

Forschungsbericht

**Einfluß der Nagelkopfform auf das Durchziehen
bei dünnen Plattenwerkstoffen unter 12 mm**

T 2741

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

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

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

© by Fraunhofer IRB Verlag

1997, ISBN 3-8167-4915-1

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.fhg.de

URL <http://www.irb.fhg.de>

**EINFLUß DER NAGELKOPFFORM
AUF DAS DURCHZIEHEN BEI
DÜNNEN PLATTENWERKSTOFFEN
UNTER 12 mm**

Schlußbericht

FORSCHUNGSVORHABEN E 90/6

Durchgeführt im Auftrage der Entwicklungsgemeinschaft Holzbau
(EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e. V.
(DGFH)

von

Borimir Radović und Helmut Rohlfing

Forschungs- und Materialprüfungsanstalt
Baden-Württemberg
Referat 14 - Holz, Holzwerkstoffe, Holzbau, Holzschutz

Stuttgart

1996

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeines	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Zielsetzung	1
2. Derzeitiger Stand	1
3. Literaturlauswertung	2
4. Versuchsprogramm	2
4.1 Versuchsmaterial	2
4.1.1 Holzwerkstoffplatten	2
4.1.2 Modellverbindungsmitel	2
4.2 Herstellen der Proben	3
4.2.1 Proben der Versuchsserie I	3
4.2.2 Proben der Versuchsserie II	3
4.2.3 Proben der Versuchsserie III	3
4.3 Versuchsdurchföhrung	3
4.3.1 Versuchsserie I	4
4.3.2 Versuchsserie II	4
4.3.3 Versuchsserie III	4
5. Versuchsauswertung	4
5.1 Normalspannung	5
5.2 Tragendes Volumen	5
5.3 Bettungsziffer	5
5.4 Durchzugsmodul	6
6. Versuchsergebnisse	6
6.1 Versuchsserie I	6
6.1.1 Höchstkraft	6
6.1.2 Normalspannung	7
6.1.3 Tragendes Volumen	7
6.1.4 Bettungsziffer	7
6.1.5 Durchzugsmodul	7
6.2 Versuchsserie II	8
6.3 Versuchsserie III	8
7. Schlußbetrachtung	8
8. Literatur	9

Einfluß der Nagelkopfform auf das Durchziehen bei dünnen Plattenwerkstoffen unter 12 mm

1. Allgemeines

1.1 Einleitung

Lastabtragende, axial in Schafrichtung beanspruchte Nagel- und Schraubenverbindungen sind im Holzbau in zweierlei Hinsicht zu bemessen. Zum einen werden sie auf Herausziehen aus dem tragenden Holzuntergrund belastet, zum anderen - und gleichzeitig - spielt bei der Dimensionierung die Gefahr des Kopfdurchzugs im angeschlossenen Baustoff eine Rolle. Während Sondernägel mit profilierter Schaftausbildung und Holzschrauben die langfristige oder ständige Belastung auf Herausziehen vorbehalten ist, dürfen Nägel mit glattem Schaft nur kurzfristig axial auf Auszug, z.B. durch Einwirkung von Windsogkräften, beansprucht werden.

1.2 Zielsetzung

Das vorliegende Forschungsvorhaben verfolgt die Absicht, eine bestmögliche Ausnutzung der Tragfähigkeit axial in Schafrichtung beanspruchter Nägel und Holzschrauben mit Bezug auf das Kopfdurchzugverhalten in Plattenwerkstoffen unter 12 mm Dicke aufzuzeigen.

2. Derzeitiger Stand

Die DIN 1052 Teil 2 [1] legt Bemessungsvorschriften für tragende, in Schafrichtung belastete Nagel- und Schraubenverbindungen fest.

Die zulässige Beanspruchung für profilierte Nägel wird unter der Randbedingung $s_w \geq 8 \cdot d_n$ nach Gleichung (9) der Norm berechnet zu:

$$\text{zul } N_z = B_z \cdot d_n \cdot s_w \text{ in N}$$

Hierin bedeuten:

B_z = Rechenwert in N/mm², der experimentell ermittelt und in einem Einstufungsschein dokumentiert wird.

d_n = Nageldurchmesser in mm

s_w = Wirksame Einschlagtiefe im Holz in mm

Schraubenverbindungen werden nach Gleichung (14) der Norm unter der Voraussetzung $s_g \geq 8 \cdot d_s$ bemessen zu:

$$\text{zul } N_z = 3 \cdot s_g \cdot d_s \text{ in N}$$

Hierin bedeuten:

s_g = Wirksame Einschraubtiefe im Holz in mm

d_s = Schraubendurchmesser in mm

Eine weitere Voraussetzung bei Anwendung dieser Gleichungen ist eine Dicke der angeschlossenen Holzwerkstoffplatten von ≥ 12 mm. Liegt sie darunter, so ist ein einheitlicher Bemessungswert von $N_z = 150$ N in Ansatz zu bringen.

3. Literaturlauswertung

Eine amerikanische Studie [2] befaßt sich u.a. mit dem Kopfdurchzug von Nägeln mehrerer Abmessungen in verschiedenen, auf dem amerikanischen Markt gebräuchlichen Holzwerkstoffplatten unterschiedlicher Dicken.

Die Versuche, durchgeführt nach Naßlagerung der Proben (24 hour soak), weisen aus, daß neben dem Plattentyp und der Plattendicke die Versuchsart Einfluß auf die Ergebnisse hat.

Des weiteren wird zur Zeit auf europäischer Ebene an dem Entwurf der Norm DIN EN 1383 [3] gearbeitet, die das Verfahren zur Prüfung von Holzverbindungsmittein auf Kopfdurchziehen beschreiben und festlegen soll.

4. Versuchsprogramm

4.1 Versuchsmaterial

4.1.1 Holzwerkstoffplatten

In das Versuchsprogramm wurden Holzwerkstoffplatten mit Dicken von $a = 6$ mm, 8 mm und 10 mm einbezogen. So kamen V 100-Holzspanplatten nach DIN 68763, fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5, mitteldichte Faserplatten MDF, harte Holzfasernplatten HFH 100 in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin, (nur $a = 6$ mm) und zementgebundene Holzspanplatten (nur $a = 10$ mm) gemäß Zulassung Z 9.1-173 zur Anwendung.

4.1.2 Modellverbindungsmittein

Da Nägel und Holzschrauben in der Praxis nur in bezug auf den Schaftdurchmesser d und den Kopfdurchmesser D planmäßig abgestuft vorzufinden sind, der Konuswinkel α des Kopfes dagegen nicht durchgängig systematisiert ist, wurden Modellverbindungsmittein aus Stahl (St37-3 nach DIN 17100) angefertigt und mit einem galvanischen Zinküberzug versehen.

Die rd. 80 mm langen, stiftförmigen Modelle mit Rundquerschnitt nach Abb. 1, Beilage 1, hatten Schaftdurchmesser von $d = 3$ mm, 4,5 mm und 6 mm und Kopfdurchmesser von $D = 6$ mm, 9 mm und 12 mm. Das Verhältnis von Schaft- zu Kopfdurchmesser war einheitlich $\frac{d}{D} = 0,5$. Der Kopf wurde jeweils unter Konuswinkeln von $\alpha = 90^\circ$, 120° , 150° und 180° angeformt (Abb. 1, Beilage 1).

4.2 Herstellen der Proben

4.2.1 Proben der Versuchsserie I

Die aus den Holzwerkstoffplatten gefertigten Proben hatten eine einheitliche Größe von 120 mm x 120 mm und waren jeweils für fünf Versuche ausgelegt (Abb. 2, Beilage 2).

Nach dem Vorbohren der Löcher vom Durchmesser d' , passend zum Schaftdurchmesser d der Modelle, wurden die Bohrungen unter Senkwinkeln von $\alpha' = 90^\circ$ bis $\alpha' = 150^\circ$, entsprechend den Konuswinkeln α der Modellköpfe bis zu einer Tiefe von k' gesenkt, so daß der Kopf bündig mit der Probe abschloß. Bei Modellverbindungsmiteln mit einem Konuswinkel von $\alpha = 180^\circ$ entfiel die Senkung der Bohrungen. Zusammenstellung 1, Beilage 3, enthält erläuternde Einzelheiten zu Abb. 2, Beilage 2. Vor der Versuchsdurchführung lagerten die Proben bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte im Normalklima 20/65-1, DIN 50014.

4.2.2 Proben der Versuchsserie II

Die Proben der Versuchsserie II unterschieden sich von denen der Versuchsserie I dadurch, daß die Bohrlöcher nicht gesenkt wurden und der Kopf des Modellverbindungsmitels überstand.

4.2.3. Proben der Versuchsserie III

Die Proben der Versuchsserie III entsprachen in bezug auf die Bearbeitung denen der Versuchsserie I. Die Proben lagerten jedoch vor der Versuchsdurchführung bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte im Feuchtklima bei 20°C und 90 % rel. Luftfeuchte.

4.3 Versuchsdurchführung

Die Versuche der Versuchsserie I bildeten den Hauptteil des Vorhabens, die Versuchsserien II und III dienten der ergänzenden Orientierung.

Aus versuchstechnischen Gründen wurden die Untersuchungen in Form von "Durchdrückversuchen" vorgenommen. Da die Prüfkraft auf ihrer Wirkungslinie als in Krafrichtung verschieblich betrachtet werden darf, blieb der Vorgang des "Kopfdurchzugs" uneingeschränkt erhalten.

Im Anschluß an die Versuche der Serien I und II wurden die Dicke, Feuchte und Rohdichte der Holzwerkstoffplatten an Proben nach den einschlägigen DIN-Normen zur Prüfung von Plattenwerkstoffen in Stichproben bestimmt. An den Proben aus Versuchsserie III wurde die Feuchte ermittelt.

4.3.1 Versuchsserie I

In die Versuchsserie I wurden alle, unter 4.1.1 aufgezählten und sämtliche, unter 4.1.2 genannten Modellverbindungsmittel einbezogen.

Jede der unter 4.2.1 beschriebenen Proben lag während des Versuchs nach Abb. 3, Beilage 4, eben auf einer unterlegten, 12 mm dicken Stahlplatte in Probengröße, die mit Bohrungen vom Durchmesser $D_1 = D+2.a$ versehen war.

Die Mitte der Bohrung war jeweils deckungsgleich mit der Längsachse des Modellverbindungsmittels, so daß der Modellkopf zentrisch lag, beim Durchgang durch die Probe ohne Zwängung auf der Rückseite heraustreten konnte und der zu erwartende Ausbruchkegel nicht behindert war.

Die Versuche erfolgten einzeln bei einer konstanten Prüfgeschwindigkeit von rd. 1,5 mm pro Minute bis zum Erreichen der Höchstlast, wobei ein Druckstempel mit Zentrierspitze die Prüfkraft axial in das Modellverbindungsmittel einleitete. Während des Versuchs wurde der Durchzugweg von einem induktiven Wegaufnehmer in einem Abstand von 4 mm vom Rand des Modellkopfes erfaßt und auf einen x-y-Schreiber übertragen.

Jede Kombination von Holzwerkstoff, Plattendicke, Durchmesser des Modellkopfes und Konuswinkel umfaßte 60 Einzelversuche.

4.3.2 Versuchsserie II

Die Versuchsserie II umfaßte 60 Versuche nach Abb. 4, Beilage 5, an Proben aus V 100-Holzspanplatte mit einer Dicke von $a = 10$ mm, dem Modellverbindungsmittel mit einem Kopfdurchmesser von $D = 12$ mm und mit Konuswinkel $\alpha = 90^\circ$. Der Versuchsablauf entsprach dem der Versuchsserie I.

4.3.3 Versuchsserie III

Die Versuche der Serie III (Abb. 5, Beilage 6) entsprachen in bezug auf den Umfang, die Wahl des Holzwerkstoffs und auf die Geometrie des Modellkopfes denen der Versuchsserie II. Auch hier war der Versuchsablauf wie derjenige der Serie I.

5. Versuchsauswertung

Um Kenntnis über den Einfluß der Kopfform der Modelle auf das Durchzugverhalten zu erlangen, wurden folgende Überlegungen angestellt:

5.1 Normalspannung

Die schematische Darstellung auf Abb. 6, Beilage 7, zeigt, daß unter der axial in das Modellverbindungsmittel eingeleiteten Prüfkraft F eine senkrecht auf die Konus-Mantelfläche A wirkende Normalkraft F_N angreift und hier eine Normalspannung σ_N hervorruft zu:

$$\sigma_N = \frac{F}{\sin \frac{\alpha}{2} \cdot A} \quad [\text{N/mm}^2]$$

mit $A = \frac{\pi \cdot m}{2} \cdot (D+d) \quad [\text{mm}^2]$

und m = Höhe der Konus-Mantelfläche [mm]

Die in Abb. 6, Beilage 7, dargestellte horizontale Kraftkomponente F_H blieb unberücksichtigt.

Die Konus-Mantelfläche A des Modellkopfes ist in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und dem Konuswinkel α auf Abb. 7, Beilage 8, grafisch aufgetragen.

5.2 Tragendes Volumen

Der in Abb. 8, Beilage 9, dargestellte Bereich der Holzwerkstoffprobe unterhalb des Modellkopfes wurde als tragendes Volumen V betrachtet und mit Bezug auf die Höchstkraft als $\max F/V$ -Verhältnis in Ansatz gebracht. Hierbei wurde, wie bei der Ermittlung der Normalspannung, von der senkrecht auf die Konus-Mantelfläche A wirkende Normalkraft ausgegangen.

Das tragende Volumen errechnet sich zu:

$$V = \frac{\pi \cdot a}{12} \cdot (D_2^2 + D_2 \cdot D + D^2) - \left(\frac{d^2 \cdot \pi \cdot (a-k)}{4} + \frac{\pi \cdot k \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2)}{12} \right) \quad [\text{mm}^3]$$

mit D_2 = Durchmesser von V auf der Probenunterseite (Abb. 8, Beilage 9).

D_2 liegt damit rechnerisch in den Grenzen:
 $D \leq D_2 \leq D_1 \quad [\text{mm}]$

Abb. 9, Beilage 10, zeigt das als tragend betrachtete Volumen V in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α in einer grafischen Darstellung.

5.3 Bettungsziffer

Für die Bettungsziffer C_0 kommt der geradlinige, proportional ansteigende Teil der Kraft-Durchzugskurve in Betracht, in dem der Quotient $\frac{\Delta F}{\Delta f}$ aus der Kraftdifferenz ΔF und der Differenz des Durchzugweges Δf konstant ist. Die Bettungsziffer errechnet sich aus der Normalspannung σ_N unter ΔF und Δf zu:

$$C_0 = \frac{\Delta F}{\sin \frac{\alpha}{2} \cdot A \cdot \Delta f} \quad [\text{N/mm}^3]$$

5.4 Durchzugsmodul

Der Durchzugsmodul C bezieht sich ebenfalls auf den geradlinigen Anstiegsteil der Kraft-Durchzugskurve und wird bestimmt zu:

$$C = \frac{\Delta F}{\Delta f} \quad [\text{N/mm}]$$

6. Versuchsergebnisse

Soweit die Versuchsergebnisse statistisch ausgewertet wurden und die 5 %-Fraktile ermittelt worden ist, ergab sich der x_5 -Wert aus dem um die 1,67 fache Standardabweichung verminderten Mittelwert.

6.1 Versuchsreihe I

Die Feuchte und Rohdichte der verwendeten Holzwerkstoffplatten sind in Zusammenstellung 2, Beilage 11, aufgeführt.

6.1.1 Höchstkraft

In den Zusammenstellungen 3 bis 7, Beilagen 12 bis 15, sind die $\max F$ -Werte eingetragen, in den Abb. 10 bis 14, Beilagen 16 bis 20, als Balkendiagramme und in den Abb. 15 bis 19, Beilagen 21 bis 25, als 3D-Grafiken dargestellt. Die Abb. 20 bis 22, Beilagen 26 bis 28, geben kennzeichnende Kraft-Durchzugskurven wieder.

Zunächst hat die Art des verwendeten Holzwerkstoffs erwartungsgemäß Einfluß auf die im Versuch erreichte Höchstkraft.

Einen deutlichen Einfluß nehmen der Kopfdurchmesser und die Plattendicke. Mit steigenden Abmessungen wächst die Höchstkraft stark an. Dagegen ist der Einfluß des Konuswinkels nicht immer eindeutig, teilweise tritt er als Einflußgröße auf den Kopfdurchzug in seiner Bedeutung in den Hintergrund.

Der Variationskoeffizient liegt durchgängig in einer näherungsweise vergleichbaren Größenordnung. Während beim Durchzugversuch das Plattenmaterial auf kleinstem Bereich, fast punktförmig beansprucht wird, tritt hier seine natürliche Streuung etwas stärker zu Tage, als bei den Rohdichteproben, deren größere Abmessung bereits ausgleichende Wirkung zeigt.

Auch das Bruchverhalten war, unabhängig vom Holzwerkstoff, mit guter Näherung vergleichbar. Während der Durchmesser des Ausbruchs auf der Probenrückseite etwa dem Durchmesser des Modellkopfes entsprach, traten beim Buchensperrholz zusätzlich kleine Ausrisse im rückseitigen Deckfurnier auf, deren Ausmaß jedoch auf den Bereich des Ausbruchs beschränkt blieb und in keinem Fall den Rand der Bohrung der unterlegten Stahlplatte erreichten.

6.1.2 Normalspannung

Die Zusammenstellungen 8 bis 12, Beilagen 29 bis 32, enthalten die Ergebnisse. Auf den Abb. 23 bis 27, Beilagen 33 bis 37, bzw. Abb. 28 bis 32, Beilagen 38 bis 42, sind die Versuchsergebnisse grafisch dargestellt.

Im Gegensatz zur Höchstkraft zeigen die ermittelten Normalspannungen ein teilweise gegenläufiges Bild. Während mit zunehmender Plattendicke die Normalspannung steigt, weist sie mit wachsendem Kopfdurchmesser in die Gegenrichtung. Der Konuswinkel tritt hier etwas deutlicher, wenn auch nicht immer durchgängig als Einflußgröße in Erscheinung.

6.1.3 Tragendes Volumen

Die Ergebnisse sind in den Zusammenstellungen 13 bis 17, Beilagen 43 bis 46, aufzufinden und in den Abb. 33 bis 37, Beilagen 47 bis 51, (Säulendiagramme) bzw. Abb. 38 bis 42, Beilagen 52 bis 56 (3D-Bilder), grafisch dargestellt.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Plattendicke und der Durchmesser des Modellkopfes eher eine nachgeordnete Rolle spielen. Dagegen gewinnt der Einfluß des Konuswinkels in allen Versuchen an Trennschärfe.

6.1.4 Bettungsziffer

In den Zusammenstellungen 18 bis 22, Beilagen 57 bis 60, sind die Versuchsergebnisse eingetragen und in den Abb. 43 bis 47, Beilagen 61 bis 65 und Abb. 48 bis 52, Beilagen 66 bis 70, grafisch wiedergegeben.

Während der Einfluß der Plattendicke nur schwach und nicht immer eindeutig ausgeprägt ist, wirkt sich der Kopfdurchmesser stets deutlich aus. Mit steigendem Durchmesser nimmt die Bettungsziffer ab. Dagegen zeigt der Konuswinkel nicht immer eindeutige Wirkung. Zum größten Teil tritt sein Einfluß in den Hintergrund.

6.1.5 Durchzugsmodul

In den Zusammenstellungen 23 bis 27, Beilagen 71 bis 74, und in den Abb. 53 bis 57, Beilagen 75 bis 79 (Säulengrafik), bzw. in den Abb. 58 bis 62, Beilagen 80 bis 84 (3D-Diagramme), sind die Versuchsergebnisse enthalten.

Hier ist in fast allen Fällen ein Zusammenwirken von Kopfdurchmesser und Plattendicke feststellbar. Nehmen beide zu, so wächst auch überwiegend der Durchzugsmodul an.

Der Einfluß des Konuswinkels kommt auch hier größtenteils nicht zum Tragen, in Einzelfällen ist das Verhalten gegenläufig.

6.2 Versuchsserie II

In der Versuchsserie II wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient
	\bar{x}	$\pm s$	V
	N	N	%
Höchstkraft max F	1850	214	11,6

Der Vergleichswert aus Versuchsserie I betrug $\bar{x} = 1880$ N (V=11,7 %) und ist mit dem oben aufgeführten Mittelwert gut vergleichbar.

6.3 Versuchsreihe III

Hier lag der Mittelwert erwartungsgemäß deutlich niedriger und betrug:

	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient
	\bar{x}	$\pm s$	V
	N	N	%
Höchstkraft max F	1383	173	12,5

Die Feuchte der Proben lag zwischen 16,5 % und 17,9 % und war im Mittel 17,0 %.

7. Schlußbetrachtung

Die Ergebnisse zeigen, daß der Durchzugwiderstand des Kopfes der Modellverbindungsmitel in Holzwerkstoffplatten mit Dicken unter 12 mm sowohl vom Kopfdurchmesser, der Werkstoffdicke als auch vom Konuswinkel beeinflußt wird. Schließlich hat die Art des Holzwerkstoffs wesentlichen Einfluß auf das Kopfdurchzugverhalten.

Um dies anschaulich zu machen, wurden die x_5 -Werte der Höchstkraft

maxF bei Konuswinkeln von $\alpha = 90^\circ$ und $\alpha = 180^\circ$ durch übliche Sicherheitsbeiwerte dividiert und die so ermittelten Beanspruchung F in Schaftrichtung dem zulässigen Rechenwert gemäß DIN 1052 Teil 2 von zul $N_z = 150$ N gegenübergestellt.

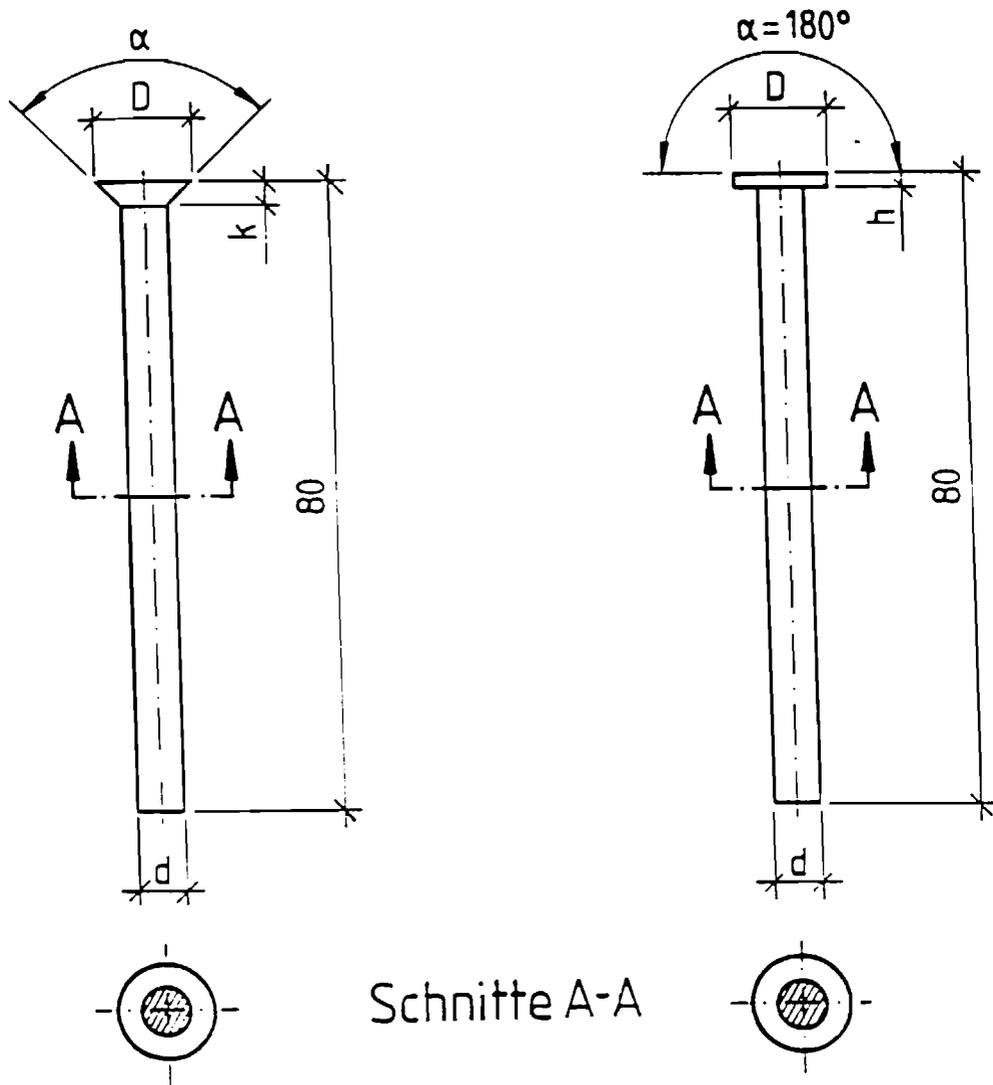
In den Abb. 63 bis 65, Beilagen 85 bis 87, sind die Beanspruchung F und zur N_z grafisch dargestellt.

In den Grafiken hebt sich das Buchensperrholz nach oben hin deutlich von den anderen geprüften Platten ab.

Verfolgt man die lebhaft betriebene Entwicklung von Holzwerkstoffen, so ist in Teilbereichen ein Trend zu sog. "Hochleistungsprodukten" zu beobachten. Hier könnten in bezug auf Kopfdurchzug mechanischer Verbindungsmittel noch Reserven nutzbar gemacht werden.

