

FLAME SPREAD IN CABLE TRAY FIRES AND ITS MODELING IN FIRE SIMULATION CODES

FLAMMENAUSBREITUNG BEI BRÄNDEN VON KABELBÜNDELN UND DEREN MODELLIERUNG IN BRANDSIMULATIONSMODELLEN

Röwekamp M. ¹, Klein-Heßling W. ¹, Riese O. ², Berg Heinz-Peter³

(1) Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Schwertnergasse 1,
50667 Köln, Germany

(2) Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Beethovenstraße 52,
38106 Braunschweig, Germany

(3) Bundesamt für Strahlenschutz
Willy Brandt-Str. 5, 38226 Salzgitter, Germany

e-mails: (1) marina.roewekamp@grs.de (2) o.riese@ibmb.tu-bs.de (3) hberg@bfs.de

Abstract. A vertical cable routing on different trays has been observed as worst case in case of fire. PVC (polyvinyl chloride) or FRNC (fire retardant non-corrosive) polymers have been used as cable insulation materials for cables typically being installed in German NPP. Each experiment has been repeated under pre-heated conditions. A propane gas burner has been used for igniting cables and an ethanol pool for pre-heating. Two different types of fire simulation codes (one ‘lumped parameter’ code - COCOSYS - and two three-dimensional computational fluid dynamics (CFD) codes - FDS and CFX) have been investigated with respect to their potential for predicting the experimental results. There were significant differences in the way of performing flame spread calculations in the codes. However, none of the models applied in the frame of this benchmark exercise was able to predict the cable flame spread in an adequate manner.

Keywords: cable fires, fire simulation, benchmark exercise

Zusammenfassung. Die vertikale Kabeltrassierung hat sich als die ungünstigste Konstellation bei einem Brandfall erwiesen. In deutschen Kernkraftwerken werden überwiegend PVC (Polyvinylchlorid) bzw. – sogenannte FRNC (Brand verzögernde noch korrosive) Polymere als Isolierungsmaterial für Kabel verwendet. Jedes Experiment wurde zweimal durchgeführt, einmal mit Vorheizung der verwendeten Kabel und einmal ohne. Zwei verschiedene Arten von Brandsimulationsprogrammen (ein thermohydraulischer Code – COCOSYS – und zwei dreidimensionale Codes, die fluiddynamische Feldmodelle nutzen – FDS und CFX) wurden hinsichtlich über Möglichkeiten untersucht, die experimentellen Ergebnisse vorherzusagen. Dabei wurden signifikante Unterschiede in der Vorgehensweise bei der Durchführung der Berechnungen der Ausbreitung der Flammen in den Rechenprogrammen festgestellt. Es ist festzuhalten, dass keines der in den Vergleichsrechnungen eingesetzten Modelle in der Lage waren, die Ausbreitung der Flamme bei Kabelbränden adäquat vorherzusagen.

Schlagwörter: Kabelbrand, Brandsimulation, Vergleichsrechnungen

FLAME SPREAD IN CABLE TRAY FIRES AND ITS MODELING IN FIRE SIMULATION CODES

1. Introduction

A series of four full scale cable tray fire experiments has been carried out at iBMB of Braunschweig University of Technology in the frame of a benchmark exercise (BE). Two types of fire simulation codes have been applied by members of the International Collaborative Project to Evaluate Fire Models for Nuclear Power Plant Applications within this benchmark exercise: one lumped parameter code COCOSYS and two three-dimensional computational fluid dynamics codes (FDS and CFX).

2. Specification

The cable fire experiments have been carried out in a special fire compartment (iBMB test facility) with an inner floor area of $3.6 \text{ m} \times 3.6 \text{ m}$ (see Figure 1). The inner room height is 5.6 m. The (naturally ventilated) gas exchange takes place through an opening of 0.7 m width and 3.6 m height, which is reduced by a wall of 1.4 m height to an area of approx. 1.5 m^2 . Smoke gases released are collected in a hood with an exhaust duct located over the opening and led to a smoke gas cleaning system. The gases are analyzed and the heat release rate (HRR) is derived.

As primary pilot fire a liquid pool of 0.5 m^2 floor area, filled with (ethylene alcohol), has been assumed. As worst case scenario, a maximum pre-heating (PH) temperature in the surrounding of the cables of $200 \text{ }^\circ\text{C}$ has been reached. For measuring the burning rate of the liquid pool, the fuel pan is mounted on a weight scale. The cables on the tray are ignited by means of a propane gas burner. In case of FRNC (fire retardant non-corrosive) insulated cables 150 kW output power has been used, in case of PVC (polyvinylchloride) cables 50 kW. With PH, the ignition burner was activated after 1200 s. The pre-fabricated trays filled with cables were mounted on a weight scale on top of the ceiling. A vertical thermocouple (TR 5 1-7) tree was located 40 cm in front of the cable tray for measuring the gas temperature in seven heights close to the surface of the cable bundles. An overview of the test results is given in [1] including all measured parameters. High voltage power cables as well as low voltage

instrumentation and control (I&C) cables with PVC as well as FRNC insulation material have been tested, installed on a tray within two separated cable bundles (10 cm each). The vertical ladder type cable trays are filled with cables with the corresponding measuring equipment as depicted in Figure 2. The cables are mounted on the trays with German standard cable clamps. The lowest series of thermocouples are installed approx. 70 cm above the lower side of the tray. The distance between the different measuring levels is 40 cm, the one between the highest series of measuring devices and the upper edge of the tray 10 cm. The measuring devices of each row have numbers starting at the lowest level up to the highest one.

