

Braunschweig, 04.11.1993

Dn/Hs/Hr

1. Ausfertigung

BAUTECHNISCHES GUTACHTEN

Nr. 93BS-194G - Dn/Hs/Hr -

Auftraggeber: Rockwool Systeme GmbH
Karl-Schneider-Straße 14 - 18
45966 Gladbeck

Auftrag vom: 21.06.93

Inhalt des
Auftrags: Erhöhung der Feuerwiderstandsdauer von Stahlbe-
tonbauteilen durch Bekleidung mit Conlit-Feuer-
schutzplatten.

Das Bautechnische Gutachten umfaßt 08 Seiten und 13 Seiten
Anlagen.

Das Bautechnische Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt
werden. Eine Veröffentlichung - auch auszugsweise - bedarf der
schriftlichen Genehmigung. Die Ergebnisse sind nur für die un-
tersuchten Bauteile gültig und dürfen nicht auf andere Bauwer-
ke übertragen werden.

1 ANLASS UND AUFTRAG

Die Firma Rockwool Systeme, Gladbeck, beabsichtigt, ihr in Verbindung mit Stahlbauteilen zugelassenes Produkt, die Feuerschutzplatten "Conlit 150" und "Conlit 300", auch zur Verbesserung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Stahlbetonbauteilen, insbesondere Decken, anzubieten. Ich erhielt daher von der Firma Rockwool den Auftrag zur Erarbeitung eines Bautechnischen Gutachtens, um das Erwärmungsverhalten von Stahlbetondecken mit Conlit-Bekleidung im Brandfall auf der Basis der vorliegenden Prüfergebnisse von Stahlbauteilen zu beurteilen.

2 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

Mit Schreiben vom 14.05.93 wurden uns von der Firma Rockwool folgende Unterlagen übersandt:

- Produktinformation "Conlit Feuerschutz" [1],
- Untersuchungsbericht des Norwegian Fire Technical Laboratory, SINTEF [2].

Per Fax vom 19.10.93 wurde außerdem das Ergebnis einer von DANTEST, Kopenhagen, durchgeführten Versuchsauswertung zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von "Conlit 150" mitgeteilt [3].

Außerdem wurden die Prüfzeugnisse [4, 5] und Prüfbericht [6] der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) beim Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der TU Braunschweig als Grundlage der Untersuchung herangezogen.

3 ERWÄRMUNGSVERHALTEN VON STAHLBETONBAUTEILEN MIT "CONLIT 150"-BEKLEIDUNG

3.1 Vorbemerkung

Die Untersuchungen zum Erwärmungsverhalten wurden ausschließlich rechnerisch durchgeführt. Dabei wurde das Finite-Element-Program FIRES-T [7] benutzt, dessen Eignung durch die zutreffende Nachrechnung zahlreicher Brandversuche an Stahlbeton-, Stahl- und Verbundbauteilen nachgewiesen wurde [8].

3.2 Thermomechanische Kennwerte der untersuchten Baustoffe

Grundlage der Berechnung des Erwärmungsverhaltens von Bauteilen sind die thermomechanischen Kennwerte Wärmeleitfähigkeit λ und spezifische Wärmekapazität c_p der Baustoffe sowie deren Rohdichte ρ , jeweils in temperaturabhängiger Formulierung.

Die Wärmeleitfähigkeit von "Conlit 150" wurde durch Nachrechnung des Erwärmungsverhaltens eines Stahlträgers I 280 und im Vergleich mit den im Prüfzeugnis [4] dokumentierten Temperaturmeßwerten bestimmt. Zur Orientierung diene dabei der in [3] angegebene temperaturabhängige Verlauf der Wärmeleitfähigkeit. Die spezifische Wärmekapazität und die Rohdichte des Materials "Conlit 150" wurden, den Angaben der Untersuchung des SINTEF [2] folgend, temperaturunabhängig zu $c_p = 800$ [J/kgK] bzw. $\rho = 150$ [kg/m³] angenommen. Die ermittelten Kennwerte sind zusammen mit den bekannten Werten für Beton und Stahl [8] in den Anlagen 1 bis 3 dargestellt. In die Darstellung der Wärmeleitfähigkeit in Anlage 1 wurde zum Vergleich mit dem 'Ansatz iBMB' der 'Ansatz Dantest' [3] mit eingetragen.

