

Brandschachtversuche an Holz und Holzwerkstoffen zur Verminderung des Prüfumfangs bei Prüfzeichenprüfungen von Baustoffen nach DIN 4102 Teil 1, B1 (schwerentflammbar)

**T 1289**

T 1289

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)

T 1289: Brandschachtversuche an Holz und Holzwerkstoffen zur Verminderung des Prüfumfangs bei Prüfzeichenprüfungen von Baustoffen nach DIN 4102 Teil 1, B1 (schwerentflammbar).

ABSCHLUSSBERICHT

=====

des Forschungsvorhabens IV/1-5-321/82

des

Instituts für Bautechnik, Berlin

"Brandschachtversuche an Holz und Holzwerkstoffen zur Verminderung des Prüfumfanges bei Prüfzeichenprüfungen von Baustoffen nach DIN 4102 Teil 1, B1 (schwerentflammbar)"

Juli 1984

Dr. rer.nat. R. Teichgräber, Ltd.Akad. Dir. i.R.

für

Institut für Holzforschung der Universität München

1. <u>Aufgabe und Ziel des Forschungsvorhabens</u>	3
2. <u>Durchführung des Forschungsvorhabens</u>	4
2.1 Prüfung der Schutzwirkung einer Brandschutzausrüstung auf der Basis von Salzgemischen in Abhängigkeit von der Dicke des imprägnierten Fichtenholzes	4
2.1.1 Vorbemerkungen	
2.1.2 Auswahl des Imprägnierverfahrens, des Holzschutz-Salzgemisches und der Holzproben	6
2.1.3 Versuchsergebnisse und Beurteilung der im Vakuum-Druckverfahren eingebrachten Brandschutzausrüstung bei Fichtenholz unterschiedlicher Dicke	7
2.1.4 Folgerungen aus den Versuchsergebnissen	13
2.2 Prüfung des Dickeneinflusses bei Holzspanplatten der Baustoffklasse B1, mit verschiedenen Holzarten furniert, im Brandschachtversuch nach DIN 4102 Teil 1	15
2.2.1 Vorbemerkungen, Auswahl und Vorbereitung der Proben	15
2.2.2 Brandversuchsergebnisse an Holzspanplatten unterschiedlicher Dicke	17
2.2.3 Brandversuchsergebnisse der mit Fichte und Eiche furnierten Holzspanplatten	18
2.2.4 Folgerungen aus den Versuchsergebnissen	19
2.3 Prüfung des Einflusses von Oberflächenbehandlungen verschiedener Lacksysteme bei furnierten Holzspanplatten der Baustoffklasse B1 auf das Abbrandverhalten im Brandschacht	20
2.3.1 Auswahl und Vorbereitung der Proben	20
2.3.2 Brandversuchsergebnisse der mit verschiedenen Lacken beschichteten furnierten Holzspanplatten	20
2.3.3 Folgerungen aus den Versuchsergebnissen	23
2.4 Prüfung der Brandschutzwirkung von dämmschichtbildenden Feuerschutzmitteln auf Fichtenholz und Holzspanplatten der Baustoffklasse B2 im Brandschachtversuch nach DIN 4102 Teil 1	23
2.4.1 Vorbemerkungen, Auswahl und Vorbereitung der Proben, Prüfung	23
2.4.2 Brandversuchsergebnisse der mit dämmschichtbildenden Feuerschutzmitteln versehenen Fichtenhölzer und Holzspanplatten	25
2.4.3 Folgerungen aus den Versuchsergebnissen	28
3. <u>Zusammenfassung</u>	30
4. <u>Literatur</u>	33
5. <u>Kurzfassung</u>	34

## 1. Aufgabe und Ziel des Forschungsvorhabens

Aus mindestens zwei Gründen schien es erforderlich zu sein, für Holz und Holzwerkstoffe die Prüfgrundsätze für prüfzeichenpflichtige schwerentflammbare (Klasse B1) Baustoffe nach DIN 4102, Teil 1, in der Fassung Juli 1978 zu überdenken: Da erstens der Prüfumfang bei Holz und insbesondere bei Holz-Verbundbaustoffen unter dem Einfluß der üblichen zahlreichen Hölzer, Holzwerkstoffe und Furnierarten, sowie der unterschiedlichen Verleimungsarten und der Oberflächenbehandlung - einschließlich der dämmschichtbildenden Brandschutzbeschichtungen - auszufern drohte, mußte man sich fragen, welche Eingrenzungen bzw. Verringerungen des Prüfumfanges aus der Sicht des Feuerrisikos bei fachgerechter Verwendung derartiger Baustoffe vertretbar sind. Zum anderen wurden vom Institut für Bautechnik Bedenken vorgebracht, ob eine Extrapolation nach geringeren als den geprüften Baustoffdicken bei Holz und Holzwerkstoffen für die DIN 4102 - B1 - Beurteilung (Schwerentflammbarkeit) zulässig ist.

Entspricht Holz, das dünner als 20 mm ist, z.B. 14 mm dicke Profiltretter, mit einer Brandschutzausrüstung auf Basis eines Salzgemisches, im Vakuumverfahren in das Holz eingebracht, noch der Baustoffklasse der "Schwerentflammbarkeit", also den Anforderungen DIN 4102 - B1 ?

Welchen Einfluß auf das Norm-Brandverhalten hat die Dicke einer B1-Holzspanplatte, wenn sie zusätzlich auf übliche, technologisch einwandfreie Art furniert worden ist ?

Welchen Einfluß auf das Norm-Brandverhalten hat eine Oberflächenbehandlung (Decklack, Beschichtung) bei einer furnierten B1-Holzspanplatte ?

Welchen Einfluß auf das Norm-Brandverhalten haben Brandschutzausrüstungen mittels dämmschichtbildender Oberflächenbeschichtungen bei B2-Spanplatten unterschiedlicher Dicke?

Ziel des Forschungsvorhabens war es, in der Baupraxis die Anwendbarkeit der bauaufsichtlichen Bestimmungen an brennbare Holz- und Holzwerkstoffe mit ihren zahlreichen Verarbeitungs- und Anwendungsvarianten zu erleichtern, mögliche Fehlanwendungen auszuschließen und nicht zuletzt den Prüf- und Zulassungsaufwand dieser Baustoffe zu verringern.

## 2. Durchführung des Forschungsvorhabens

Das Forschungsvorhaben IV/1-5-321/82 "Brandschachtversuche an Holz und Holzwerkstoffen zur Verminderung des Prüfumfanges bei Zulassungsprüfungen von Baustoffen gemäß DIN 4102, Teil 1, B1 (schwerentflammbar)" wurde gemäß Vertrag vom 10.5.1982 überwiegend vom Institut für Holzforschung der Universität München bearbeitet. Wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit und mit Genehmigung des Instituts für Bautechnik wurde ein Teil der Untersuchungen, und zwar die Ziffer 4 der Leistungsbeschreibung "Prüfung der Schutzwirkung von Dämmschichtbildnern auf Holz und Holzwerkstoffen unterschiedlicher Dicke" im Otto-Graf-Institut, Stuttgart, durchgeführt. (I.6-75008).

Über den Fortschritt der Forschungsarbeiten wurde laufend dem Forschungsbeirat berichtet, sodaß es möglich war, die Ergebnisse der Untersuchungen in die Beratungen der neuen Prüfgrundsätze noch vor deren Verabschiedung Anfang 1984 einzubeziehen.

### 2.1 Prüfung der Schutzwirkung einer Brandschutzausrüstung auf der Basis von Salzgemischen in Abhängigkeit von der Dicke des imprägnierten Fichtenholzes.

#### 2.1.1 Vorbemerkungen

Da seit mehreren Jahren Marktbestrebungen spürbar geworden sind, Wandverkleidungen, z.B. aus Sperrholz oder Nut- und Federbrettern, aus Kostengründen mit immer geringerer Dicke anzubieten, lag die Frage nahe, ob Profilbretter - zum Teil 12 mm und dünner - mit einer Brandschutzausrüstung nach den Prüfgrundsätzen für prüfzeichenpflichtige schwerentflammbare Baustoffe nach DIN 4102, Teil 1, Fassung Juli 1978, auch den bauaufsichtlichen Anforderungen der Baustoffklasse B1 entsprechen. Die Frage, ob es sinnvoll ist, diese Forderung zu stellen, stand in diesem Zusammenhang nicht zur Diskussion, auch nicht die Frage nach dem Marktanteil bauaufsichtlich geforderter B1-Ausrüstung für Holz.

Zulassungsprüfungen für Brandschutzausrüstungen für Holz werden nach den Prüfgrundsätzen an 20 mm dickem Fichtenholz durchgeführt.

Ob auch dünnere, vor allem Profild Bretter, den Anforderungen der Baustoffklasse B1 entsprechen, war fraglich, da aus dem Holzbau seit langem bekannt ist, daß die Dicke einer Holzkonstruktion ein wesentlicher Faktor für die Brandsicherheit ist.

Bereits seit Jahren weiß man, daß bei Holz die Aufnahmemenge von in Wasser gelösten Schutzsalzgemischen stark streut, zumal bei dem schwer imprägnierbaren Fichtenholz: In der Literatur (1) findet man für die Einflußgröße Kern - Splintholz Unterschiede von 1 zu 1,5 bis 1 zu 4. - Zwangsläufig hat man einerseits diese Streuungen beim allgemeinen Holzschutz gegen Pilz- und Insektenschäden hingenommen, da das Risiko zweifelsfrei vertretbar war. Deshalb wird aber auch andererseits an der Technologie der Kesseldruckimprägnierung und an Vorbehandlungsverfahren noch immer gearbeitet. - Bei der salzartigen Brandschutzausrüstung von Holz stellte sich im Rahmen der laufenden Arbeiten heraus, daß hier die Streuung der Salzaufnahmemengen in Bezug auf die Brandsicherheit wesentlich riskanter zu sein schien.

