein und Mauerwerk - Messung und Berechnung**
M. Krus, H.-M. Künzel, K. Kießl
Band 25, 1996, 75 S., 31 Abb., 2 Tab., kart., ISBN 3-8167-4224-6
€ 15,- | sFr 26,-
- Wohngebäudesanierung und Privatisierung**
Hannes Weeber, Michael Rees
Band 24, 1996, 107 S., 51 Abb., 17 Tab., kart., ISBN 3-8167-4223-8
€ 20,- | sFr 35,-
- Der Feuchtehaushalt von Holz-Fachwerkwänden**
Helmut Künzel
Band 23, 1996, 85 S., 32 Abb., 10 Tab., kart., ISBN 3-8167-4222-X
€ 15,- | sFr 26,-
- Neue Konstruktionsalternativen für recyclingfähige Wohngebäude**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 22, 1996, 110 S., 26 Abb., 3 Tab., kart., ISBN 3-8167-4221-1
€ 17,- | sFr 30,50
- Standisicherheit der Wohnbauten in Fertigteilbauweise in den neuen Bundesländern**
E. Cziesielski, N. Fouad, F.-U. Vogdt
Band 21, 1996, 226 S., 71 Abb., kart., ISBN 3-8167-4220-3
€ 30,- | sFr 51,50
- Sicherheit von Glasfassaden**
X. Shen, H. Techen, J. D. Wörner
Band 20, 1996, 38 S., 26 Abb., 4 Tab., kart., ISBN 3-8167-4219-X
€ 12,- | sFr 21,50
- Kostengünstige Umnutzung aufgegebener militärischer Einrichtungen für Wohnzwecke, Wohnergängungseinrichtungen und andere Nutzungen**
B. Jacobs, J. Kirchhoff, J. Mezler
Band 19, 1996, 204 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4218-1
€ 28,- | sFr 47,50
- Holztafelbauweise im mehrgeschossigen Wohnungsbau**
Barbara Bredenbals, Heinz Hullmann
Band 18, 1996, 237 S., 116 Abb., 23 Tab., kart., ISBN 3-8167-4217-3
€ 30,- | sFr 51,50
- Gefährdungspotentiale asbesthaltiger Massenbaustoffe in den neuen Bundesländern**
Klaus Bergner, unter Mitarbeit von Franka Stodollik und Hans-Otto Eckler
Band 17, 1996, 75 S., 26 Abb., 9 Tab., kart., ISBN 3-8167-4216-5
€ 15,- | sFr 26,-
- Transparent gedämmte Altbauten**
G. H. Bondzio, K. Brandstetter, P. Sulzer, S. Al Bosta, u. a.
Band 15, 1996, 130 S., 44 Abb., 7 Tab., kart., ISBN 3-8167-4214-9
€ 22,- | sFr 39,50
- Kosten und Techniken für das "Überwintern" erhaltenswerter Bausubstanz**
Michael Rees, Hannes Weeber
Band 14, 1995, 190 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4213-0
€ 25,- | sFr 44,-
- Menschengerechte Raumklimatisierung durch Quelllüftung und Flächenkühlung**
Erhard Mayer (Hrsg.)
Band 13, 1995, 190 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4212-2
€ 25,- | sFr 44,-
- Zusätzliche Wärmedämmsysteme bei Fertigteilbauten**
Typenserie P2
P. Bauer, B. Loeser, H. Schwarzgig, T. Spengler
Band 12, 1995, 118 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4211-4
€ 20,- | sFr 35,-
- Körperschalldämmung von Sanitärräumen**
Karl Gösele, Volker Engel
Band 11, 1995, 76 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4210-6
€ 15,- | sFr 26,-
- Bauschäden an Holzbalkendecken in Feuchtraumbereichen**
Gertraud Hofmeister
Band 9, 1995, 210 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4208-4
€ 25,- | sFr 44,-
- Ökologische Auswirkungen von Hochhäusern**
Band 8, 1995, 418 S., 114 Abb., kart., ISBN 3-8167-4207-6
€ 50,- | sFr 86,-
- Wohnhochhäuser heute**
H. Weeber, R. Weeber, M. Hasenmaier, u. a.
Band 7, 1995, 165 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4206-8
€ 25,- | sFr 44,-
- Abfallvermeidung in der Bauproduktion**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 6, 1994, 198 S., 75 Abb., 16 Tab., kart., ISBN 3-8167-4205-X
€ 25,- | sFr 44,-
- Barrierefreie Erschließungssysteme von Wohngebäuden**
R. Weeber, M. Rees, H. Weeber
Band 5, 1994, 64 S., 52 Abb., 6 Tab., kart., ISBN 3-8167-4204-1
€ 12,- | sFr 21,50
- Die Ausführung des Umkehrdaches bei erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz**
Lutz Franke, Gernod Deckelmann
Band 4, 1994, 80 S., zahlreiche Abb. und Tab., kart., ISBN 3-8167-4203-3
€ 20,- | sFr 35,-
- Niveaugleiche Türschwellen bei Feuchträumen und Dachterrassen**
R. Oswald, A. Klein, K. Wilmes
Band 3, 1994, 56 S., 48 Abb., kart., ISBN 3-8167-4202-5
€ 12,- | sFr 21,50
- Wohnbauten in Fertigteilbauweise in den neuen Bundesländern**
R. Oswald, V. Schnapauff, R. Lamers, u. a.
Band 2, 1995, 333 S., 515 Abb., kart., ISBN 3-8167-4201-7
€ 40,- | sFr 69,50
- Heizung und Lüftung im Niedrigenergiehaus**
Gerhard Hausladen, Peter Springl
Band 1, 1994, 214 S., 74 Abb., 17 Tab., kart., ISBN 3-8167-4200-9
€ 25,- | sFr 44,-
- Informieren Sie mich bitte laufend über neue **Fachbücher**