Der in Anlage 1 bis 3 dargestellte Ansatz konnte durch Vergleich der berechneten Temperaturen des dreiseitig beflamnten, kastenförmig mit "Conlit 150" (Bekleidungsstärke $d = 25 \text{ mm}$) bekleideten mit den Meßwerten der Brandprüfung [4] bestätigt werden. In Bild 1 sind beispielhaft die am Flansch des Trägers gemessenen Temperaturen dem Rechenergebnis gegenübergestellt. Die Übereinstimmung ist bis zum Ende der Brandprüfung nach 120 Minuten ETK-Brandbeanspruchung nach DIN 4102 Teil 2 (09.77) zufriedenstellend.

Temperaturen Stahltraeger mit Conlit 150

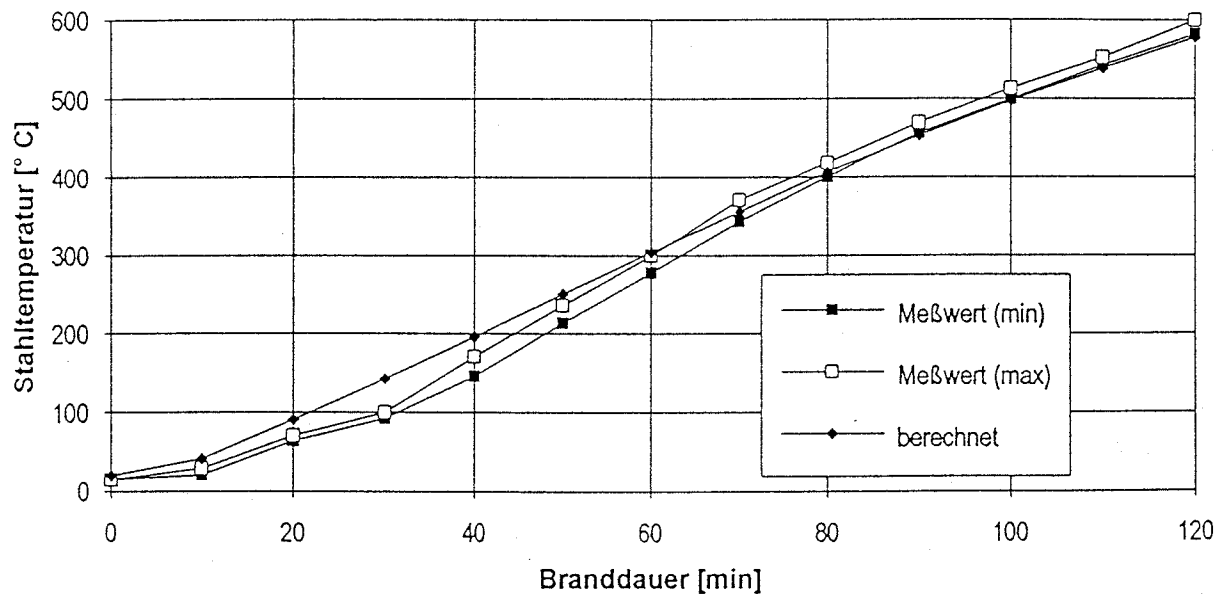


Bild 1 Vergleich berechneter und gemessener Temperaturen am Flansch eines dreiseitig beflamnten, kastenförmig mit "Conlit 150" bekleideten Stahlträgern

Für die weitere Untersuchung an Stahlbetonbauteilen wurde der Betonfeuchtigkeitsgehalt aufgrund vorliegender Versuchserfahrungen zu 3 Gew.-% angesetzt. Dies wird durch einen entsprechenden "Peak" bei der Temperatur von 100 °C in der Formulierung der temperaturabhängigen spezifischen Wärmekapazität des Betons berücksichtigt (Anlage 2).