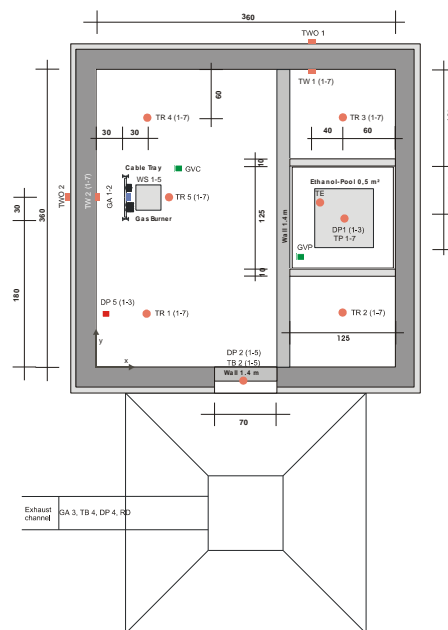


Fig. 1. Top view of the fire compartment for the cable fire tests

3. Experimental results

A brief overview over the results from the BE No. 5 test series is given in Figures 3 and 4. The HRR from test 1 (FRNC, without PH) and test 2 (FRNC, with PH) and the corresponding ignition burner power output are given in Figure 3 and for test 3 (PVC, without PH) and test 4 (with PH) in Figure 4, accordingly. The HRR resulting from the combustible material is low in case of FRNC insulation material (see Figure 3). In case of PH, slightly higher values are observed, with a maximum of up to 100 kW. An

increase of the burner output of up to 300 kW after 30 min duration (test 2) and 40 min (test 1), respectively, have no significant effects on the HRR.

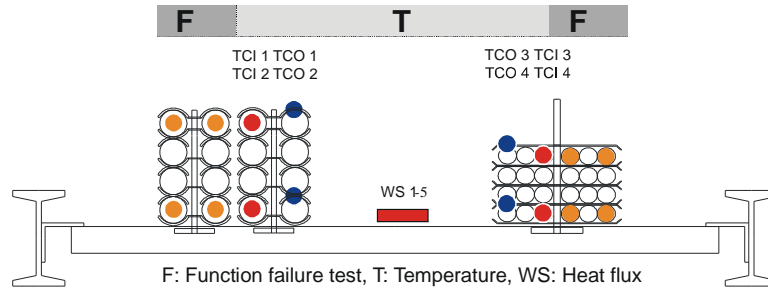


Fig. 2. Vertical cable tray; two cable bundles; left: power cables, right: I&C cables, TCO: Temperatures on cables, TCI: Temperatures in cables, WS 1-5: Heat flux to cable bundle surface

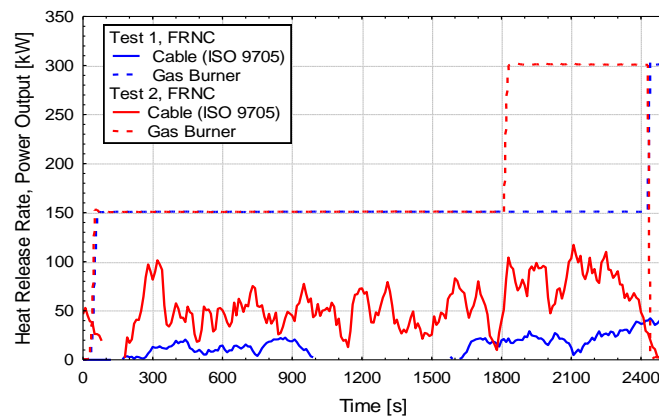


Fig. 3. Heat release rate and gas burner output: test 1 and test 2, FRNC

In case of PVC insulation material (see Figure 4, test 3), the cables (power cables as well as I&C ones) ignited after a short time and a HRR with a peak at 330 kW after approx. 12 min. In case of test 4 (see Figure 4) with pre-heated cables, the I&C cables ignited notably later and the power cables could not be ignited with a 50 kW burner power output. As a reaction of increasing the burner capacity to up to 100 kW after approx. 15 min, the power cables ignited and a second peak HRR at 200 kW was found.

During the pre-heating phase of approx. 20 min, the environmental temperature in the near vicinity of the cable insulation is determined to reach a maximum of 200 °C. The major issue of the tests was the flame spread on the cables. The tests show that the FRNC cables have

significantly better characteristics in case of a fire. No substantial flame spread takes place, even in case of pre-heating. PVC cables could be ignited with a burner output of 50 kW. In contrary, the FRNC cables could be ignited at a burner output of 150 kW. The pre-heating has complex effects on the fire behaviour of the cables. Gases, which are not ignited during the phase of pre-heating, may also be pyrolyzed and transported to the cable surroundings and may leave the fire compartment.