Im Rahmen der Güteüberwachung von B1-Ausrüstungen wurde bei kesseldruckimprägniertem Fichtenholz die "Mindesteinbringmenge" der salzartigen Feuerschutzmittel entsprechend der Zulassungsprüfung bisher nur im Labor-Imprägnierverfahren geprüft. Hierbei konnte dafür gesorgt werden, daß die im Prüfbescheid vorgeschriebene "Mindesteinbringmenge" je Probe vorhanden war. In der Praxis wurde aber aus den Angaben im Prüfbescheid eine mittlere "Mindesteinbringmenge" abgeleitet. Schon aus Kostengründen mußte die aufgenommene Schutzmittelmenge begrenzt werden, darüberhinaus wußte man, daß einzelne imprägnierte Bretter mit Überaufnahme bei einer evtl. anschließenden Oberflächenbehandlung Schwierigkeiten machten. Auch kam es hin und wieder zu Reklamationen wegen Salzausblühungen. - Im Zusammenhang mit diesem Forschungsvorhaben wurden nun wegen der benötigten großen Anzahl der Versuchsproben mehrere anwendungsbezogene Kesseldruckimprägnierungen in Industrieanlagen durchgeführt, die zusätzliche Kenntnisse erbrachten.

### 2.1.2 Auswahl des Imprägnierverfahrens, des Holzschutz-Salzgemisches und der Holzproben.

Das im Forschungsbeirat geplante Versuchsprogramm ging davon aus, daß die Prüfung der Schutzwirkung von einer im Vakuum-Druckverfahren eingebrachten Brandschutzausrüstung mit PA-III Prüfzeichen in Abhängigkeit von der Dicke an Fichtenholz im Brandschachtversuch nach DIN 4102, Teil 1, Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar) erfolgen sollte. Die Proben des Fichtenholzes sollten einerseits den Prüfgrundsätzen in der Fassung von 1978 entsprechen und andererseits praxisgerecht sein. Die Brandschachtproben haben die Abmessungen 19 cm x 100 cm, sodaß sich zwangsläufig wieder die bekannten Probleme mit den Hirnenden ergaben. Die Probendicke wurde auf 8, 10, 14 und 20 mm festgelegt. Zusätzlich wurde die Grenzdicke von 12 mm der Prüfgrundsätze für schwerentflammbare Baustoffe (Juli 1978) in die Untersuchung mit einbezogen.

Da im Rahmen dieses Forschungsvorhabens größere Mengen von Holz imprägniert werden mußten, kamen vorrangig Industrieanlagen infrage, sodaß eine Zusammenarbeit mit Firmen der Imprägnierpraxis erforderlich wurde. Dabei stellte sich heraus, daß in der Bundesrepublik Deutschland nur wenige Anlagenbetreiber bereit und in der Lage waren, Vakuum-Druckimprägnierungen nach den Prüfbescheiden des Instituts für Bautechnik durchzuführen; offenbar wird die "Schwerentflammbarkeit" von Holz regional unterschiedlich gefordert und auch unterschiedlich gehandhabt.

Die angewendeten Tränkverfahren lassen sich wie folgt zusammenfassen: Maximal erreichbares Vakuum der Anlagen -0,84 bis -0,89 bar während einer Zeit von 1 h bis 1,6 h; Druck 3,5 h bis 4,5 h bei einem Höchstdruck von +8 bis +9 bar. - Das Fluten erfolgte mit gewissen Unterschieden, da das Vakuum bei einer Anbge leider nicht bis zum vollständigen Füllen des Imprägnierzylinders aufrecht erhalten werden konnte. Die Konzentration der Lösungen der Schutzsalzgemische lag zwischen 11,4 und 20 %, bei Anschlußversuchen bei 25 %, die Temperatur der Tränkflotte bei 19° bis 24°C. Als Salzgemisch wurde ein handelsübliches Dreifachmittel ausgewählt, das gemäß Prüfbescheid des Instituts für Bautechnik geeignet ist, Holz nach DIN 4102, Teil 1, "schwerentflammbar" zu machen: Baustoffklasse DIN 4102 - B1.

### 2.1.3 Versuchsergebnisse und Beurteilung der im Vakuum- Druckverfahren eingebrachten Brandschutzausrüstung bei Fichtenholz unterschiedlicher Dicke

Die Auswertung der Imprägnierversuche ließ eine weit größere Streuung der eingebrachten Brandschutzausrüstung erkennen - angegeben in Gramm je Quadratmeter abgewickelter Holzoberfläche - als erwartet. Die Unterschiede zwischen Labor- und Großversuchen waren überraschend groß und beruhen u.a. weitgehend auf der Diskrepanz zwischen den Labor-Holzproben nach den Prüfgrundsätzen und dem Fichtenholz der Praxis. Wie zu erwarten war, haben auch die Untersuchungen bestätigt, daß der wesentliche Einfluß auf die unterschiedliche Schutzmittelaufnahme bei einer Trängung im Splint-Kernholz-Verhältnis des Fichtenholzes gegeben ist. Rohdichte, Standort, Wachstumsbedingungen, Spätholzanteile und nicht zuletzt der Bläue- und Rotfäule-Anteil sind von zweitrangiger Bedeutung. Für die Praxis der Imprägnierung stößt gerade aber bei Fichtenholz eine Vorsortierung auf erhebliche Schwierigkeiten, da die Splint-Kern-Grenze visuell kaum erkennbar ist. Hinzu kommt, daß die Schutzmittelverteilung bezogen auf die ganze Brettlänge stark streut; dies läßt sich denken, da auch der Reifholzanteil von erheblichen, wachstumsbedingten Schwankungen abhängig ist. Qualitative Analysen an kleinen, über die Brettlänge verteilten Proben haben dies bestätigt.

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden, wie bereits gesagt, mehrere Versuchsreihen in großtechnischen Anlagen durchgeführt. Bild 1 zeigt ein Teilergebnis von Zusatzversuchen einer Vakuum-Druckimprägnierung mit einem Salzgemisch einer Dreifach-Holzschutzausrüstung (P, J und F). Es handelte sich um 187 Fichtenbretter unterschiedlicher Dicke (8 bis 20 mm), mit den Flächenabmessungen 100 cm x 19 cm (Brandschachtproben-Größe). Die Hirnenden waren gegen Flüssigkeitsaufnahme versiegelt. Absichtlich wurde bei diesem Versuch eine um etwa 30 % erhöhte mittlere Aufnahmemenge dem Trängdiagramm vorgegeben, um die Anzahl der Bretter mit Minderaufnahme einzuschränken.

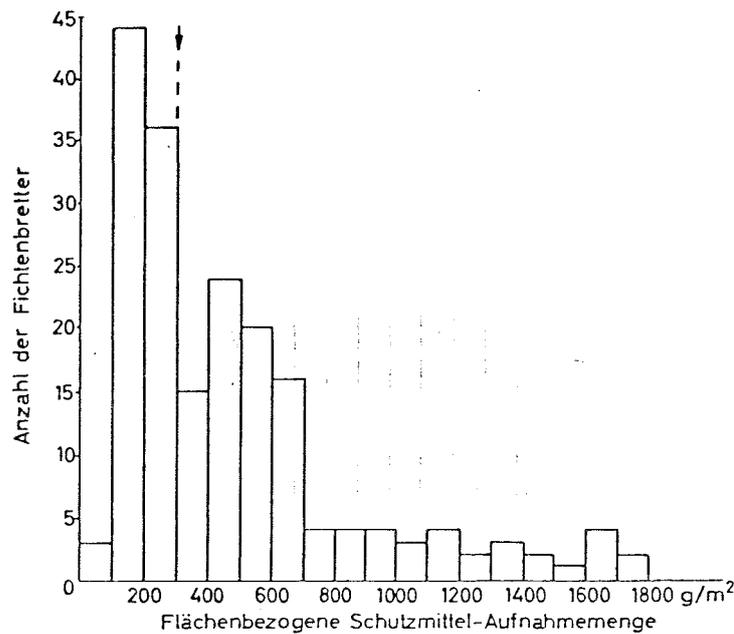


Bild 1 Häufigkeitsverteilung der flächenbezogenen Schutzmittel-Aufnahmemenge bei 187 praxisgerechten Brettern. Mindestaufnahmemenge nach Prüfbescheid  $300 \text{ g/m}^2$ , siehe Pfeil.

Die Konzentration der Lösung wurde auf 25 % und die Temperatur der Tränkflotte auf  $24^\circ\text{C}$  erhöht. - Deutlich ist aus Bild 1 zu erkennen, wie groß die Streuungen der Schutzmittelaufnahme bei den einzelnen Proben ist, ebenso, daß die Verteilung unsymmetrisch ist. Eine beachtliche Probenanzahl hat ein Vielfaches der Sollaufnahmemenge und zwangsläufig haben eine geringe Anzahl von Proben wesentlich zu wenig Schutzsalz aufgenommen, und gerade diese geringe Anzahl von Proben beeinflusst, wie später gezeigt werden wird, das Brandschacht-Versuchsergebnis wesentlich.

Die folgenden Ausführungen geben teilweise Ergebnisse einer Arbeit von R. Serafin (2) wieder, die 1982/83, vom Institut für Holzforschung der Universität München betreut, durchgeführt wurde. Grundsätzliches sowie weitergehende Untersuchungen zu den holztechnologischen Imprägnierfragen ist u.a. in der angeführten Literatur (3 .. 13) zu finden.