3.3 Stahlbetonstützen mit "Conlit 150"-Bekleidung

Die Wirkung der Bekleidung von Stahlbetonstützen mit Feuer-schutzplatten "Conlit 150" wurde mit den o.g. Ansätzen rechnerisch an einem Referenzquerschnitt untersucht. Ausgewählt wurde dafür ein vierseitig beflammter Stützenquerschnitt mit den Abmessungen $b/d = 40/40$ cm. Die für die Zeitpunkte nach 60 Minuten, 120 Minuten bzw. 180 Minuten einer ETK-Brandbeanspruchung nach DIN 4102 Teil 2 (09.77) berechneten Temperaturverteilungen sind als Isothermenbilder jeweils für ein Viertel des Querschnitts in den Anlagen 4 bis 6 dargestellt.

Zum Vergleich mit diesem Referenzquerschnitt wurden die Temperaturverteilungen zu den o.g. Zeitpunkten für einen Stützenquerschnitt mit Abmessungen von $b/d = 30/30$ cm mit allseitiger Bekleidung aus 20 mm dicken "Conlit 150"-Platten berechnet. Damit wurden erwärmungstechnisch jeweils 50 mm Beton durch 20 mm "Conlit 150" ersetzt. Die für diesen Fall berechneten Temperaturen sind wiederum als Isothermenbilder in Anlage 7 bis 9 dargestellt.

Ein Vergleich der berechneten Temperaturverteilungen des unbedeckten Querschnitts ($b/d = 40/40$ cm) mit denen des bedeckten Querschnitts ($b/d = 30/30$ cm + allseitig 2 cm "Conlit 150") zeigt, daß sich zu allen untersuchten Zeitpunkten im gleichen Abstand vom Querschnittsmittelpunkt nahezu gleiche Temperaturen einstellen. Dabei sind die Temperaturen im bedeckten Querschnitt stets etwas geringer.

3.4 Stahlbetondecken mit "Conlit 150"-Bekleidung

Analog zur Vorgehensweise beim vierseitig beflamten Stützenquerschnitt wurden zur Untersuchung der Wirkung einer unseitigen "Conlit 150"-Bekleidung auf das Erwärmungsverhalten einer Stahlbetondecke zunächst die Temperaturverteilung an

einem Referenzquerschnitt berechnet. Gewählt wurde dazu der Ausschnitt einer 15 cm dicken Stahlbetonplatte (ETK-Beflammung einseitig von unten). Die berechneten Temperaturverteilungen für die o.g. Zeitpunkte sind in den Anlagen 10 bis 12 dargestellt.

Zum Vergleich mit dem Referenzquerschnitt wurden die Temperaturverteilungen eines 10 cm dicken Stahlbetonplattenausschnitts mit unterseitiger 2 cm dicken Bekleidung aus "Conlit 150" berechnet (Anlage 13 bis 15).

Auch bei den untersuchten Platten sind zu gleichen Zeitpunkten und in gleichem Abstand von der unbeflammten Deckenoberseite die Bauteiltemperaturen nahezu gleich (Temperaturen der bekleideten Platte sind jeweils geringer).

4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die durchgeführten Berechnungen des Erwärmungsverhaltens von unbekleideten und mit "Conlit 150"-Feuerschutzplatten bekleideten Betonbauteilen zeigen, daß 10 mm Conlit-Bekleidungsstärke erwärmungstechnisch 25 mm Betondeckung gleichwertig ist.