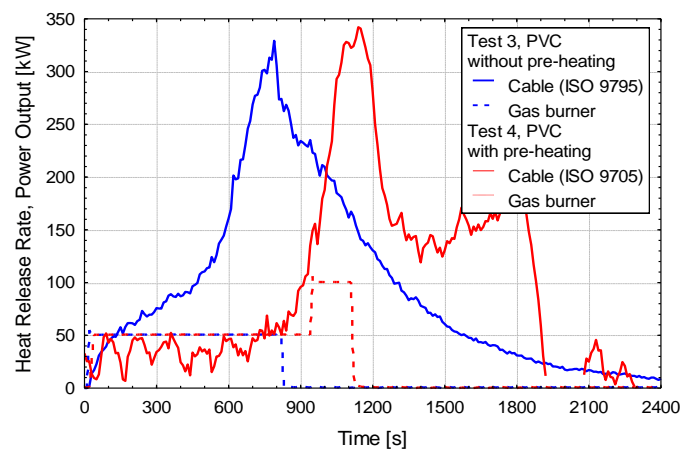


Fig. 4. Heat release rate and gas burner output: test 3 and test 4, PVC

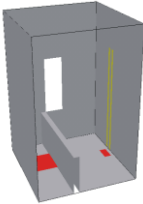
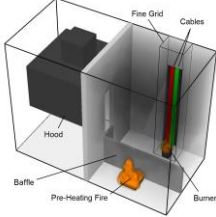
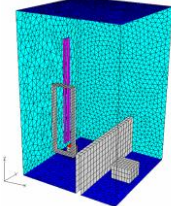
4. Calculations by fire simulation codes

Table 1 provides details about the different fire models used in the benchmark exercise to model the flame spread in a cable tray fire with regard to the treatment of pyrolysis. Blind and open calculations have been performed [2]. Figure 5 shows the measured and the calculated surface temperature of I&C cables at the cable tray in 1.5 m height (2 m over the compartment floor) for test 1.

In COCOSYS, an empirical approach has been chosen to calculate the heat release rate and the flame spread of a given cable tray fire scenario. The model uses a specified pyrolysis rate for the cables being represented by a rectangular slab as well. The propagation velocity depends on the assigned surrounding temperature of the target. A database for this property has been derived from earlier experimental results, gained in the same compartment under similar conditions considering different pre-heating temperatures. For

the open calculations, COCOSYS was extended by introducing a remaining mass fraction for incomplete burn down of cables.

Table 1. Details about the different fire models

model	COCOSYS	FDS 4	CFX 10
			
fire model type	lumped parameter	CFD	CFD
cable bundle	one rectangular slab without core	one rectangular slab without core	one rectangular slab with metal core
thermal model cable slab	1dim (only side of burner)	1dim (all sides independent)	3dim
pyrolysis model	empirical data	finite rate	experimental data
calculation of pyrolysis rate	pyrolysis rates for different material temperatures from database	pyrolysis rate in the environment of a given ignition temperature is calculated with a Arrhenius law	a fixed pyrolysis rate is used
data (input)	pyrolysis rates at different material temperatures from older tests in the same facility	thermal properties, heat of gasification and ignition temperature from given cone calorimeter data	pyrolysis rate from test results
prediction	in principle possible	possible	not possible
performance of prediction of pyrolysis rate for PVC- and FRNC cables	PVC: pyrolysis rate is "calculated" in acceptable agreement, FRNC: pyrolysis rate is "calculated" extreme high	PVC: pyrolysis rate too low, FRNC: pyrolysis rate too high	(pyrolysis rate is given as a input)
performance of prediction of surface temperature	PVC-cable: results are acceptable for such kind of calculation, FRNC-cables: great differences	behavior of a thermoplastic material, if pyrolysis takes place the material burns nearly a given ignition temperature	FRNC-cable: temperatures in the near field of the ignition burner comparable, in the far field too low