Die Holzschutzmittel-Aufnahme, d.h. die Aufnahme des Salzgemisches als Trockensubstanz wurde wie üblich auch bei den vorliegenden Untersuchungen über die Gewichtszunahme bei den Proben mit Imprägnierflüssigkeit und der Konzentration der Lösung berechnet. Bild 2 zeigt die Schutzmittelaufnahmemenge bei 20 mm dickem Fichtenholz in Abhängigkeit von dem Splintholzanteil bei zwei verschiedenen Vakuum-Druckimprägnierungen (A und B). Diese Unterschiede beruhen nicht auf unterschiedlichem Versuchsholz, da es sich um ein einheitliches Ausgangskollektiv handelte. Als wesentliche Einflußfaktoren lassen sich folgende nennen: Imprägnieranlagen- und verfahrenstechnisch-bedingte Unterschiede, Schutzmittel-, Temperatur- und Konzentrationsunterschiede der Salzlösungen. Einwandfrei ist zu erkennen, daß mit zunehmendem Splintholzanteil die Salzaufnahme zunimmt. Splintholzreiches Fichtenholz erhält gegenüber Fichtenkernholz bei dem in der Praxis üblichen Imprägnierverfahren somit eine bessere Brandschutzrüstung. -

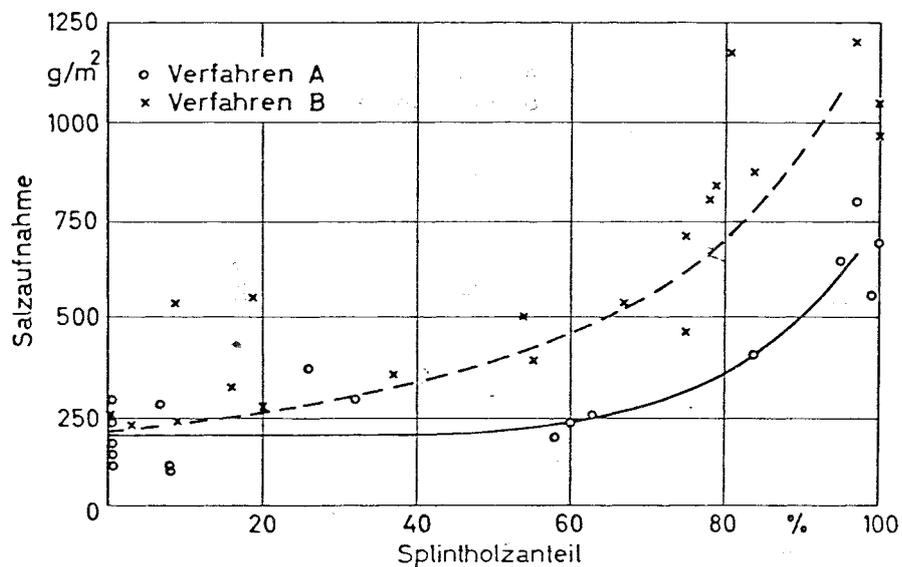


Bild 2 Schutzmittelaufnahmemenge in Abhängigkeit vom Splintholzanteil

R. Serafin konnte auch zeigen, daß die Tränkflüssigkeitsaufnahme bezogen auf das Gewicht der klimatisierten Holzprobe mit steigender Holzdicke abnimmt, oder, anders ausgedrückt, dünne Holzproben nehmen, bezogen auf ihr Ausgangsgewicht, mehr Tränkflüssigkeit auf als dicke. Dies ist wegen der durchtränkten Randzonen des Brettquerschnittes eigentlich selbstverständlich und insofern müssen dünne Bretter beim Brandversuch nicht schlechter abschneiden. Zwangsläufig ist aber auch durch die Lösungskonzentration der Tränkflüssigkeit eine Grenze für die aufgenommene Schutzmittelmenge gegeben. Inwieweit in der Praxis bei unterschiedlichen Holzdicken auch mit unterschiedlichen Tränkmittel-Konzentrationen gearbeitet werden muß, bedarf einer weiteren Überprüfung.

Bei den vorbereitenden Imprägnierversuchen in Industrieanlagen wurden unterschiedlich dicke Fichtenbretter gleichzeitig und in zwei verschiedenen Anlagen nach zwei unterschiedlichen Imprägnierverfahren getränkt. Zahlentafel I zeigt die Aufnahmemenge der wasserlöslichen Holzschutzmittel und deren Streuung bei den für einen Brandschacht jeweils erforderlichen 4 Proben. Die Holzdicken betragen 8, 10, 12, 14 und 20 mm. 32 Brandschachtversuche wurden an diesem imprägnierten Fichtenholz durchgeführt. Die großen Unterschiede zwischen den Brandschacht-Versuchsergebnissen beruhten weitgehend darauf, daß die 20 mm dicken Proben nach den Prüfgrundsätzen "möglichst astfrei", also splintholzreich und somit leichter imprägnierbar waren, dagegen handelte es sich bei allen anderen Holzdicken um praxisgerechtes Fichtenholz. Zweifelsfrei ist dies ein im Großen und Ganzen unzureichendes Versuchsergebnis.

		Verfahren A			Verfahren B			
Holz- Dicke (mm)	Brand- schacht Nr.	Salzaufnahme		Rest- länge MW (cm)	Brand- schacht Nr.	Salzaufnahme		Rest- länge MW (cm)
		mittlere (g/m <sup>2</sup> )	Standard- abweichg.			mittlere (g/m <sup>2</sup> )	Standard- abweichg.	
20	1	669	91,0	24,8	1	1100	102	30,2
20	2	338,6	55,3	11,9	2	804,5	61,0	19,0
20	3	261,2	25,5	0	3	526,7	16,1	21,0
20	4	119,5	14,2	0	4	379	54	11,7
20	-	-	-	-	5	228,7	27,1	7
14	1	107,0	3,5	0	1	352,7	119,5	13,2
14	2	83,7	2,0	0	2	174,2	6,7	3,7
14	-	-	-	-	3	115	3	0
14	-	-	-	-	4	127	13	0
12	1	116	15	0	1	437,5	56,3	21
12	2	94	2,6	0	2	199,5	2,5	8
12	-	-	-	-	3	174,5	10,6	4
10	1	103,6	12,3	0	1	277,2	132	13
10	2	80,5	5,0	0	2	275,5	28,1	13,5
10	-	-	-	-	3	175,7	3,3	9,7
10	-	-	-	-	4	154	12	3,7
8	1	97,0	7,3	0	1	333	49,2	18
8	2	79,0	5,7	0	2	169	15	9,2
8	-	-	-	-	3	153	1,8	12,2
8	-	-	-	-	4	98	18,7	0

Zahlentafel I. Aufnahmemenge von wasserlöslichem Schutzmittel und deren Streuung bei jeweils 4 Fichtenholzproben eines Brandschachtes, sowie die unverbrannte Restlänge nach Brandschachtversuchen.

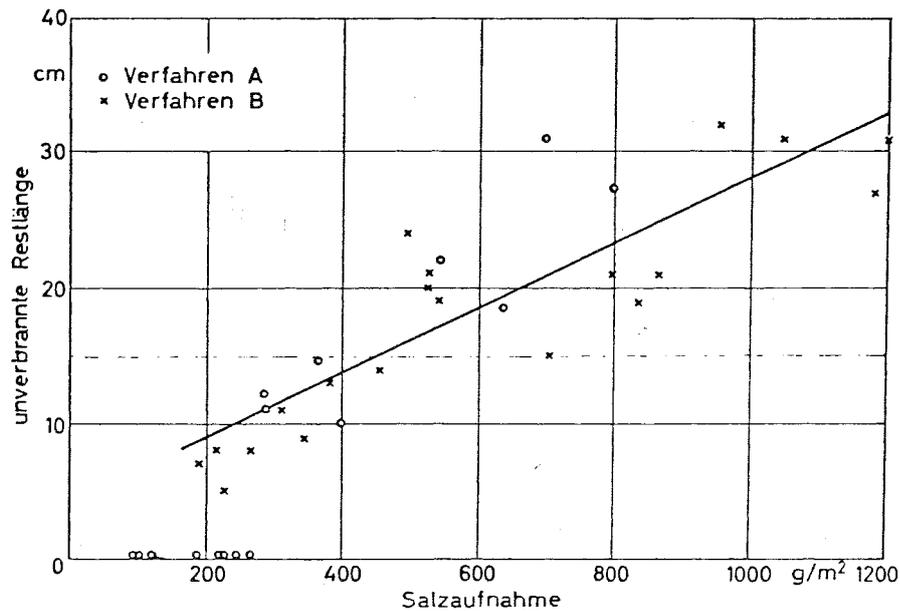


Bild 3 Abhängigkeit der unverbrannten Proben-Restlängen von der Schutzmittel-Aufnahmemenge bei 20 mm dickem Fichtenholz und deren Ausgleichsgerade.

Bild 3 zeigt für 36 Einzelproben die Abhängigkeit der unverbrannten Proben-Restlänge von der Holzschutzmittelaufnahme bei 4 Brandschachtversuchen nach Imprägnierverfahren A und 5 Versuchen nach B. Welcher Brandschacht die Anforderungen der DIN 4102 in Bezug auf die Proben-Restlänge bestanden hat, geht aus Zahlentafel I unter der Holzdicke 20 mm hervor. Abgesehen von der großen Streubreite der Schutzmittel-Aufnahmemenge ist ersichtlich, daß die nach der Norm DIN 4102 Teil 1 geforderte unverbrannte Proben-Restlänge bei einer "Mindest-Schutzmittelaufnahmemenge" von  $300 \text{ g/m}^2$  nicht gegeben ist. Verfahrenstechnische Unterschiede sind darüberhinaus erkennbar. Bei dem gegenwärtigen Stand der Technik und der Art des Salzgemisches ist eine Einbringungsmenge von etwa  $450 \text{ g/m}^2$  in Industrieanlagen und mit Holz aus der Praxis erforderlich. - Verfahrenstechnische Verbesserungen dürften durchaus möglich sein.

