

INHALTVERZEICHNIS

INHALTVERZEICHNIS	I
SYMBOL- UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV
1 EINLEITUNG	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Ziel der Arbeit	2
2 STAND DER TECHNIK, THEORETISCHE GRUNDLAGEN UND VORGEHENSWEISE	4
2.1 Stand der Technik	4
2.1.1 Äquivalente Branddauer	4
2.1.2 Überblick über vereinfachte Nachweisverfahren zur Bauteilauslegung	7
2.2 Theorie der Verbrennung	11
2.2.1 Allgemein	11
2.2.2 Entstehung von Brandgasen	13
2.2.3 Die Entstehung von Brandprodukten – insbesondere Wärme	15
2.2.4 Zusammenfassung der theoretischen Betrachtungen und daraus ableitbare Folgerungen	18
2.3 Vorgehensweise zur Entwicklung des vereinfachten Nachweisverfahrens	19
3 RECHNERISCH ERMITTELTE BRANDWIRKUNGEN	21
3.1 Eingangsdaten für Brandsimulationsberechnungen	21
3.1.1 Allgemein	21
3.1.2 Analyse von gemessenen Energiefreisetzungsraten	21
3.1.3 Quadratischer Ansatz für die Energiefreisetzungsraten	24
3.2 Bereitstellung von Abbrandmodellen	27
3.2.1 Energiefreisetzungs- und Abbrandrate	27
3.2.2 Abbrandverhalten von Kabeln	29
3.2.3 Abbrandverhalten von Öl	33
3.3 Berechnung von Temperaturen im Brandnahbereich	33
3.3.1 Allgemein	33
3.3.2 Empirischer Ansatz	34
3.3.3 Vergleich mit Messwerten	37
3.3.4 Reduktion von Temperaturmessungen bei Raumbrandversuchen	40
3.4 Berechnungsgrundlagen und Randbedingungen für das vereinfachte Nachweisverfahren	41
3.4.1 Einführung	41
3.4.2 Konvektiver Wärmeübergang	42
3.4.3 Radiativer Wärmeübergang	42
3.4.4 Vergleichsbauenteil im ETK-Brand	43

Inhaltsverzeichnis

3.4.5	Geometrische Randbedingungen	45
3.4.6	Ventilation	46
3.5	Berechnung von lokal begrenzten Öl- und Kabelbränden	48
3.6	Untersuchung systematischer Einflüsse	53
3.6.1	Überblick	53
3.6.2	Natürliche Ventilation	53
3.6.3	Raumgrundfläche	56
3.6.4	Raumhöhe	56
3.7	Berechnung von großflächigen Bränden	58
3.8	Wertung und Empfehlungen	65
3.8.1	Wertung der durchgeführten Simulationsrechnungen	65
3.8.2	Einfluss unterschiedlicher Brandlasten	66
4	ERMITTLUNG DER VERBRENNUNGSEFFEKTIVITÄT	68
4.1	Allgemein	68
4.2	Vorgehensweise	69
4.3	Versuchsaufbau	70
4.3.1	Brandkammer und Rauchabzugsystem	70
4.3.2	Beschreibung der Messtechnik	71
4.3.3	Beschreibung der untersuchten Brandlasten	76
4.3.4	Variation der Ventilationsöffnung	77
4.4	Aufbereitung der Messwerte	78
4.4.1	Berechnung der Energiefreisetzungsrate	78
4.4.2	Bestimmung der effektiven Verbrennungswärme	79
4.5	Versuchsergebnisse	82
4.5.1	Ausgewertete Versuche	82
4.5.2	Zusammengefasste Auswertung der Ergebnisse	82
4.6	Auswertung bezüglich der Entstehung von Brandgasen und Wärme	84
4.6.1	Ventilationsbedingungen – Globales Äquivalenzverhältnis	84
4.6.2	Auswertung der Zuluft-Massenströme	86
4.6.3	Bewertung der Brandversuche anhand der Ventilationsbedingungen	89
4.6.4	Auswertung der Brandwirkungen	96
4.7	Alternative Bestimmung von Ausbeuten und Verbrennungseffektivität	101
5	VEREINFACHTES BRANDSCHUTZTECHNISCHES NACHWEISVERFAHREN	110
5.1	Allgemein	110
5.2	Eingangsgroößen	110
5.3	Ermittlung und Bewertung der Brandlast	111
5.4	Ermittlung von t_a	112
5.4.1	Bestimmung der Brandbelastung	112

5.4.2	Berücksichtigung der Raumhöhe	112
5.4.3	Berücksichtigung der Ventilationsbedingungen	112
5.5	Berücksichtigung von Wärmesenken	115
5.5.1	Ausgangssituation und Vorgehensweise	115
5.5.2	Besonderheit bei Flüssigkeitsbehältern	119
5.6	Bewertung von t_a durch Sicherheitskonzepte	120
5.7	Wertung	122
6	VALIDIERUNG DES NACHWEISVERFAHRENS	123
6.1	Großbrandversuche	123
6.1.1	Beschreibung der Versuchseinrichtung	123
6.1.2	Zusammenstellung der Brandlasten	127
6.2	Darstellung von Teilergebnissen	127
6.3	Anwendung des vereinfachten Verfahrens auf Großbrandversuche	130
6.3.1	Aufbereitung der Messwerte	130
6.3.2	Vergleich der Messwerte mit dem Nachweisverfahren	131
6.4	Beurteilung der Abweichungen von den Messwerten	135
7	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	137
	LITERATUR	140

ANHANG

A	VERSUCHE IM ROOM-CORNER-TEST
B	RAUMBRANDVERSUCHE ZUR VALIDIERUNG