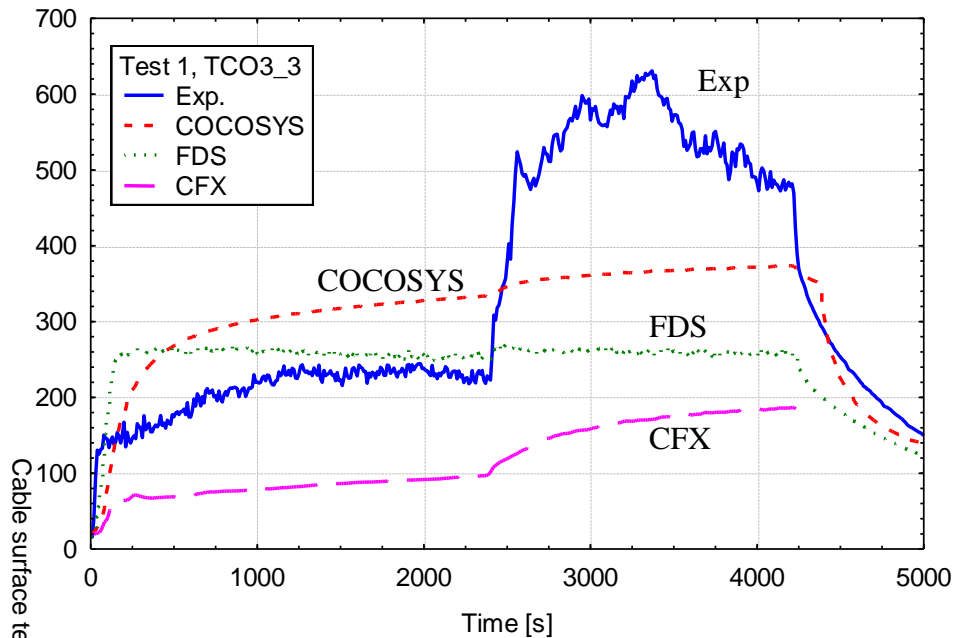


Fig. 5. FRNC I&C cable surface temperatures (TCO3_3), Test 1 – measurement (Exp.) and code calculation results in 1.5 m height at tray

In CFX, while no pyrolysis model is included, the basic elements for checking the ignition temperature at each boundary cell of a solid do exist, and this can be coupled to a specified pyrolysis rate. The work to build up such a model has been started but is not yet finished. Thus, the exercise to model a burning cable has been simplified in a way that a constant pyrolysis rate (from the experimental data) is initiated once the ignition temperature at any one of the CFD cells at the cable bundle is reached. The calculated gas temperatures are in a better agreement to the experimental data in the direct environment of the cables for the first phase with 150 kW power output, but too low for the second phase with 300 kW power output.

The thermoplastic model in FDS is the only predictive pyrolysis model which has been used in this benchmark exercise. Modeling complex objects such as cables is not one of the most suitable applications.. As a first step, it would be useful to add some general features to FDS. One possibility is to model a complex object as a collection of small ‘particles’, each of them having properties similar to the solid material. Cable bundles could be treated as a collection of small cylinders, for which the interaction with each other would be almost completely separate from the gas phase grid [1].

5. Conclusions

It should be pointed out that most of the codes are able to predict the major quantities (e.g. gas temperature, heat flux, gas velocities, etc.) for a given fire scenario reasonably, if the heat release rate from the fire is given as input. But to predict the HRR and the flame spread for a given application as this benchmark exercise is a completely different and highly complex task.

At present, none of the codes applied in the benchmark exercise for calculating ignition, pyrolysis and flame spread of typical vertically routed cables can be used as a reliable predictive tools [2].

There are different sources of uncertainties arising in the code predictions of the experimental results. One source of model uncertainties are the thermo-physical data gained from small size cone calorimeter experiments being used as input data for the fire simulation codes. Another uncertainty results from the fact that the pyrolysis and heat transfer models used by the fire models only incompletely describe the decomposition and heat build-up of complex materials and structures such as cables. Improvements and further model developments are necessary to reduce these uncertainties.

The need for further experimental activities has resulted in an international project by OECD/NEA called PRISME (Fire Propagation in Elementary Multi-room Scenarios), which is scheduled from 2006 to 2010. Within PRISME, additional scenarios tailored for code validation purposes are investigated, in particular regarding fire and smoke spreading, covering also multi-room fires.

6. References

1. Riese, O., D. Hosser, M. Roewekamp, Evaluation of Fire Models for Nuclear Power Plant Applications: Flame Spread in Cable Tray Fires, International Panel Report - Benchmark Exercise No. 5, GRS Report Number 214, Köln, November 2006
2. Roewekamp, M. et al, International Collaborative Fire Modeling Project (ICFMP) - Summary of Benchmark Exercises 1 to 5, GRS Report Number 227, Köln, in preparation

FLAMMENAUSBREITUNG BEI BRÄNDEN VON KABELBÜNDELN UND DEREN MODELLIERUNG IN BRANDSIMULATIONSMODELLEN

1. Einleitung

Eine Serie von Experimenten mit vier Kabelbündeln in Originalgröße wurden am iBMB der Technischen Universität Braunschweig durchgeführt. Zwei Arten von Brandsimulationsprogrammen wurden von den Teilnehmern eines internationalen Projekts zur Bewertung von Brandmodellen für kerntechnische Anwendungen für Vergleichsrechnungen eingesetzt: der sogenannte „lumped parameter“ Code COCOSYS sowie zwei dreidimensionale fluiddynamische Modelle (FDS und CFX).

2. Spezifizierung des Experiments

Die Kabelbrandexperimente wurden in einer speziellen Einrichtung mit einer Bodenfläche von 3,6 m x 3,6 m (Abb. 1) durchgeführt. Die Raumhöhe beträgt 5,6 m. Der (natürlich ventilierte) Gasaustausch findet durch eine Öffnung von 0,7 m Breite und 3,6 m Höhe statt, die durch eine Mauer von 1,4 m Höhe auf eine Fläche von ca. 1,5 m² reduziert werden kann. Freigesetzte Rauchgase werden in einer Haube gesammelt und zu einem Rauchgasreinigungssystem geführt. Die Gase werden analysiert und daraus die Energiefreisetzungsrate abgeleitet.