Sicher wirken bei der Vakuum-Druckkesselimprägnierung von Vollholz zahlreiche Faktoren und ganz offensichtlich sind alle Einflußgrößen noch nicht genügend erforscht. Worauf die Unterschiede zwischen Labor- und Industrieimprägnierung beruhen, läßt sich zur Zeit auch noch nicht hinreichend begründen.

Die als sicher geltende Annahme, daß die splintholzreichere Seite eines Brettes beim Brandversuch dem Feuer zugewandt wegen der höheren Schutzmittelaufnahme auch größere unverbrannte Holzprobenlängen ergeben müßte, konnte bei den durchgeführten Zusatz-Versuchsreihen nicht bestätigt werden. Hingegen hat die Forderung der Prüfgrundsätze, das Fichtenholz solle astarm und harzgallenfrei sein, wie bereits angedeutet, dazu geführt, daß bisher Stamm-Seitenware für die Zulassungsprüfungen verwendet wurde. Diese Probenbretter waren insgesamt überwiegend splintholzreicher und im Gegensatz zu dem Holz der Baupraxis in Bezug auf die brandschutztechnisch geforderte Mindesteinbringmenge leichter zu imprägnieren. - Die durchgeführten Untersuchungen lassen somit u.a. deutliche Unterschiede zwischen den Imprägnierverfahren der Holzschutzpraxis und denen im Labor - mit bestimmten Holzproben durchgeführt - erkennen, deshalb muß dies bei der großtechnischen Anwendung in Zukunft auch berücksichtigt werden.

#### 2.1.4 Folgerungen aus den Versuchsergebnissen

Die mit den Versuchen beauftragte Prüfstelle und der Forschungsbeirat haben bereits bei den Beratungen zur Überarbeitung der Prüfgrundsätze für schwerentflammbare Baustoffe auf folgendes hingewiesen:

- I. Die Versuchsergebnisse lassen erkennen, daß sich im Vakuum-Druckverfahren eingebrachte Brandschutzausrüstungen bei Fichtenholz nicht unwesentlich unterscheiden, je nachdem, ob sie im Labor oder in Industrie-Imprägnieranlagen eingebracht sind. Im Rahmen des Sicherheitskonzeptes muß deshalb die Wirkung der Brandschutzausrüstung kesseldruck-imprägnierten Holzes dort geprüft werden, wo sie eingebracht wird, also beim Hersteller, d.h. beim Brandschutzausrüster im Imprägnierwerk und nicht im Prüflabor an Hand von vorsortierten und dann imprägnierten Brandschachtproben.
- II. Die in den bisherigen Prüfbescheiden vorgeschriebene "Mindestaufnahmemenge je m<sup>2</sup> zu schützender Holzoberfläche" reichen einerseits wegen der großen Streuung bei Fichtenholz (etwa 1 : 10) nicht aus;

andererseits ist die in der Praxis übliche Angabe der mittleren Mindesteinbringmenge einer Tränkungscharge ohne Angabe der Streuung unzureichend, da durch einzelne Brandschachtproben mit Minderaufnahme die Erfüllung der Gesamt-B1-Anforderung nach DIN 4102 hinfällig werden kann. - Es besteht somit auch ein grundlegender Unterschied in Bezug auf das Sicherheitskonzept bei der "Mindestaufnahme" des Schutzmittels nach den Prüfbescheiden zwischen Pilz- und Insektenschutzmittel nach DIN 68 800, PA V und der Brandschutzausrüstung nach DIN 4102 Teil 1, PA-III.

Die durchgeführten Norm-Brandversuche haben wie gesagt gezeigt, daß das Brandverhalten der vier in einem Versuch angeordneten Proben von der Streuung der eingebrachten Schutzmittelmenge abhängig ist; d.h. wenn der Mittelwert der Einbringmenge eines Schlotes zwar der Sollmenge entsprach, aber eine einzelne Probe wesentlich unter diesem Sollwert lag, war das Abbrandverhalten deutlich ungünstiger als bei einer geringeren Streuung. Ob sich dieser Tatbestand des Brandschacht-Modellbrandes (feed-back Effekt) auch bei einem Schadenfeuer so gravierend auswirkt, ist eine Frage des Restrisikos und bedarf gegebenenfalls einer Überprüfung nach Ziffer 4.3 der DIN 4102 Teil 1. Derartige Versuche könnten dann auch eine Toleranzgrenze der zulässigen Schutzmittel-Minderaufnahme festlegen. - Im Rahmen von Zulassungsprüfungen muß deshalb die Verteilung der Schutzmittel in den einzelnen Latten, Brettern oder Bohlen mit erfaßt werden.

- III. Bei gleicher Aufnahmemenge des Schutzsalzes je Quadratmeter Holzoberfläche schneiden dünnere Brandschachtproben besser ab als dicke. Bei den Normbrandversuchen erbrachten die Proben mit höherer spezifischer Schutzmittelkonzentration je Volumeneinheit größere unverbrannte Restlängen. - Unter Berücksichtigung der Schutzmittelkonzentration der Imprägnierflotte lassen sich somit auch dünne Fichtenhölzer brandschutztechnisch zufriedenstellend ausrüsten; es bedarf allerdings des praxisgerechten Nachweises.
- IV. Die Güteüberwachung kesseldruck-imprägnierten Holzes in Form einer chemisch-analytischen Überprüfung der Wirkkomponenten des Schutzmittels - sei es beim Hersteller, sei es beim Anwender - durchzuführen, ist nicht ausreichend.

V. Imprägniertechnisch wird bzw. wurde in den bisherigen Prüfgrundsätzen zwar zurecht das besonders schwerimprägnierbare Fichtenholz für die Versuche gefordert, wenn aber die Anforderungen DIN 4102-B1 mit einer anderen Holzart nach festgesetztem Imprägnierverfahren in einer bestimmten großtechnischen Anlage erfüllt werden, sollte auch hierfür ein Prüfzeichen erteilt werden.

2.2 Prüfung des Dickeneinflusses bei Holzspanplatten der Baustoffklasse B1, mit unterschiedlichen Holzarten furniert, im Brandschachtversuch nach DIN 4102 Teil 1

2.2.1 Vorbemerkungen, Auswahl und Vorbereitung der Proben

Ausgangspunkte für die Fragen dieses Abschnittes des Forschungsvorhabens waren die verbreitete Auffassung, daß im allgemeinen dünnere Bauplatten schneller und somit risikoreicher abbrennen als dicke, und daß immer wieder davon ausgegangen wird, daß insbesondere leichtes Nadelholz in Bezug auf die Brandsicherheit ungünstiger abbrennt als dichtes Laubholz, obwohl die Unterschiede, wenn überhaupt vorhanden, gering sind. Letzteres wurde bisher auch auf furnierte Spanplatten übertragen.

Ziffer 2 der "Prüfgrundsätze für prüfzeichenpflichtige schwerentflammbare Baustoffe nach DIN 4102 Teil 1 (Juli 1978)" enthielt nun die allgemeine Forderung, daß Baustoffe, wenn sie in verschiedenen Dicken oder Rohdichten (bzw. Flächengewichten) hergestellt werden, auch in der kleinsten und größten Dicke sowie jeweils in der kleinsten und größten Rohdichte zu prüfen sind, soweit nichts anderes angegeben ist. Da die Norm DIN 4102 Teil 1 Ziffer 6.1.2.1 in der Regel für eine Brandschachtprüfung drei Probekörper fordert, bedeutet dies 12 Versuche mit 48 Proben mit den Abmessungen 19 cm x 100 cm.

Zweifelsfrei steht aber auch fest, daß der Verbund von Holzwerkstoffen das Brandverhalten von Baustoffen beeinflussen kann, auch eindeutig negativ. Deshalb müßte die Anzahl der Versuche

darüberhinaus dann aber auch noch mit allen anfallenden Oberflächenausführungen vervielfacht werden, und zwar in Bezug auf die Holzarten der Furniere und deren Dicken, in Bezug auf die verwendete Verleimungsart und die Oberflächenbehandlung. Eine Unsicherheit in Bezug auf den Gesamtprüfaufwand besteht außerdem darin, daß nicht abzusehen ist, welche Holzarten für die Furniere vom Markt jeweils verlangt werden.

Um den Prüfumfang unterschiedlich dicker, furnierter Holzspanplatten der Baustoffklasse DIN 4102-B1 nicht ausufern zu lassen, sollte zunächst der Einfluß der Dicke der Holzspanplatten auf das Brandverhalten untersucht werden (Ziffer 2.2.2), dann der Einfluß der Furnierart (2.2.3) und unter Ziffer 2.3 die Oberflächenbehandlung. Für die Untersuchung des Dickeneinflusses wurden unterschiedlich dicke, handelsübliche Holzspan-Rohplatten der Baustoffklasse DIN 4102-B1 mit Prüfzeichen des Instituts für Bautechnik aus den Lagerbeständen eines Herstellers verwendet. Alle entnommenen Probenplatten wurden gekennzeichnet, sodaß für die unter Ziffer 2.2 und 2.3 genannten Versuchsreihen vergleichbares Ausgangsmaterial zur Verfügung stand, d.h. sowohl für den "Nullversuch" als auch für die mit zwei Holzarten furnierten und gegebenenfalles lackierten Holzspanplatten.

Die verwendeten Fichtenfurniere hatten vor der Verleimung eine Dicke von 1,0 mm, die Eichenfurniere 0,8 mm. Als Leim wurde ein duroplastischer Harnstoff-Formaldehydharz-Schaumleim mit Streckmittel etwa  $100 \text{ g/m}^2$  je Seite bei  $95 - 115^\circ\text{C}$  Temperatur mit einem Preßdruck von  $6 - 8 \text{ kg/cm}^2$  und einer Zeit von 3 - 6 Minuten verpreßt. Nach einer Reifezeit von 4 Tagen wurden die aufgeleimten Furniere auf folgende Enddicken geschliffen: Fichte 0,6 mm; Eiche 0,5 mm.