8. Literatur

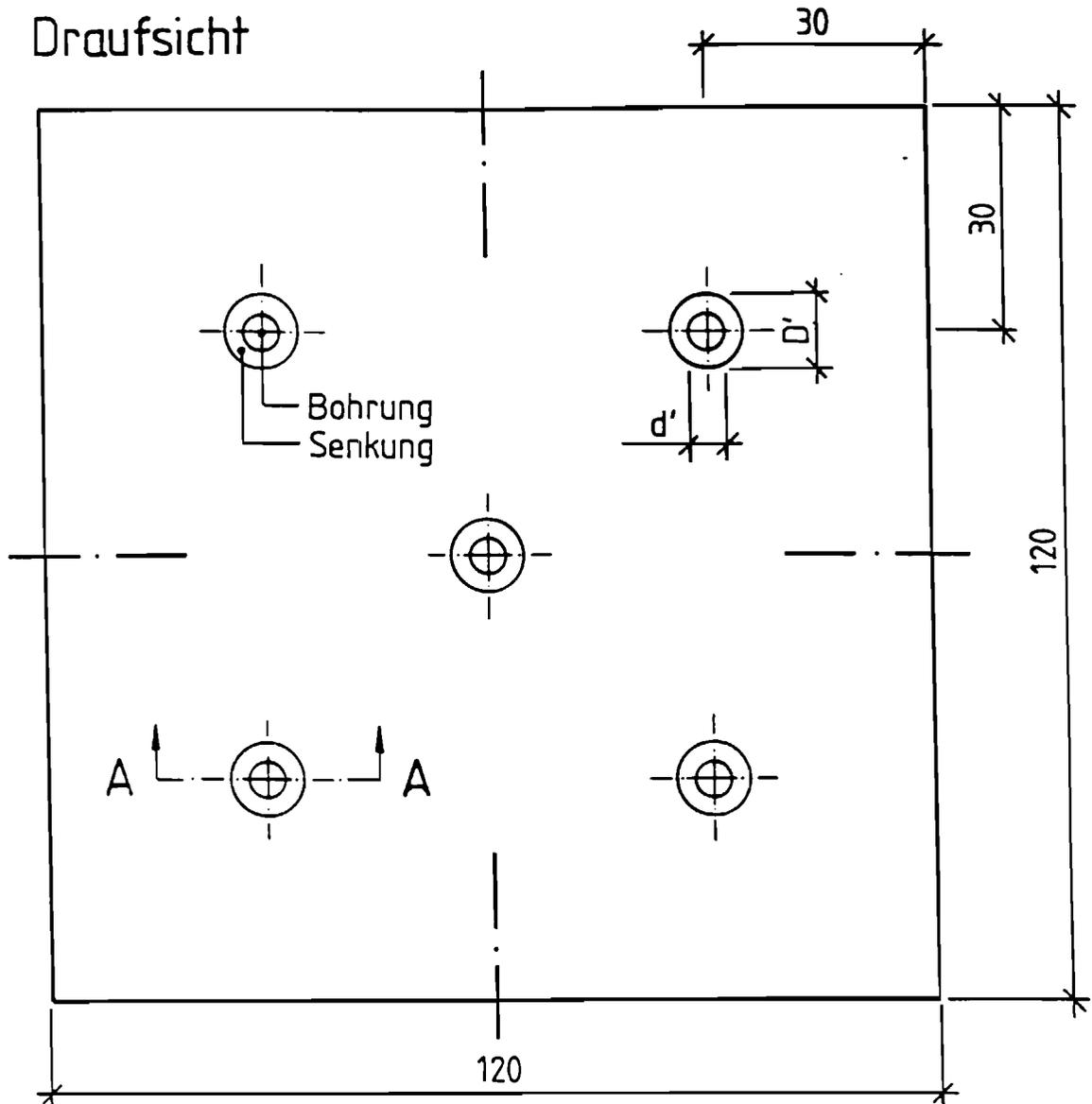
- [1] DIN 1052 Teil 2 (4/1988): Holzbauwerke, mechanische Verbindungsmittel
- [2] Poo Chow
J. Dobbin McNatt
Steven J. Lambrechts
George Z. Gertner: Direct withdrawal and head pull-through performance of nails and staples in structural wood-based panel materials
- [3] DIN EN 1383 (Entwurf): Holzbauwerke, Prüfverfahren, Prüfung von Holzverbindungs-auf Kopfdurchziehen



Durchmesser		Konuswinkel α °	Kopfhöhe	
Schaft d mm	Kopf D mm		k mm	h mm
3	6	90	1,50	-
		120	0,87	-
		150	0,40	-
		180	-	1,0
4,5	9	90	2,25	-
		120	1,30	-
		150	0,60	-
		180	-	1,5
6	12	90	3,0	-
		120	1,73	-
		150	0,80	-
		180	-	2,0

Abb. 1 Form und Abmessungen der galvanisch verzinkten Modellverbindungsmittel aus Stahl (St37-3 nach DIN 17100)

Draufsicht



Seitenansicht

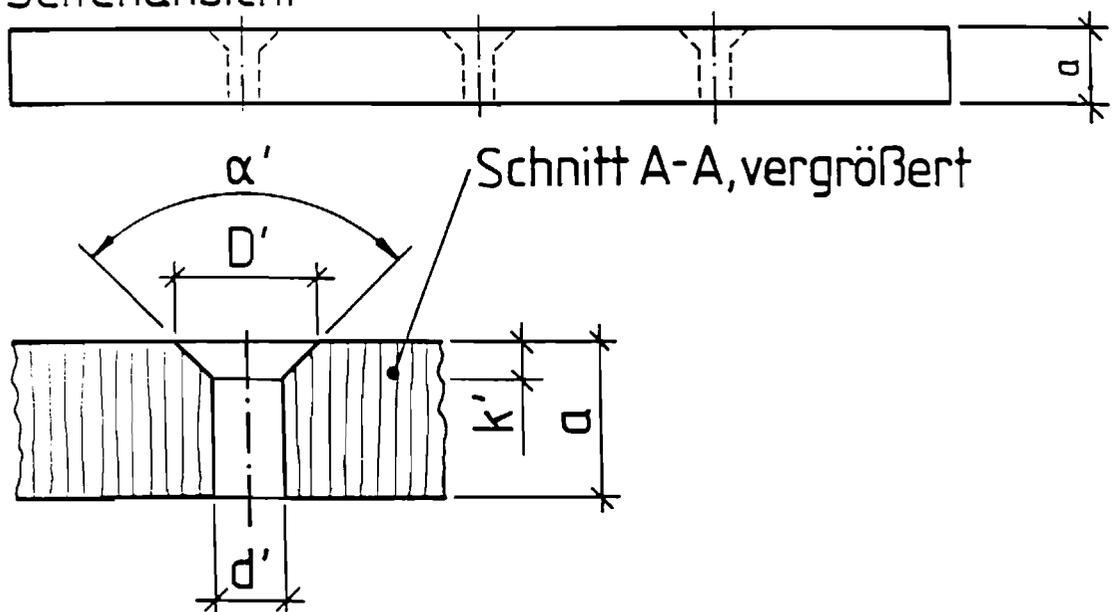
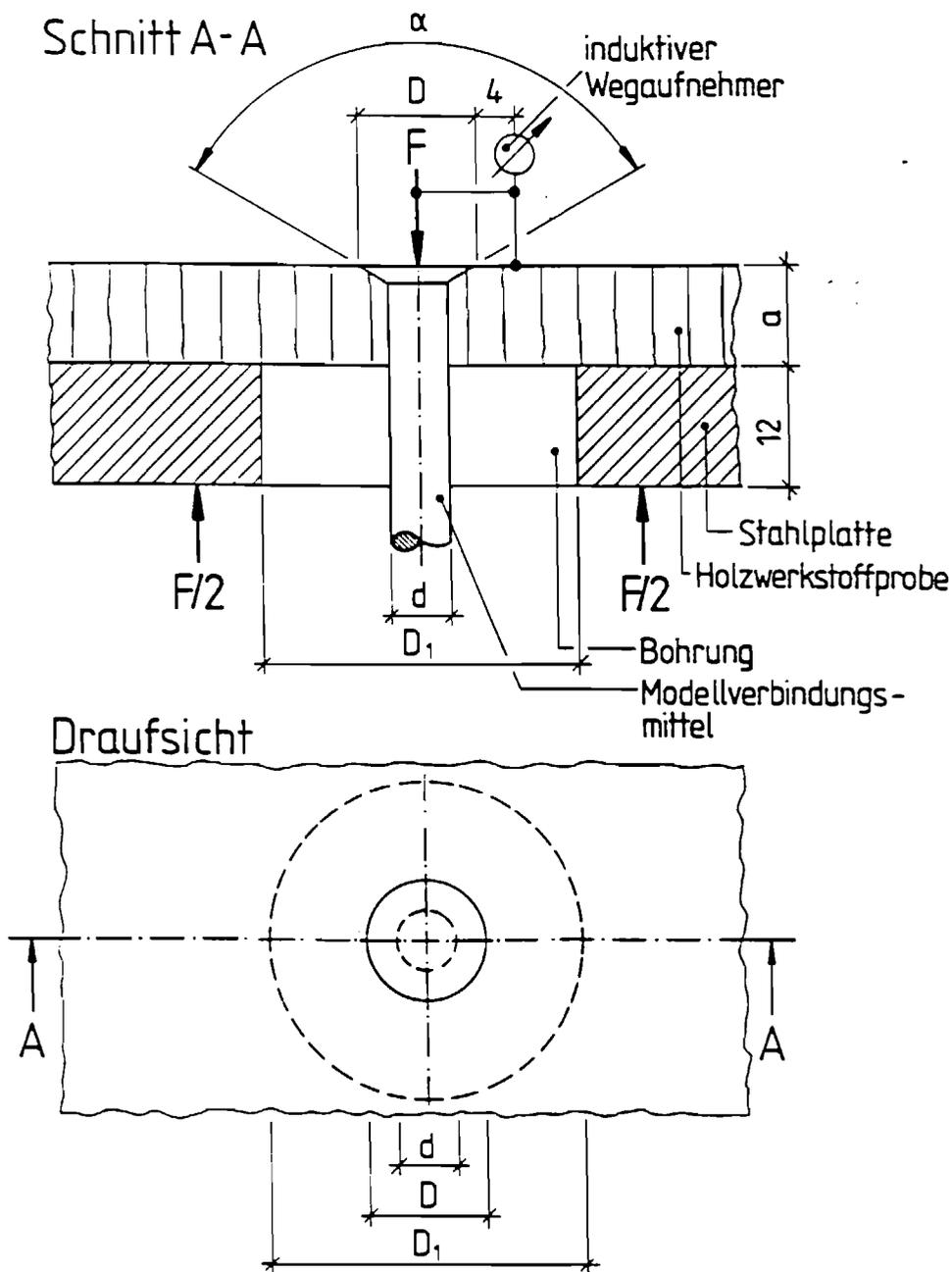


Abb. 2 Abmessungen der Holzwerkstoffproben der Versuchserie I. Erläuternde Einzelheiten dazu in Zusammenstellung 1, Beilage 3

Zusammenstellung 1

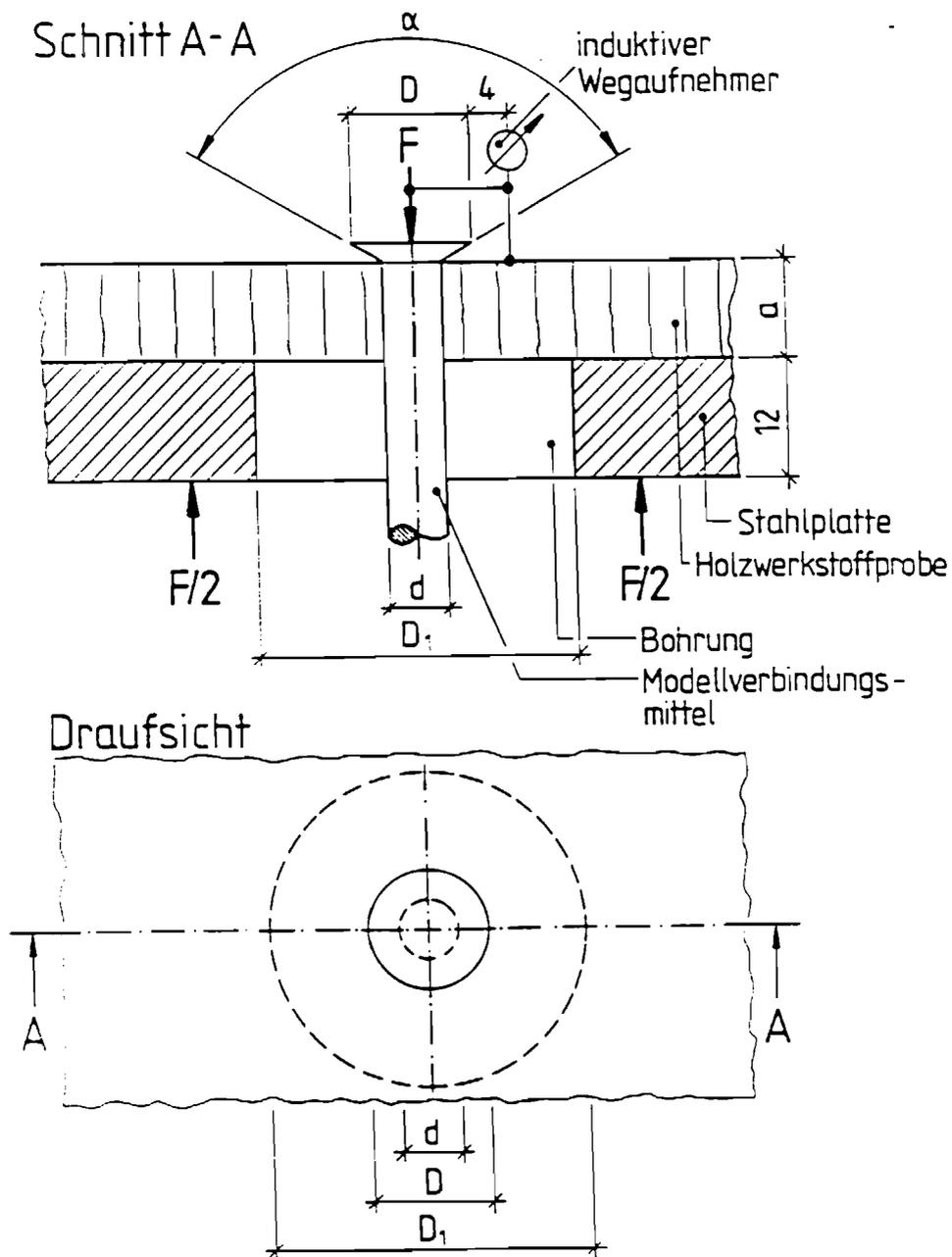
Erläuternde Einzelheiten zu den Holzwerkstoffproben von
Abb. 2, Beilage 2

Holzwerkstoff	Angaben je Holzwerkstoff und Plattendicke						
	Platten- dicke a mm	Durchmesser Bohrung Senkung		Senk- winkel α' °	Senk- tiefe k' mm		
		d'	D'				
V100-Holzspanplatte	6 8 10	3	6	90 120 150 180	1,50 0,87 0,40 -		
Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100	6 8 10			4,5	9	90 120 150 180	2,25 1,30 0,60 -
Mitteldichte Faser- platte MDF	6 8 10					6	12
Harte Holzfaserplatte HFH 100	6	10	180				
Zementgebundene Holzspanplatte	10			-			



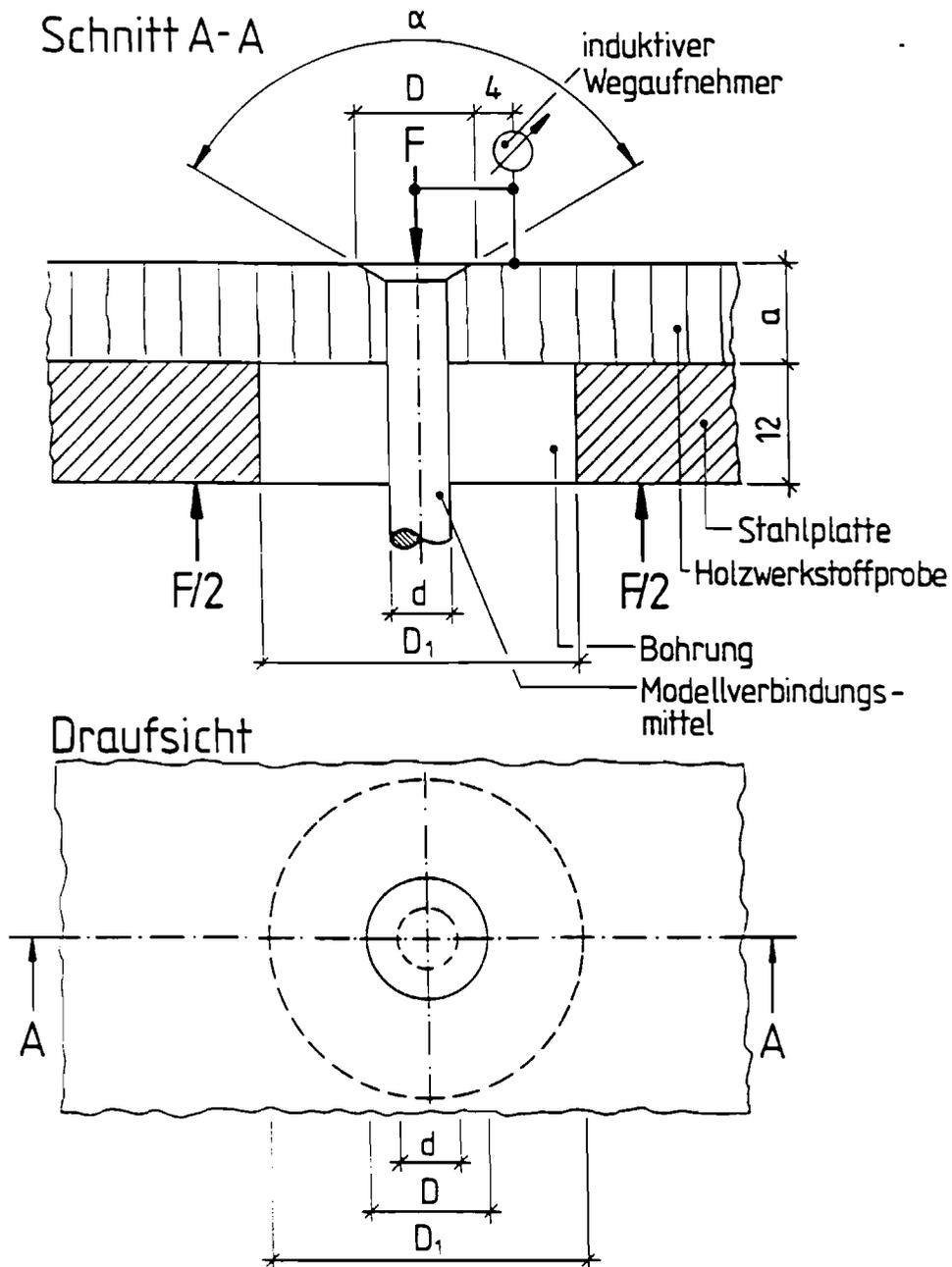
Holzwerkstoff	Nenn- dicke a	Durchmesser Schaft d	Durchmesser Kopf D	Konus- winkel α	Durchmesser Bohrung D_1
	mm	mm	mm	°	mm
V 100-Holzspanplatte Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100	6	3	6	90	18
		4,5	9		22
		6	12		26
Mitteldichte Faser- platte MDF	8	3	6	120	21
		4,5	9	150	25
		6	12	180	29
Harte Holzfaserplatte HFH 100	10	3	6	180	24
		4,5	9		28
		6	12		32

Abb. 3 Schematische Anordnung der Versuche der Versuchsserie I



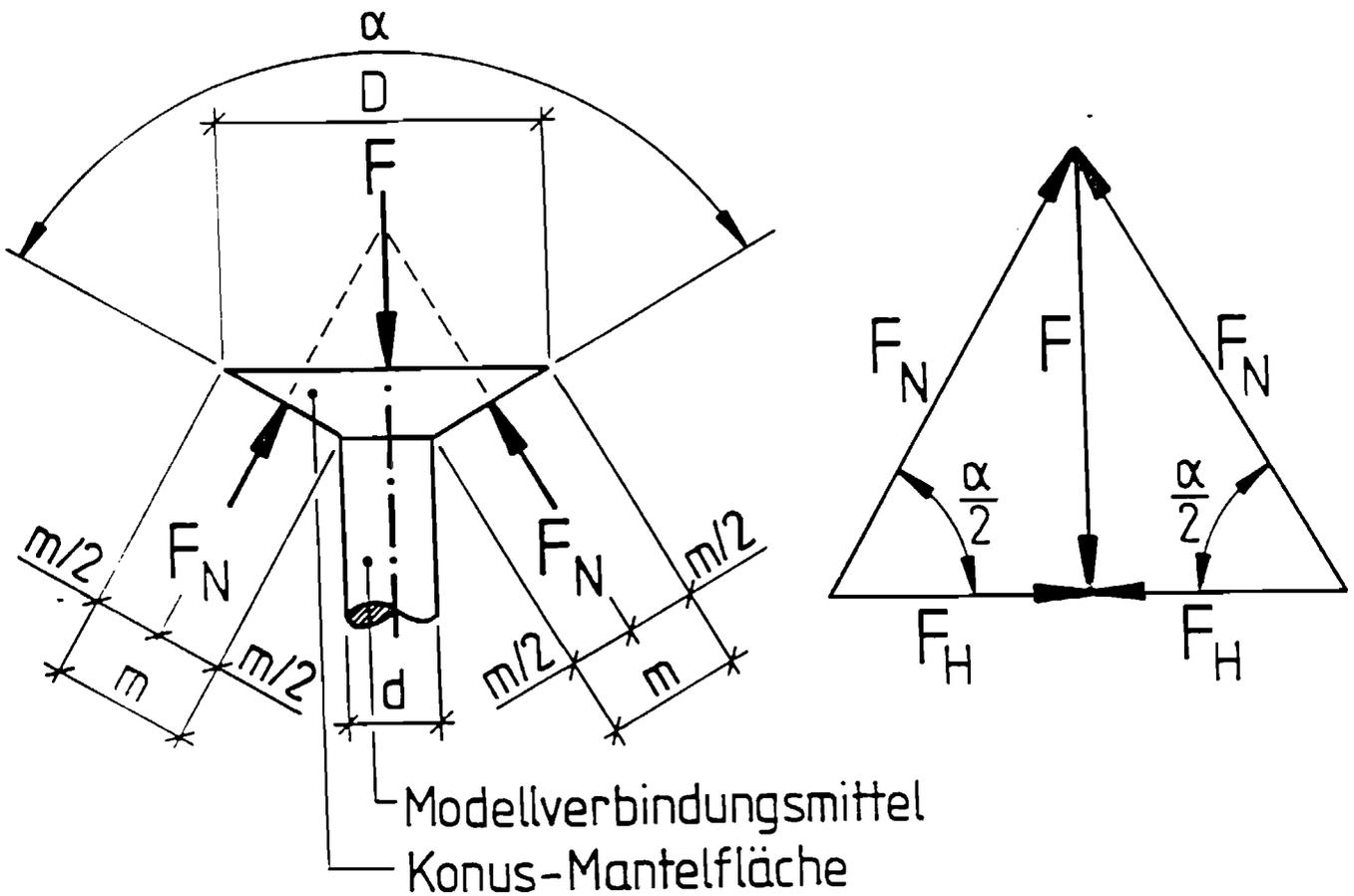
Holzwerkstoff	Nenn- dicke a	Durchmesser Schaft d	Durchmesser Kopf D	Konus- winkel α	Durchmesser Bohrung D_1
	mm	mm	mm	°	mm
V 100-Holzspanplatte	10	6	12	90	32

Abb. 4 Schematische Anordnung der Versuche der Versuchsserie II



Holzwerkstoff	Nenn- dicke a	Durchmesser Schaft d	Kopf D	Konus- winkel α	Durchmesser Bohrung D ₁
	mm	mm	mm	°	mm
V 100-Holzspanplatte	10	6	12	90	32

Abb. 5 Schematische Anordnung der Versuche der Versuchsserie III



$$A = \frac{\pi \cdot m}{2} \cdot (D+d) \text{ [mm}^2\text{]}$$

- Hierin bedeuten:
- σ_n = Normalspannung [N/mm²]
 - F_n = Normalkraft [N]
 - A = Konus-Mantelfläche [mm²]
 - F = Prüfkraft [N]
 - α = Konuswinkel [°]
 - m = Höhe der Konus-Mantelfläche [mm]
 - D = Kopfdurchmesser [mm]
 - d = Schaftdurchmesser [mm]

Abb. 6 Schematische Darstellung der axial in das Modellverbindungsmittel eingeleiteten Prüfkraft F und der senkrecht auf die Konus-Mantelfläche wirkenden Normalkraft F

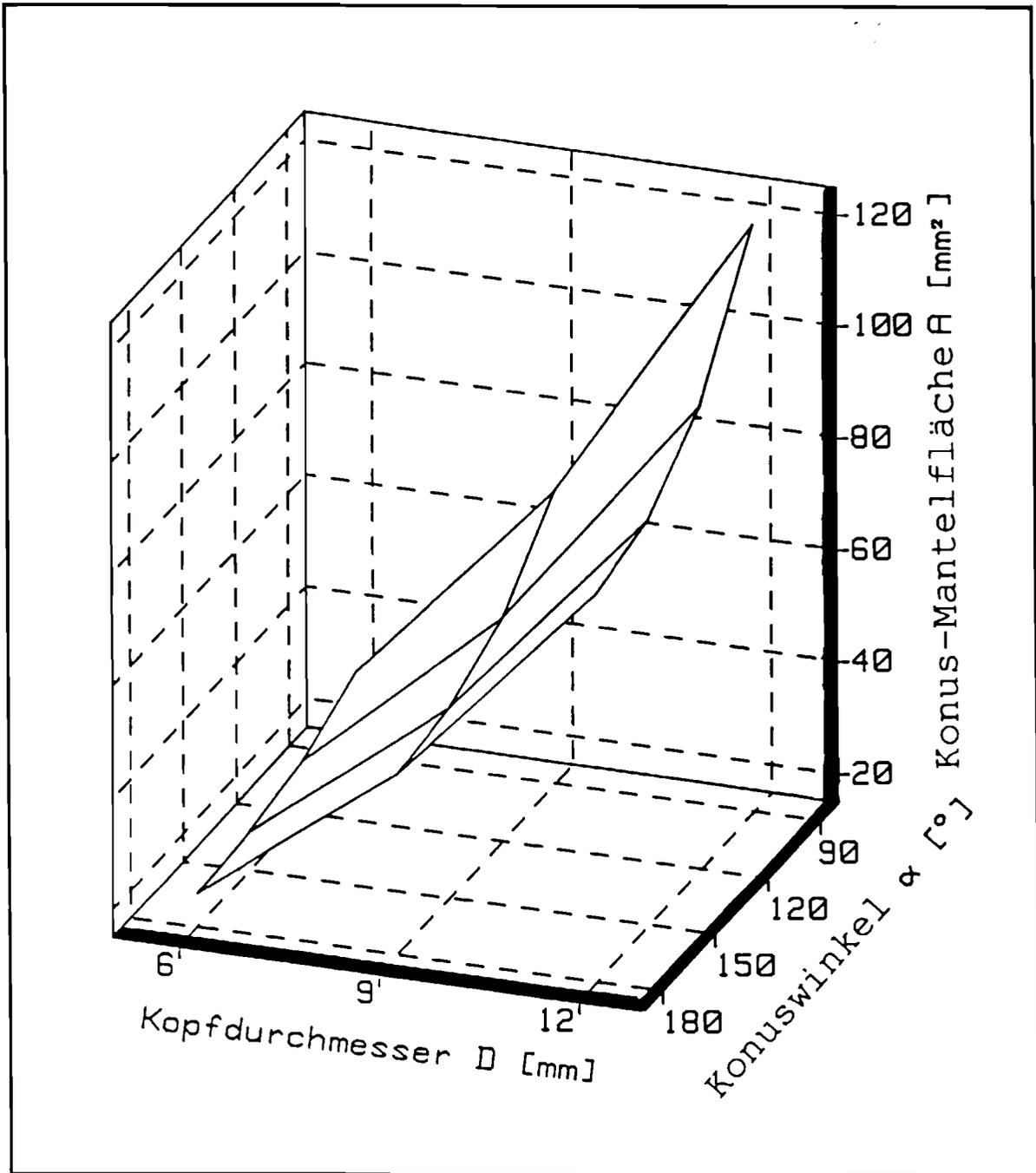
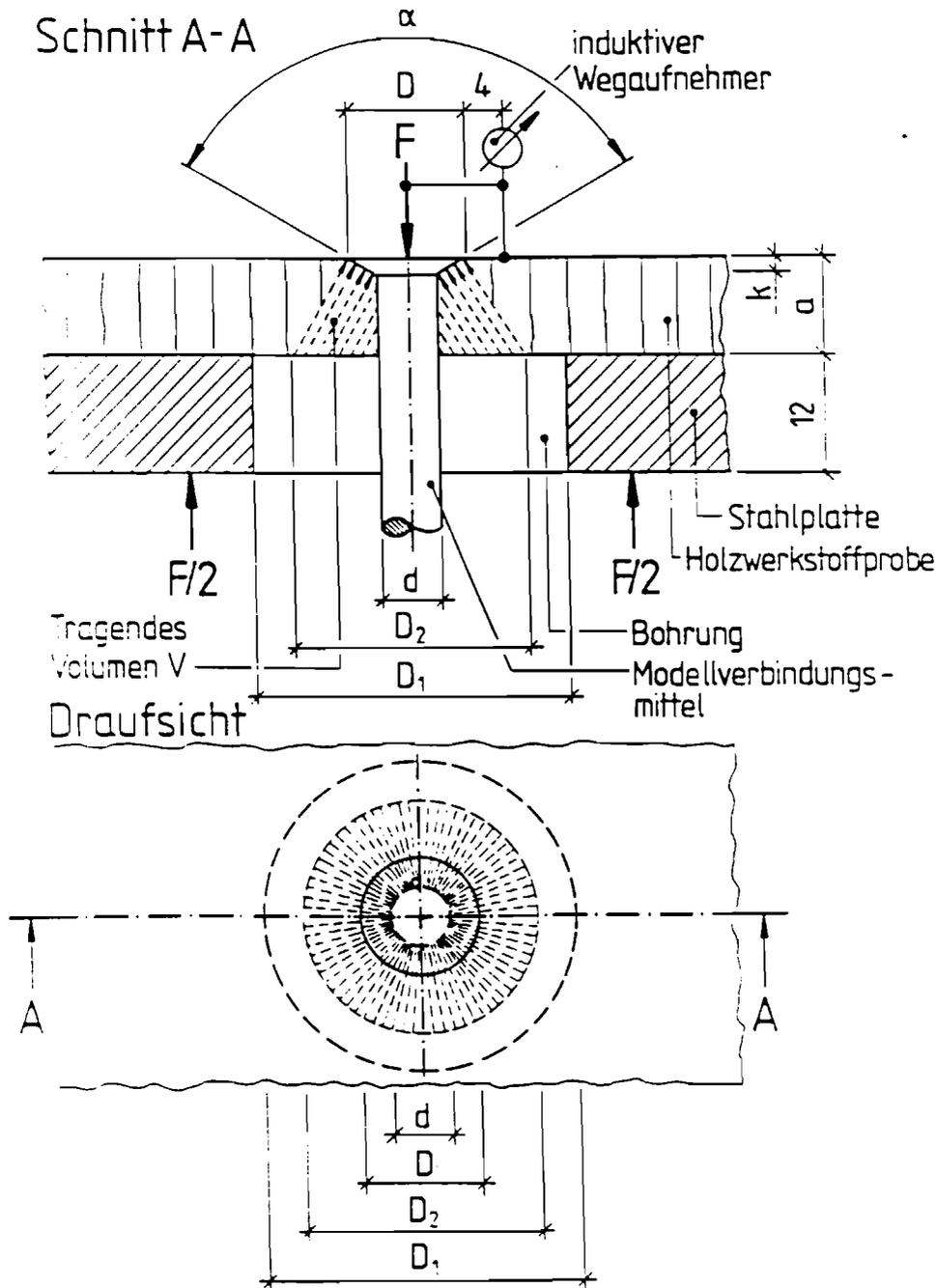


Abb. 7 Grafische Darstellung der Konus-Mantelfläche A des Modellkopfes in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und dem Konuswinkel α



$$V = \frac{\pi \cdot a}{12} \cdot (D_2^2 + D_2 \cdot D + D^2) - \left(\frac{d^2 \cdot \pi \cdot (a - k)}{4} + \frac{\pi \cdot k \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2)}{12} \right) \quad [\text{mm}^3]$$