Als Initialbrand wurde ein flüssiger Pool von 0,5 m² Fläche unterstellt, gefüllt mit Äthylenalkohol. Im ungünstigsten Fall wurde eine maximale Vorheiztemperatur in der Umgebung der Kabel von 200 °C erreicht. Um die Abbrandrate des flüssigen Pools zu messen, wurde das Brennstoffbecken auf einer Gewichtsskala montiert. Die Kabel auf den Trassen wurden mit Hilfe eines Propangasbrenners entzündet. Im Fall der Kabel mit Brand verzögernder, nicht korrosiver (FRNC) Isolierung wurde eine Ausgangsleistung von 150 kW verwendet, im Fall der PVC-Kabel 50 kW. Mit Vorheizung wurde der Entzündungsbrenner nach 1200 Sekunden aktiviert. Die vorgefertigten Kabeltrassen wurden auf einer Gewichtsskala direkt an der Decke montiert. Ein vertikaler Thermoelementestrand wurde 40 cm vor der Kabeltrasse installiert, um die Gastemperatur in sieben

verschiedenen Höhen nahe der Oberfläche der Kabelbündel zu messen. Ein Überblick über die Testergebnisse einschließlich aller gemessenen Parameter wird in [1] beschrieben. Hochspannungsleistungskabel sowie Niederspannungskabel für Instrumentierung sowohl mit PVC als auch mit FRNC Isolationsmaterial wurden getestet, auf einer Kabeltrasse innerhalb zweier separater Kabelbündel von jeweils 10 cm Breite. Die vertikalen leiterartigen Kabeltrassen sind mit Kabeln und den entsprechenden Messinstrumenten versehen (siehe Abb. 2). Die Kabel sind auf den Trassen mit deutschen Standardkabelklammern befestigt. Die unterste Reihe von Thermoelementen sind ca. 70 cm oberhalb der Unterseite der Trasse installiert. Der Abstand zwischen den verschiedenen Messebenen beträgt 40 cm, der Abstand zwischen der höchsten Reihe der Messelemente und der oberen Ecke der Trasse 10 cm.

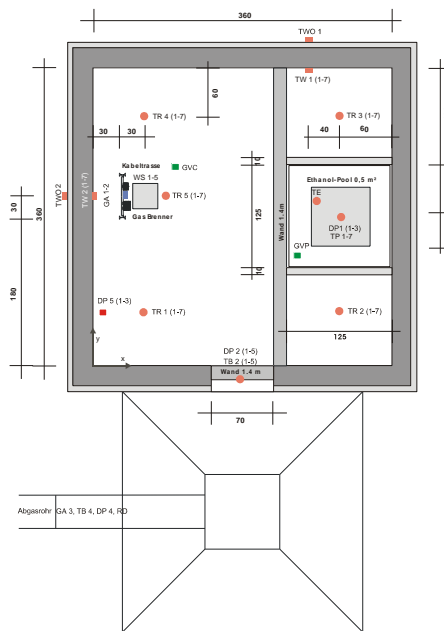


Abb. 1. Blick von oben auf die Brandeinrichtung für die Kabelbrandtests

3. Experimentelle Ergebnisse

Ein kurzer Überblick über die experimentellen Ergebnisse ist in den Abb. 3 und 4 gegeben. Die Energiefreisetzungsrate aus Test 1 (FRNC, ohne Vorheizung) und Test 2 (FRNC, mit Vorheizung) sowie die entsprechenden

Gasbrennerleistungen sind in Abb. 3 dargestellt, in Abb. 4 die Ergebnisse für PVC- anstelle der FRNC-Kabel. Die Energiefreisetzungsrate aus dem brennbaren Material ist klein im Fall des FRNC-Isolierungsmaterials (Abb. 3). Bei Vorheizung wurden unwesentlich höhere Werte beobachtet, mit einem Maximum von bis zu 100 kW. Eine höhere Brennleistung von bis zu 300 kW nach 30 Minuten Dauer (Test 2) und 40 Minuten (Test 1) führten zu keinen nennenswerten Auswirkungen auf die Energiefreisetzungsrate.