Ein Teil dieser furnierten Holzspanplatten wurde - wie unter Ziffer 2.3 beschrieben - mit vier verschiedenen Lacken mit eingearbeiteter Brandschutzausrüstung teils auf Einkomponenten-, teils auf Zweikomponentenbasis, ebenfalls alle mit Prüfzeichen des Instituts für Bautechnik, nach den in den entsprechenden Prüfbescheiden festgelegten Firmenangaben oberflächenbehandelt.

Alle Brandversuche wurden entsprechend der DIN 4102 Teil 1 sowie nach den geltenden Prüfgrundsätzen durchgeführt.

2.2.2 Brandversuchsergebnisse an Holzspanplatten unterschiedlicher Dicke

	Dicke (mm)	Flammen- höhe (cm)	Rauchgas- temperatur (°C)	unverbrannte Restlänge (cm)				MW
B1 - Holzspan- Rohplatte	10	80	143	24	25	29	26	26
		80	139	24	25	28	25	25
	13	90	138	24	24	28	26	25
		90	141	21	23	28	25	25
	16	100	158	12	15	15	15	14
		100	163	12	14	15	15	14
	19	90	141	19	23	24	25	22
		80	143	19	20	22	22	20

Zahlentafel 2. Brandschacht-Versuchsergebnisse an B1-Holzspan-Rohplatten unterschiedlicher Dicke.

Wie aus Zahlentafel 2 ersichtlich, läßt sich beim Brandschachtversuch für die Holzspan-Rohplatte keine Abhängigkeit der nichtverbrannten Probenrestlänge von der Plattendicke ableiten. Die Spanplattenhersteller haben sich weitgehend darauf eingestellt, daß dünne Platten mit einem größeren Zusatz an Brandschutzmitteln ausgerüstet werden müssen als dicke; auch werden erstere aus Festigkeitsgründen in der Regel mit einer etwas höheren Rohdichte hergestellt und dieses wirkt sich brandschutztechnisch ebenfalls positiv aus. Die nicht unerheblichen Streuungen der Versuchsergebnisse lassen erkennen, wie wichtig die fortlaufende Güteüberwachung der Produktion durch Brandschachtversuche ist, da das Zumischen der Brandschutzmittel technologisch nicht ganz einfach ist, zumal es in Abhängigkeit von der Plattendicke variiert werden muß. Nicht unerwähnt sollen in diesem Zusammenhang auch die Mehrkosten der Brandschutzmittel sein. - Insofern ist das ungünstige Ergebnis der 16 mm dicken B1-Holzspan-Rohplatte als Ausreißer zu bezeichnen, wie die inzwischen vorliegenden Versuchserfahrungen zeigten.

Zusammenfassung kann für Ziffer 2.2.2 gesagt werden, daß unterschiedlich dicke Holzspanplatten aufgrund des heutigen Standes der Technik dennoch etwa gleiches Abbrandverhalten beim Brandschachtversuch nach DIN 4102-B1 zeigen.

2.2.3 Brandversuchsergebnisse der mit Fichte und Eiche furnierten Holzspanplatten

		Dicke (mm)	Flammen- höhe (cm)	Rauchgas- temperatur (°C)	unverbrannte Restlänge (cm)				MW
Furnierte B1 - Holzspanplatten	Fichte	11	80	134	38	31	36	30	34
			80	132	39	34	37	32	35
		14	90	148	28	25	22	21	24
			90	139	31	30	24	27	28
		17	100	128	15	28	16	14	18
	100		165	17	14	18	14	15	
	20	80	137	18	19	23	23	20	
		80	137	20	18	22	23	20	
	Eiche	11	90	108	38	30	33	29	32
			90	112	28	24	29	24	26
14		80	133	24	22	20	22	22	
		80	139	20	21	25	21	21	
17		>100	163	14	11	15	11	12	
	100	164	13	11	14	10	12		
20	80	137	16	17	18	20	18		
	80	142	15	18	19	16	17		

Zahlentafel 3. Brandschacht-Versuchsergebnisse an furnierten B1-Holzspanplatten unterschiedlicher Dicke.

Aus diesen Versuchsergebnissen könnte man zunächst entnehmen, daß bei furnierten B1-Holzspanplatten in 17 mm Dicke ein Minimum der unverbrannten Proben-Restlänge vorliegt; dies trifft jedoch nicht zu, es handelt sich, wie bereits gesagt, bei der 16 mm dicken B1-Holzspanrohplatte um einen zufälligen Ausreißer.

Vergleicht man die Rauchgastemperaturen und die unverbrannten Proben-Restlängen der Brandschachtversuche nach DIN 4102 Teil 1, und zwar die der B1-Holzspan-Rohplatte in den Ausgangsdicken von 10, 13, 16 und 19 mm mit denen der mit zwei Holzarten - Fichte und Eiche - furnierten, in den Verbund-Fertigdicken von etwa 11, 14, 17 und 20 mm (einschließlich Gegenzugfurniere), so sind keine gravierenden Unterschiede, insbesondere keine gravierenden Verschlechterungen des Brandverhaltens zu erkennen; im übrigen sei auf die mathematisch-statistische Auswertung unter Ziffer 2.3.2 (Zahlentafel 5) hingewiesen.

Äußerst wichtig ist, wie seit mehreren Jahren im Rahmen der Forschungstätigkeit und der Güteüberwachung des Instituts für Holzforschung der Universität München bereits nachgewiesen, die technologisch einwandfreie Verleimung der Furniere auf den B1-Holzspan-Rohplatten. Eine gute Verleimung auf duroplastischer Basis wird sich auch während des Brandversuchs erkennen lassen. Falls sich eine schlechte Verleimung im Verlauf des Entstehungsbrandes löst, ergreifen die Flammen die mehr oder minder großen Schollen des Furniers beidseitig und es kommt zu einem wesentlich intensiveren Abbrand und schnellerer Feuerweiterleitung. Für den Brandschutz ist es somit wichtig, daß die Rißbildung der Deckschichten der Verbundbaustoffe (Craquelée) möglichst kleinflächig erfolgt und die Teilstücke sich nicht von der Trägerplatte loslösen, bevor sie in eine schützende Schicht aus Holzkohle übergehen.

#### 2.2.4 Folgerungen aus den Versuchsergebnissen

Aufgrund der praktischen Erfahrungen haben sich bereits die Hersteller von Holzspanplatten der Baustoffklasse DIN 4102-B1 weitgehend darauf eingestellt, dünne Platten mit mehr Brandschutzmitteln auszurüsten als dickere und somit wurde der Dickeneinfluß beim Abbrandverhalten unterdrückt. Zwangsläufig bedarf es deshalb aber auch einer Güteüberwachung, die periodisch alle Herstellungsdicken mit den unterschiedlichen Schutzmittelmengen erfaßt.

Unter der Voraussetzung, daß technologisch einwandfrei mit einem duroplastischen Leim furniert wird, kann davon ausgegangen werden, daß eine Beschichtung einer B1-Holzspan-Rohplatte mit Furnieren keine wesentliche Verschlechterung des Abbrandverhaltens mit sich bringt, sodaß es vertretbar ist, mit einer typischen Furnierart bei den Brandschachtversuchen auszukommen.

Ein bestimmtes "Vorhaltemaß" der unverbrannten Proben-Restlänge beim Brandschachtversuch für B1-Rohplatten, die in der Regel in Bezug auf die Oberfläche weiterbearbeitet werden, ist aus der Sicht des Brandschutzes sicher sinnvoll; wegen der brandversuchsbedingten Streuungen und der der Holzspan-Rohplatten

läßt sich aber aus den vorliegenden Ergebnissen ein bestimmtes Vorhaltemaß nicht berechnen.

Auch hier sei auf die mathematisch-statistische Auswertung unter Ziffer 2.3.2 (Zahlentafel 5) hingewiesen.

### 2.3 Prüfung des Einflusses von Oberflächenbehandlungen verschiedener Lacksysteme bei furnierten Holzspanplatten der Baustoffklasse B1 auf das Brandverhalten im Brandschacht

#### 2.3.1 Die Auswahl und Vorbereitung der Proben

Die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens zufällig ausgewählten vier Lacksysteme von drei Herstellern hatten ein Prüfzeichen des Instituts für Bautechnik; sie waren somit in der Lage sicherzustellen, daß der im Prüfbescheid genannte B1-Holzverbundbaustoff auch nach der Beschichtung noch den Anforderungen DIN 4102-B1 entsprach. Die Lacke wurden entsprechend den Angaben in den Prüfbescheiden und denen der Lackhersteller auf die unter Ziffer 2.2.1 beschriebenen, zusätzlich bereitgestellten 14 mm dicken, mit Eiche und Fichte furnierten B1-Verbundplatten aufgebracht. Es handelte sich somit um vergleichbares Ausgangsmaterial der Versuchsreihe nach Ziffer 2.2.

#### 2.3.2 Brandversuchsergebnisse der mit verschiedenen Lacken beschichteten furnierten Holzspanplatten

Aufgrund der mehrjährigen Prüferfahrung mit Oberflächen-Behandlungsmitteln von Holz und Holzwerkstoffen war bekannt, daß Lackbeschichtungen DIN 4102-Brandversuche recht unterschiedlich beeinflussen können, sowohl brandschutztechnisch günstig als auch ungünstig. In einem Fall ist es sogar durch B2-Versuche nachgewiesen worden, daß durch eine relativ dicke Beschichtung mit einem Nitrocellulose-Lack, selbstverständlich ohne PA-III Zeichen, ein Holzverbundbaustoff der Baustoffklasse B3 -leichtentflammbar- zugeordnet werden mußte. Auch eine Oberflächenbeschichtung nach VTL A - 053 "schwerentflammbar" (13) stellt keineswegs sicher, daß dieser Lack, auf einen B1-Baustoff aufgetragen, den Anforderungen DIN 4102 - B1 entspricht. Es wurden deshalb im Rahmen dieses

Forschungsvorhabens nur Lacksysteme mit PA-III Prüfzeichen verwendet, wie unter Ziffer 2.3.1 bereits beschrieben; nur so war es möglich, die Unterschiede der zugelassenen Lacke auf zwei verschiedenen B1-Verbundplatten zu untersuchen.