BESTELLSCHEIN

■ **Titel ankreuzen und im Umschlag oder per Fax (07 11) 970 - 2508 oder -2507 senden an:**

■ **Fraunhofer IRB Verlag**

■ Fraunhofer-Informationszentrum
■ Raum und Bau IRB

■ **Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart**

■ **Telefon (07 11) 970 - 2500**

■ **E-Mail: info@irb.fhg.de**

■ **URL: <http://www.IRBbuch.de>**

■ Absender

■

■

■

■ Straße/PF

■

■ PLZ/Ort

■

■ Datum

■

■ Unterschrift

Schadenfreies Bauen

Herausgegeben von Professor Günter Zimmermann

- Schadenfreies Bauen**
Gesamtausgabe Bände 1 – 26
 2002, alle Bände mit festem Einband
 ISBN 3-8167-5796-0
 € 1037,- | sFr 1744,-
 Bei Abnahme der Gesamtausgabe
 sparen Sie € 115,-
- Schäden an polymeren Beschichtungen**
 Robert Engelfried
 Band 26: 2001, 146 S., 94 Abb., 14 Tab.,
 ISBN 3-8167-5795-2
 € 40,- | sFr 68,50
- Schäden an Belägen und Bekleidungen mit Keramik- und Werksteinplatten**
 Günter Zimmermann
 Band 25: 2001, 200 S., 175 Abb., 16 Tab.,
 ISBN 3-8167-5791-X
 € 48,- | sFr 82,50
- Schäden an Installationsanlagen**
 Heizungs- und Raumluftechnische Anlagen,
 Trinkwasser-, Abwasser- und Gasinstallations-
 anlagen
 Heinz Wirth, Stefan Wirth
 Band 24: 2001, 270 S., 114 Abb., 33 Tab.,
 ISBN 3-8167-5790-1
 € 57,- | sFr 96,-
- Schäden an Türen und Toren**
 Ralf Schumacher
 Band 23: 2001, 372 S., 291 Abb., 32 Tab.,
 ISBN 3-8167-4169-X
 € 71,- | sFr 118,-
- Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen**
 Hans-Joachim Scheewe
 Band 22: 2001, 232 S., 80 überw. farb. Abb.,
 50 Tab.,
 ISBN 3-8167-4168-1
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Glasfassaden und -dächern**
 Peter Küffner, Oliver Lummertzheim
 Band 21: 2000, 132 S., 106 z.T. farb. Abb.,
 6 Tab.,
 ISBN 3-8167-4165-7
 € 40,- | sFr 68,50
- Schäden an Wärmedämm-Verbundsystemen**
 Erich Cziesielski, Frank Ulrich Vogdt
 Band 20: 2000, 202 S., 75 Konstruktionsskiz-
 zen, 28 Tab. u. Diagramme, 98 Fotos,
 ISBN 3-8167-4164-9
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwänden aus Mehrschicht-Betonplatten**
 Ralf Ruhnau, Nabil Fouad
 Band 19: 1998, 104 S., 61 Abb.; 7 Tab.,
 ISBN 3-8167-4160-6
 € 35,- | sFr 60,50
- Schäden an Deckenbekleidungen und abgehängten Decken**
 Hubert Satzger
 Band 18: 1998, 78 S., 59 Abb., 5 Tab.,
 ISBN 3-8167-4159-2
 € 23,- | sFr 40,50
- Schäden an Dränanlagen**
 Wilfried Muth
 Band 17: 1997, 114 S., 128 Abb., 10 Tab.,
 ISBN 3-8167-4154-1
 € 35,- | sFr 60,50
- Tauwasserschäden**
 Richard Jenisch
 Band 16: 2. überarb. Aufl., 2001, 129 S.,
 66 Abb., 6 Tab., ISBN 3-8167-5792-8
 € 37,- | sFr 62,50
- Schäden an Estrichen**
 Klaus G. Aurnhammer
 Band 15: 2., erg. Aufl., 1999, 216 S., 44 Abb.;
 17 Tab.,
 ISBN 3-8167-4162-2
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Tragwerken aus Stahlbeton**
 Bernhard Brand, Gerhard Glatz
 Band 14: 1996, 217 S., 129 Abb., 24 Tab.,
 ISBN 3-8167-4153-3