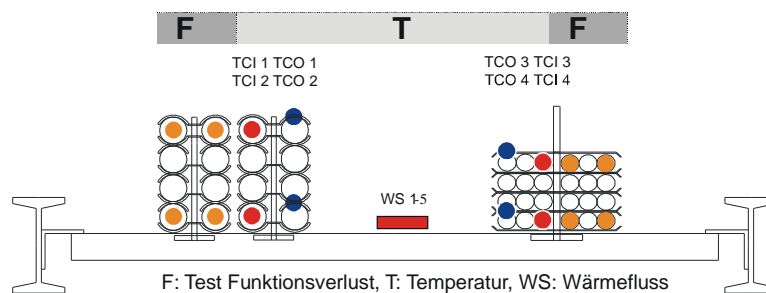


Abb. 2. Vertikale Kabeltrasse; zwei Kabelbündel, links: Leistungskabel, rechts: Niederspannungskabel, TCO: Temperatur auf den Kabeln, TCI: Temperatur in den Kabeln

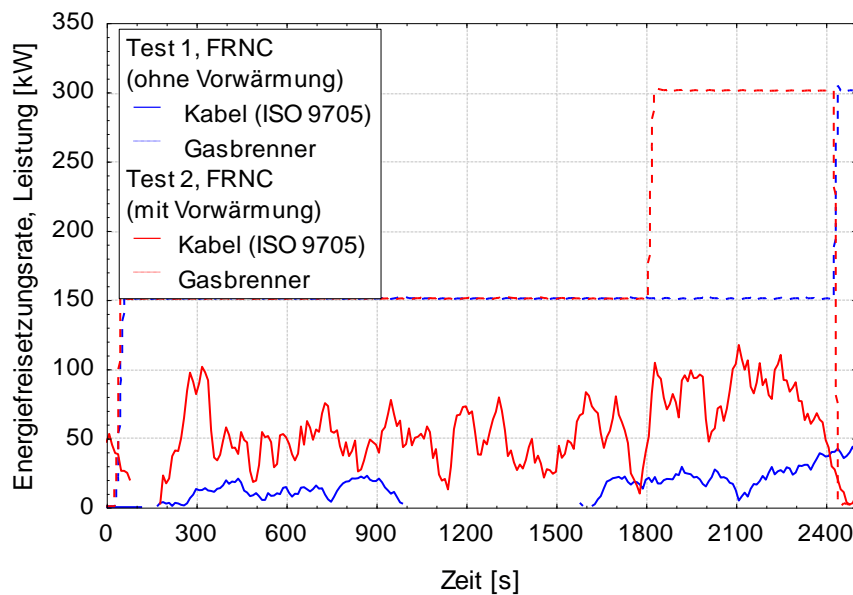


Abb. 3. Energiefreisetzungsrate und Gasbrennerleistung: Test 1 und Test 2, FRNC-Isolierung

Bei der Verwendung von PVC als Isolierungsmaterial (siehe Abb. 4, Test 3) entzündeten sich beide Kabeltypen nach kurzer Zeit, eine

Energiefreisetzungsrate mit einem Höchstwert bei 330 kW wurde nach 12 Minuten gemessen. Im Test 4 (siehe Abb. 4) mit vorgeheizten Kabeln entzündeten sich die Niederspannungskabel deutlich später und die Leistungskabel konnten mit einem Gasbrenner mit 50 kW Leistung überhaupt nicht entzündet werden. Bei einer Erhöhung der Brennerleistung auf 100 kW entzündeten sich nach ca. 15 Minuten die Leistungskabel und ein zweiter Peak der Energiefreisetzungsrate wurde bei 200 kW gefunden. Aufgrund der Vorheizungsphase von ca. 20 Minuten beträgt die Umgebungstemperatur in der Nähe der Kabel bis zum 200 °C. Die Hauptaufgabe dieser Tests war die Ermittlung der Flammenausbreitung auf den Kabeln. Die Experimente zeigen bei den FRNC-Kabeln ein deutlich besseres Verhalten bei einem Brand. Es fand keine substantielle Flammenausbreitung statt, auch nicht im Fall einer Vorheizung. PVC-Kabel konnten mit einem Gasbrenner mit einer Leistung von 50 kW entzündet werden, für FRNC-Kabel waren 150 kW erforderlich. Die Vorheizung zeigte komplexe Effekte des Brandverhaltens auf den Kabeln. Gase, die nicht während der Vorheizungsphase entzündet werden, können auch pyrolysiert und in der Umgebung der Kabel transportiert werden oder den Brandabschnitt verlassen.