5 KONSTRUKTIVE MASSNAHMEN

Auf der Basis vorliegender Prüferfahrungen [6] kann die Befestigung der Feuerschutzplatten "Conlit 150" an der Unterseite von Stahlbetondecken nach Anlage 16 erfolgen.

Bei der Bekleidung von Stützen kann die Befestigung analog zu der bei Stahlstützen, entsprechend den Angaben im Prüfzeugnis [5], erfolgen.

6 BESONDERE HINWEISE GEMÄSS DIN 4102 TEIL 4 ABSCHNITT 8.9

Die aus der beschriebenen Untersuchung gezogenen Schlußfolgerungen setzen eine einwandfreie Bemessung und konstruktive Durchbildung der zu bekleidenden Bauteile voraus.

Die Erfüllung der in diesem Gutachten gemachten Auflagen hinsichtlich der Befestigung des Bekleidungsmaterials am Bauteil ist sicherzustellen.

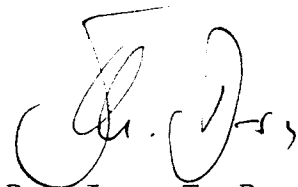
Die gezogenen Schlußfolgerungen gelten bei analoger Befestigung der Plattenbekleidung auch für das erwärmungstechnisch günstigere Bekleidungsmaterial "Conlit 300".