		Dicke (mm)	Flammen- höhe (cm)	Rauchgas- temperatur (°C)	unverbrannte Restlänge (cm)				MW
Furnierte B1-Holzspanplatte mit Oberflächenbehandlung A bis D	Fichte	14	80	138	18	20	18	20	19
			70	136	18	21	21	21	21
	B	14	80	130	24	23	27	28	25
			80	137	20	18	23	24	21
	C	14	80	134	28	27	26	25	26
			80	134	30	32	29	29	30
	D	14	80	133	24	22	24	24	24
			80	132	22	20	21	22	21
Eiche	A	14	90	138	18	18	19	20	18
			90	129	24	23	20	24	22
	B	14	80	130	20	22	24	24	22
			90	137	14	20	22	23	20
	C	14	80	138	26	25	24	24	24
			80	139	23	22	23	22	22
			80	134	26	28	27	25	26
	D	14	90	139	20	22	24	21	21

Zahlentafel 4. Brandschachtversuchsergebnisse an furnierten, mit verschiedenen Lacksystemen (A bis D) beschichteten B1-Holzspanplatten.

Wie die Zahlentafel 4 erkennen läßt, bestehen sowohl zwischen den einzelnen Lacksystemen als auch zwischen den mit Fichte und Eiche furnierten Holzspanplatten keine wesentlichen Unterschiede, wenn sie entsprechend den "Besonderen Bestimmungen der Prüfbescheide" und nach den Angaben der Lackhersteller ordnungsgemäß aufgetragen worden sind. Insofern kann der Prüfumfang bei der Baustoffklasse DIN 4102-B1 hierfür eingeschränkt werden.

Die mathematisch-statistische Auswertung der Versuchsergebnisse in Bezug auf die Mittelwertsunterschiede der unverbrannten Proben-Restlängen zeigt Zahlentafel 5.

lfd. No.		Restlänge $\bar{x}$	Standardabweichg.	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	
1	Holzspan-Rohplatte	24,9	2,4	+	--	+	+	--	+	++	--	+	+	
2	Spanplatte furn.	Ei.	21,9	1,8		+	--	--	++	--	+	--	++	--
3		Fi.	26,0	3,6			+	+	--	--	++	--	--	+
4	Ei. furnierte Spanplatte mit Beschichtung	A	21,0	3,2				--	++	--	--	--	++	--
5		B	21,1	3,3					++	--	--	--	++	--
6		C	24,6	1,9						+	++	--	++	+
7		D	21,7	1,7							+	--	++	--
8	Fi. furnierte Spanplatte mit Beschichtung	A	19,6	1,4								+	++	++
9		B	23,4	3,3									++	--
10		C	28,2	2,3										++
11		D	22,4	1,5										

Mittelwertsunterschied: - nicht gesichert, + 95 % gesichert, ++ 99 % gesichert

Ei. Furnier aus Eiche, Fi. Furnier aus Fichte; A bis D Oberflächenbehandlungen.

Zahlentafel 5. Mittelwerte und Streuungen der unverbrannten Proben-Restlänge für den Einfluß der 13mm Holzspan-Rohplatte (Ziffer 2.2.2), der Furnierart (Ziffer 2.2.3) und den Einfluß der verschiedenen Oberflächenbehandlungen (Ziffer 2.3)

### 2.3.3 Folgerungen aus den Versuchsergebnissen

Der Einfluß von Oberflächenbehandlungen mit verschiedenen Lacksystemen bei furnierten Holzspanplatten der Baustoffklasse B1 läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß es durchaus erforderlich erscheint, Oberflächenbehandlungen als Verbundsysteme Brandversuchen nach DIN 4102 Teil 1 zu unterziehen, um sicherzustellen, daß die Anforderungen z.B. der Baustoffklasse B1 nach Beschichtung noch erfüllt sind. Ein Lack darf das Norm-Brandverhalten beispielsweise in Bezug auf die unverbrannte Proben-Restlänge nicht nennenswert verschlechtern. In diesem Zusammenhang muß nochmals auf eine technologisch einwandfreie duroplastische Verleimung der Furniere mit der Holzspan-Rohplatte auch als Voraussetzung für eine brandschutztechnisch hinreichende Lackierung (Ziffer 2.2.3) hingewiesen werden. - Ein Verbundsystem, z.B. aus einer mit Eiche furnierten B1-Spanplatte in 14 mm Dicke mit der zu prüfenden Oberflächenbeschichtung (Lacksystem) kann, sowohl für die Zulassungsprüfung als auch im Rahmen der Güteüberwachung für die DIN 4102-B1-Brandversuche für den Lack als geeignet angesehen werden.

## 2.4 Prüfung der Brandschutzwirkung von dämmschichtbildenden Feuerschutzmitteln auf Fichtenholz und Holzspanplatten der Baustoffklasse B2 im Brandschachtversuch nach DIN 4102 Teil 1

### 2.4.1 Vorbemerkungen, Auswahl und Vorbereitung der Proben

Wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit und mit Genehmigung des Instituts für Bautechnik, Berlin, wurde ein Teil der Untersuchungen, und zwar zu Ziffer 4 der Leistungsbeschreibung des Forschungsvorhabens im Otto-Graf-Institut, Stuttgart, durchgeführt.

Gemäß Prüfgrundsätzen, Ziffer 3.2, des Instituts für Bautechnik - Fassung Juli 1978 - werden schaumschichtbildende Feuerschutzmittel für Holz auf 20 mm dicken Fichtenholzbrettern - stellvertretend für Vollholz und Sperrholzplatten - und auf 13 mm dicken Holzspanplatten geprüft. Werden die Anforderungen erfüllt, so wird für den

Dämmschichtbildner ein Prüfbescheid mit PA-III Prüfzeichen des Instituts für Bautechnik erteilt, wonach das Schutzmittel geeignet ist, Vollholz und Holzwerkstoffe  $\geq 12$  mm Dicke "schwerentflammbar" (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102 Teil 1) zu machen. Die Einschränkung der Trägerplattendicke steht einheitlich in jedem Prüfbescheid.

Ziel der Überarbeitung der Prüfgrundsätze ist, auf diesen einschränkenden Dickenvermerk in den Prüfbescheiden zu verzichten. Das scheint dann möglich, wenn das Risiko abgeschätzt werden kann, das entsteht, wenn derartige Dämmschichtbildner auf dünnere Platten als 12 mm aufgetragen sind. Hierzu sollten Brandschachtversuche an mit Dämmschichtbildnern versehenen Fichtenholz- und Holzspanplattenproben unterschiedlicher Dicke durchgeführt werden.

**Versuchsmaterial:**

Nach Absprache mit dem Institut für Holzforschung wurden 2 dämmschichtbildende Feuerschutzmittel für Holz eingesetzt. Bei diesen mit Prüfzeichen versehenen Mitteln handelte es sich um transparente bzw. farblose Systeme zweier Hersteller.

Als Trägermaterial dienten Fichtenholz und Holzspanplatten.

Fichtenholz:  $r_{23/50} = 460 \text{ kg/m}^3 \pm 50 \text{ kg/m}^3$   
(vergl. Prüfgrundsätze)  
Dicke: 8 mm, 13 mm, 20 mm

Holzspanplatten: Flachpreßholzspanplatten nach DIN 68 763, V 20  
 $r_{23/50} = 660 \text{ bis } 800 \text{ kg/m}^3$   
Dicke: 8 mm, 13 mm, 19 mm  
Nach Angaben bestanden die Platten aus 65 bis 70 % Nadelholz- und max. 15 % Laubholzspänen.

Auf die Proben aus Vollholz und Holzspanplatten wurden die beiden Feuerschutzmittel in folgenden Auftragsmengen allseitig aufgetragen:

Feuerschutzmittel A:	Vollholz	350 g/m <sup>2</sup>	
	Holzspanplatte	420 g/m <sup>2</sup>	
Feuerschutzmittel B:	Vollholz	350 g/m <sup>2</sup>	jeweils mit Schutz-
	Holzspanplatte	450 g/m <sup>2</sup>	lack 100 g/m <sup>2</sup>

Je Trägermaterial, Plattendicke und Feuerschutzmittel wurden 2 Plattenschlote hergestellt, sodaß bei der Hauptversuchsreihe 24 Brandschachtversuche nach DIN 4102 Teil durchgeführt wurden.

#### 2.4.2 Brandversuchsergebnisse der mit dämmschichtbildenden Feuerschutzmitteln versehenen Fichtenhölzer und Holzspanplatten

Die Versuchsergebnisse sind in den Zahlentafeln 6 bis 9 aufgeführt.