- Hierin bedeuten:
- V = Tragendes Volumen [mm³]
 - a = Dicke der Holzwerkstoffprobe [mm]
 - D₂ = Durchmesser von V auf der Probenunterseite [mm]
 - D = Durchmesser des Modellkopfes [mm]
 - d = Schaftdurchmesser des Modellverbindungs-mittels [mm]
 - k = Kopfhöhe [mm]

Abb. 8 Schematische Darstellung des als tragend betrachteten Volumens V unterhalb des Modellkopfes

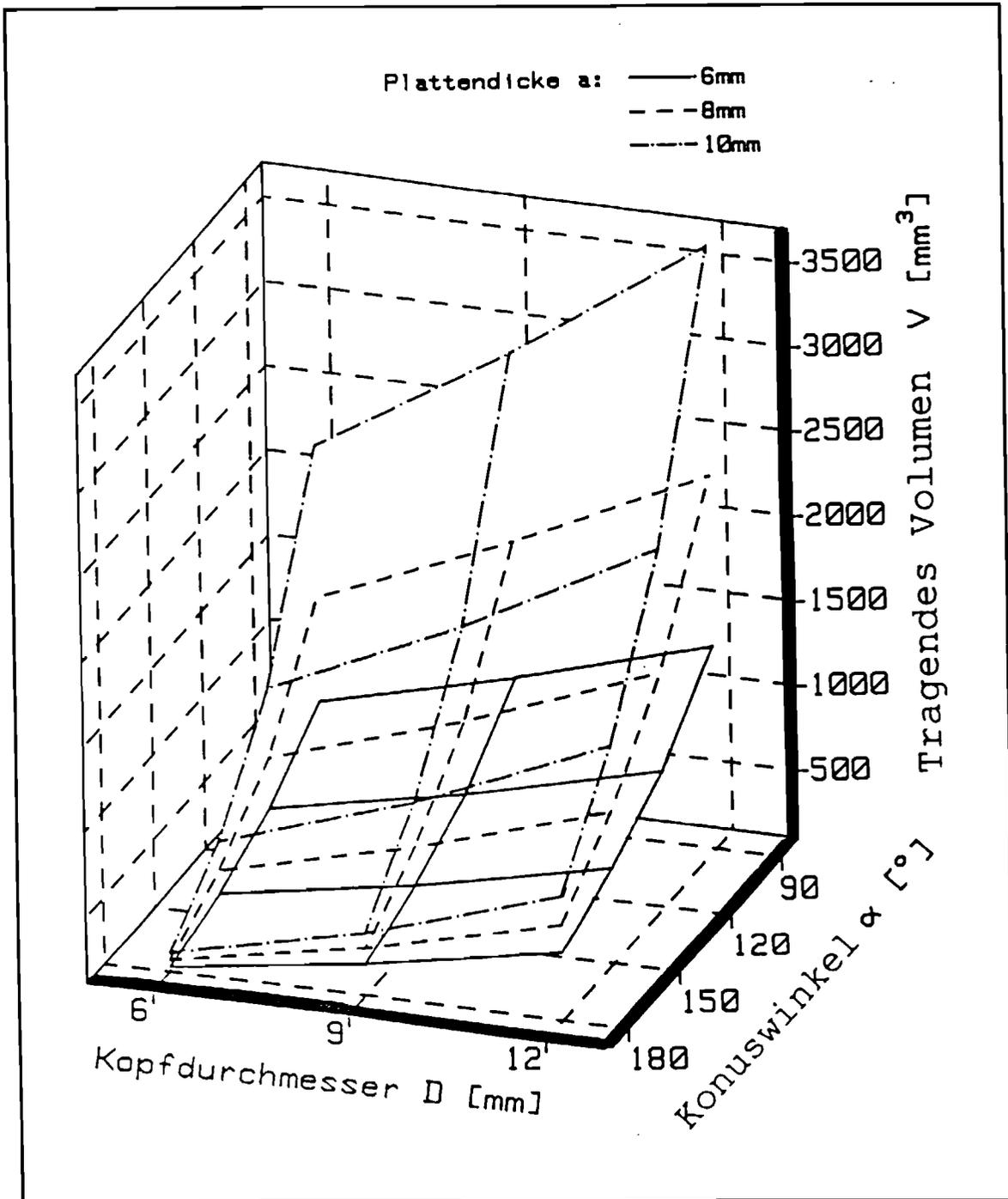


Abb. 9 Grafische Darstellung des als tragend betrachteten Volumens V unterhalb des Modellkopfes in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α

Zusammenstellung 2

Feuchte und Rohdichte der verwendeten Holzwerkstoffplatten

Holzwerkstoff	Platten- dicke	Feuchte	Rohdichte		
			Mittel- wert	Standard- abweichung	Variations- koeffizient
			\bar{x}	$\pm s$	V
	a	u	kg/m ³	kg/m ³	%
	mm	%			
V 100-Holzspanplatte	6	7,5	737	24,2	3,3
	8	7,3	773	18,3	2,4
	10	7,0	747	24,5	3,3
Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100	6	8,5	693	15,1	2,2
	8	8,8	725	19,2	2,6
	10	8,5	729	9,0	1,2
Mitteldichte Faser- platte MDF	6	6,6	837	33,8	4,0
	8	6,3	785	11,1	1,4
	10	6,6	839	9,7	1,2
Harte Holzfaser- platte HFH 100	6	6,4	989	39,6	4,0
Zementgebundene Holzspanplatte	10	8,1	1228	49,7	4,0

Zusammenstellung 3**Versuchsserie I**

Höchstkraft max F in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Höchstkraft max F			
			Mittelwert \bar{x} N	Standardabweichung $\pm s$ N	Variationskoeffizient V %	5%-Fraktile x N
6	6	90	536	63,2	11,8	431
		120	492	65,0	13,2	383
		150	542	57,5	10,6	446
		180	630	60,7	9,6	529
	9	90	777	56,5	7,3	682
		120	812	83,6	10,3	372
		150	846	88,8	10,5	698
		180	843	62,9	7,5	738
	12	90	935	65,0	6,9	826
		120	1050	68,7	6,5	935
		150	1027	69,1	6,7	912
		180	1034	62,2	6,0	930
8	6	90	921	79,2	8,6	788
		120	932	72,1	7,7	812
		150	1050	76,3	7,3	922
		180	1121	85,2	7,6	979
	9	90	1278	145	11,3	1035
		120	1306	132	10,1	1085
		150	1396	79,1	5,7	1263
		180	1410	106	7,5	1232
	12	90	1546	125	8,1	1336
		120	1698	113	6,6	1508
		150	1673	136	8,1	1446
		180	1673	102	6,1	1501
10	6	90	1162	94,2	8,1	1005
		120	1211	77,8	6,4	1081
		150	1294	110	8,5	1109
		180	1294	132	10,2	1072
	9	90	1367	107	7,8	1188
		120	1574	205	13,0	1230
		150	1563	197	12,6	1232
		180	1608	166	10,3	1329
	12	90	1880	221	11,7	1511
		120	1941	111	5,7	1756
		150	2081	283	13,6	1607
		180	2184	268	12,3	1736

Zusammenstellung 4

Versuchsserie I

Höchstkraft max F in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100
nach DIN 68705 Teil 5

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Höchstkraft max F			
			Mittelwert \bar{x} N	Standardabweichung $\pm s$ N	Variationskoeffizient V %	5%-Fraktile x N
6	6	90	1402	103	7,3	1229
		120	1607	138	8,6	1375
		150	1697	119	7,0	1497
		180	1683	130	7,7	1465
	9	90	1772	189	10,7	1456
		120	2180	137	6,3	1951
		150	2384	182	7,6	2080
		180	2427	170	7,0	2143
	12	90	2375	117	4,9	2178
		120	2508	137	5,5	2278
		150	2823	183	6,5	2517
		180	2845	184	6,5	2536
8	6	90	1776	129	7,3	1559
		120	2134	134	6,3	1910
		150	2223	211	9,5	1869
		180	2178	138	6,3	1946
	9	90	2533	262	10,3	2095
		120	3315	355	10,7	2721
		150	3278	349	10,6	2693
		180	3335	365	10,9	2725
	12	90	3219	383	11,9	2579
		120	3862	335	8,7	3302
		150	4203	300	7,1	3701
		180	4395	411	9,3	3707
10	6	90	3195	288	9,0	2714
		120	3290	270	8,2	2838
		150	3254	270	8,3	2801
		180	3469	313	9,0	2945
	9	90	4423	369	8,3	3806
		120	4955	490	9,9	4135
		150	4561	303	6,6	4054
		180	4717	419	8,9	4017
	12	90	5716	413	7,2	5024
		120	6298	398	6,3	5632
		150	6470	474	7,3	5677
		180	6250	545	8,4	5339

Zusammenstellung 5

Versuchsserie I

Höchstkraft max F in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmittele.
 Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Höchstkraft max F			
			Mittelwert \bar{x} N	Standardabweichung $\pm s$ N	Variationskoeffizient V %	5%-Fraktile x N
6	6	90	1046	81,6	7,8	910
		120	1306	96,4	7,4	1145
		150	1374	75,9	5,5	1247
		180	1417	85,4	6,0	1275
	9	90	1167	61,4	5,3	1065
		120	1645	152	9,2	1391
		150	1802	85,4	4,7	1659
		180	1879	135	7,2	1653
	12	90	1471	104	7,1	1296
120		1971	151	7,7	1717	
150		2207	102	4,6	2035	
180		2153	144	6,7	1912	
8	6	90	1123	56,2	5,0	1029
		120	1294	62,9	4,9	1189
		150	1436	63,5	4,4	1330
		180	1487	83,8	5,6	1347
	9	90	1450	53,3	3,7	1361
		120	1948	71,6	3,7	1829
		150	2161	140	6,5	1926
		180	2126	126	5,9	1914
	12	90	1791	74,1	4,1	1667
120		2323	87,8	3,8	2177	
150		2596	129	5,0	2380	
180		2578	125	4,8	2368	
10	6	90	1738	89,8	5,2	1588
		120	2100	85,3	4,1	1958
		150	1952	111	5,7	1766
		180	1853	118	6,4	1655
	9	90	2496	164	6,6	2222
		120	2958	136	4,6	2730
		150	3039	166	5,5	2760
		180	3237	158	4,9	2972
	12	90	3012	140	4,6	2777
120		3143	193	6,1	2820	
150		3451	198	5,8	3119	
180		3484	176	5,0	3190	

Zusammenstellung 6**Versuchsserie I**

Höchstkraft max F in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.

Holzwerkstoff: Harte Holzfaserverplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt; Berlin

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Höchstkraft max F			
			Mittelwert \bar{x} N	Standardabweichung $\pm s$ N	Variationskoeffizient V %	5%-Fraktile x N
6	6	90	1091	87,0	8,0	946
		120	1444	96,8	6,7	1282
		150	1670	141	8,4	1434
		180	1673	126	7,6	1462
	9	90	1432	129	9,0	1216
		120	1948	132	6,8	1727
		150	2105	137	6,6	1875
		180	2237	170	7,6	1951
	12	90	1753	149	8,5	1503
		120	2270	178	7,8	1972
		150	2847	236	8,3	2452
		180	2753	184	6,7	2445

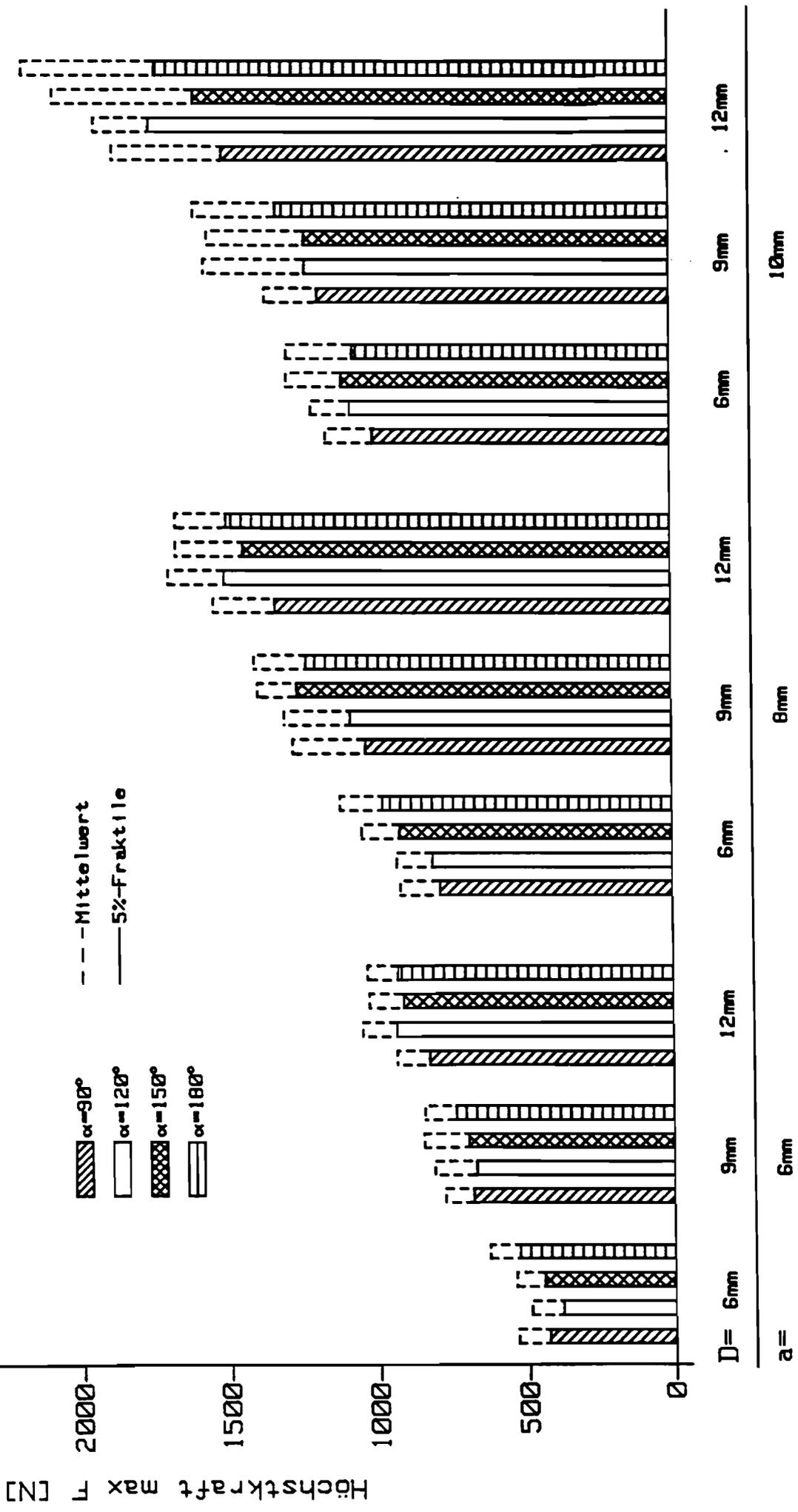
Zusammenstellung 7**Versuchsserie I**

Höchstkraft max F in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.

Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Höchstkraft max F			
			Mittelwert \bar{x} N	Standardabweichung $\pm s$ N	Variationskoeffizient V %	5%-Fraktile x N
10	6	90	1380	153	11,1	1124
		120	1373	157	11,4	1111
		150	1343	142	10,6	1105
		180	1356	154	11,3	1098
	9	90	1679	148	8,8	1430
		120	1677	157	9,4	1414
		150	1823	204	11,2	1482
		180	1722	209	12,1	1373
	12	90	2092	232	12,1	1704
		120	2237	192	8,6	1915
		150	2256	206	9,1	1912
		180	2336	220	9,4	1968

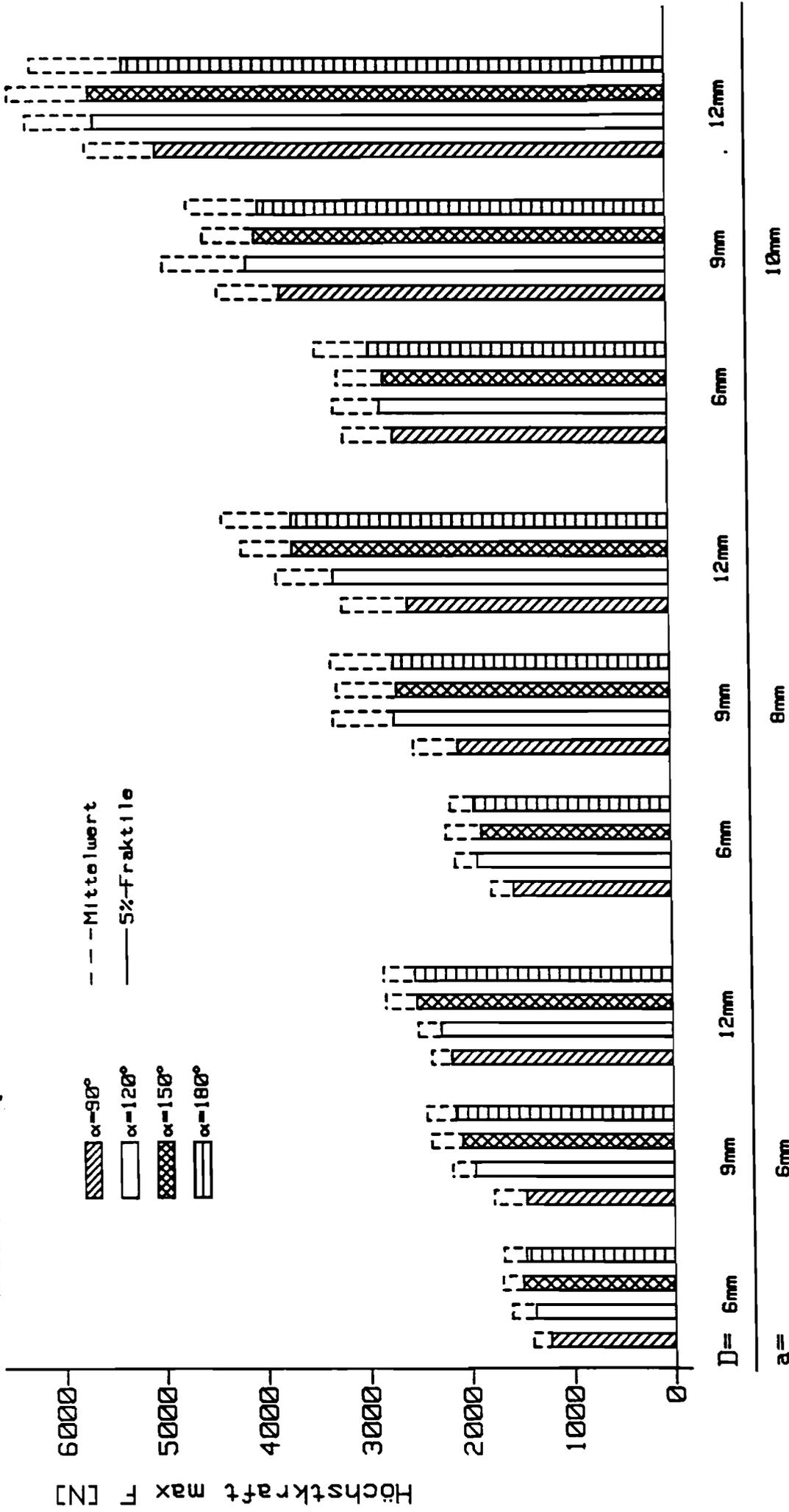
V100 - Holzspanplatte



MsgBa 11 F

Abb. 10 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Höchstkraft max F in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitells.
 Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

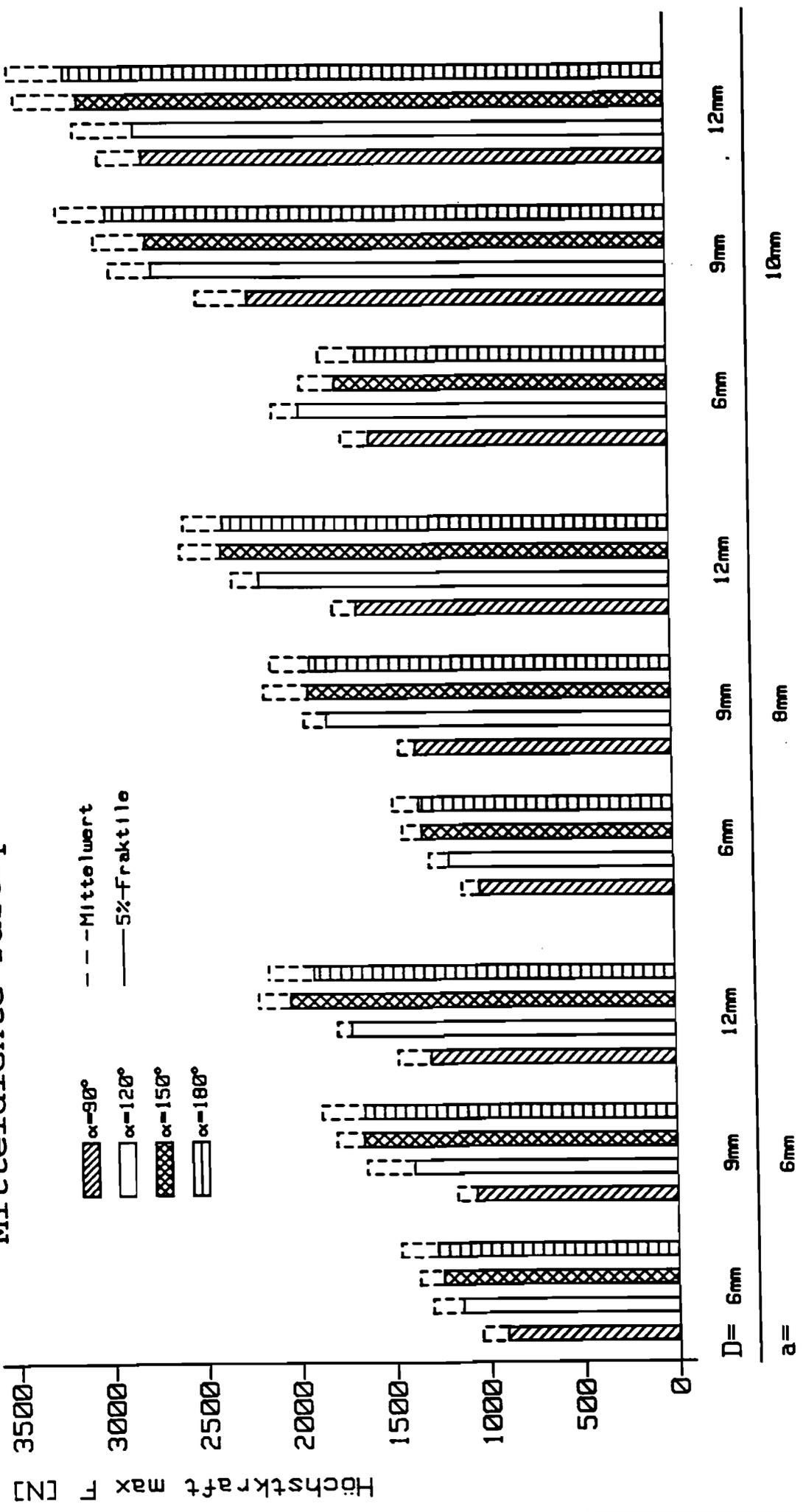
Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU - BU 100



NagBa 13F

Abb. 11 Versuchserie I. Grafische Darstellung der Höchstkraft max F in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindingsmittels.
Holzwerkstoff: Fünflages Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

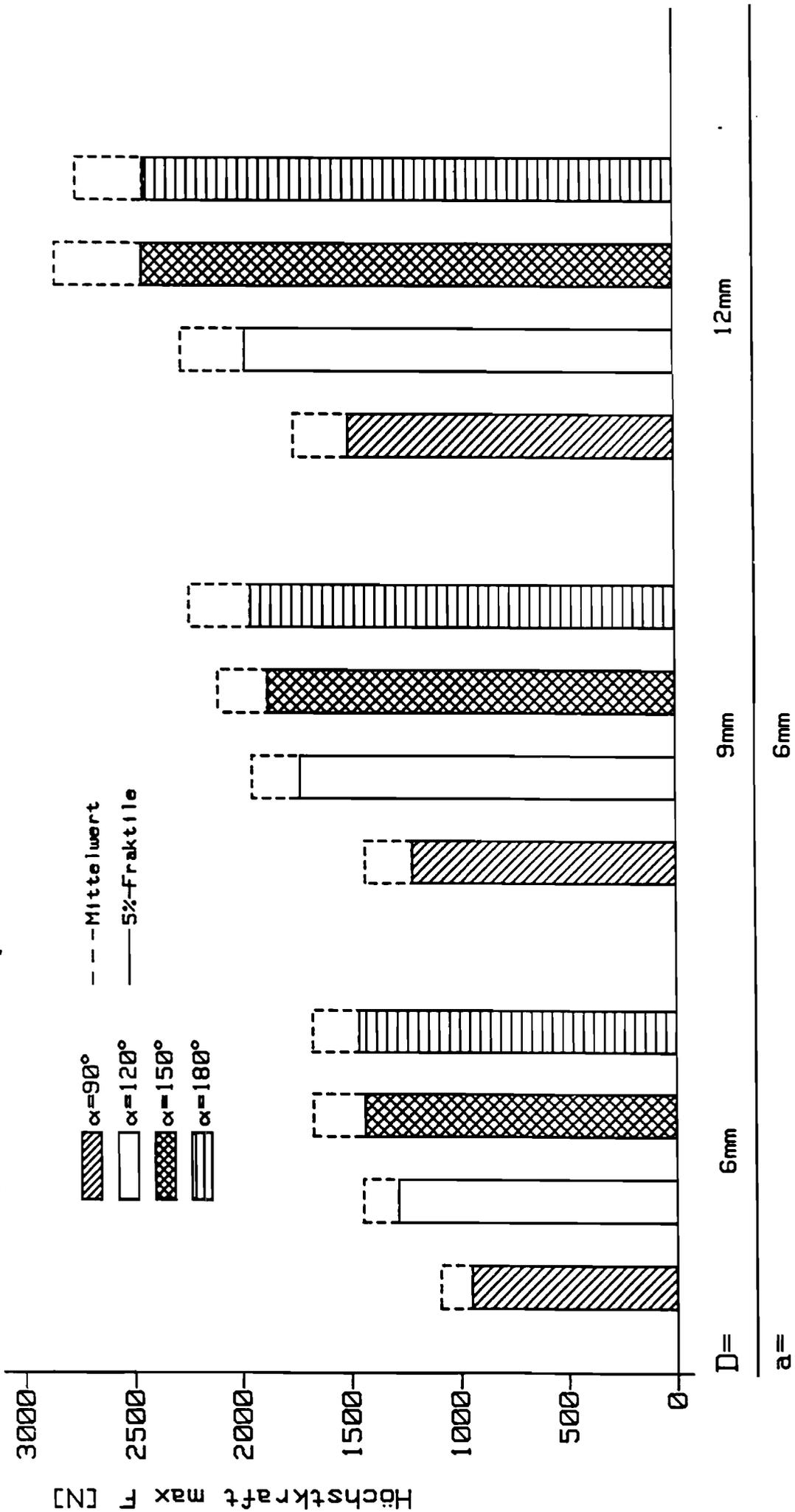
Mitteldichte Faserplatte MDF



MagBe 15F

Abb. 12 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Höchstkraft max F in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte iDF

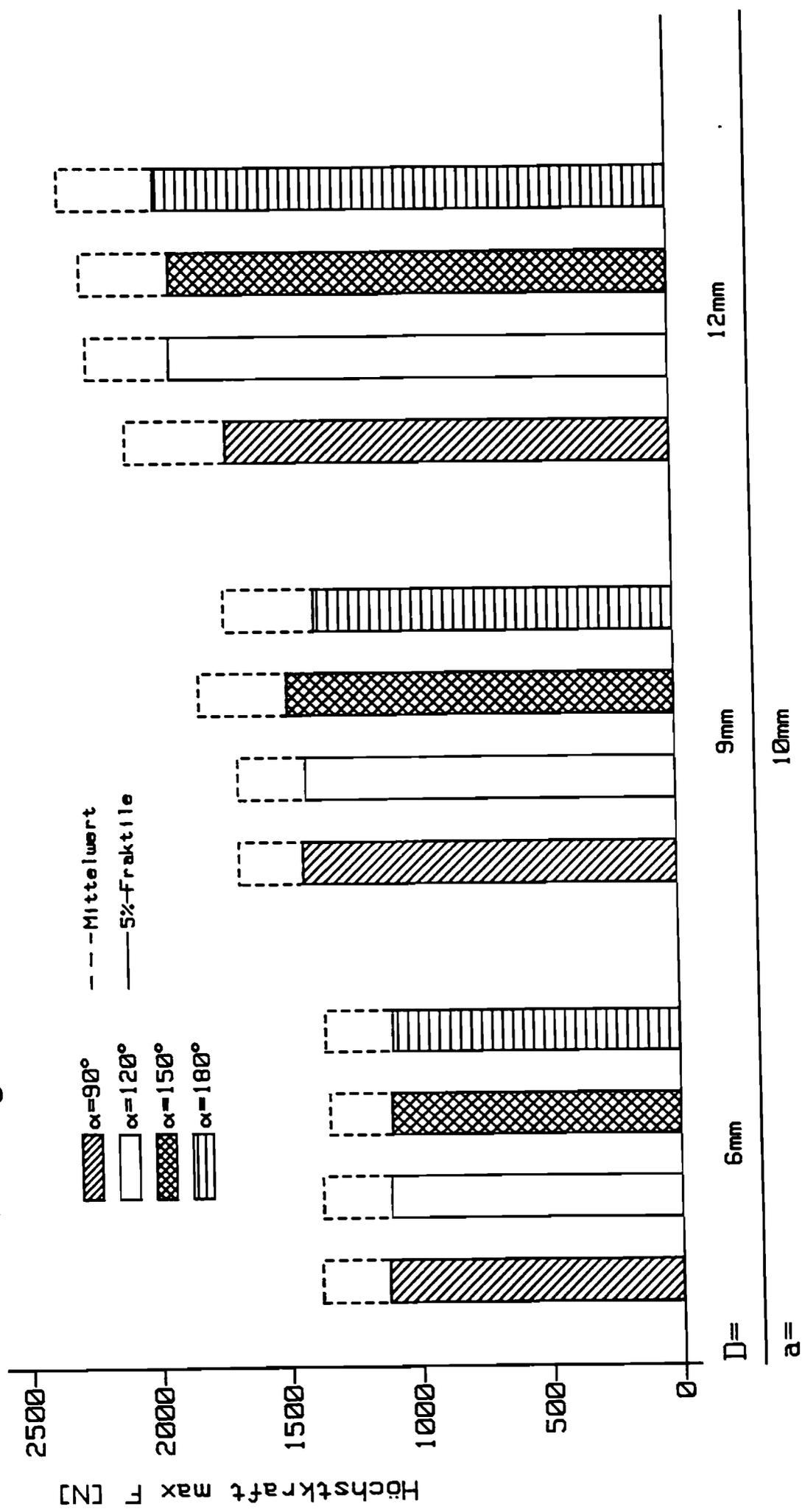
Harte Holzfaserplatte HFH 100



NagBa14F

Abb. 13 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Höchstkraft max F in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des
 DLR+ Berlin