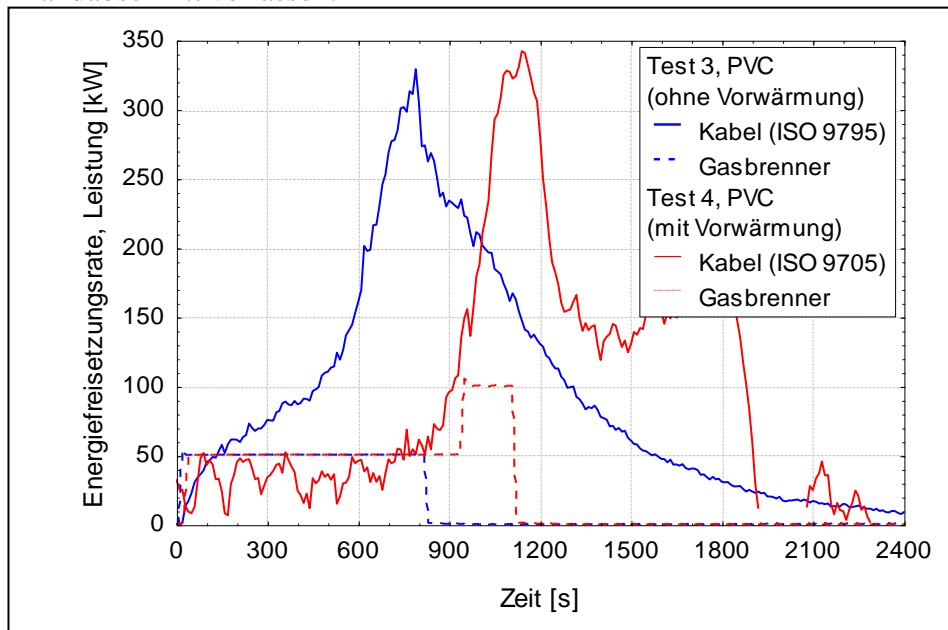
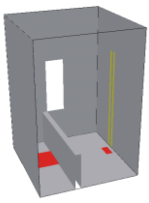
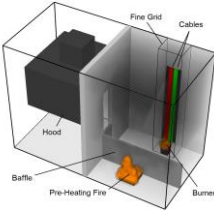
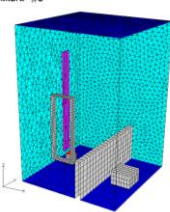


Abb. 4. Energiefreisetzungsrate und Gasbrennerleistung: Test3 und Test 4, PVC

4. Berechnungen mit den Brandsimulationsprogrammen

Tabelle 1 fasst Details über die verschiedenen Brandmodelle zusammen, die in diesem Vergleich verwendet wurden, um die Flammenausbreitung bei einem Kabeltrassenbrand hinsichtlich der Behandlung der Pyrolyse zu modellieren. Blinde und offene Rechnungen wurden durchgeführt [2]. Abb. 5 zeigt die gemessenen und die berechneten Oberflächentemperaturen der Niederspannungskabel an der Kabeltrasse in einer Höhe von 1,5 m (2 m über dem Boden der Testeinrichtung) für den Test 1.

Tabelle 1. Details über die unterschiedlichen Brandmodelle

Modell	COCOSYS	FDS 4	CFX 10
			
Brandmodelltyp	"lumped parameter"	CFD	CFD
Kabelbündel	Rechteckige Platte ohne Kern	Rechteckige Platte ohne Kern	Rechteckige Platte mit Metallkern
Thermisches Modell	1dim (eine Seite des Brenners)	1dim (alle Seiten unabhängig)	3dim
Pyrolysemodell	Empirische Daten	endliche Raten	Experimentelle Daten
Berechnungen der Pyrolyseraten	Pyrolyseraten für verschiedene Materialien, Temperaturen aus Datenbank	Pyrolyserate in der Umgebung einer gegebenen Zündtemperatur berechnet mit Arrhenius-Gesetz	Eine feste Pyrolyserate wird verwendet
Eingangsdaten	Pyrolyseraten bei verschiedenen Materialtemperaturen aus alten Tests	Thermische Eigenschaften und Zündtemperatur aus gegebenen Kalorimeterdaten	Pyrolyseraten aus Testergebnissen
Vorhersage	Prinzipiell möglich	möglich	Nicht möglich
Durchführung der Vorhersage der Pyrolyserate	PVC: Pyrolyserate in guter Übereinstimmung, FRNC: Pyrolyserate ist sehr hoch	PVC: Pyrolyserate ist zu gering, FRNC: Pyrolyserate ist zu hoch	(Pyrolyserate wird als Eingangsinformation vorgegeben)
Durchführung der Vorhersage der Oberflächentemperatur	PVC-Kabel: Ergebnisse sind akzeptabel, FRNC-Kabel: große Unterschiede	Verhalten eines thermoplastischen Materials verbrennt bei einer gegebenen Zündtemperatur	FRNC-Kabel: Temperatur in der Nähe des Brenners vergleichbar, sonst zu gering

Im Programm COCOSYS wurde ein empirischer Ansatz gewählt, um die Energiefreisetzungsrates und die Flammenausbreitung eines gegebenen Kabeltrassenbrandszenariums zu berechnen. Das Modell verwendet eine spezifizierte Pyrolyserate für die Kabel, dargestellt durch eine rechteckige Platte. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit hängt von der Temperatur in der Umgebung des Targets ab. Eine Datenbasis für diese Eigenschaft wurde aus früheren experimentellen Ergebnissen abgeleitet, die in derselben Testeinrichtung unter ähnlichen Randbedingungen erzielt wurden. Für die offenen Rechnungen wurde COCOSYS durch die Einführung eines verbleibenden Massenanteils für nicht vollständig verbrannte Kabelreste erweitert.