Zahlentafel 6 Ergebnisse der Brandversuche im Brandschacht mit Feuerschutzmittel A

Trägermaterial: Fichtenholz Auftragsmenge: 350 g/m<sup>2</sup>

Proben- dicke	Probe- körper	nicht verkohlter Teil des Schutz- mittelschaums		Restlänge (Trägermaterial)		Größte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		Größte Flammen- höhe und Zeit- punkt ihres Auftretens		Nachbrennen und Nachglimmen nach Versuchs- ende
		Einzel- Mittel- wert		Einzel- Mittel- wert		°C	min:s	cm	min:s	
		cm	cm	cm	cm					
8	I	0 0 0 0	0	0 0 0 0	0	248 >200	10:00 9:10	>100	3:00	452
	II	0 0 0 0	0	0 0 0 0	0	258 >200	10:00 8:55	>100	7:25	130
13	I	0 0 0 1	0	16 28 26 28	25	138	9:50	90	10:00	70
	II	1 1 1 1	1	32 27 28 22	27	137	10:00	90	8:30	54
20	I	1 2 1 4	2	25 23 22 27	24	144	10:00	80	10:00	45
	II	4 3 4 4	4	33 29 34 30	32	129	10:00	80	10:00	39

Zahlentafel 7 Ergebnisse der Brandversuche im Brandschacht mit Feuerschutzmittel A

Trägermaterial: Spanplatte Auftragsmenge: 420 g/m<sup>2</sup>

Proben- dicke	Probe- körper	nicht verkohlter Teil des Schutz- mittelschaums		Restlänge (Trägermaterial)		Größte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		Größte Flammen- höhe und Zeit- punkt ihres Auftretens		Nachbrennen und Nachglimmen nach Versuchs- ende
		Einzel- Mittel- wert		Einzel- Mittel- wert		°C	min:s	cm	min:s	
		cm	cm	cm	cm					
8	I	13 16 13 13	13	49 52 49 51	50	127	10:00	70	9:30	52
	II	17 17 18 16	17	43 43 52 48	47	116	9:55	60	10:00	45
13	I	22 21 22 19	21	54 47 50 56	52	115	10:00	70	10:00	30
	II	16 16 14 16	16	53 54 49 54	53	109	10:00	60	10:00	165
19	I	21 23 24 22	23	51 52 50 51	51	113	10:00	70	10:00	62
	II	19 18 19 19	19	48 50 50 56	53	114	10:00	80	9:00	56

Zahlentafel 8 Ergebnisse der Brandversuche im Brandschacht mit Feuerschutzmittel B

Trägermaterial : Fichtenholz Auftragsmenge:  $350 \text{ g/m}^2$   
 +  $100 \text{ g/m}^2$  Schutzlack

Proben- dicke mm	Probe- körper	nicht verkohlter Teil des Schutz- mittelschaums		Restlänge (Trägermaterial)		Größte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		Größte Flammen- höhe und Zeit- punkt ihres Auftretens		Nachbrenne und Nach- glimmen nach Ver- suchsende s
		Einzel- wert cm	Mittel- wert cm	Einzel- wert cm	Mittel- wert cm	°C	min:s	cm	min:s	
8	I	0 0 0 0	0	(5) <sup>1)</sup> (3) (7) (8)	(6) <sup>1)</sup>	160	10:00	>100 <sup>2)</sup>	10:00	298
	II	0 0 0 0	0	(2) <sup>1)</sup> (5) (7) (6)	(5) <sup>1)</sup>	163	10:00	>100	9:00	332
13	I	1 0 1 0	1	9 4 10 8	8	151	10:00	90	10:00	93
	II	0 0 0 0	0	(3) <sup>1)</sup> (5) (3) (3)	(4) <sup>1)</sup>	160	10:00	>100 <sup>2)</sup>	10:00	135
20	I	4 2 2 2	3	20 19 18 17	19	145	9:50	80	8:00	52
	II	6 3 9 5	6	21 16 20 16	18	132	10:00	90	9:00	55

- 1) Nach den Prüfgrundsätzen ist eine Beurteilung des Kriteriums Restlänge nicht möglich, wenn bei mehr als 1 Probe Verkohlungen am Schutzmittel bis zur Probenoberkante auftreten und die Flammenhöhe 100 cm überstiegen hat  
 2) an einzelnen Proben

Zahlentafel 9 Ergebnisse der Brandversuche im Brandschacht mit Feuerschutzmittel B

Trägermaterial: Spanplatte Auftragsmenge:  $450 \text{ g/m}^2$   
 +  $100 \text{ g/m}^2$  Schutzlack

Proben- dicke mm	Probe- körper	nicht verkohlter Teil des Schutz- mittelschaums		Restlänge (Trägermaterial)		Größte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		Größte Flammen- höhe und Zeit- punkt ihres Auftretens		Nachbrennen und Nachglimmen nach Versuchs- ende s
		Einzel- wert cm	Mittel- wert cm	Einzel- wert cm	Mittel- wert cm	°C	min:s	cm	min:s	
8	I	0 0 3 0	1	(38) <sup>1)</sup> (27) (29) (25)	(29) <sup>1)</sup>	165	10:00	>100	9:30	73
	II	0 0 0 0	0	(28) <sup>1)</sup> (25) (26) (23)	(26) <sup>1)</sup>	164	10:00	>100	9:30	70
13	I	6 4 5 4	5	30 37 32 37	34	159	10:00	100 <sup>2)</sup>	10:00	117
	II	16 17 16 16	16	38 34 36 42	38	141	10:00	80	10:00	76
19	I	5 4 3 4	4	39 40 41 38	40	170	10:00	>100	9:40	135
	II	11 12 11 11	11	33 34 32 30	32	148	10:00	80	10:00	125

- 1) siehe Beilage 3  
 2) vereinzelt Flammenspitzen > 100

Zur besseren Übersicht über die Versuchsergebnisse sind die Mittelwerte der nichtverbrannten Probenrestlänge und die Maxima der Rauchgastemperaturen in Abhängigkeit von der Probendicke in Zahlentafel 10 zusammengestellt.

Feuerschutzmittel	Trägermaterial	mittl. Restlänge in cm bei Probendicke			mittl. maximale Rauchgastemperatur in °C bei Probendicke		
		mm			mm		
		8	13	19/20	8	13	19/20
A	Fichtenholz	0	26	28	253	138	137
	Spanplatte	49	53	52	122	112	114
B m. Schutzlack	Fichtenholz	6	6	19	162	156	139
	Spanplatte	28	36	36	165	150	159

Zahlentafel 10. Zusammenstellung der Brandversuchsergebnisse der dämmschichtbildenden Feuerschutzmittel nach DIN 4102 Teil 1

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß mit schaumschichtbildenden Feuerschutzmitteln beschichtetes Fichtenholz bei geringeren Brett-dicken als der in den bisherigen Prüfgrundsätzen (Juli 1978) festgelegten Prüfdicke von 20 mm bei gleicher Auftragsmenge von 350 g/m<sup>2</sup> die B1-Anforderungen der DIN 4102 Teil 1 nicht in jedem Fall erfüllt. Die insgesamt höheren Auftragsmengen von 420 bis 450 g/m<sup>2</sup> bei Holzspanplatten der Baustoffklasse B2 ließen bei dünneren Spanplatten eine nur unwesentliche Abnahme der nichtverbrannten Probenrestlänge erkennen; die B1-Anforderungen wurden bei den geprüften Holzspanplatten-Dicken 8 mm, 13 mm und 19 mm erfüllt.

#### 2.4.3 Folgerungen aus den Versuchsergebnissen

Fichtenholz als zu schützender Baustoff

Die Ergebnisse zeigen, daß die für den Schutz von 20 mm dicken Fichtenholzbrettern erforderliche Auftragsmenge von 350 g/m<sup>2</sup> nicht für den Schutz dünnerer Bretter ausreicht. Der in den bisherigen

Prüfgrundsätzen zugestandene Anwendungsbereich für Vollholz  $\geq 12$  mm Dicke ist nicht abgedeckt. Eine Extrapolation auf Vollhölzer in Richtung kleinerer Dicken scheint nicht möglich.

Wegen der wenig befriedigenden Versuchsergebnisse an Fichtenholz sollten weitere Versuche geplant und durchgeführt werden.

Holzspanplatten als zu schützender Baustoff

Die Auftragsmengen von 420 bis 450 g/m<sup>2</sup> schaumschichtbildender Feuerschutzmittel waren so hoch, daß mit kleiner werdender Plattendicke die nichtverbrannten Proben-Restlängen nur wenig abnahmen.

Für die überarbeiteten Prüfgrundsätze wurde deshalb vom Forschungsbeirat empfohlen, schaumschichtbildende Feuerschutzmittel auf 12 mm dicken Fichtenholzbrettern und auf 13 mm dicken Holzspanplatten zu prüfen. In den Prüfbescheiden müßten ggf. die Auftragsmengen für Vollholz und Holzspanplatten getrennt angegeben werden. Der Anwendungsbereich kann dann für diese Baustoffe ab einer Dicke  $\geq 12$  mm einheitlich gelten, ohne weitere Untersuchungen nicht jedoch für Holz und Holzwerkstoffe allgemein. Für Dicken  $\geq 20$  mm sollte auf 20 mm bzw. 19 mm dicken Proben geprüft werden.

### 3. Zusammenfassung

Das Forschungsvorhaben Brandschachtversuche an Verbundbaustoffen aus Holz und Holzwerkstoffen, IV/1-5-321/82, hat sich mit vier Teilfragen befaßt:

1. Prüfung der Schutzwirkung einer Brandschutzausrüstung auf der Basis von Salzgemischen in Abhängigkeit von der Dicke des imprägnierten Fichtenholzes. -

Die Versuchsergebnisse lassen erkennen, daß sich im Vakuum-Druckverfahren eingebrachte Brandschutzausrüstungen bei Fichtenholz nicht unwesentlich unterscheiden, je nachdem, ob sie im Labor oder in Industrie-Imprägnieranlagen eingebracht sind. Im Rahmen des Sicherheitskonzeptes muß deshalb die Wirkung der Brandschutzausrüstung kesseldruck-imprägnierten Holzes dort geprüft werden, wo sie eingebracht wird: beim Brandschutz-ausrüster im Imprägnierwerk.

Die in den bisherigen Prüfbescheiden vorgeschriebene "Mindestaufnahmemenge je m<sup>2</sup> zu schützender Holzoberfläche" reichen einerseits wegen der großen Streuung bei Fichtenholz (etwa 1 : 10) nicht aus; andererseits ist die in der Praxis übliche Angabe der mittleren Mindesteinbringmenge einer Tränkungscharge ohne Angabe der Streuung unzureichend, da durch einzelne Brandschachtproben mit Minderaufnahme die Erfüllung der Gesamt-B1-Anforderung nach DIN 4102 hinfällig werden kann.