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Außenwänden aus Ziegel- und Kalksandstein-Verblendmauerwerk**
 Helmut Klaas, Erich Schulz
 Band 13: 1995, 224 S., 162 Abb., 13 Tab.,
 ISBN 3-8167-4152-5
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Metallfassaden und -dachdeckungen**
 Franz Lubinski, Fritz Röbber, Uwe Nagel, u. a.
 Band 12: 2. erw. Aufl., 2001, 415 S., 303
 Abb., 22 Tab.,
 ISBN 3-8167-4166-5
 € 76,- | sFr 127,-
- Schäden an Außenmauerwerk aus Naturstein**
 Martin Sauder, Renate Schloenbach
 Band 11: 1995, 274 S., 95 Abb., 31 Tab.,
 ISBN 3-8167-4150-9
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwänden mit Asbestzement-, Faserzement- und Schieferplatten**
 Klaus W. Liersch
 Band 10: 1995, 146 S., 86 Abb., 20 Tab.,
 ISBN 3-8167-4149-5
 € 38,- | sFr 65,-
- Schäden an Fassadenputzen**
 Helmut Künzel
 Band 9: 2. erw. Aufl., 2000, 142 S., mit zahlr.
 Abb. und Tab.,
 ISBN 3-8167-4167-3
 € 38,- | sFr 65,-
- Schäden an Abdichtungen in Innenräumen**
 Erich Cziesielski, Michael Bonk
 Band 8: 1994, 112 S., 55 Abb., 4 Tab.,
 ISBN 3-8167-4147-9
 € 33,- | sFr 57,-
- Rissschäden an Mauerwerk**
 Ursachen erkennen - Rißschäden vermeiden.
 Werner Pfefferkorn
 Band 7: 3. überarb. Aufl., 2002, 292 S.,
 290 Abb., 18 Tab.,
 ISBN 3-8167-5793-6
 € 53,- | sFr 89,-
- Schäden an Fenstern**
 Wolfgang Klein
 Band 6: 1994, 154 S., 92 Abb., 2 Tab.,
 ISBN 3-8167-4145-2
 € 37,- | sFr 64,-
- Schäden an Wänden und Decken in Holzbauart**
 Horst Schulze
 Band 5: 1993, 158 S., 140 Abb.,
 ISBN 3-8167-4144-4
 € 37,- | sFr 64,-
- Schäden an Industrieböden**
 Erich Cziesielski, Thomas Schrepfer
 Band 4: 2., erw. Aufl., 1999, 169 S., 69 Abb.,
 33 Tab.,
 ISBN 3-8167-4163-0
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Sichtbetonflächen**
 Heinz Klopfer
 Band 3: 1993, 123 S., 77 Abb., 9 Tab.,
 ISBN 3-8167-4142-8
 € 35,- | sFr 60,50
- Schäden an Flachdächern und Wannens aus wasserundurchlässigem Beton**
 Gottfried C.O. Lohmeyer
 Band 2: 3. neu bearb. Aufl., 2001, 272 S.,
 171 Abb., 28 Tab.,
 ISBN 3-8167-5794-4
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwandfugen im Beton- und Mauerwerksbau**
 Ralf Ruhnau
 Band 1: 1992, 132 S., 87 Abb.,
 ISBN 3-8167-4140-1
 € 35,- | sFr 60,50

BESTELLSCHEIN

■ Titel ankreuzen und im Umschlag oder
 ■ per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07
 ■ senden an:

Fraunhofer IRB Verlag

■ Fraunhofer-Informationszentrum
 ■ Raum und Bau IRB

■ Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart

■ Telefon (07 11) 970 - 25 00

■ E-Mail: info@irb.fhg.de

■ URL: <http://www.IRBbuch.de>

■ Absender

■

■

■

■ Straße/PF

■ PLZ/Ort

■ Datum

■ Unterschrift

Die »Bauschäden-Sammlung« in 13 Bänden

Herausgegeben von Professor Günter Zimmermann



In der Fachwelt hat diese Zusammenstellung von typischen Bauschadensfällen als wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Bau- und Planungsleistungen großes Ansehen erlangt.