Zementgebundene Holzspanplatte



NagBa 16F

Abb. 14 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Höchstkraft max F in Abhängigkeit vom Durchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitteis.
Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

V100 - Holzspanplatte

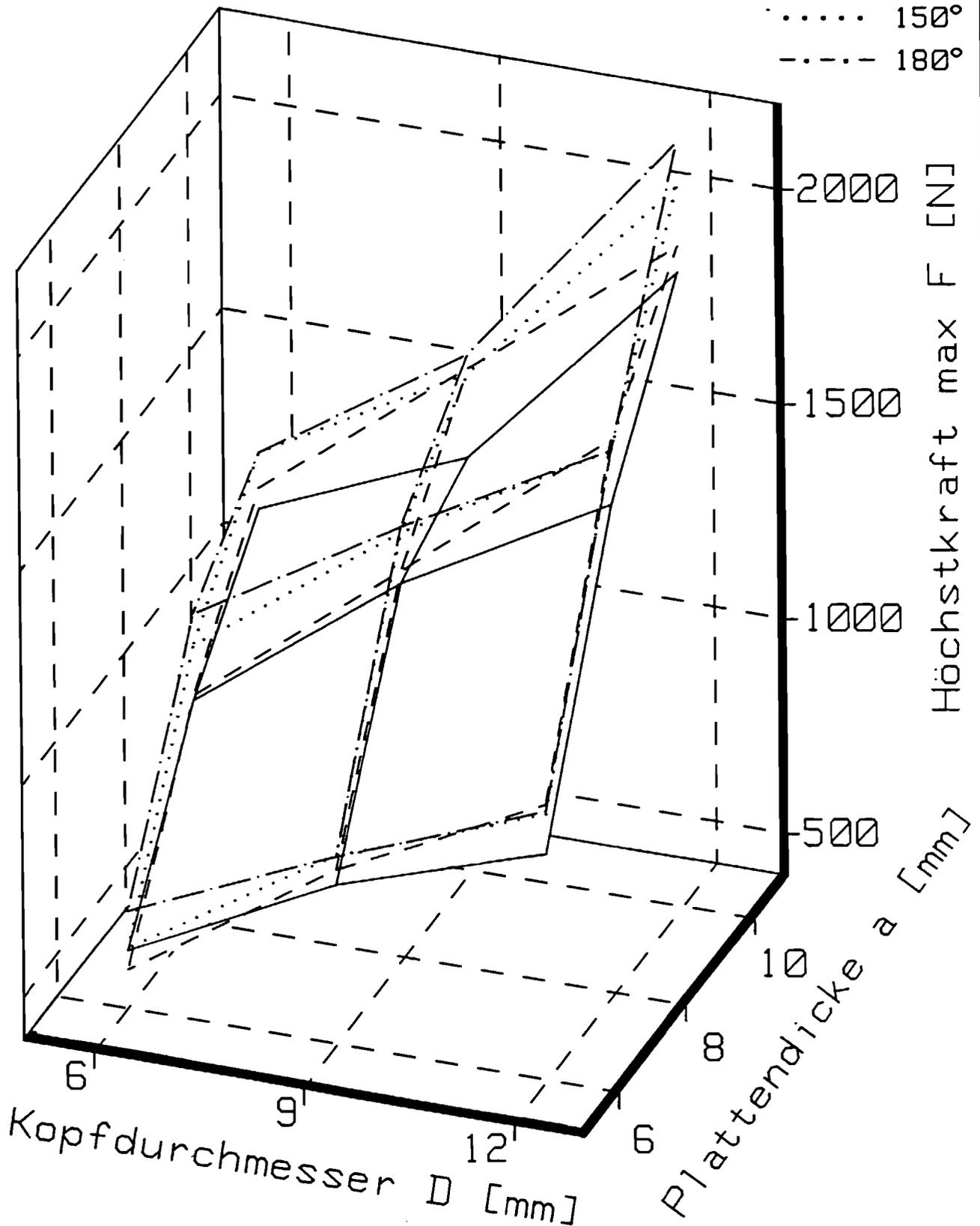
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

· · · · · 150°

- · - · - 180°

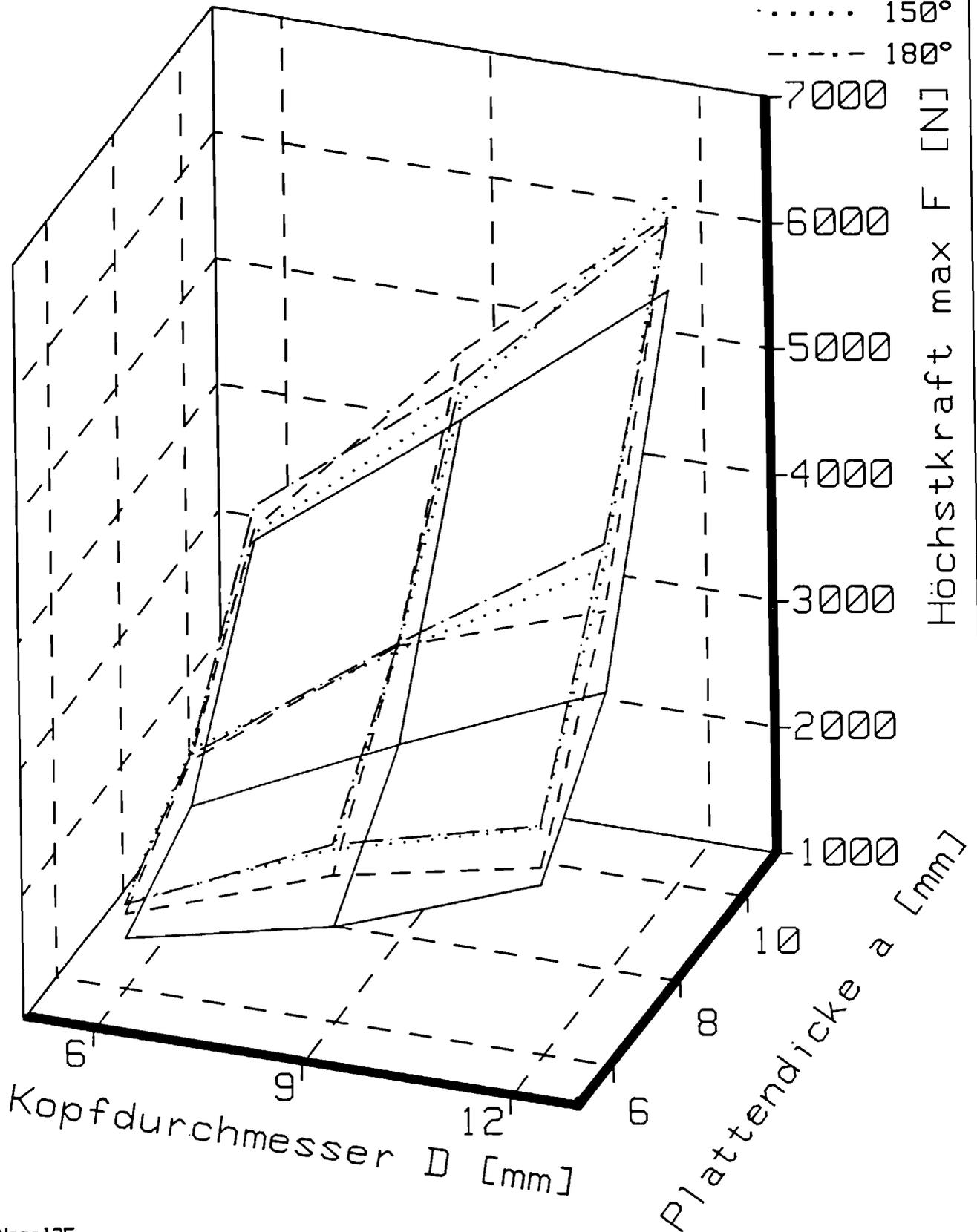


Nage 11F

Abb. 15 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Höchstkraft $\max F$ in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

**Bau-Furniersperrholz aus
Buche BFU - BU 100**

Konuswinkel α
 ——— 90°
 - - - 120°
 150°
 - · - · - 180°



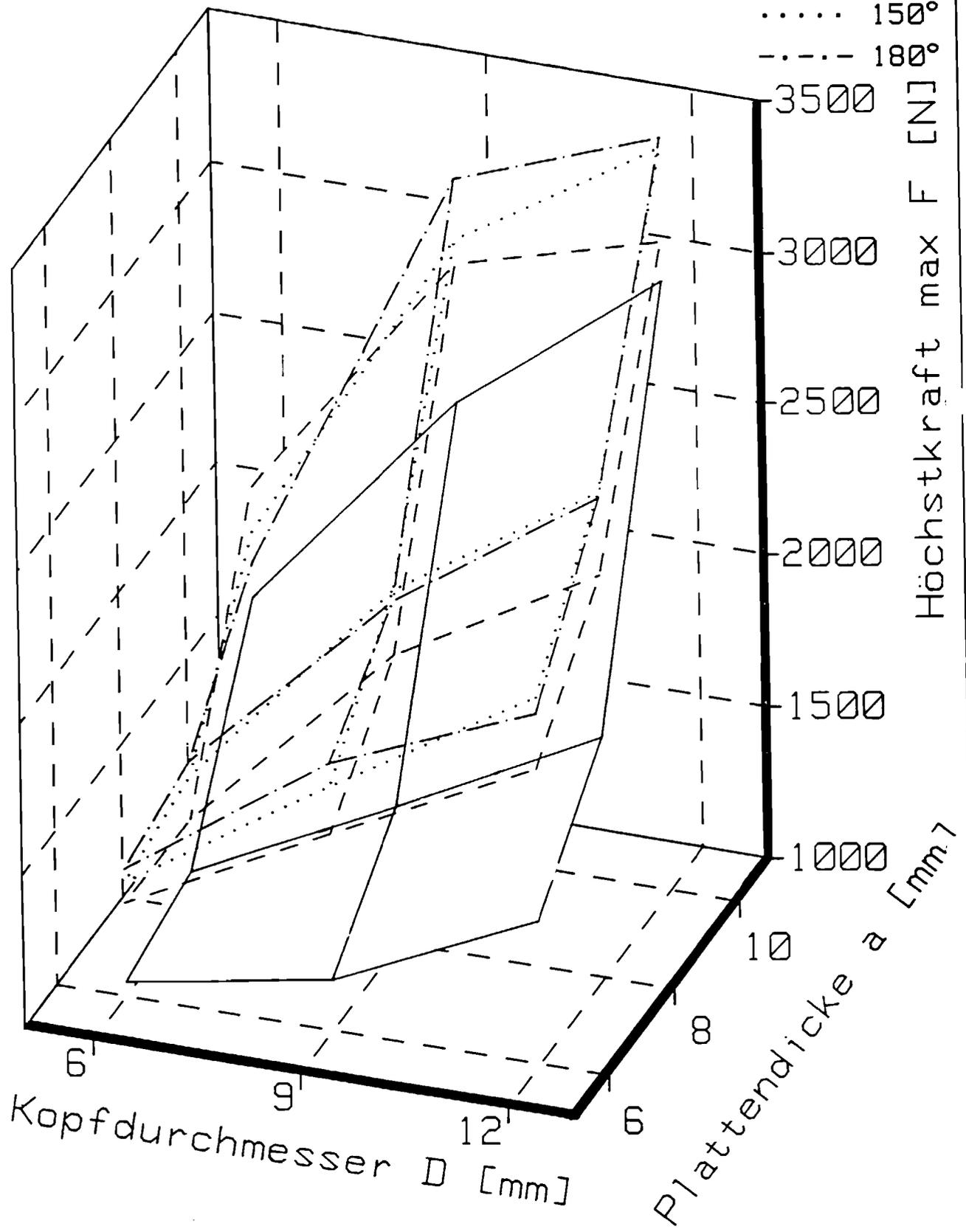
Nage 13F

Abb. 16 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Höchstkraft max F in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

Mitteldichte Faserplatte MDF

Konuswinkel α

- 90°
- - - 120°
- 150°
- · - · - 180°



Nage 15F

Abb. 17 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Höchstkraft max F in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels. Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Harte Holzfaserplatte

HFH 100

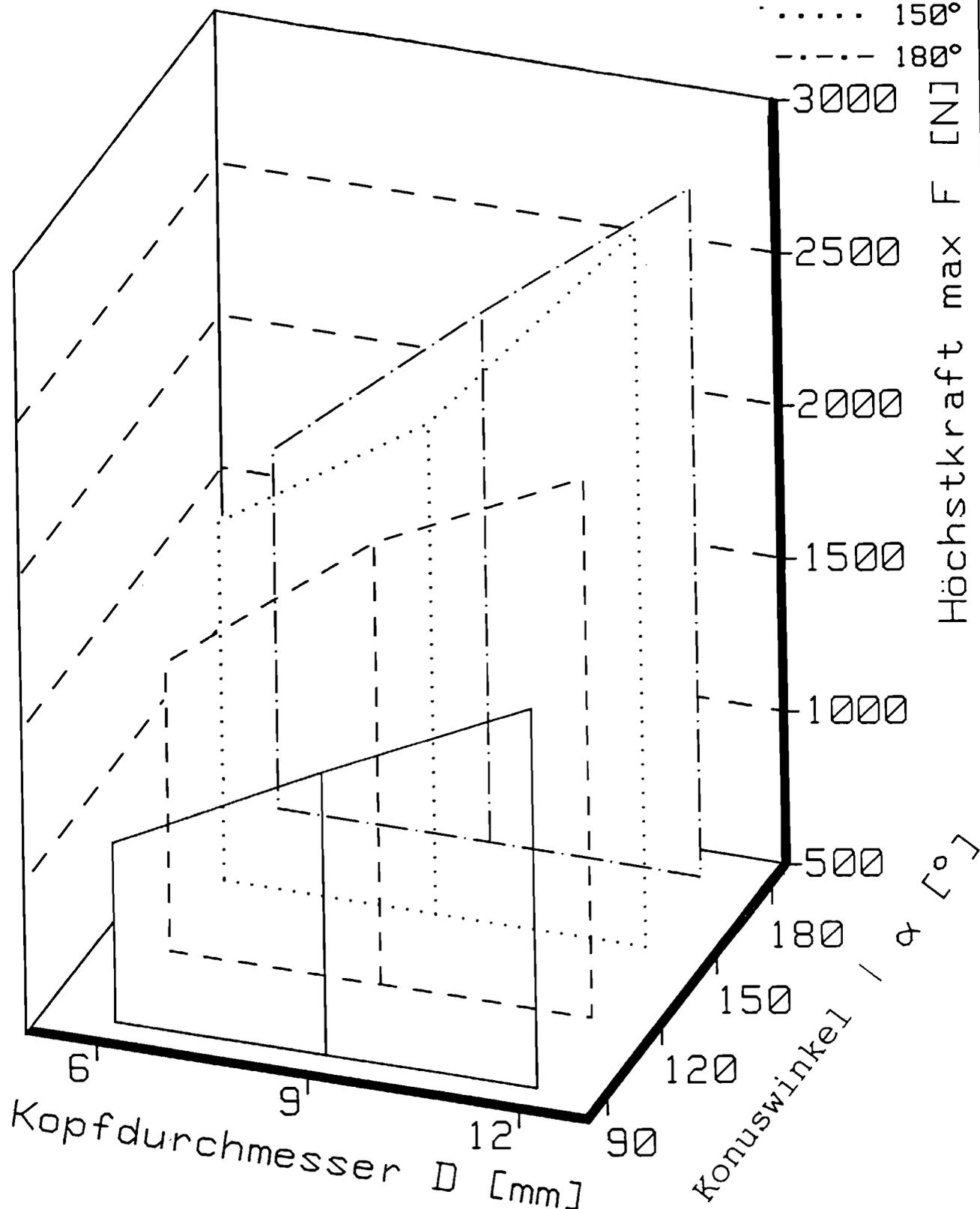
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

..... 150°

- · - · - 180°



Nage 14F

Abb. 18 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Höchstkraft max F in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin

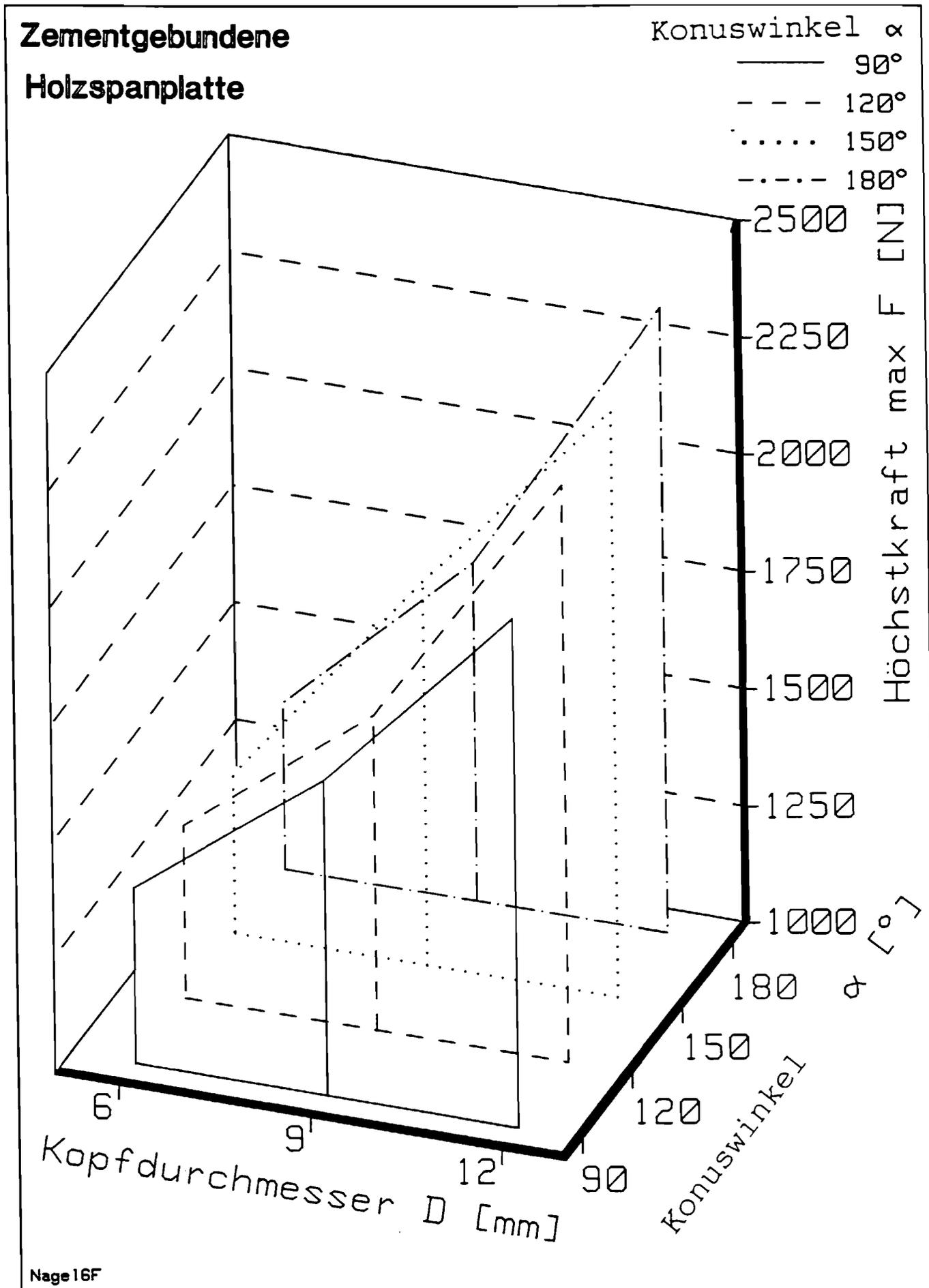


Abb. 19 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Höchstkraft max F in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

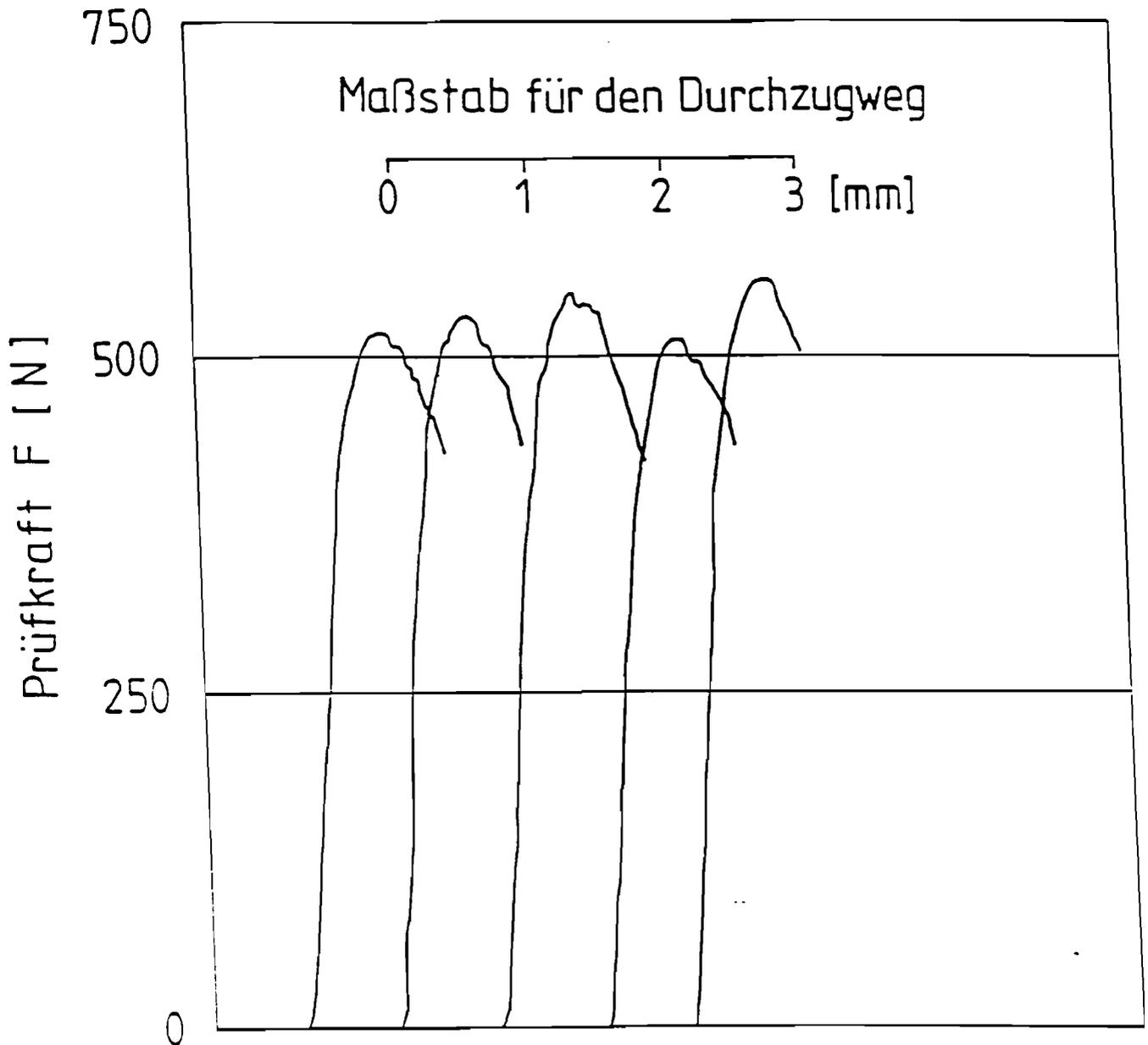


Abb. 20 Kennzeichnende Kraft-Durchzugskurven
 Holzwerkstoff: V 100 - Holzspanplatte nach DIN 68763
 $a = 6 \text{ mm}$
 $D = 6 \text{ mm}$
 $\alpha = 90^\circ$

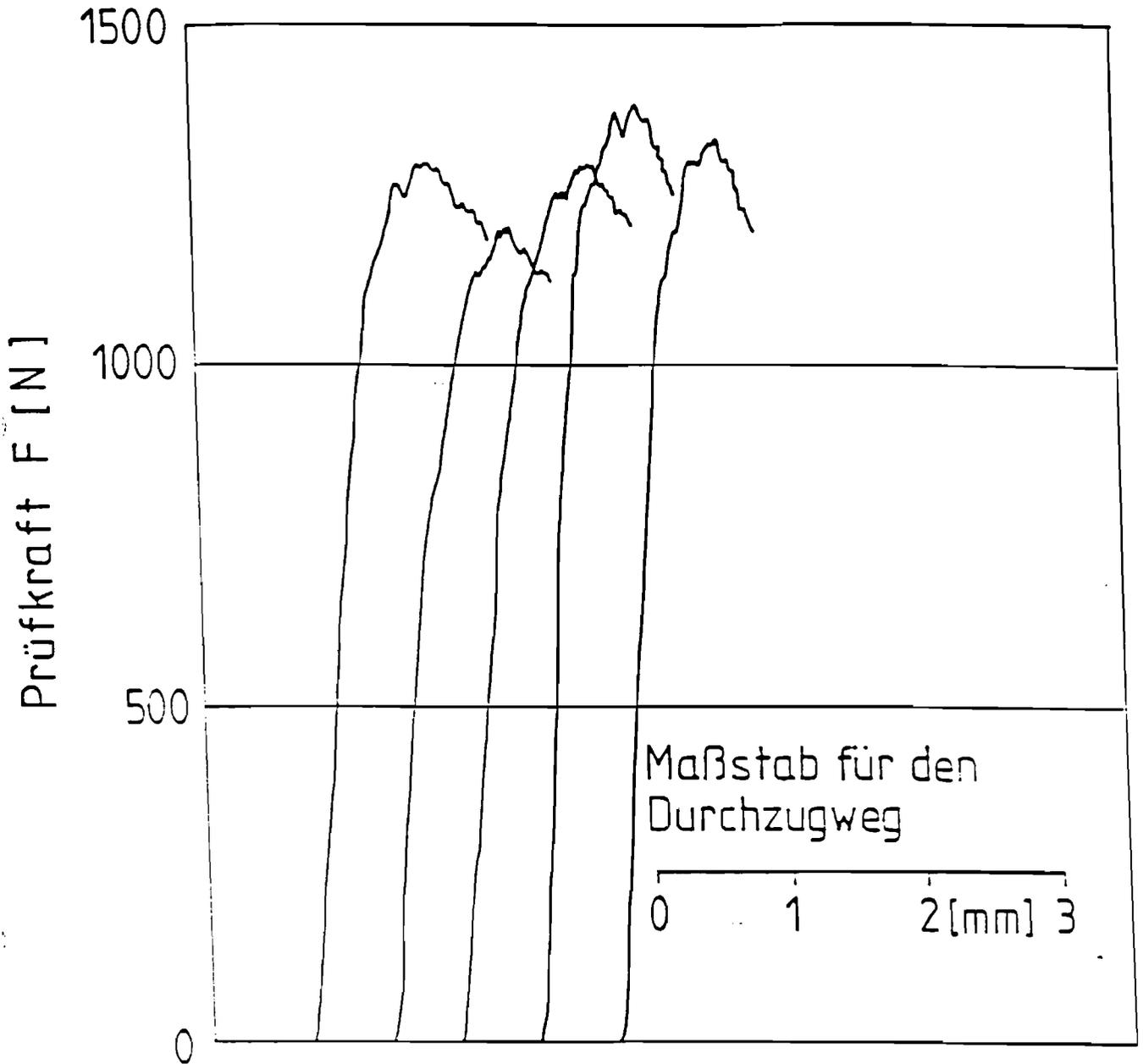


Abb. 21 Kennzeichnende Kraft-Durchzugskurven
 Holzwerkstoff: V 100 - Holzspanplatte nach DIN 68763
 $a = 8 \text{ mm}$
 $D = 9 \text{ mm}$
 $\alpha = 90^\circ$