Die durchgeführten Norm-Brandversuche haben gezeigt, daß das Brandverhalten der vier in einem Versuch angeordneten Proben von der Streuung der eingebrachten Schutzmittelmenge abhängig ist; Ob sich dieser Tatbestand des Brandschacht-Modellbrandes (feedback Effekt) auch bei einem Schadenfeuer so gravierend auswirkt, ist eine Frage des Restrisikos und bedarf gegebenenfalls einer Überprüfung nach Ziffer 4.3 der DIN 4102 Teil 1. Derartige Versuche könnten dann auch eine Toleranzgrenze der zulässigen Schutzmittel-Minderaufnahme festlegen.

Bei den Normbrandversuchen erbrachten die Proben mit höherer spezifischer Schutzmittelkonzentration je Volumeneinheit größere unverbrannte Restlängen.

Imprägniertechnisch wurde bisher das besonders schwer imprägnierbare Fichtenholz für die Versuche gefordert, wenn aber die Anforderungen DIN 4102-B1 mit einer anderen Holzart und Dicke nach festgesetztem Imprägnierverfahren in einer bestimmten großtechnischen Anlage erfüllt werden, sollte auch hierfür ein Prüfzeichen erteilt werden.

2. Prüfung des Dickeneinflusses bei Holzspanplatten der Baustoffklasse B1, mit unterschiedlichen Holzarten furniert, im Brandschachtversuche nach DIN 4102 Teil 1. -

Aufgrund der praktischen Erfahrungen haben sich die Hersteller von Holzspanplatten der Baustoffklasse DIN 4102 - B1 weitgehend darauf eingestellt, dünne Platten mit mehr Brandschutzmitteln auszurüsten als dickere, und somit wurde der Dickeneinfluß beim Abbrandverhalten unterdrückt. Zwangsläufig bedarf es einer Güteüberwachung, die periodisch alle Herstellungsdicken mit den unterschiedlichen Schutzmittelmengen im Brandschachtversuch erfaßt.

Unter der Voraussetzung, daß technologisch einwandfrei mit einem duroplastischen Leim furniert wird, kann davon ausgegangen werden, daß eine Beschichtung einer B1-Holzspan-Rohplatte mit Furnieren keine wesentliche Verschlechterung des Abbrandverhaltens mit sich bringt, sodaß es vertretbar ist, mit einer typischen Furnierart bei den Brandschachtversuchen auszukommen.

3. Prüfung des Einflusses von Oberflächenbehandlungen verschiedener Lacksysteme bei furnierten Holzspanplatten der Baustoffklasse B1 auf das Brandverhalten im Brandschacht. -

Der Einfluß der Oberflächenbehandlung läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß es durchaus erforderlich erscheint, Oberflächenbehandlungen als Verbundsysteme Brandversuchen nach DIN 4102 Teil 1 zu unterziehen, um sicherzustellen, daß die Anforderungen z.B. der Baustoffklasse B1 nach einer Beschichtung noch erfüllt sind. - In diesem Zusammenhang ist auf eine technologisch einwandfreie duroplastische Verleimung der Furniere mit der Holzspan-Rohplatte als Voraussetzung für eine brandschutztechnisch hinreichende Lackierung hinzuweisen.

4. Prüfung der Brandschutzwirkung von dämmschichtbildenden Feuerschutzmitteln auf Fichtenholz und Holzspanplatten der Baustoffklasse B2 im Brandschachtversuch nach DIN 4102 Teil 1. - Die Versuchsergebnisse für Fichtenholz zeigen, daß die für den Schutz von 20 mm dicken Proben erforderliche Auftragsmenge von  $350 \text{ g/m}^2$  nicht für den Schutz dünnerer Bretter ausreicht. Der in den bisherigen Prüfgrundsätzen zugestandene Anwendungsbereich für Vollholz  $\geq 12 \text{ mm}$  Dicke ist nicht abgedeckt. Eine Extrapolation auf Vollhölzer in Richtung kleinerer Dicken scheint nicht möglich. Die Auftragsmenge von 420 bis  $450 \text{ g/m}^2$  schaumschichtbildender Feuerschutzmittel auf Holzspanplatten war so hoch, daß mit kleiner werdender Plattendicke die nichtverbrannten Probenrestlängen nicht wesentlich abnahmen.

In den Prüfbescheiden sollten die Auftragsmengen für Vollholz und Holzspanplatten getrennt angegeben werden; der Anwendungsbereich kann für die genannten Baustoffe ab einer Dicke  $\geq 12 \text{ mm}$  einheitlich gelten, nicht aber allgemein für alle Holzwerkstoffe.

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens wurden in den Prüfgrundsätzen für schwerentflammbare Baustoffe (DIN 4102 - Baustoffklasse B1) - Fassung Februar 1984 - bereits berücksichtigt (15).

## Literatur

1. Bellmann, H. (1955): Über den Einfluß der Tüpfelkapillaren und Micellarinterstitien auf die Mechanik von Imprägniervorgängen mit Lösungen. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, No. 37, Reinbek
2. Serafin, R. (1983): Diplomarbeit, Fachhochschule Rosenheim. Prüfung der Schutzwirkung einer Brandschutzausrüstung bei Fichtenholz auf der Basis von Salzgemischen in Abhängigkeit von der Brettdicke.
3. Kollmann, F. (1951 u. 1955): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Band 1 und 2
4. Bellmann, H. (1974): Kesseldrucktränkung mit wäßrigen Lösungen. 1. Mitteilung: Die Entwicklung seit 1945 - künftige Tendenzen Holz als Roh- und Werkstoff 32, 135-143
5. Bellmann, H. (1974): Kesseldrucktränkung mit wäßrigen Lösungen. 2. Mitteilung: Technologie der Porenraumsättigung - Tränkung nach dem Rüping- und Lowry-Verfahren. Holz als Roh- und Werkstoff 32, 340-352
6. Hackbarth, W., und Liese, W. (1975): Einfluß von holzanatomischen Eigenschaften und Tränklösungs-Faktoren auf die Kesseldruck-Tränkung von Fichte. Holz als Roh- und Werkstoff 33, 451-455
7. Hackbarth, W. (1975): Untersuchungen über einige Grundlagen der Kesseldruck-Imprägnierung von Fichtenholz. Holz als Roh- und Werkstoff 33, 97-99
8. Klein, P., und Bauch, H. (1977): Beitrag zur Lokalisierung und quantitativen Bestimmung von Salzkomponenten im getränkten Holz. Holzforschung 31, 33-40
9. Krameder von, H.J. (1964): Untersuchungen des Kesseldruckverfahrens bei Anwendung wäßriger Lösungen. Holz als Roh- und Werkstoff 22, 68-72
10. Lämmle, A. (1974): Die Borbestimmung in Holzschutzmitteln und in behandeltem Holz. Holz als Roh- und Werkstoff 32, 450-454
11. Liese, W. (1956): Die Feinstruktur des Holzes und ihr Einfluß auf die Imprägnierung. Die Holzindustrie
12. Sandermann, W., Hausen, B. und Simatapang, M. (1967): Orientierende Versuche zur Differenzierung von Splint und Kern sowie zum Sichtbarmachen der Übergangszone von Fichte und anderen Nadelhölzern. Das Papier 21, 349-354
13. Schmitt, Beuter: Untersuchungen an Holz im Vakuum. Ein Beitrag zur Imprägnierung im Vakuum-Druck-Verfahren. Mitteilungsheft der DGfH 53 (1966) S. 31-36
14. Mitteilungen des Instituts für Bautechnik, Berlin, No. 4 vom 2.8.1982 "Schwerentflammbarkeit" von Lacken nach VTL A - 0 53
15. Mitteilungen des Instituts für Bautechnik, Berlin, No. 3 (1984) Prüfgrundsätze für schwerentflammbare Baustoffe (DIN 4102 - Baustoffklasse B1) - Fassung Februar 1984

## 5. Kurzfassung

Die Brandversuche nach DIN 4102 Teil 1 für die bauaufsichtliche Klassifizierung der vielfältigen Holz-Verbundbaustoffe wurden immer umfangreicher, außerdem die Anwendungsmöglichkeiten immer zahlreicher. Aufgabe des Forschungsvorhabens war, zu untersuchen, welche Eingrenzungen der Brandversuche vertretbar sind. - Untersucht wurde der Einfluß der Holz- und Holzwerkstoffdicke bei Brandschutzausrüstungen mit Salzgemischen im Kesseldruckverfahren und nach Behandlung mit schaumschichtbildenden Feuerschutzmitteln. Außerdem wurde der Dickeneinfluß bei DIN 4102-B1-Holzspanplatten ohne und mit Furnier und mit Oberflächenbehandlungen geprüft. - Soweit Verminderungen des Prüfumfanges möglich waren, wurden sie bereits in den Prüfgrundsätzen für schwerentflammbare Baustoffe - Fassung Februar 1984 - berücksichtigt.

"Brandschaft-Tests" of wood and wood-based materials for the reduction of the test-scope.

Fire tests according to DIN 4102 (part 1) for building authority classification of multiple composite wood construction materials have become increasingly comprehensive. Also, their scope of application has widened considerably. The present project is concerned with justifiable limitations of fire tests. Studies comprised the effect of thickness of wood and wood based materials in fire retardant equipment treated with salt compounds in a pressure vacuum process and with intumescent fire retardants. Furthermore the effect of thickness in DIN 4102-B1-wood particleboards with and without veneer and with surface treatment was investigated. Justifiable reductions in the number of fire tests have already been incorporated in the February 1984 version of specifications for flame retardant construction materials.