Weil im CFX-Programm kein Pyrolysemodell enthalten ist, werden die Basiselemente für die Prüfung der Entzündungstemperatur an jeder Zellgrenze verwendet und mit einer spezifischen Pyrolyserate gekoppelt. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen, daher wurde zur Vereinfachung eine konstante Pyrolyserate aus dem Experiment immer dann angesetzt, wenn die Entzündungstemperatur an einer der Zellen des Kabelbündels erreicht wurde. Die berechneten Gastemperaturen sind in besserer Übereinstimmung mit den experimentellen Daten in der direkten Umgebung der Kabel für die erste Phase mit 150 kW Leistung, aber zu niedrig für die zweite Phase mit 300 kW Leistung.

Das thermoplastische Modell in FDS ist das einzige vorhersagekräftige Pyrolysemodell in diesem Vergleichstest. Für die Modellierung komplexer Systeme wie Kabel ist es aber nicht so sehr geeignet. Das System könnte durch eine Ansammlung kleiner „Teilchen“ modelliert werden, von denen jedes Eigenschaften des Materials hat. Kabelbündel könnten als eine Ansammlung schmaler Zylinder dargestellt werden [1].

5. Schlussfolgerungen

Grundsätzlich sind die meisten Rechenprogramme in der Lage, die wesentlichen Größen (z. B. Gastemperatur, Wärmestrom) für ein gegebenes Szenarium vernünftig vorherzusagen, wenn die Energieerzeugungsrate des entsprechenden Brandes als Eingangsdaten vorgegeben werden. Die Vorhersage der Energieerzeugungsrate und der Flammenausbreitung für eine Konstellation wie oben beschrieben ist komplett anders und eine sehr komplexe Aufgabe. Zur Zeit kann keines der Rechenprogramme in diesem

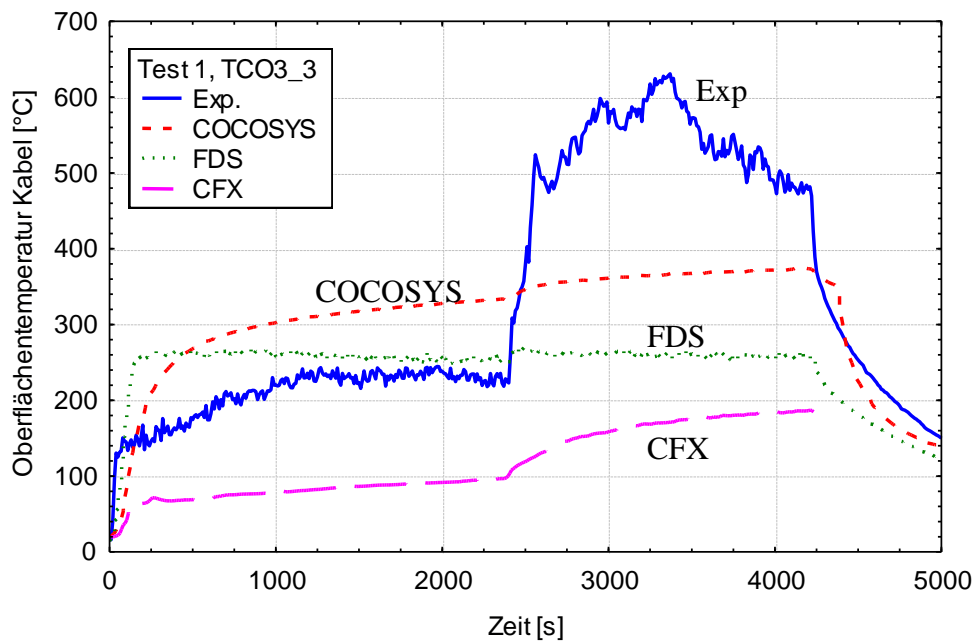


Fig. 5. Oberflächentemperaturen von FRNC Niederspannungskabeln (TC03_3), Test 1 – experimentelle Messungen und Berechnungen in 1,5 m Höhe der Kabeltrasse

Vergleichs-test zur Berechnung der Entzündung, Pyrolyse und Flammenausbreitung eines vertikalen Kabelbündels zuverlässige Vorhersagen treffen [2]. Dabei sind die Ursachen der Unsicherheiten in den Vorhersagen der experimentellen Ergebnisse sehr unterschiedlich. Eine Quelle der Modellunsicherheiten sind die thermophysikalischen Daten, die aus kleinen Kalorimeterexperimenten abgeleitet und als Eingangsdaten für die Rechnungen verwendet werden. Eine andere Unsicherheit resultiert aus der Tatsache, dass die Pyrolyse und Wärmetransfermodelle die Zerlegung und Aufheizung von komplexen Materialien und Strukturen wie Kabel nur unvollständig beschreiben. Verbesserungen und Modellweiterentwicklungen sind notwendig, um diese Unsicherheiten zu verringern. Die Notwendigkeit weiterer experimenteller Aktivitäten hat zu einem internationalen Projekt der OECD/NEA, genannt PRISME, geführt, das seit 2006 läuft und bis 2010 geplant ist. Dabei werden zusätzliche Szenarien im Hinblick auf die Validierung von Brandsimulationsprogrammen untersucht, insbesondere hinsichtlich Brand- und Rauchausbreitung in mehrere Räume.