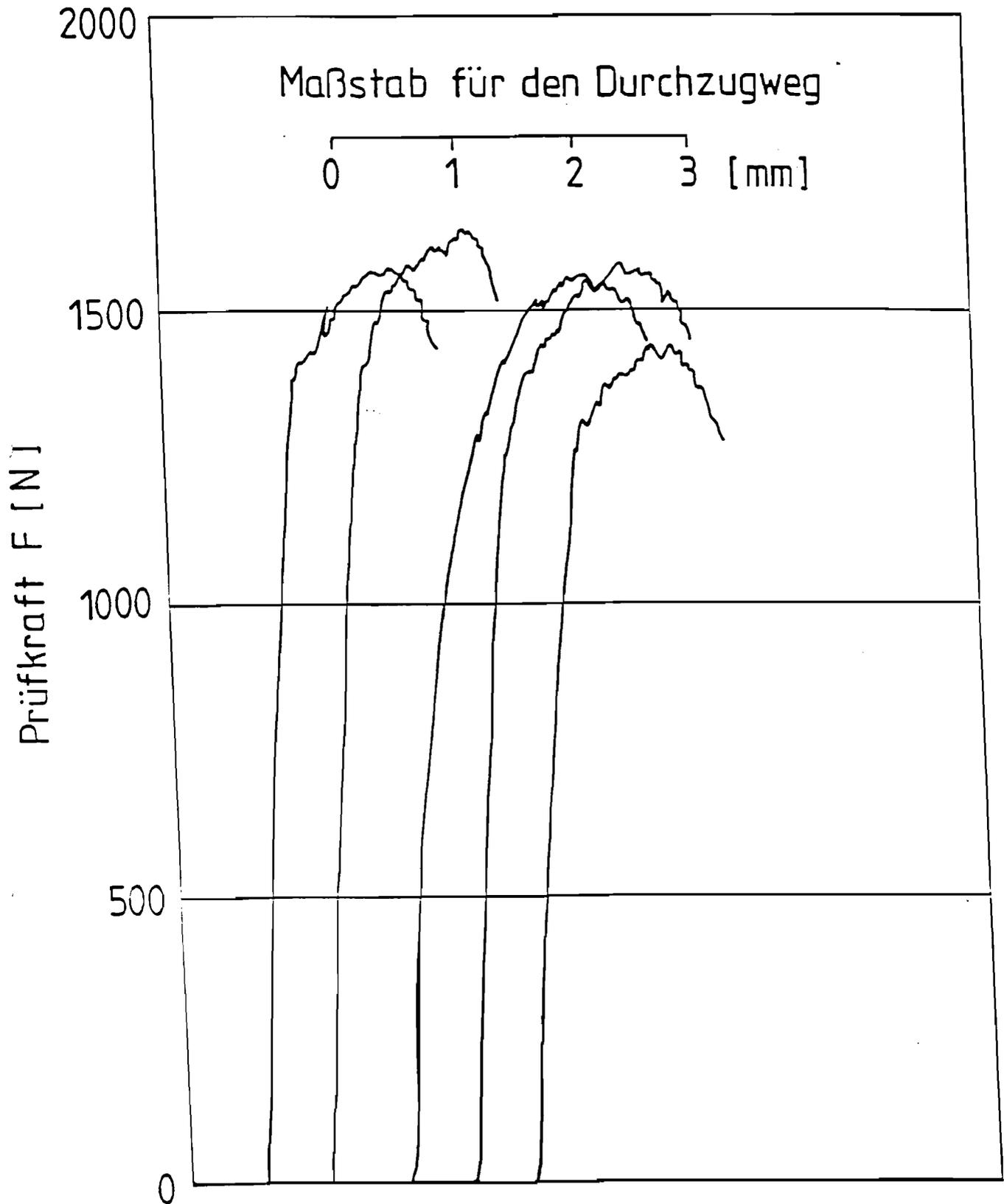


Abb. 22 Kennzeichnende Kraft-Durchzugskurven
Holzwerkstoff: V 100 - Holzspanplatte nach DIN 68763
 $a = 10 \text{ mm}$
 $D = 9 \text{ mm}$
 $\alpha = 180^\circ$

Zusammenstellung 8

Versuchsserie I

Normalspannung $\max \sigma$ in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D undⁿ Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Normalspannung $\max \sigma$		
			Mittelwert \bar{x} N/mm ²	Standardabweichung $\pm s$ N/mm ²	Variationskoeffizient V %
6	6	90	25,3	3,0	11,8
		120	23,2	3,1	13,2
		150	25,5	2,7	10,6
		180	29,8	2,9	9,6
	9	90	16,3	1,2	7,3
		120	17,0	1,8	10,3
		150	17,7	1,9	10,5
		180	17,7	1,3	7,5
	12	90	11,0	0,8	7,0
		120	12,4	0,8	6,5
		150	12,1	0,8	6,7
		180	12,2	0,7	6,0
8	6	90	43,4	3,7	8,6
		120	44,0	3,4	7,7
		150	49,4	3,6	7,3
		180	52,9	4,0	7,6
	9	90	26,8	3,1	11,4
		120	27,4	2,8	10,1
		150	29,3	1,7	5,7
		180	29,6	2,2	7,5
	12	90	18,2	1,5	8,1
		120	20,0	1,3	6,7
		150	19,7	1,6	8,1
		180	19,7	1,2	6,1
10	6	90	54,8	4,4	8,1
		120	57,1	3,7	6,4
		150	60,9	5,2	8,6
		180	61,1	6,3	10,3
	9	90	28,7	2,3	7,9
		120	33,0	4,3	13,1
		150	32,8	4,1	12,7
		180	33,7	3,5	10,4
	12	90	22,2	2,6	11,7
		120	22,9	1,3	5,7
		150	24,5	3,3	13,6
		180	25,8	3,2	12,3

Zusammenstellung 9

Versuchsserie I

Normalspannung $\max \sigma$ in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D undⁿ Konuswinkel α des Modellverbindungsmitteis.
 Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100
 nach DIN 68705 Teil 5

Platten- dicke a mm	Kopfdurch- messer D mm	Konus- winkel α °	Normalspannung $\max \sigma$		Variations- koeffizient V %
			Mittel- wert \bar{x} N/mm ²	Standard- abweichung $\pm s$ N/mm ²	
6	6	90	66,1	4,9	7,4
		120	75,7	6,5	8,6
		150	79,9	5,6	7,0
		180	79,4	6,2	7,8
	9	90	37,1	4,0	10,7
		120	45,7	2,9	6,3
		150	50,0	3,8	7,6
		180	50,9	3,6	7,0
	12	90	28,0	1,4	5,0
		120	29,6	1,6	5,4
		150	33,3	2,2	6,6
		180	33,6	2,2	6,5
8	6	90	83,7	6,1	7,3
		120	100	6,3	6,3
		150	104	10,0	9,5
		180	102	6,5	6,3
	9	90	53,1	5,5	10,4
		120	69,5	7,5	10,8
		150	68,7	7,3	10,6
		180	69,9	7,7	11,0
	12	90	37,9	4,5	11,9
		120	45,6	4,0	8,8
		150	49,6	3,5	7,1
		180	51,8	4,9	9,5
10	6	90	150	13,6	9,0
		120	155	12,7	8,2
		150	153	12,7	8,3
		180	163	14,8	9,1
	9	90	92,7	7,7	8,3
		120	103	10,3	9,9
		150	95,6	6,4	6,7
		180	98,9	8,8	8,9
	12	90	65,0	10,1	15,5
		120	74,3	4,7	6,3
		150	73,7	10,9	14,8
		180	73,7	6,4	8,7

Zusammenstellung 10**Versuchsserie I**

Normalspannung $\max \sigma$ in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und α Konuswinkel α des Modellverbindungsmitteis.
Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Normalspannung $\max \sigma$		
			Mittelwert \bar{x} N/mm ²	Standardabweichung $\pm s$ N/mm ²	Variationskoeffizient V %
6	6	90	49,3	3,8	7,7
		120	61,6	4,5	7,3
		150	64,7	3,6	5,6
		180	66,9	4,0	6,0
	9	90	24,5	1,3	5,3
		120	34,5	3,2	9,3
		150	37,8	1,8	4,8
		180	39,4	2,8	7,1
	12	90	16,7	1,4	8,4
		120	23,2	1,8	7,8
		150	25,2	2,8	11,1
		180	25,4	1,7	6,7
8	6	90	52,9	2,7	5,1
		120	61,0	3,0	4,9
		150	67,6	3,0	4,4
		180	70,0	4,0	5,7
	9	90	30,4	1,1	3,6
		120	40,8	1,5	3,7
		150	45,3	2,9	6,4
		180	44,6	2,7	6,0
	12	90	20,4	2,9	14,2
		120	27,4	1,0	3,6
		150	29,6	2,4	8,1
		180	30,4	1,5	4,9
10	6	90	82,0	4,2	5,1
		120	99,0	4,0	4,0
		150	91,9	5,2	5,7
		180	87,4	5,6	6,4
	9	90	52,3	3,4	6,5
		120	62,0	2,9	4,7
		150	63,7	3,5	5,5
		180	67,9	3,3	4,9
	12	90	35,5	1,7	4,8
		120	37,1	2,3	6,2
		150	40,7	2,3	5,6
		180	41,1	2,1	5,1

Zusammenstellung 11**Versuchsserie I**

Normalspannung $\max \sigma$ in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: Harte Holzfaserverplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z-9.1-276 des DIBt, Berlin

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Normalspannung $\max \sigma$		
			Mittelwert \bar{x} N/mm ²	Standardabweichung $\pm s$ N/mm ²	Variationskoeffizient V %
6	6	90	51,5	4,1	8,0
		120	68,1	4,6	6,7
		150	78,6	6,7	8,5
		180	79,0	6,0	7,6
	9	90	30,0	2,7	9,0
		120	40,8	2,8	6,9
		150	44,1	2,9	6,6
		180	46,9	3,6	7,7
	12	90	20,0	2,2	11,0
		120	26,8	2,1	7,8
		150	32,3	2,5	7,7
		180	32,5	2,2	6,8

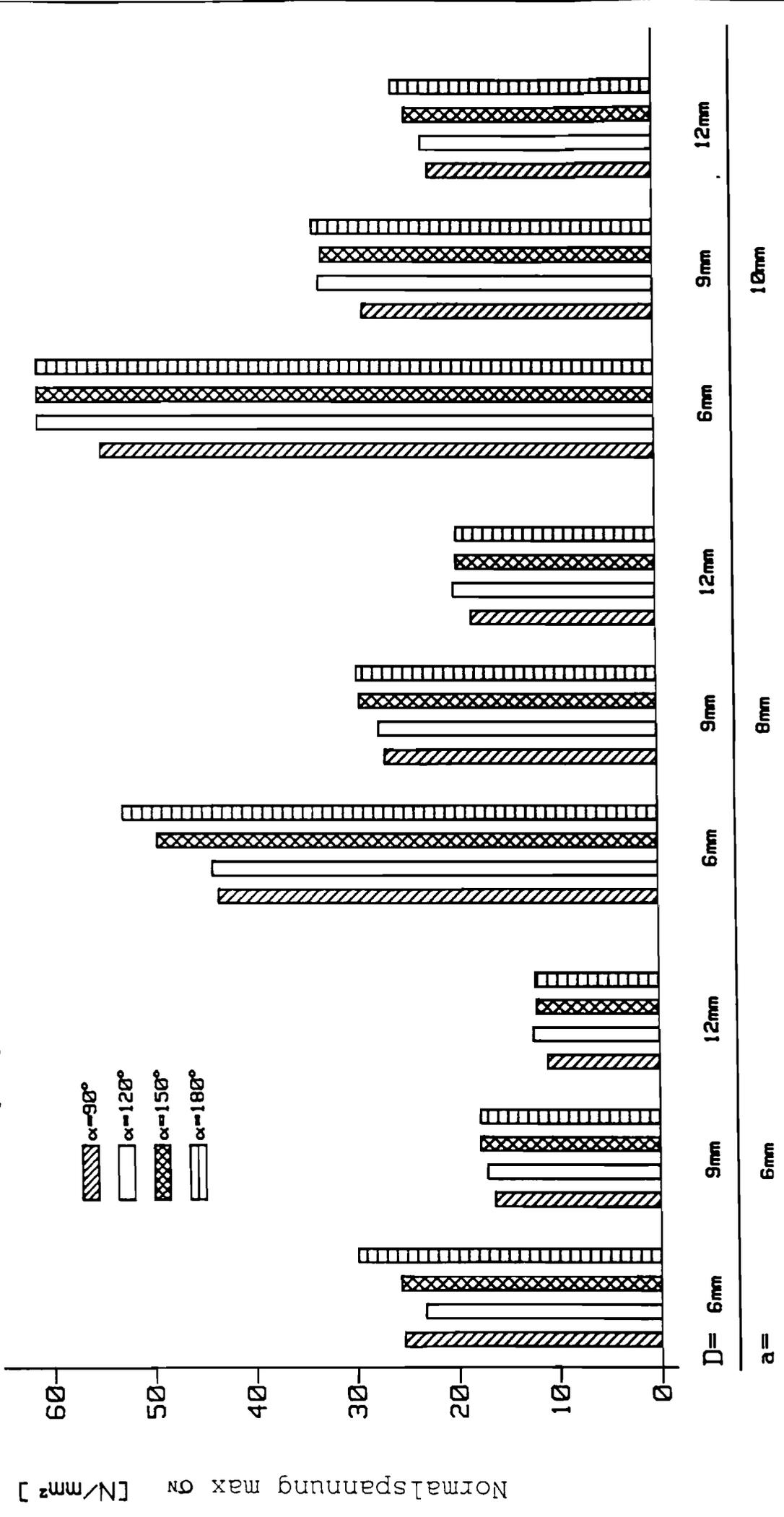
Zusammenstellung 12**Versuchsserie I**

Normalspannung $\max \sigma$ in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Normalspannung $\max \sigma$		
			Mittelwert \bar{x} N/mm ²	Standardabweichung $\pm s$ N/mm ²	Variationskoeffizient V %
10	6	90	65,1	7,2	11,1
		120	64,7	7,4	11,4
		150	63,2	6,7	10,6
		180	64,0	7,3	11,4
	9	90	35,2	3,1	8,8
		120	35,2	3,3	9,4
		150	38,2	4,3	11,3
		180	36,1	4,4	12,2
	12	90	24,7	2,7	10,9
		120	26,4	2,3	8,7
		150	26,6	2,4	9,0
		180	27,6	2,6	9,4

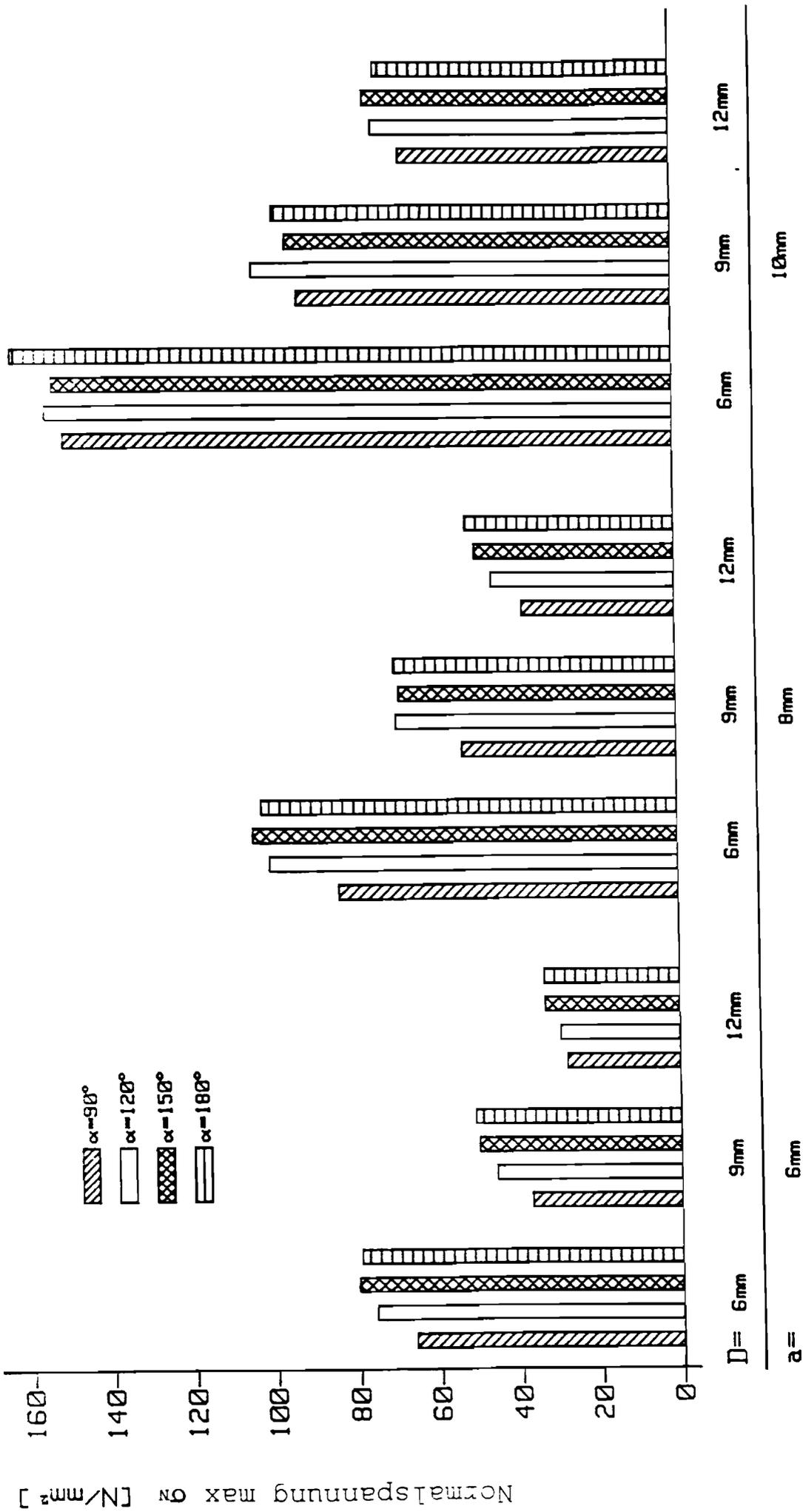
V100 - Holzspanplatte



NagBau 11 N

Abb. 23 Versuchserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung $\max \sigma_N$ in Abhängigkeit von der Platten-
 dicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

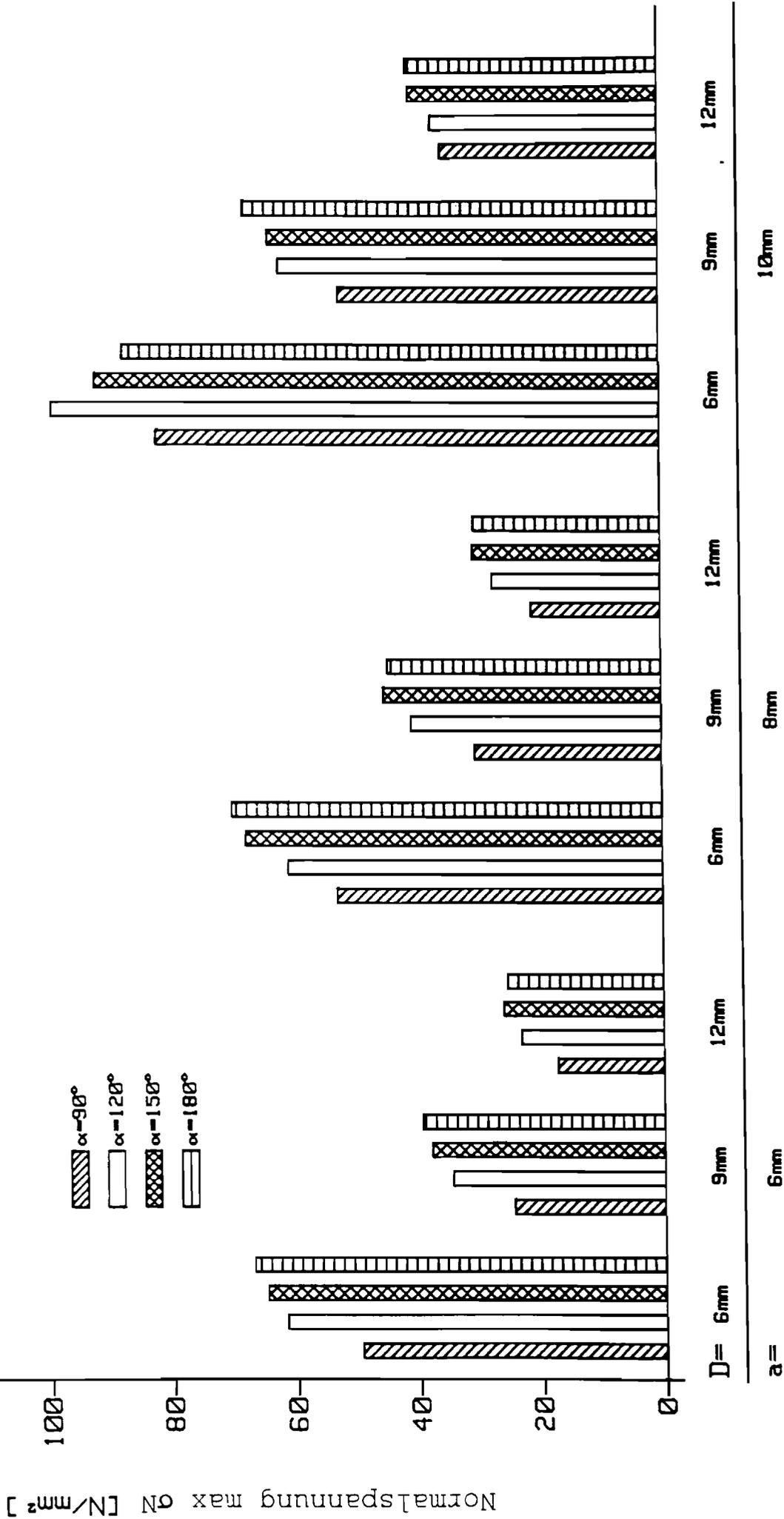
Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU - BU 100



NegBa13N

Abb. 24 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung max σ_N in Abhängigkeit von der Platten-
 dicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitells.
 Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

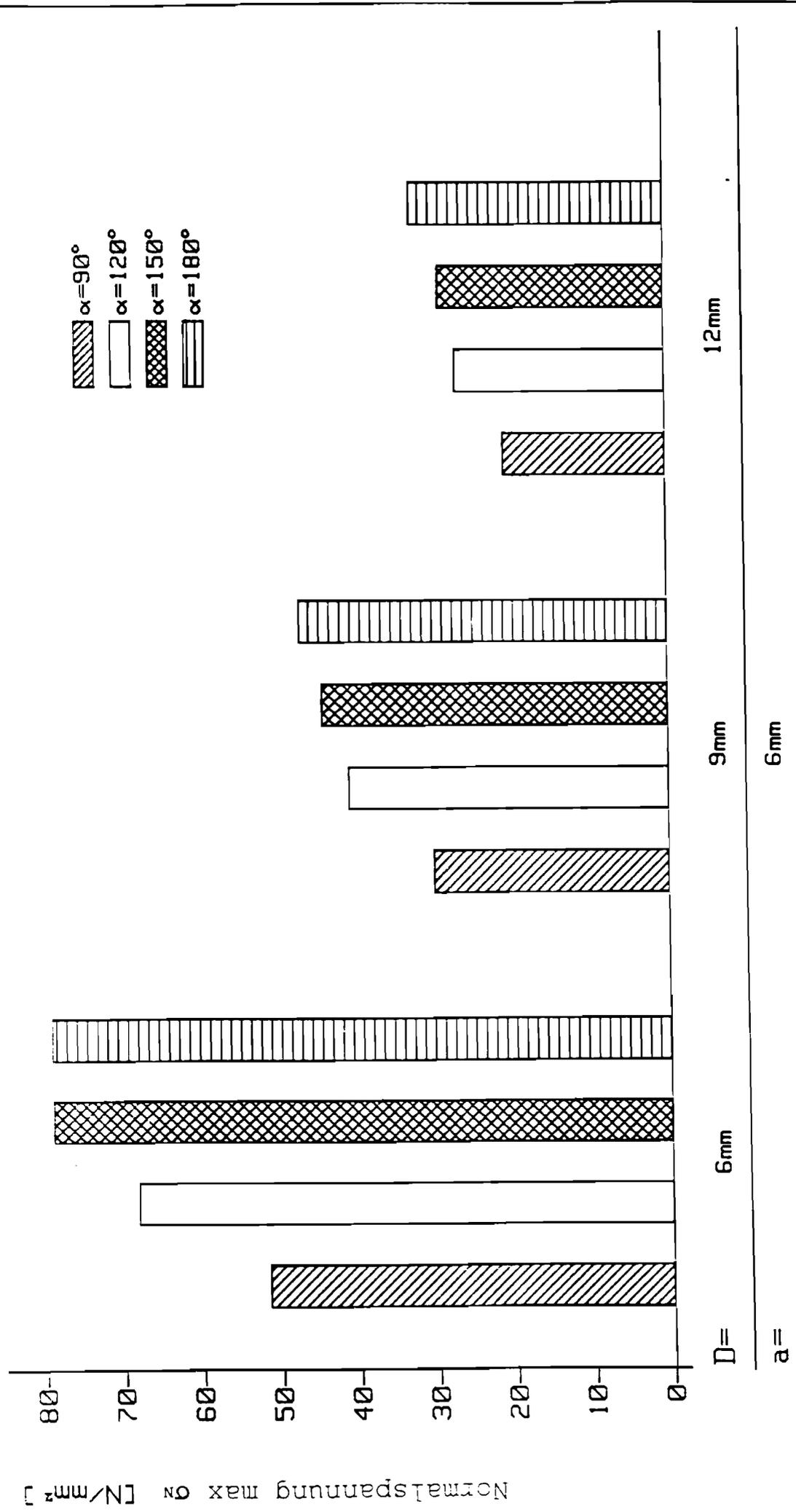
Mitteldichte Faserplatte MDF



NagBa 15N

Abb. 25 Versuchserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung $\max \sigma_N$ in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

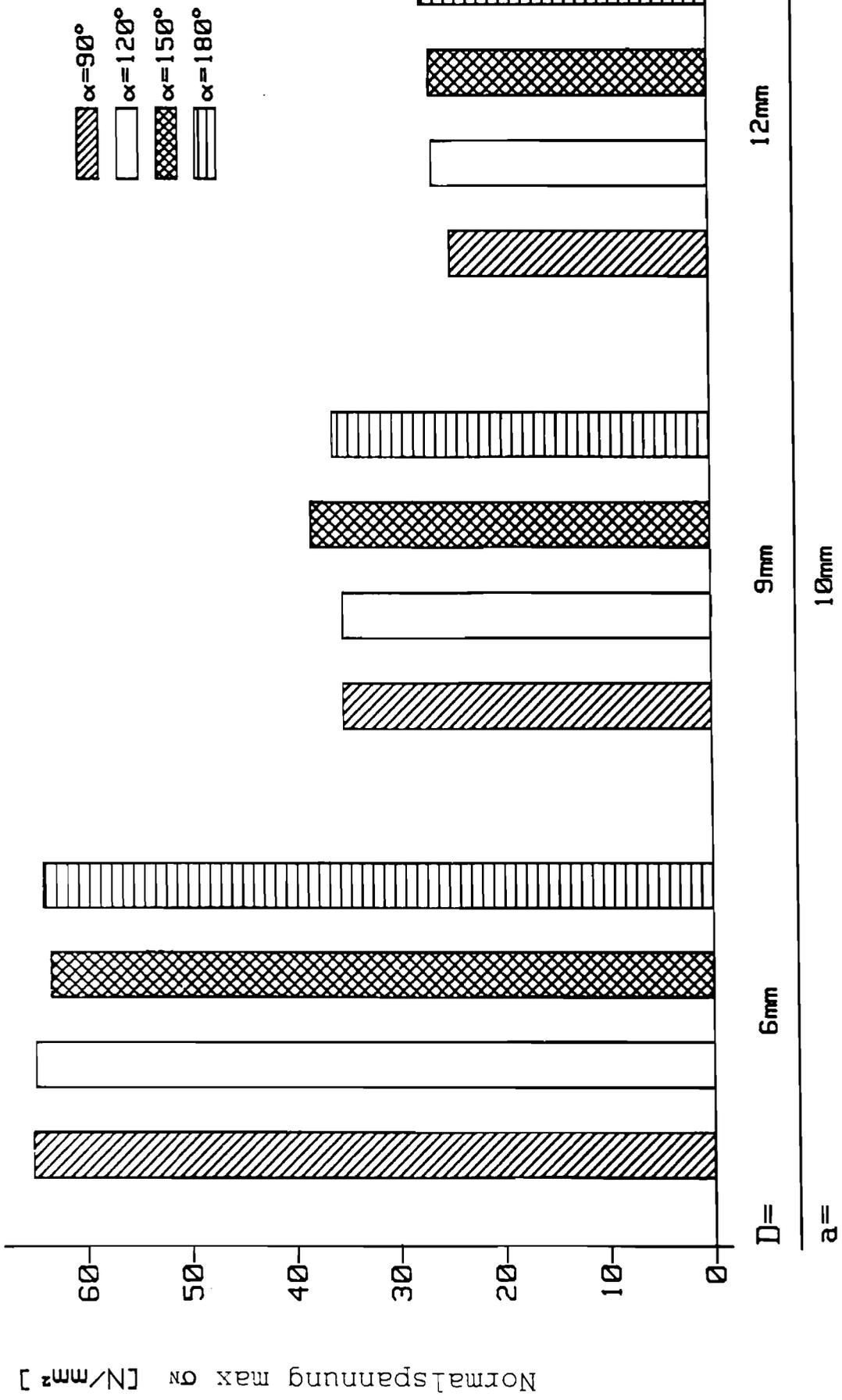
Harte Holzfaserplatte HFH 100



MagBa14N

Abb. 26 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung max σ_N in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und dem Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.
 Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin

Zementgebundene Holzspanplatte



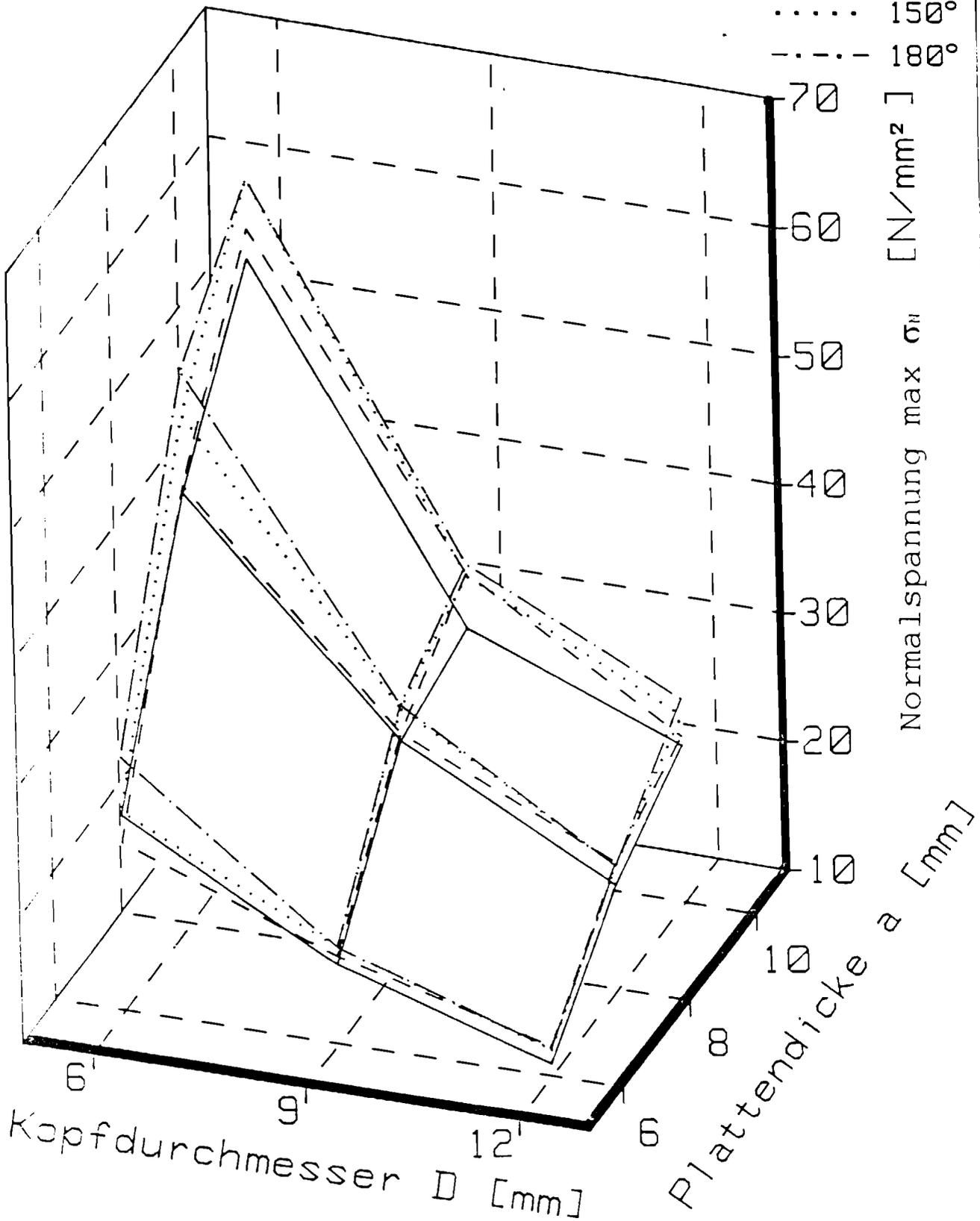
RegBa 16N

Abb. 27 Versuchserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung $\max \sigma_N$ in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

V100 - Holzspanplatte

Konuswinkel α

- 90°
- - - 120°
- 150°
- · - · - 180°



Nagel 1N

Abb. 28 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung max σ_N in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

**Bau-Furniersperrholz aus
Buche BFU - BU 100**

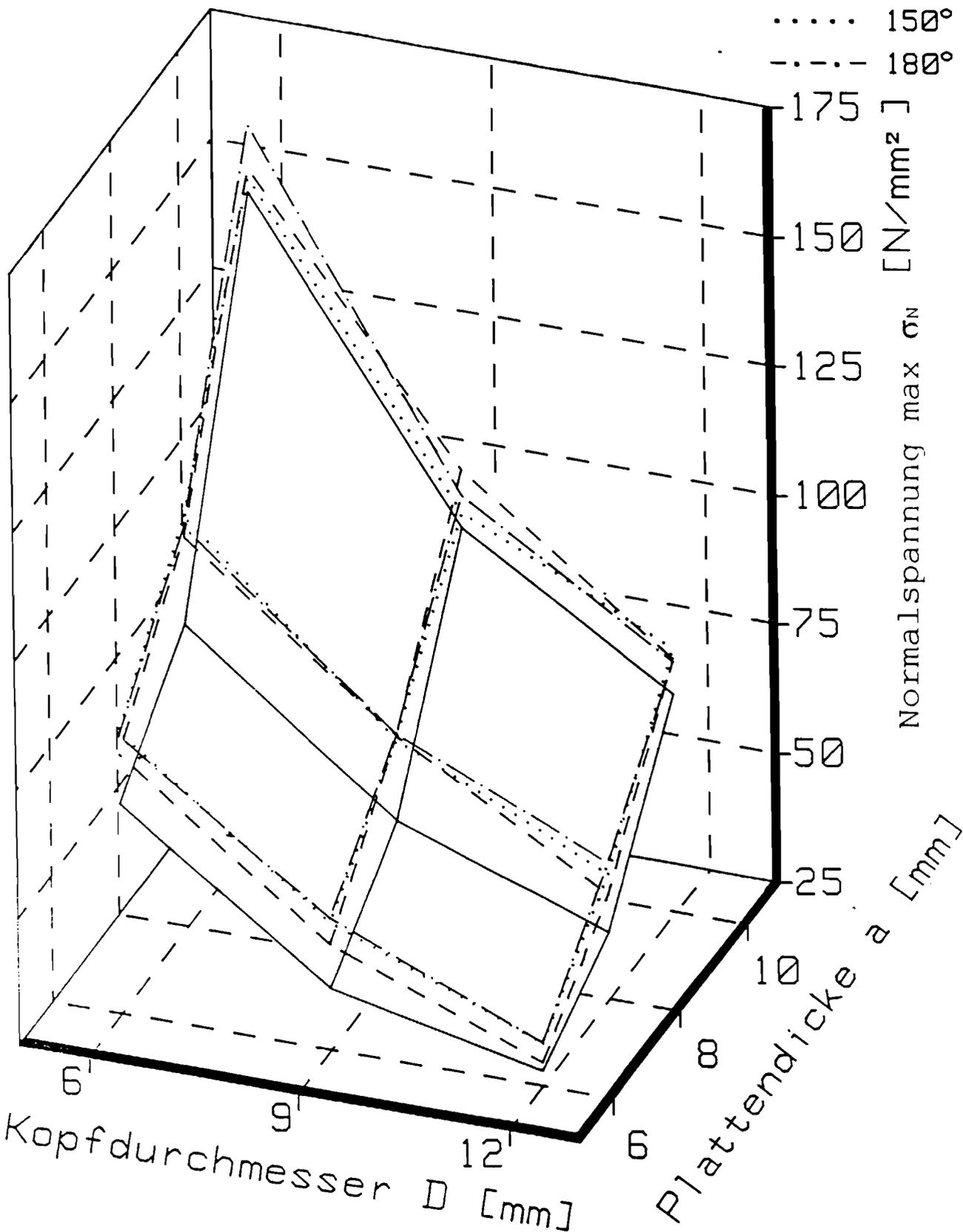
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

..... 150°

- · - · - 180°



Nage 13N

Abb. 29

Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung $\max \sigma_N$ in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels. Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

Mitteldichte Faserplatte MDF

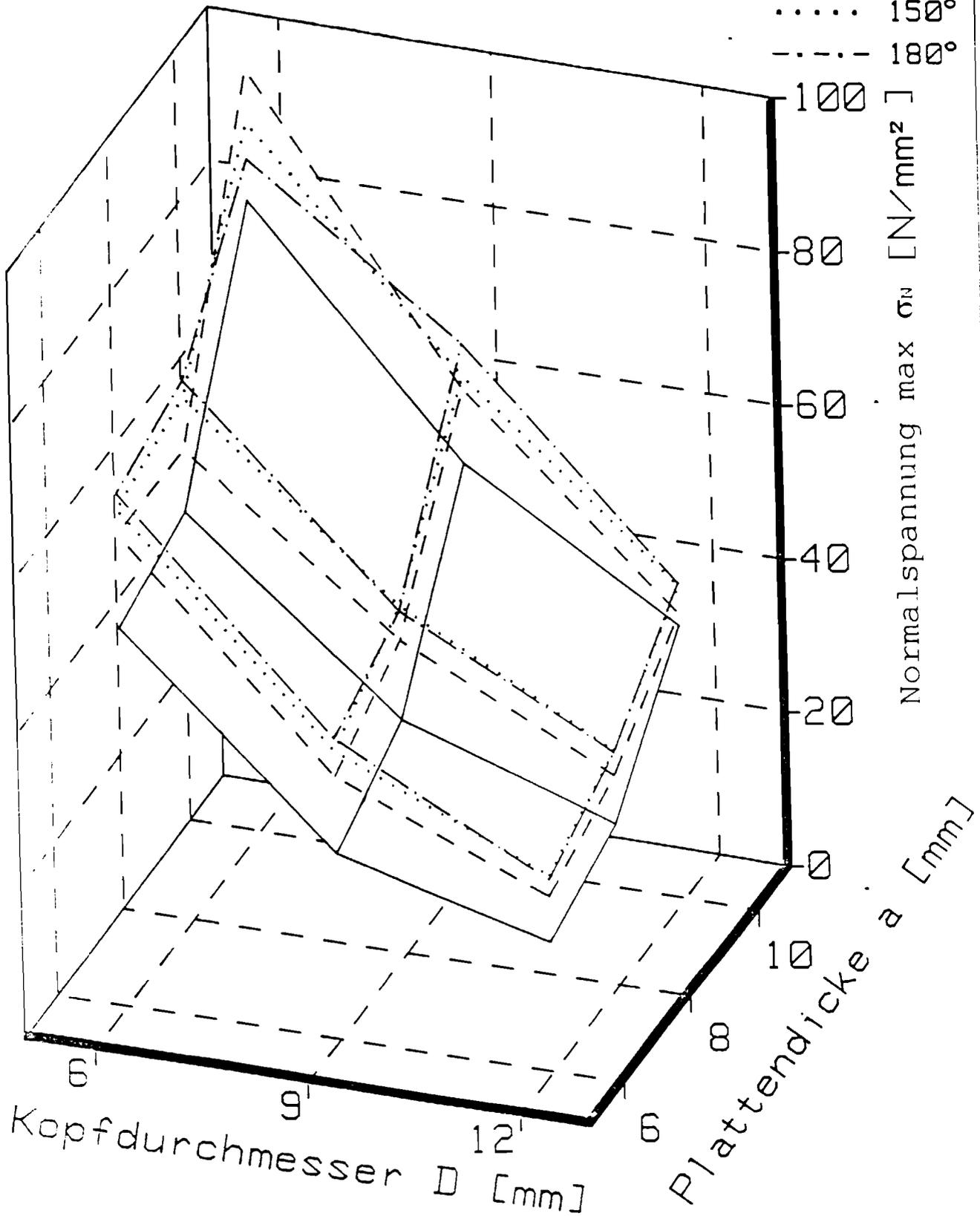
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

..... 150°

- · - · - 180°



Naga 15N

Abb. 30

Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung max σ_N in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D^N und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels. Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Harte Holzfaserplatte

HFH 100

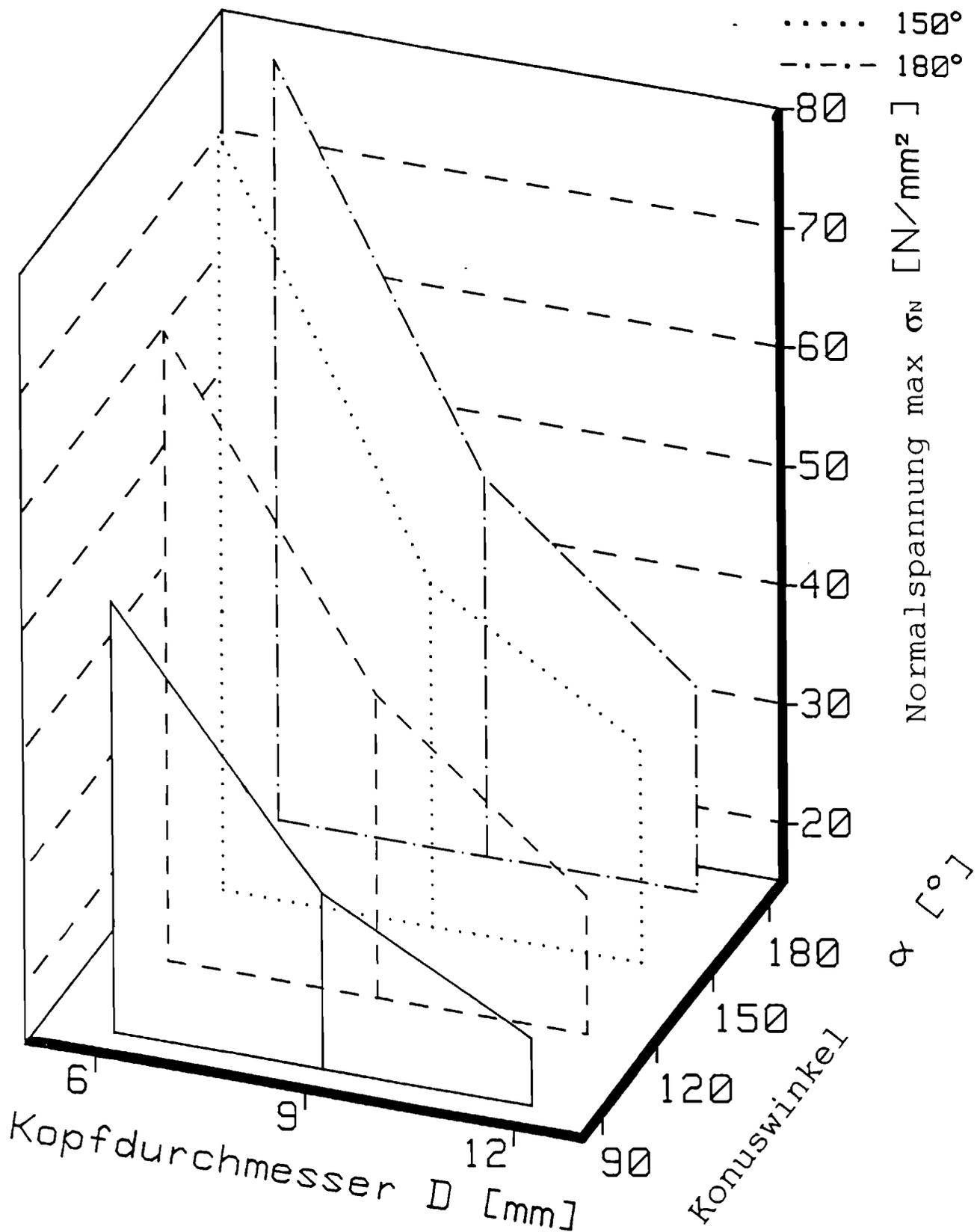
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

..... 150°

- · - · - 180°



Nage 14N

Abb. 31 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung max σ_N in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin

Zementgebundene

Holzspanplatte

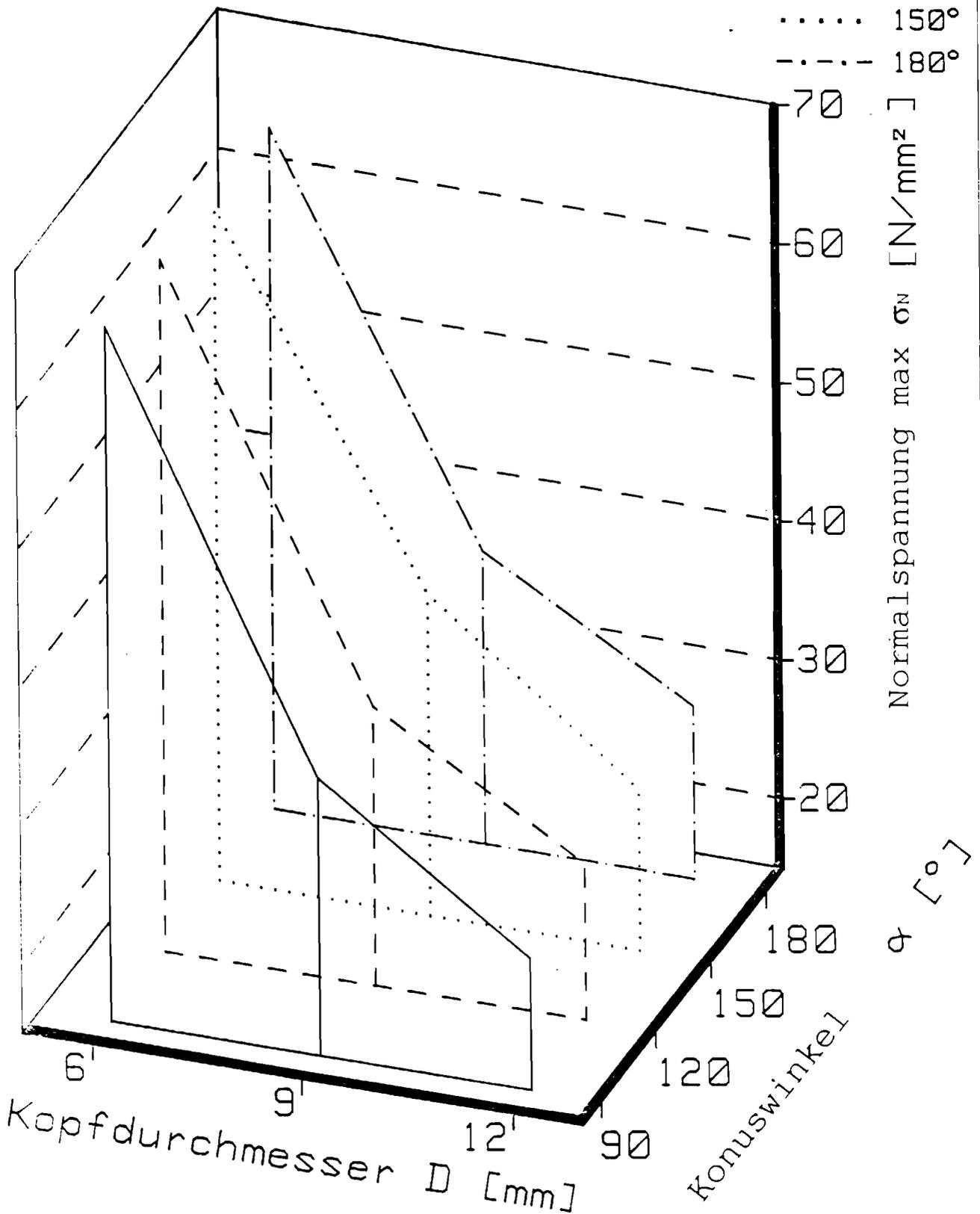
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

..... 150°

- · - · - 180°



Nage 16N

Abb. 32 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Normalspannung max σ_N in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

Zusammenstellung 13

Versuchsserie I

max F/V-Verhältnis in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitteis.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

Platten- dicke a mm	Kopfdurch- messer D mm	Konus- winkel α °	max F/V-Verhältnis		
			Mittel- wert \bar{x} N/mm ³	Standard- abweichung $\pm s$ N/mm ³	Variations- koeffizient V %
6	6	90	0,79	0,09	11,3
		120	1,26	0,17	13,4
		150	2,35	0,25	10,6
		180	4,96	0,48	9,6
	9	90	0,80	0,06	7,5
		120	1,29	0,13	10,1
		150	1,99	0,21	10,5
		180	2,95	0,22	7,4
	12	90	0,72	0,05	6,9
		120	1,15	0,08	6,9
		150	1,52	0,10	6,5
		180	2,03	0,12	5,9
8	6	90	0,71	0,06	8,4
		120	1,35	0,10	7,4
		150	2,87	0,21	7,3
		180	6,61	0,50	7,5
	9	90	0,72	0,08	11,1
		120	1,24	0,13	10,4
		150	2,15	0,12	5,5
		180	3,69	0,28	7,5
	12	90	0,67	0,05	7,4
		120	1,14	0,08	7,0
		150	1,66	0,13	6,0
		180	2,47	0,15	6,0
10	6	90	0,53	0,04	7,5
		120	1,10	0,07	6,3
		150	2,42	0,21	8,6
		180	6,10	0,63	10,3
	9	90	0,47	0,04	8,5
		120	0,98	0,13	13,2
		150	1,70	0,22	12,9
		180	3,37	0,35	10,3
	12	90	0,51	0,06	11,7
		120	0,87	0,05	5,7
		150	1,49	0,20	13,4
		180	2,58	0,32	12,4

Zusammenstellung 14

Versuchsserie I

max F/V-Verhältnis in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.

Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100
nach DIN 68705 Teil 5

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	max F/V-Verhältnis		
			Mittelwert \bar{x} N/mm ³	Standardabweichung $\pm s$ N/mm ³	Variationskoeffizient V %
6	6	90	2,07	0,15	7,2
		120	4,12	0,35	8,4
		150	7,36	0,52	7,0
		180	13,2	1,03	7,7
	9	90	1,82	0,19	10,4
		120	3,47	0,22	6,3
		150	5,60	0,43	7,6
		180	8,48	0,59	6,9
	12	90	1,83	0,09	4,9
		120	2,75	0,15	5,4
		150	4,17	0,27	6,4
		180	5,59	0,36	6,4
8	6	90	1,37	0,10	7,3
		120	3,10	0,19	6,1
		150	6,07	0,58	9,5
		180	12,8	0,82	6,4
	9	90	1,43	0,15	10,4
		120	3,14	0,34	10,8
		150	5,05	0,54	10,6
		180	8,74	0,96	10,9
	12	90	1,40	0,17	12,1
		120	2,59	0,23	8,8
		150	4,16	0,30	7,2
		180	6,48	0,61	9,4
10	6	90	1,46	0,13	8,9
		120	3,00	0,25	8,3
		150	6,07	0,51	8,4
		180	16,3	1,48	9,0
	9	90	1,53	0,13	8,5
		120	3,07	0,30	9,7
		150	4,97	0,33	6,6
		180	9,89	0,88	8,9
	12	90	1,50	0,11	7,3
		120	2,84	0,18	6,3
		150	4,47	0,45	10,1
		180	7,37	0,64	8,6

Zusammenstellung 15

Versuchsserie I

max F/V-Verhältnis in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmit­ tels.
Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Platten- dicke a mm	Kopfdurch- messer D mm	Konus- winkel α °	max F/V-Verhältnis		
			Mittel- wert \bar{x} N/mm ³	Standard- abweichung $\pm s$ N/mm ³	Variations- koeffizient V %
6	6	90	1,54	0,12	7,7
		120	3,35	0,25	7,4
		150	5,96	0,33	5,5
		180	11,2	0,67	6,0
	9	90	1,20	0,06	5,0
		120	2,62	0,24	9,1
		150	4,23	0,20	4,7
		180	6,56	0,47	7,1
	12	90	1,09	0,12	11,1
		120	2,16	0,17	7,8
		150	3,16	0,19	6,0
		180	4,23	0,28	6,6
8	6	90	0,87	0,04	4,6
		120	1,88	0,09	4,7
		150	3,93	0,17	4,3
		180	8,77	0,49	5,5
	9	90	0,82	0,03	3,6
		120	1,85	0,07	3,7
		150	3,33	0,22	6,6
		180	5,57	0,33	5,9
	12	90	0,75	0,10	13,3
		120	1,56	0,06	3,8
		150	2,49	0,16	6,4
		180	3,80	0,18	4,7
10	6	90	0,79	0,04	5,0
		120	1,91	0,08	4,1
		150	3,64	0,21	5,7
		180	8,74	0,56	6,4
	9	90	0,86	0,06	6,9
		120	1,83	0,08	4,3
		150	3,31	0,18	5,4
		180	6,79	0,33	4,8
	12	90	0,82	0,04	4,8
		120	1,42	0,09	6,3
		150	2,47	0,14	5,6
		180	4,11	0,21	5,1

Zusammenstellung 16**Versuchsserie I**

max F/V-Verhältnis in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und
Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.

Holzwerkstoff: Harte Holzfaserverplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in
Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des
DIBt, Berlin

Platten- dicke a mm	Kopfdurch- messer D mm	Konus- winkel α °	max F/V-Verhältnis		
			Mittel- wert \bar{x} N/mm ³	Standard- abweichung $\pm s$ N/mm ³	Variations- koeffizient V %
6	6	90	1,61	0,13	8,0
		120	3,70	0,25	6,7
		150	7,25	0,61	8,4
		180	13,2	1,00	7,6
	9	90	1,47	0,13	8,8
		120	3,10	0,21	6,4
		150	4,94	0,32	6,4
		180	7,81	0,60	7,6
	12	90	1,30	0,07	5,4
		120	2,49	0,20	8,0
		150	4,04	0,28	6,9
		180	5,41	0,36	6,6

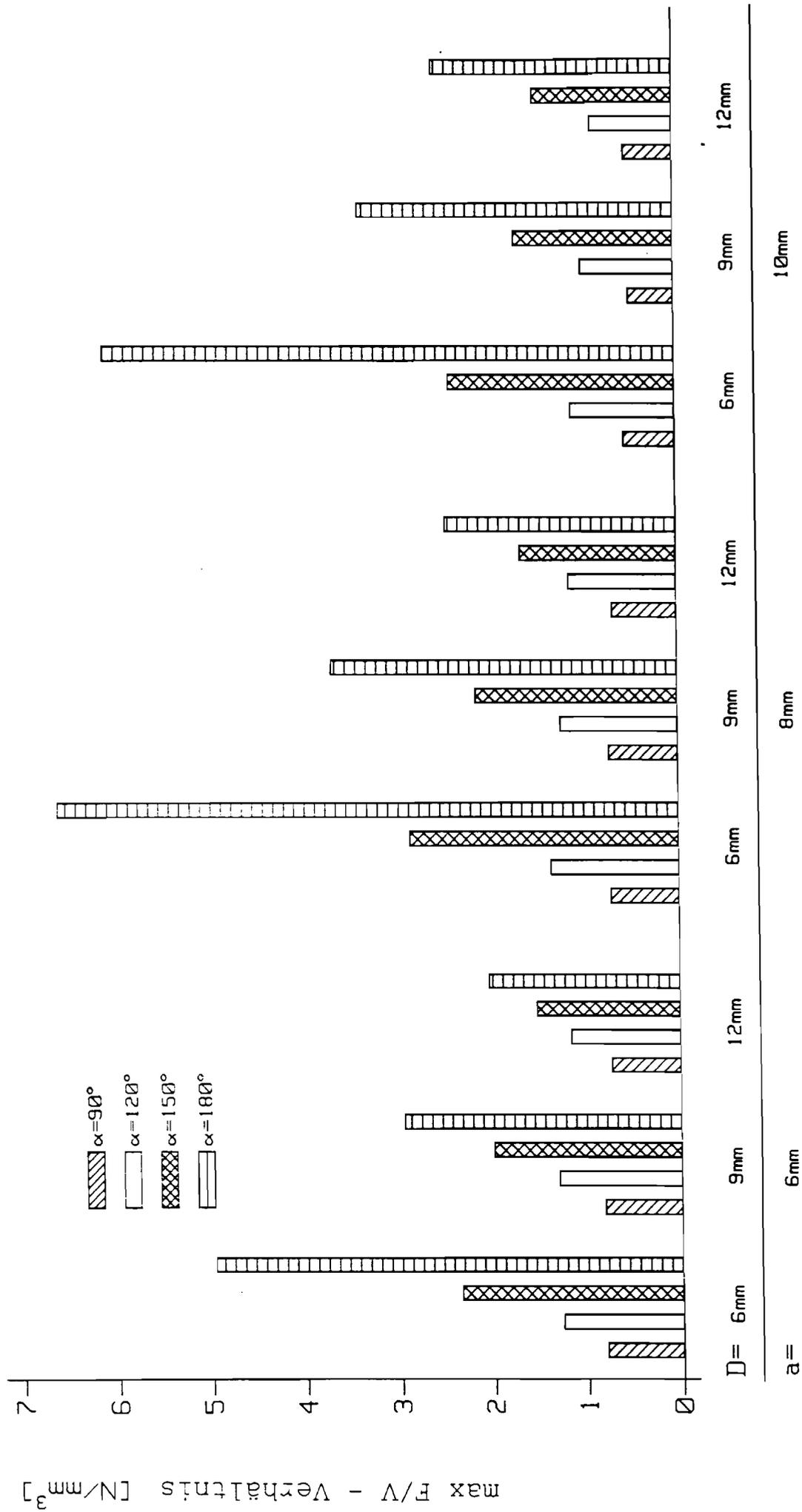
Zusammenstellung 17**Versuchsserie I**

max F/V-Verhältnis in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und
Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.

Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß
Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

Platten- dicke a mm	Kopfdurch- messer D mm	Konus- winkel α °	max F/V-Verhältnis		
			Mittel- wert \bar{x} N/mm ³	Standard- abweichung $\pm s$ N/mm ³	Variations- koeffizient V %
10	6	90	0,63	0,07	11,1
		120	1,25	0,14	11,2
		150	2,51	0,27	10,7
		180	6,39	0,73	11,4
	9	90	0,58	0,05	8,6
		120	1,04	0,10	9,6
		150	1,99	0,22	11,0
		180	3,61	0,44	12,1
	12	90	0,57	0,06	10,5
		120	1,01	0,09	8,9
		150	1,61	0,15	9,3
		180	2,75	0,26	9,4

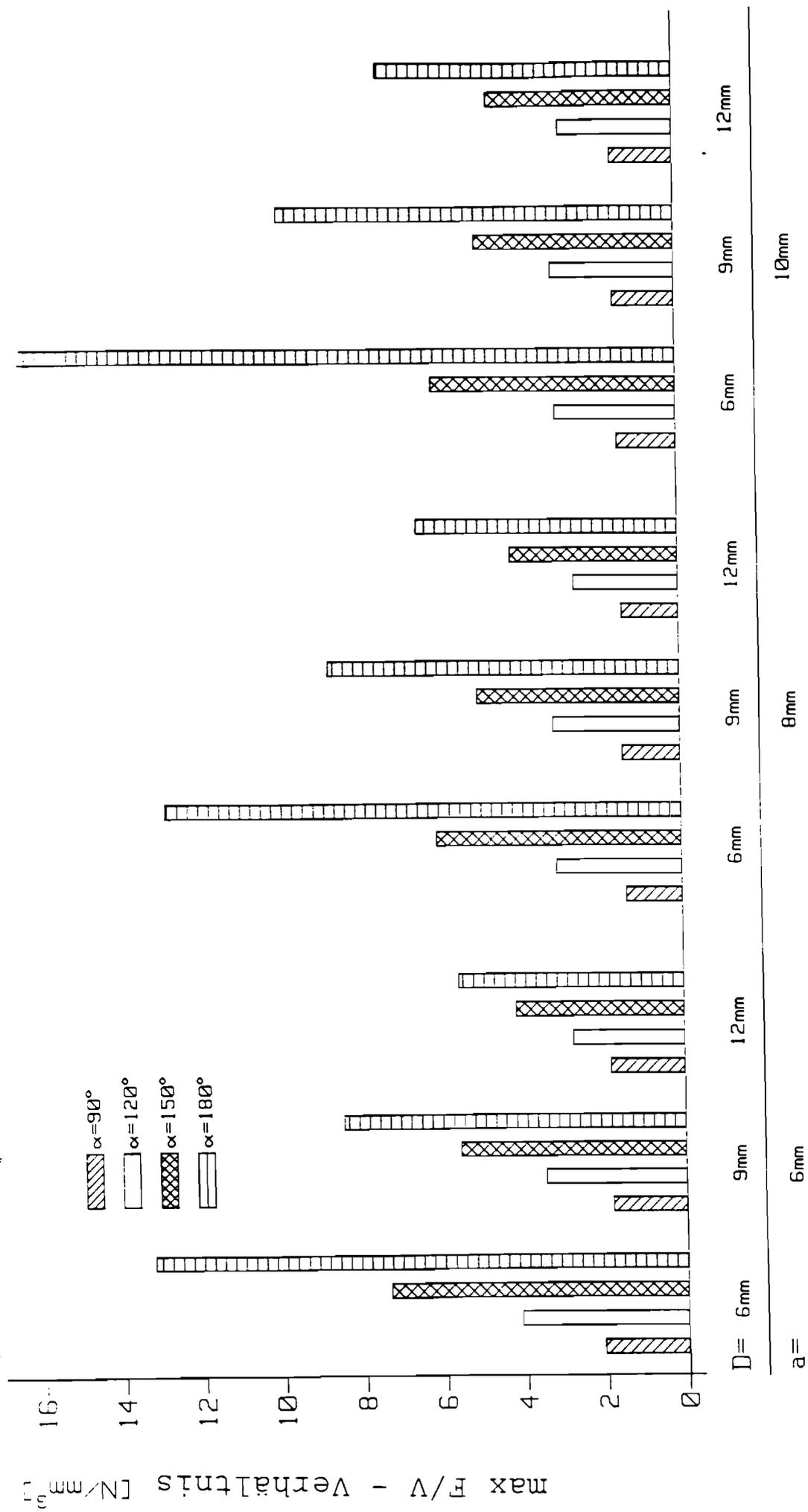
V100 - Holzspanplatte



NagBauFV

Abb. 33 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit von der Platten-
 dicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitteis.
 Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

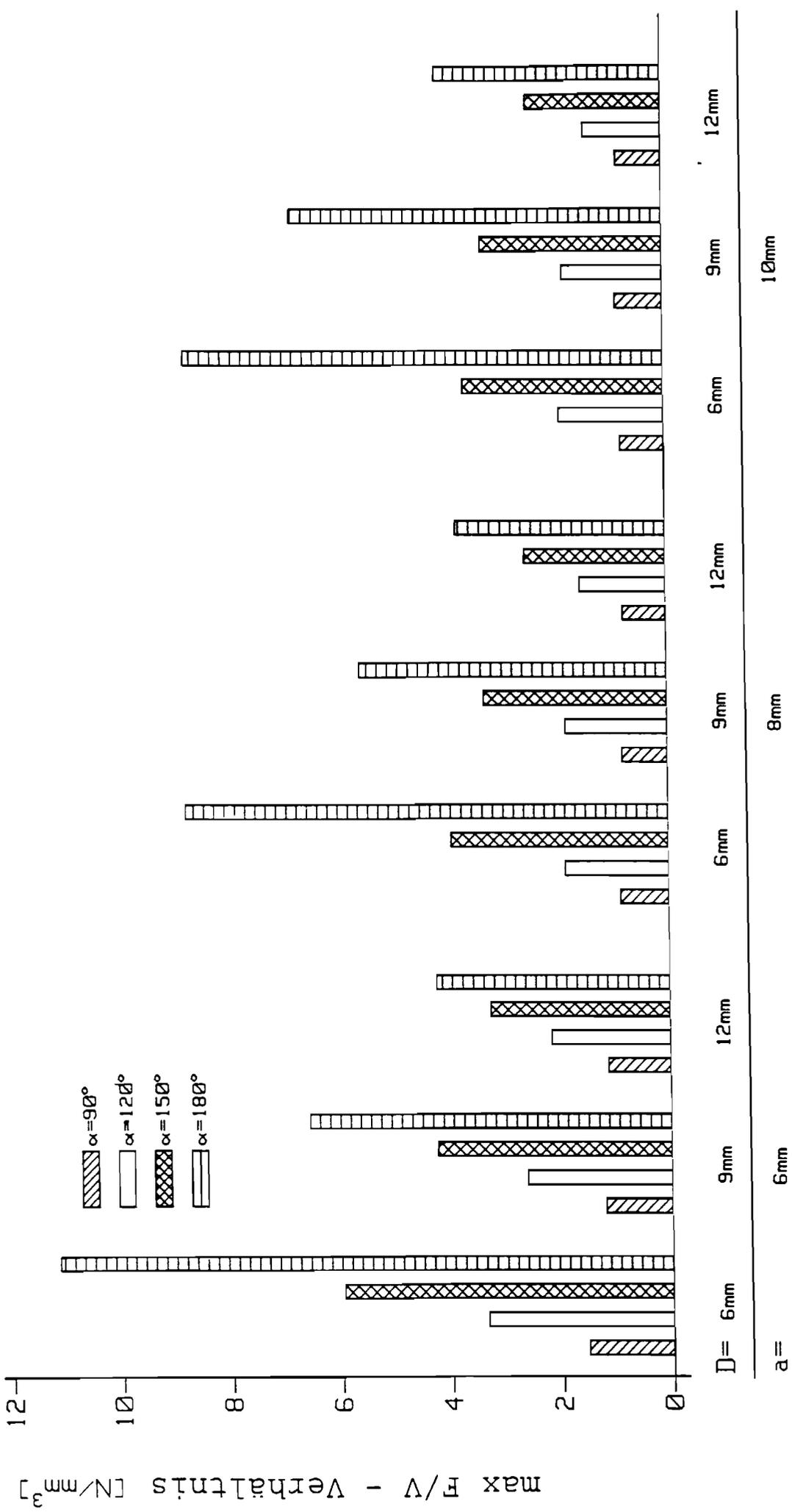
Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU - BU 100



NagBa3FV

Abb. 34 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit von der Platten-
 dicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmittele.
 Holzwerkstoff: Fünfplagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

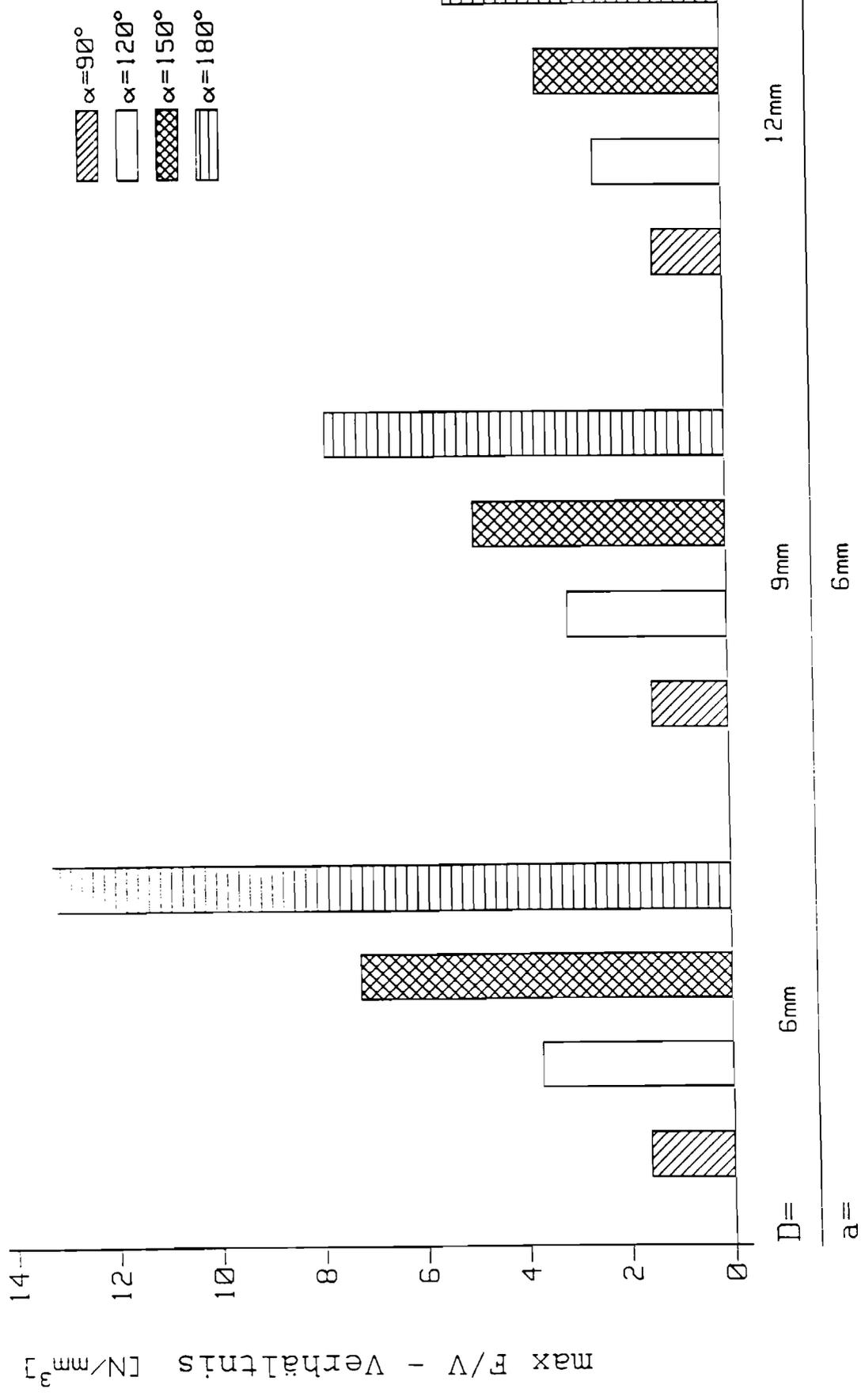
Mitteldichte Faserplatte MDF



NagBa5FV

Abb. 35 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit von der Platten-
 dicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Harte Holzfaserplatte HFH 100



NagBa4FV

Abb. 36 Versuchserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitells.
 Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt,

Zementgebundene Holzspanplatte

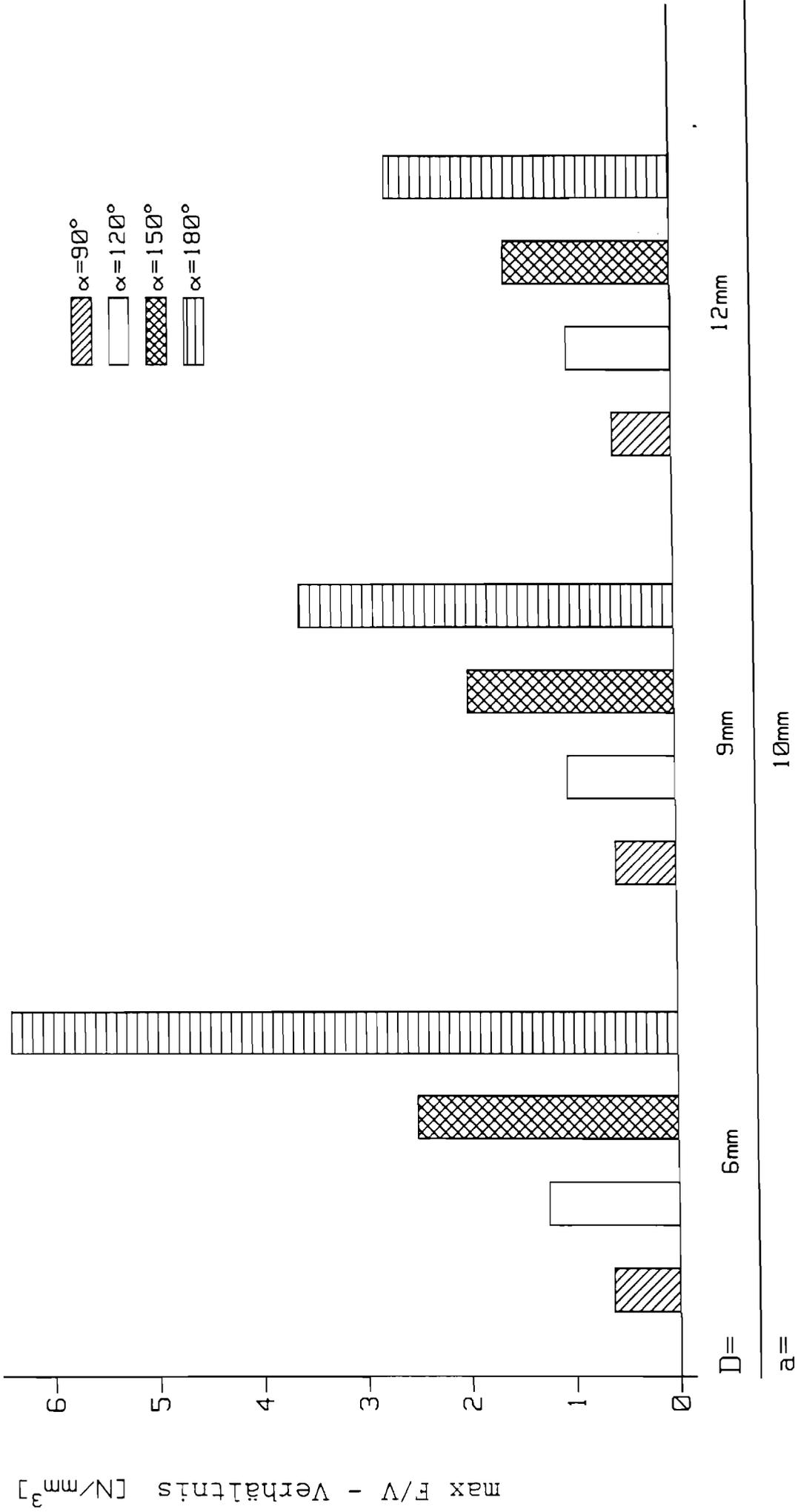


Abb. 37 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

V100 - Holzspanplatte

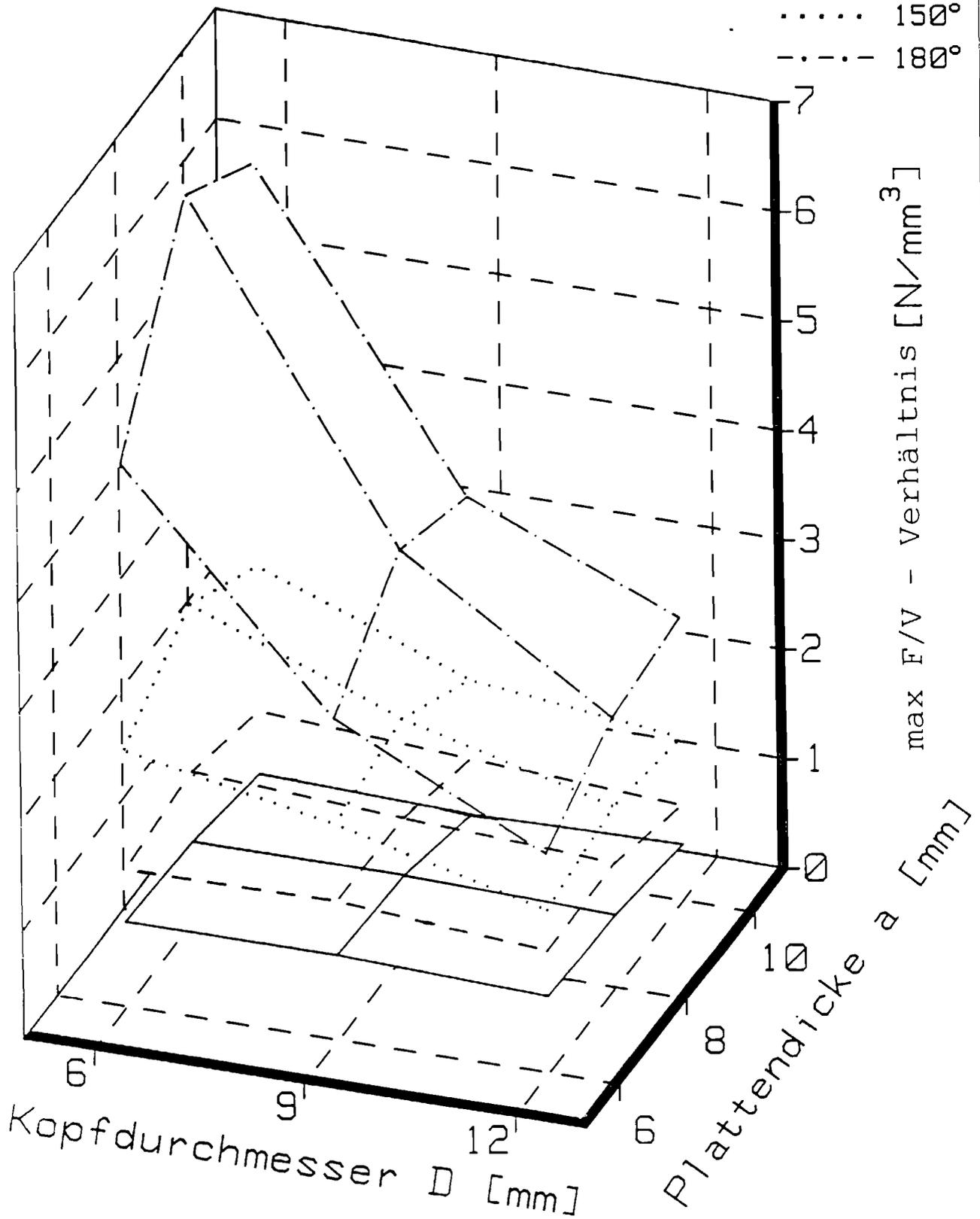
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

..... 150°

- · - · - 180°

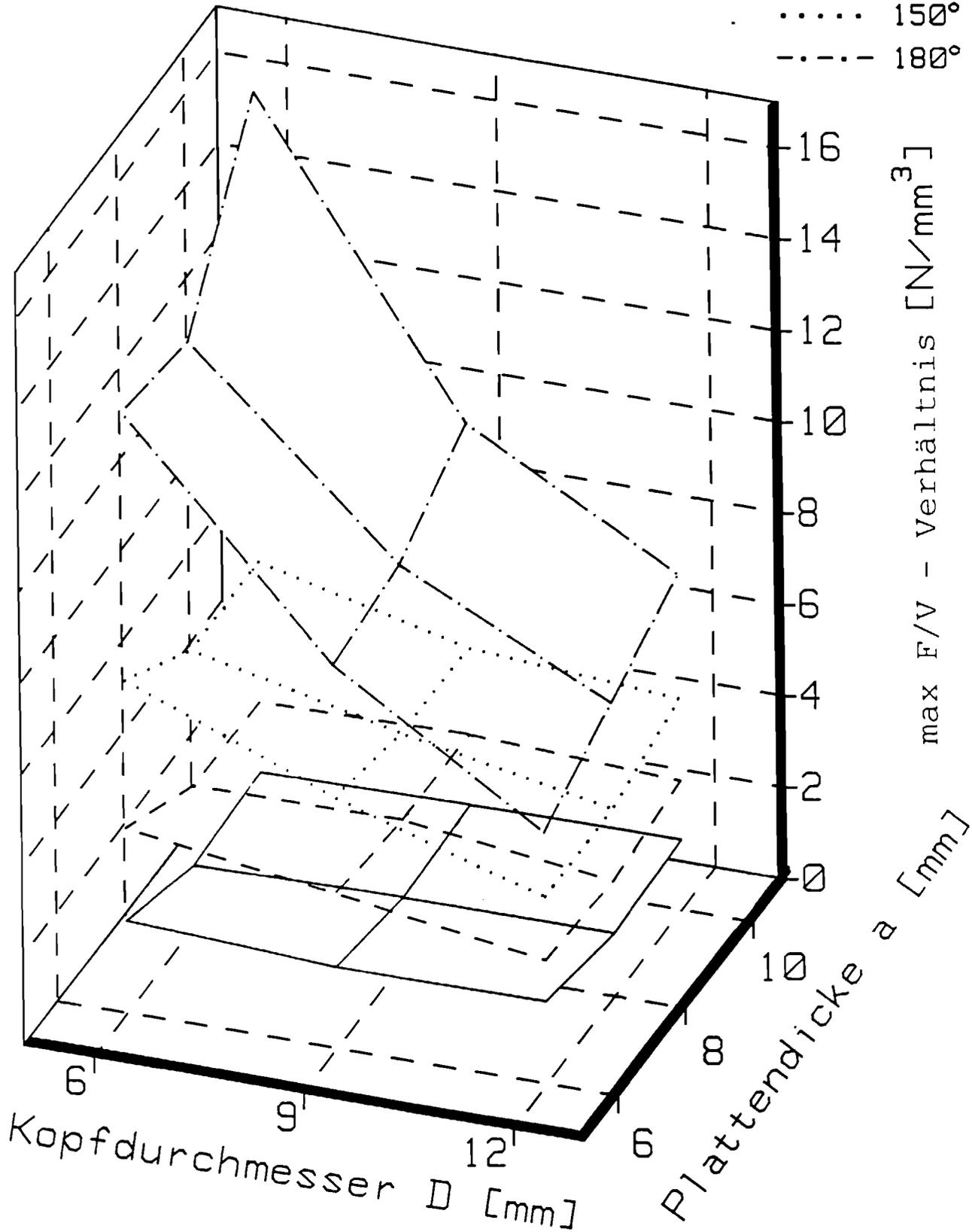


NagFV1

Abb. 33 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

**Bau-Furniersperrholz aus
Buche BFU - BU 100**

Konuswinkel α
 ——— 90°
 - - - - 120°
 ····· 150°
 - · - · 180°



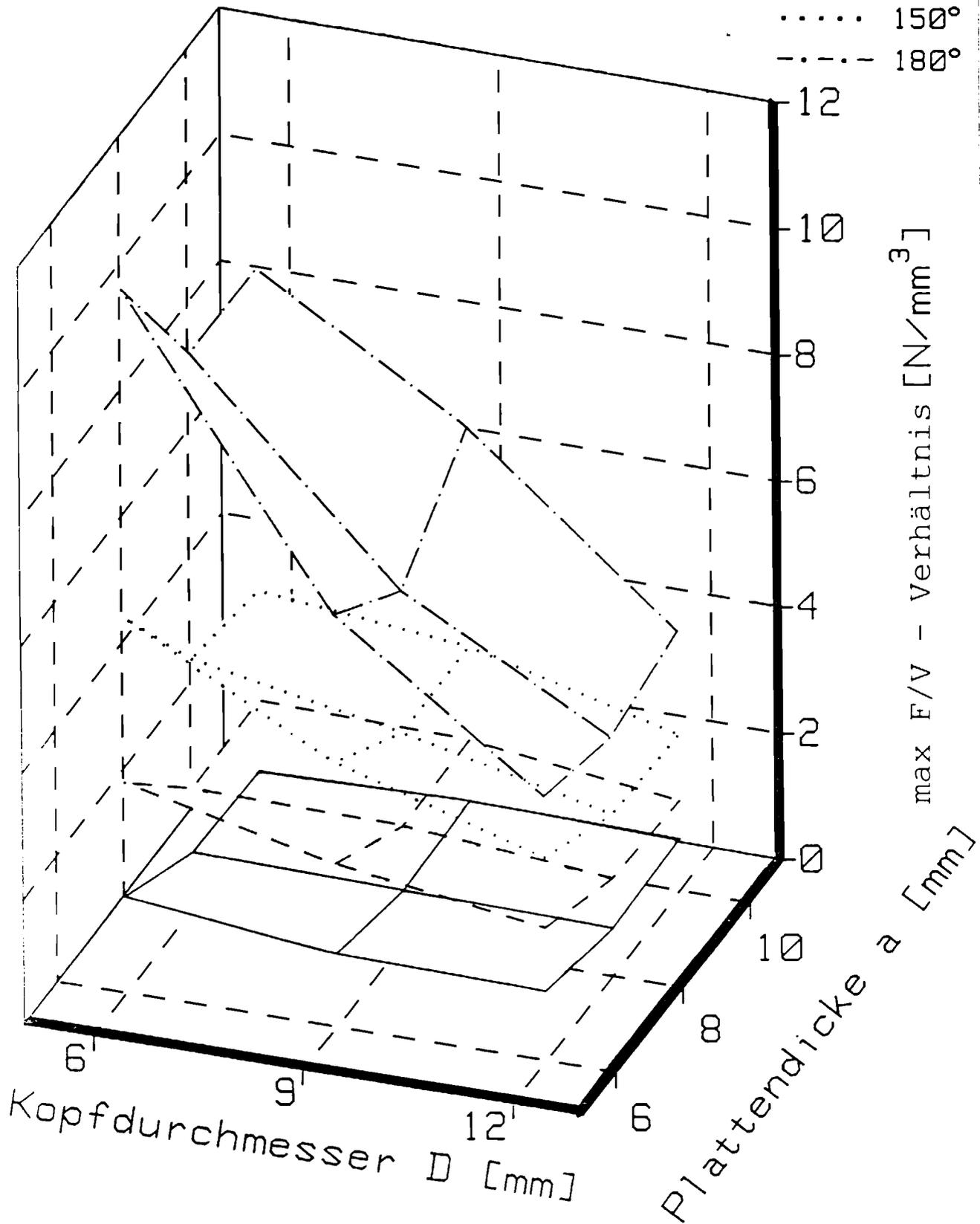
NagFV3

Abb. 39 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

Mitteldichte Faserplatte MDF

Konuswinkel α

- 90°
- - - 120°
- 150°
- · - · - 180°



NagFV5

Abb. 40 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels. Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Harte Holzfaserplatte