Die 13 Bände mit dem Untertitel »Sachverhalt - Ursachen - Sanierung« enthalten Schadensberichte aus allen baukonstruktiven Bereichen und sind durch Themen- und Sachregister erschlossen.

Der Nutzer kann so auf Anhieb feststellen,

- ob ein gleicher oder ähnlicher Schaden bereits dokumentiert ist,
- welche Schäden für ein bestimmtes Bauteil typisch sind,
- wie diese Schäden vermieden werden können oder welche Maßnahmen zu ihrer Behebung in Frage kommen.

Seit 3 Jahrzehnten ist die »Bauschäden-Sammlung« eine ständige Rubrik des »Deutschen Architektenblattes«.

Bauschäden-Sammlung, Band 13 Sachverhalt - Ursachen - Sanierung

2001, 184 Seiten,
zahlreiche, überwiegend farbige
Abbildungen, fester Einband,
ISBN 3-8167-4185-1
€ 27,- | sFr 44,-

Der Herausgeber

Professor Günter Zimmermann, ein bekannter Bausachverständiger mit langjähriger Erfahrung, betreut seit 3 Jahrzehnten die »Bauschäden-Sammlung« im »Deutschen Architektenblatt« und ist auch für die Herausgabe der Buchausgabe verantwortlich.

BESTELLSCHEIN

- Band 1: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 2: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 3: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 4: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 5: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 6: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 7: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 8: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 9: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 10: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 11: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 12: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 13: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-

Sie sparen € 36,- bei Abnahme der

- Bände 1-13 komplett:
€ 315,- | sFr 476,-

Alle Bände im Format A 5 quer, mit zahlreichen, zum Teil farbigen Abbildungen, festem Einband und Fadenheftung

Titel ankreuzen und im Umschlag oder per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07 senden an:

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum
Raum und Bau IRB

Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
E-Mail: info@irb.fhg.de
URL: <http://www.IRBbuch.de>

Absender

Straße/PF

PLZ/Ort

Datum

Unterschrift

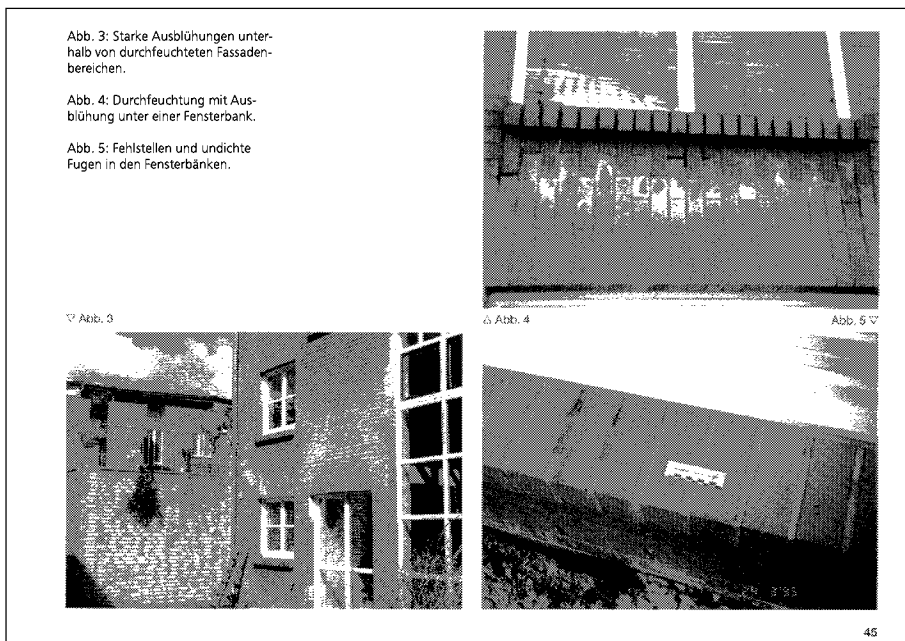


Abb. 3: Starke Ausblühungen unterhalb von durchfeuchteten Fassadenbereichen.

Abb. 4: Durchfeuchtung mit Ausblühung unter einer Fensterbank.

Abb. 5: Fehlstellen und undichte Fugen in den Fensterbänken.

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5