Dr.-Ing. R. Hass



Prof. D. Hosser

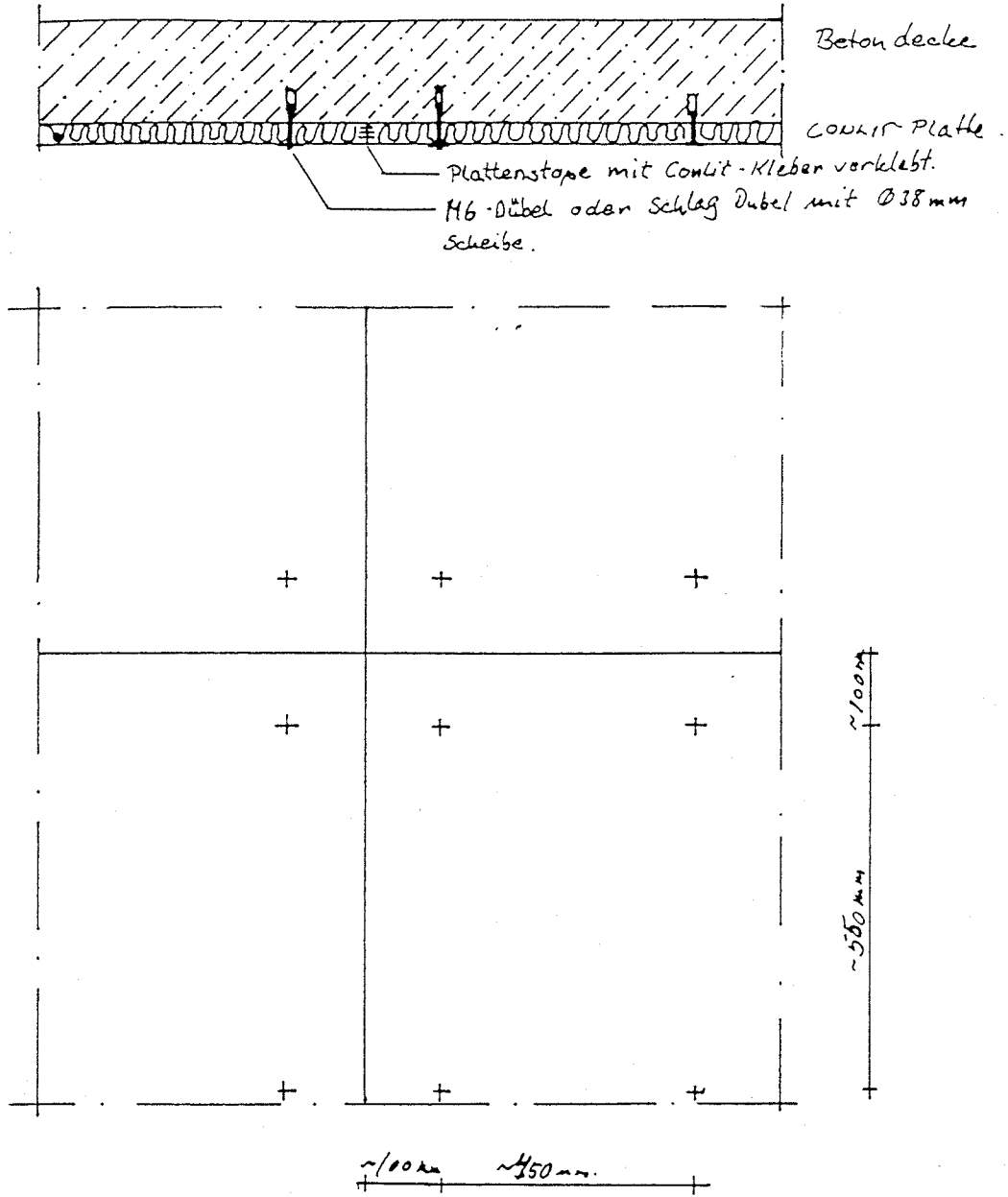


Dr.-Ing. T. Dorn

Braunschweig, den 04. November 1993

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Conlit Feuerschutz, Stahlbau F 30 - F 180 nach DIN 4102. Produktinformation der Firma Rockwool Systeme, Stand Mai 1992.
- [2] Fire Technical Evaluation of Conlit 150/300 as Replacement of Concrete Cover of Reinforcement. Project No. 250060/-90.181 Translation of Report from SINTEF-NBL-The Norwegian Fire Technical Laboratory, Trondheim, 31.05.1990.
- [3] Wärmeleitfähigkeit von Conlit 150, Ergebnis einer Auswertung der Firma DANTEST, Kopenhagen, vom 04.09.1989.
- [4] Prüfergebnis Nr. 2146/3186-Blg/Schr-der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, vom 25.06.1987. Antragsteller: Firma Conrock R/S, Hedehusen. Inhalt des Antrags:
Prüfung von je einem Paar Stahlträgern IPE 140 (St 37) und einem Paar Stahlträgern I 280 (St 37) mit einer kastenförmigen Bekleidung aus 50 mm bzw. 25 mm dicken Mineralfaserplatten "Conlit 150 p" und einer Abdeckung aus 125 mm dicken Gasbetonplatten auf Brandverhalten nach DIN 4102 Teil 2, Ausgabe 1977, zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer bei dreiseitiger Brandbeanspruchung.
- [5] Prüfungszeugnis Nr. 1668/8515 -Nau/Rm- der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig vom 22.11.1988. Antragsteller: Firma Conrock R/S, Hedehusen. Inhalt des Antrages:
Prüfung von zwei Stahlstützen und acht Stützenabschnitten (offene Profile) mit einer Bekleidung aus MF-Platten "Conlit-150" und Stahlblech auf Brandverhalten nach DIN 4102 Teil 2, Ausgabe 09/77.
- [6] Schreiben Nr. 708/We/Schr vom 13.11.1986 der Amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen an die Firma Conrock A/S betr. Durchführung einer Brandprüfung an einem ??bbing-Element aus GGG50.
- [7] Becker, J.; Bizri, H.; Bresler, B. FIRES-T. A Computer Program for the Fire Response of Structures - Thermal. Report o. UCB FRG 74-?, University of California, 1974.
- [8] Hass R.: Zur praxisgerechten brandschutztechnischen Beurteilung von Stützen aus Stahl und Beton. Heft 69 der Veröffentlichungsreihe des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig, 1986.



Anlage 16: Befestigung der Conlit-Platten an der Betondecke