HFH 100

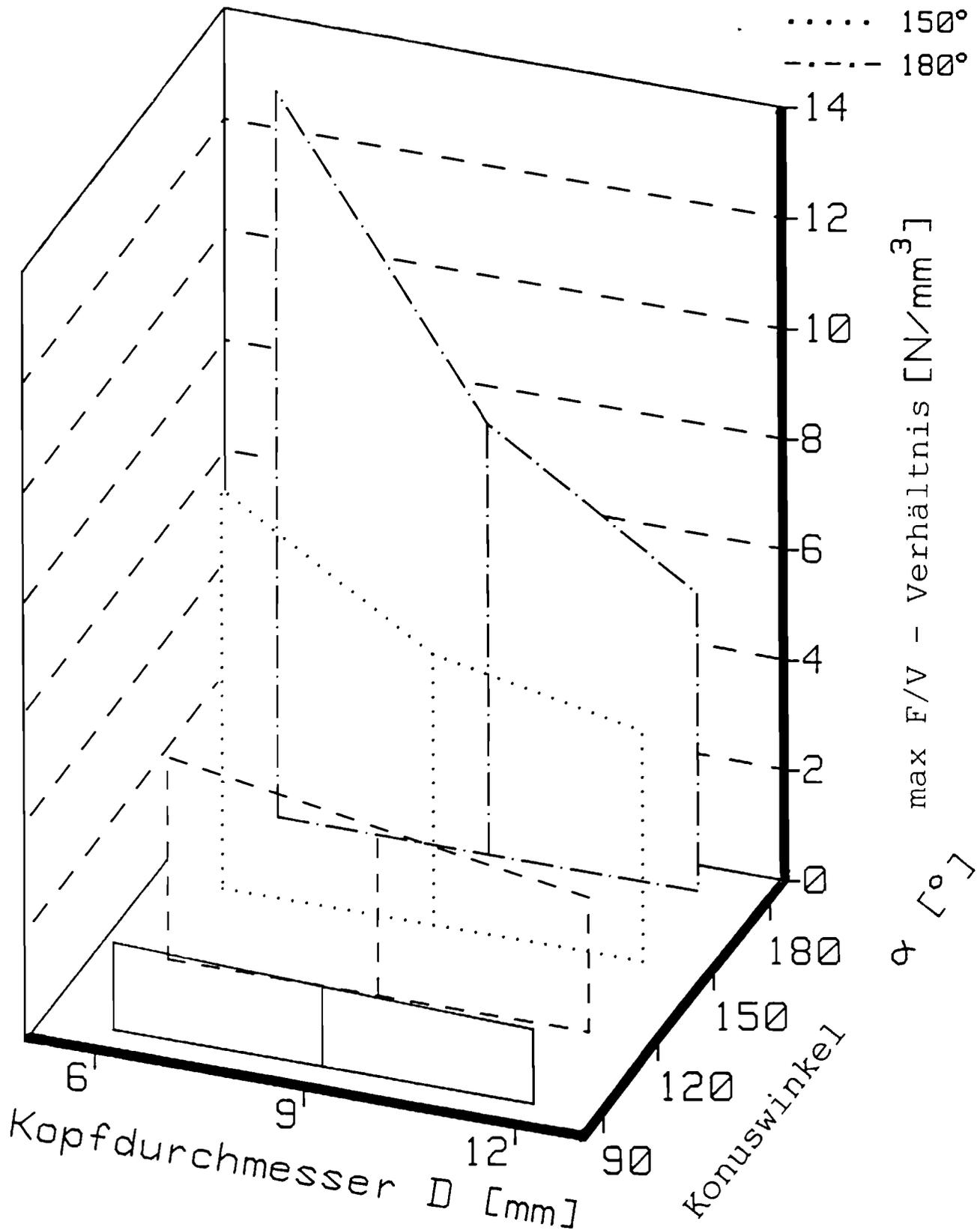
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

..... 150°

- · - · - 180°



NagFV4

Abb. 41 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des max F/V-Verhältnisses in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

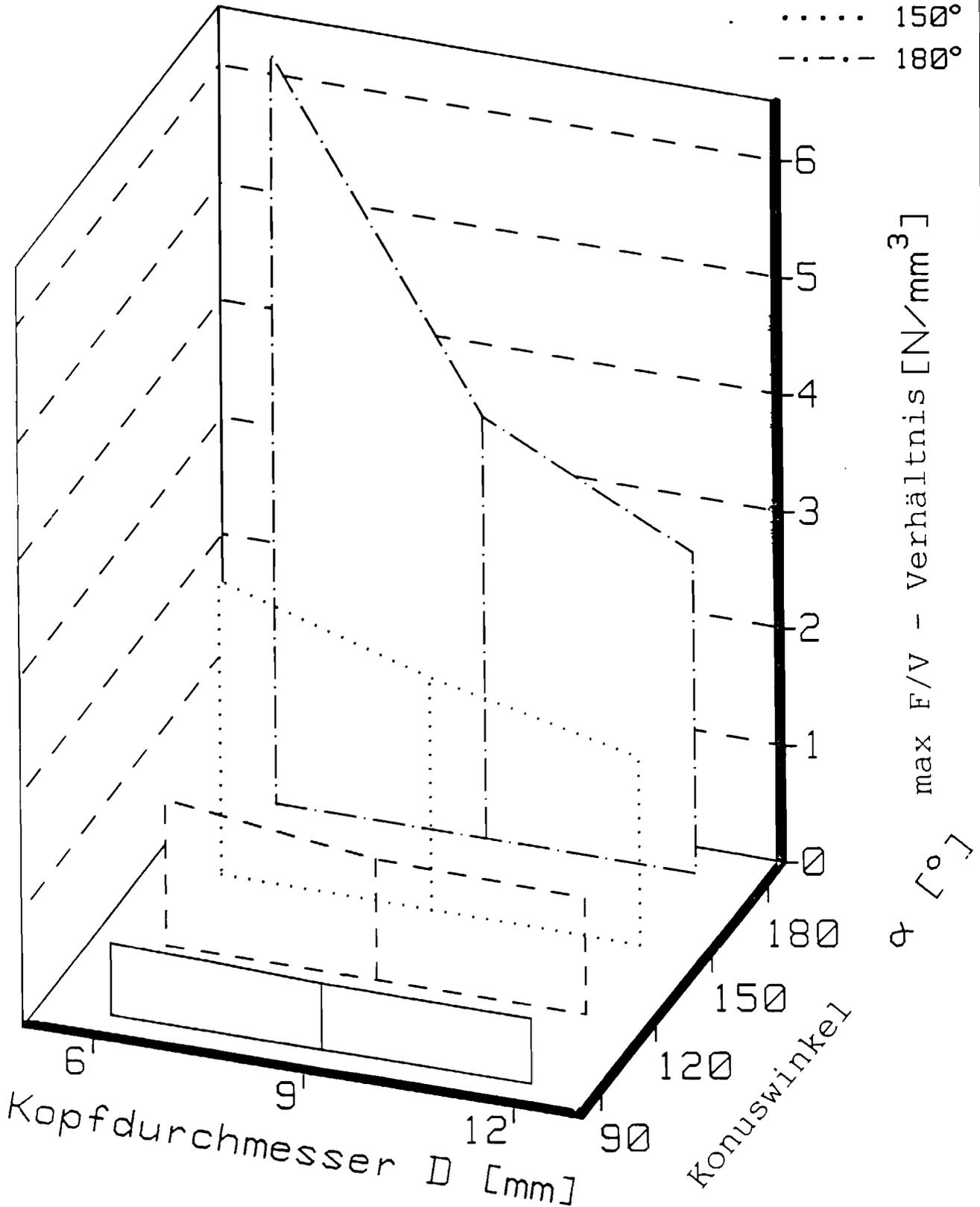
Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin

Zementgebundene

Holzspanplatte

Konuswinkel α

- 90°
- - - 120°
- 150°
- · - · - 180°



NagFV6

Abb. 42 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des $\max F/V$ -Verhältnisses in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

Zusammenstellung 18

Versuchsserie I

Bettungsziffer C in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser °D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitteis.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Bettungsziffer C		
			Mittelwert \bar{x} N/mm ³	Standardabweichung ±s N/mm ³	Variationskoeffizient V %
6	6	90	82,9	10,6	12,8
		120	69,1	9,5	13,8
		150	69,1	9,4	13,6
		180	88,2	8,9	10,1
	9	90	46,5	4,4	9,5
		120	54,7	3,5	6,4
		150	54,4	5,6	10,3
		180	51,0	1,5	2,9
	12	90	37,5	4,1	10,9
		120	39,7	3,9	9,8
		150	32,3	4,4	13,6
		180	40,6	5,0	12,3
8	6	90	76,5	7,6	9,9
		120	82,5	9,4	11,4
		150	101	12,8	12,7
		180	90,6	8,4	9,3
	9	90	54,9	6,9	12,6
		120	55,6	7,1	12,8
		150	62,5	5,8	9,3
		180	61,8	8,6	13,9
	12	90	33,3	4,9	14,7
		120	45,7	6,1	13,3
		150	43,7	6,0	13,7
		180	45,9	5,3	11,5
10	6	90	112	13,4	12,0
		120	119	10,6	8,9
		150	101	13,7	13,6
		180	123	15,8	12,8
	9	90	56,1	7,0	12,5
		120	81,8	7,3	8,9
		150	78,6	10,1	12,8
		180	74,0	11,7	15,8
	12	90	40,3	6,2	15,4
		120	52,5	5,1	9,7
		150	56,8	6,4	11,3
		180	65,9	5,0	7,6

Zusammenstellung 19

Versuchsserie I

Bettungsziffer C in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser °D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.
 Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100
 nach DIN 68705 Teil 5

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Bettungsziffer C		
			Mittelwert \bar{x} N/mm ³	Standardabweichung ±s N/mm ³	Variationskoeffizient V %
6	6	90	127	9,5	7,5
		120	130	16,2	12,5
		150	101	9,4	9,3
		180	103	10,7	10,3
	9	90	88,7	4,8	5,4
		120	98,2	12,3	12,5
		150	70,4	9,7	13,8
		180	63,7	7,9	12,5
	12	90	44,2	3,4	7,6
		120	56,6	5,7	10,1
		150	49,9	7,7	15,4
		180	42,8	1,2	2,7
8	6	90	142	8,0	5,6
		120	140	21,4	15,2
		150	133	16,7	12,5
		180	151	14,6	9,7
	9	90	104	9,4	9,0
		120	111	8,7	7,8
		150	101	6,0	6,0
		180	109	6,6	6,0
	12	90	60,9	4,1	6,7
		120	82,7	8,5	10,3
		150	70,6	8,4	11,9
		180	87,1	8,5	9,8
10	6	90	165	19,1	11,6
		120	185	26,6	14,4
		150	125	13,2	10,5
		180	142	7,7	5,4
	9	90	137	18,7	13,6
		120	151	17,0	11,3
		150	118	11,9	10,1
		180	104	10,3	10,0
	12	90	98,7	4,6	4,7
		120	122	9,2	7,5
		150	59,9	4,3	7,2
		180	80,3	9,5	11,8

Zusammenstellung 20

Versuchsserie I
 Bettungsziffer C in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem
 Kopfdurchmesser $^{\circ}D$ und Konuswinkel α des Modellverbindungsmit-
 tels. Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Platten- dicke a mm	Kopfdurch- messer D mm	Konus- winkel α $^{\circ}$	Bettungsziffer C		
			Mittel- wert \bar{x} N/mm ³	Standard- abweichung $\pm s$ N/mm ³	Variations- koeffizient V %
6	6	90	91,0	6,2	6,8
		120	128	15,1	11,7
		150	108	7,3	6,7
		180	119	13,2	11,1
	9	90	76,1	4,9	6,4
		120	71,8	9,6	13,4
		150	62,2	8,4	13,5
		180	72,2	5,3	7,3
	12	90	48,8	2,7	5,5
120		65,1	2,7	4,2	
150		49,5	6,3	12,7	
180		58,7	5,3	9,0	
8	6	90	93,1	4,9	5,3
		120	101	8,4	8,3
		150	92,0	9,5	10,3
		180	115	13,2	11,5
	9	90	81,5	10,4	12,8
		120	85,2	6,9	8,1
		150	80,0	6,1	7,6
		180	91,7	11,0	12,0
	12	90	58,4	5,8	9,9
120		73,0	5,1	7,0	
150		67,0	5,8	8,7	
180		69,0	6,2	9,0	
10	6	90	147	16,9	11,5
		120	150	17,6	11,7
		150	128	8,4	6,8
		180	160	17,0	10,6
	9	90	105	11,6	11,0
		120	113	13,9	12,3
		150	101	13,6	13,4
		180	123	13,1	10,6
	12	90	68,8	3,7	5,4
120		96,1	3,1	3,2	
150		82,6	6,1	7,4	
180		79,5	6,3	7,9	

Zusammenstellung 21

Versuchsserie I

Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D undKonuswinkel α des Modellverbindungsmittels.Holzwerkstoff: Harte Holzfaserverplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in
Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des
DIBt, Berlin

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Bettungsziffer C		
			Mittelwert x N/mm ³	Standardabweichung $\pm s$ N/mm ³	Variationskoeffizient V %
6	6	90	137	19,7	14,4
		120	140	13,6	9,7
		150	154	17,5	11,4
		180	180	20,4	11,3
	9	90	111	13,8	12,4
		120	114	10,3	9,0
		150	91,0	9,4	10,3
		180	97,3	8,2	8,4
	12	90	48,4	5,3	7,6
		120	70,0	7,1	10,1
		150	51,8	5,0	9,6
		180	45,7	4,3	9,4

Zusammenstellung 22

Versuchsserie I

Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D undKonuswinkel α des Modellverbindungsmittels.Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß
Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Bettungsziffer C		
			Mittelwert x N/mm ³	Standardabweichung $\pm s$ N/mm ³	Variationskoeffizient V %
10	6	90	255	27,2	10,7
		120	217	29,0	13,3
		150	172	15,6	9,0
		180	279	22,0	7,9
	9	90	145	18,2	12,5
		120	160	18,0	11,3
		150	187	20,7	11,1
		180	195	18,3	9,4
	12	90	76,4	7,2	9,4
		120	158	14,4	9,1
		150	121	10,2	8,4
		180	99,1	11,0	11,1

V 100 - Holzspanplatte

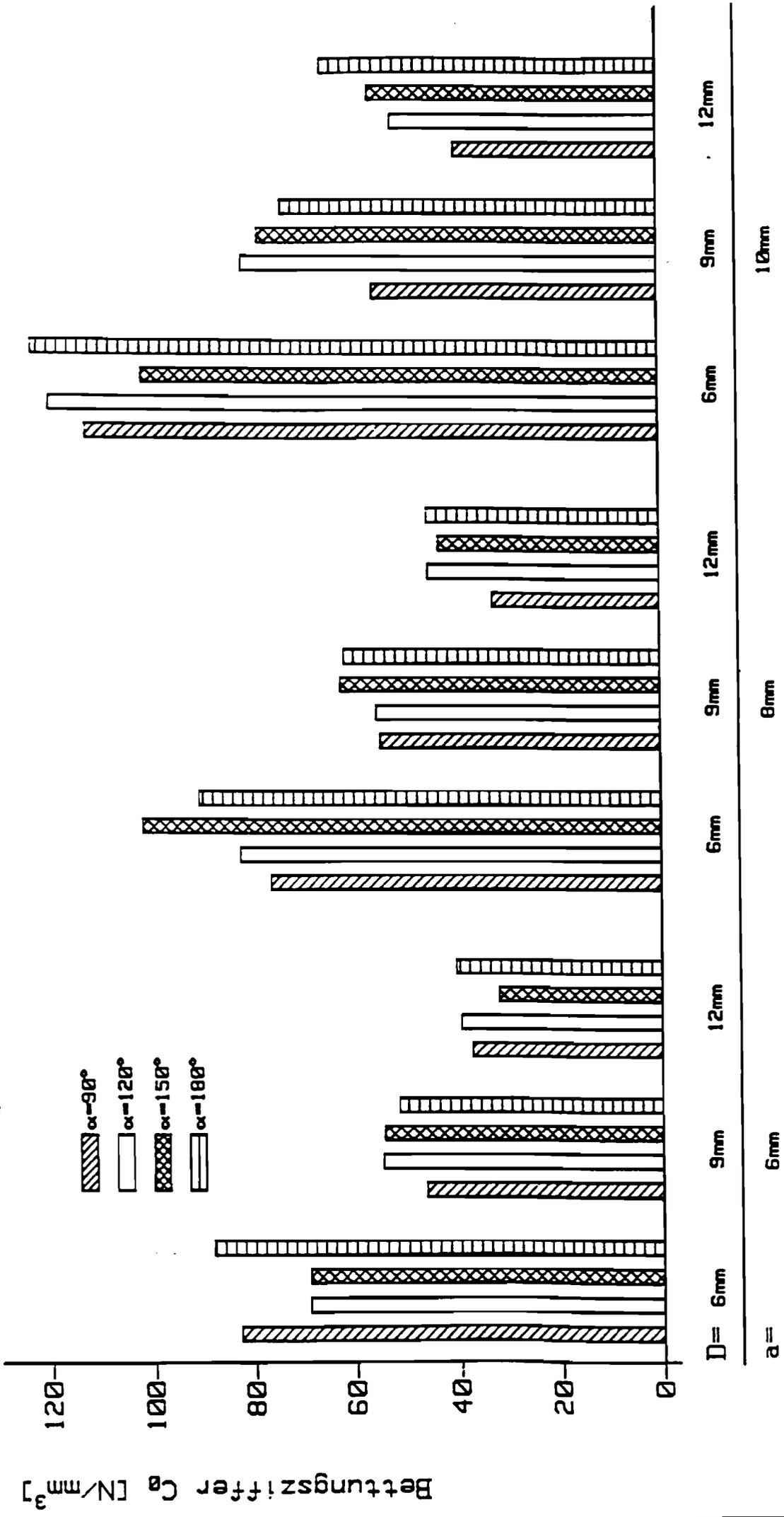
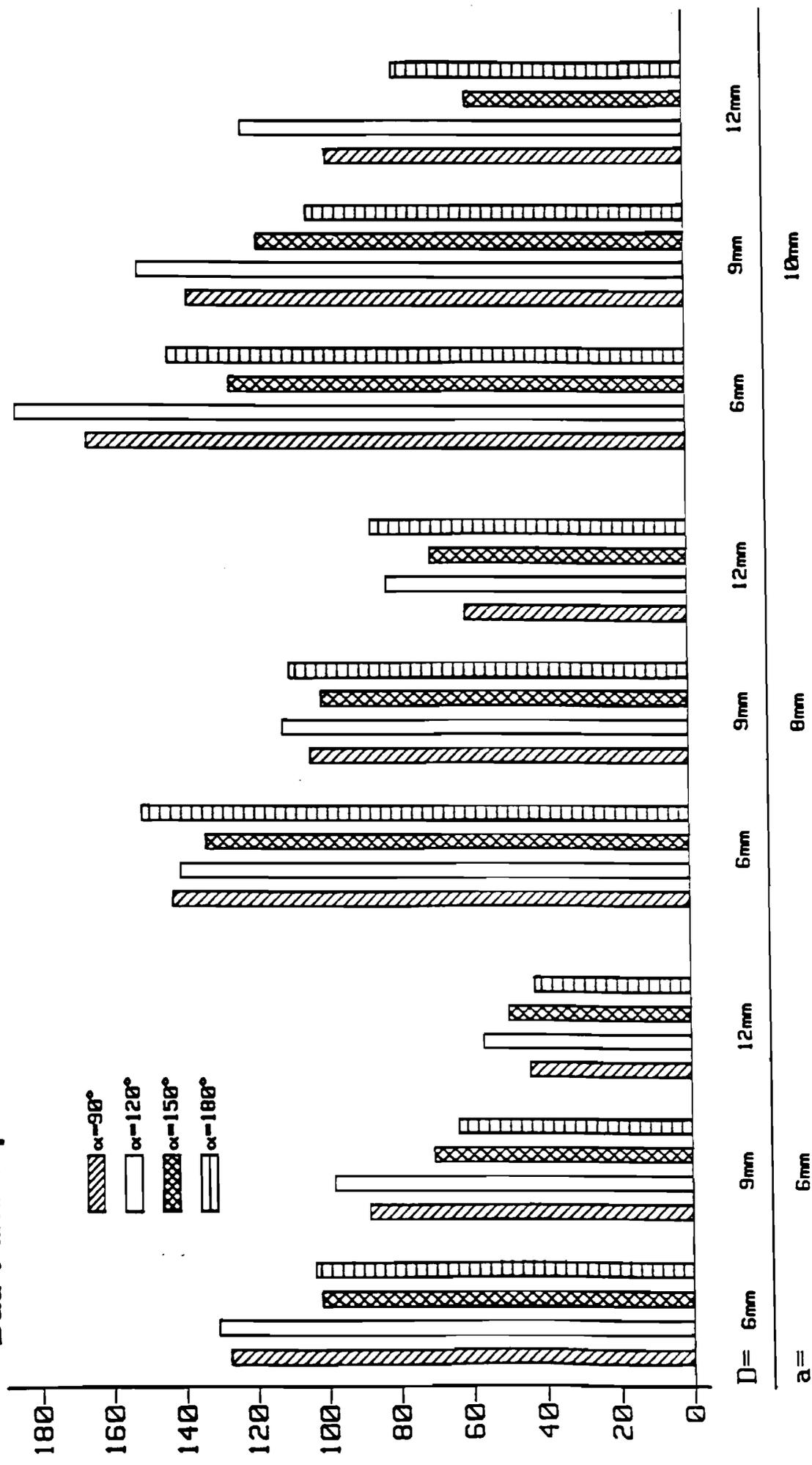


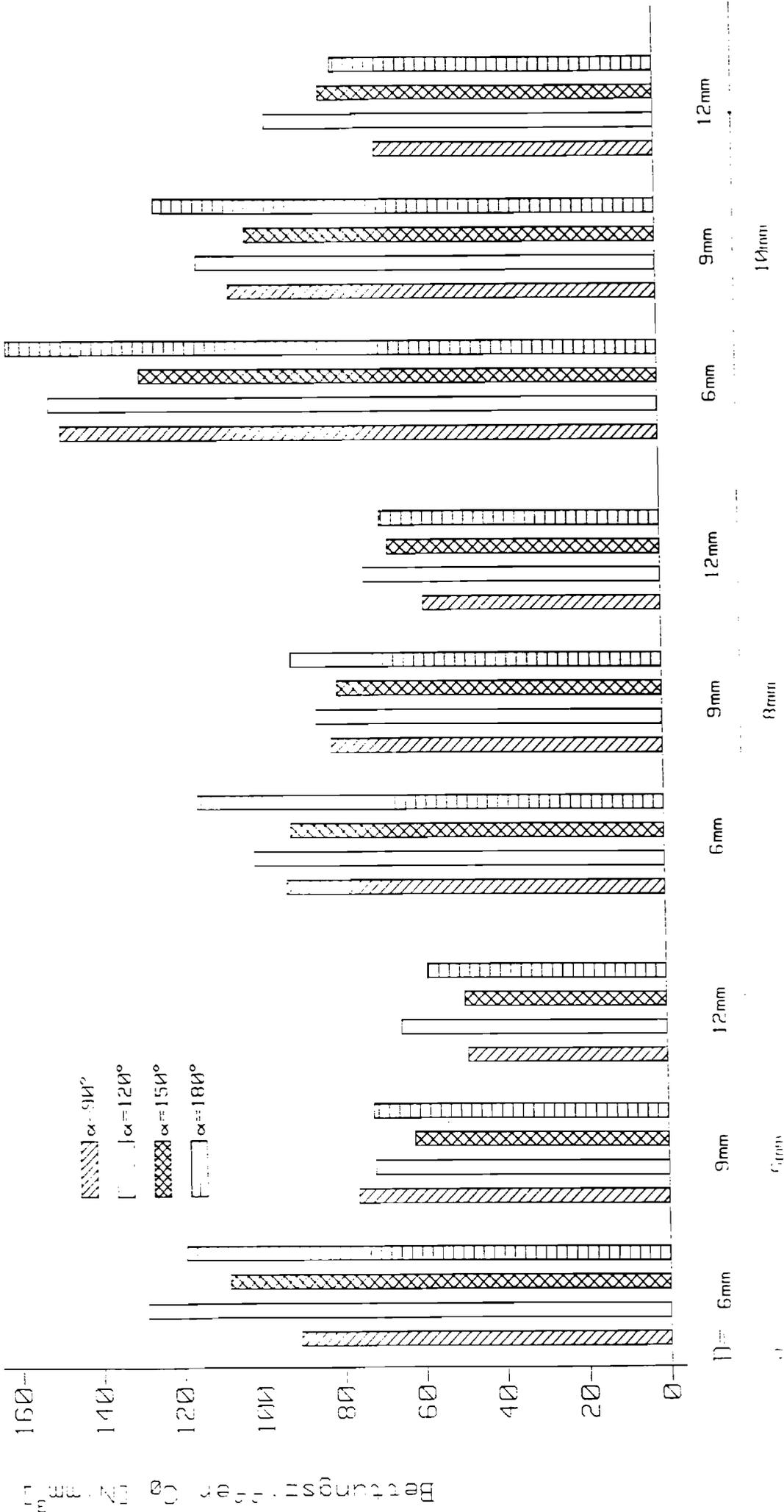
Abb. 43 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU - BU 100



b. 44 Versuchserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

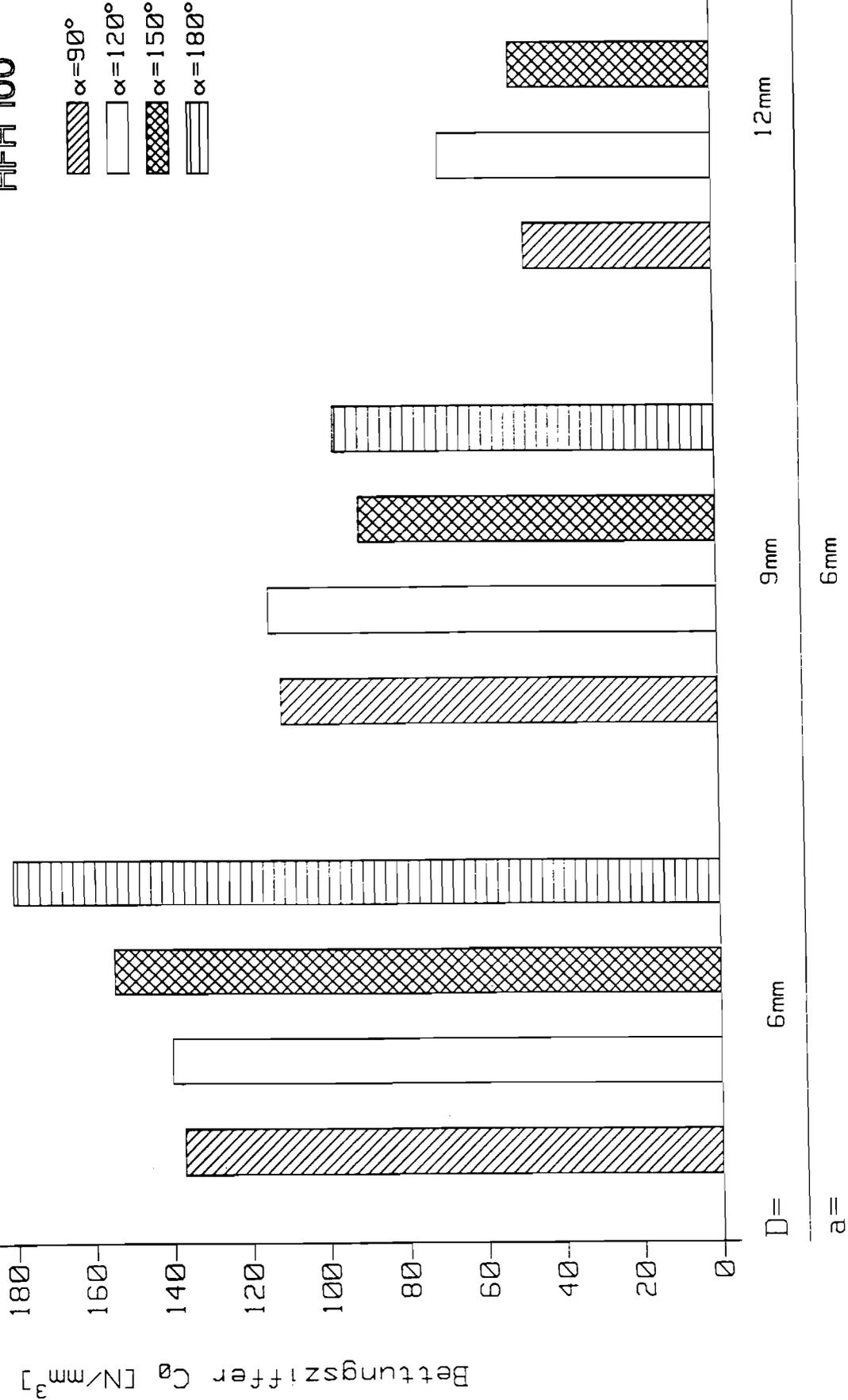
Mitteldichte Faserplatte MDF



NagBa 15C

Abb. 45 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

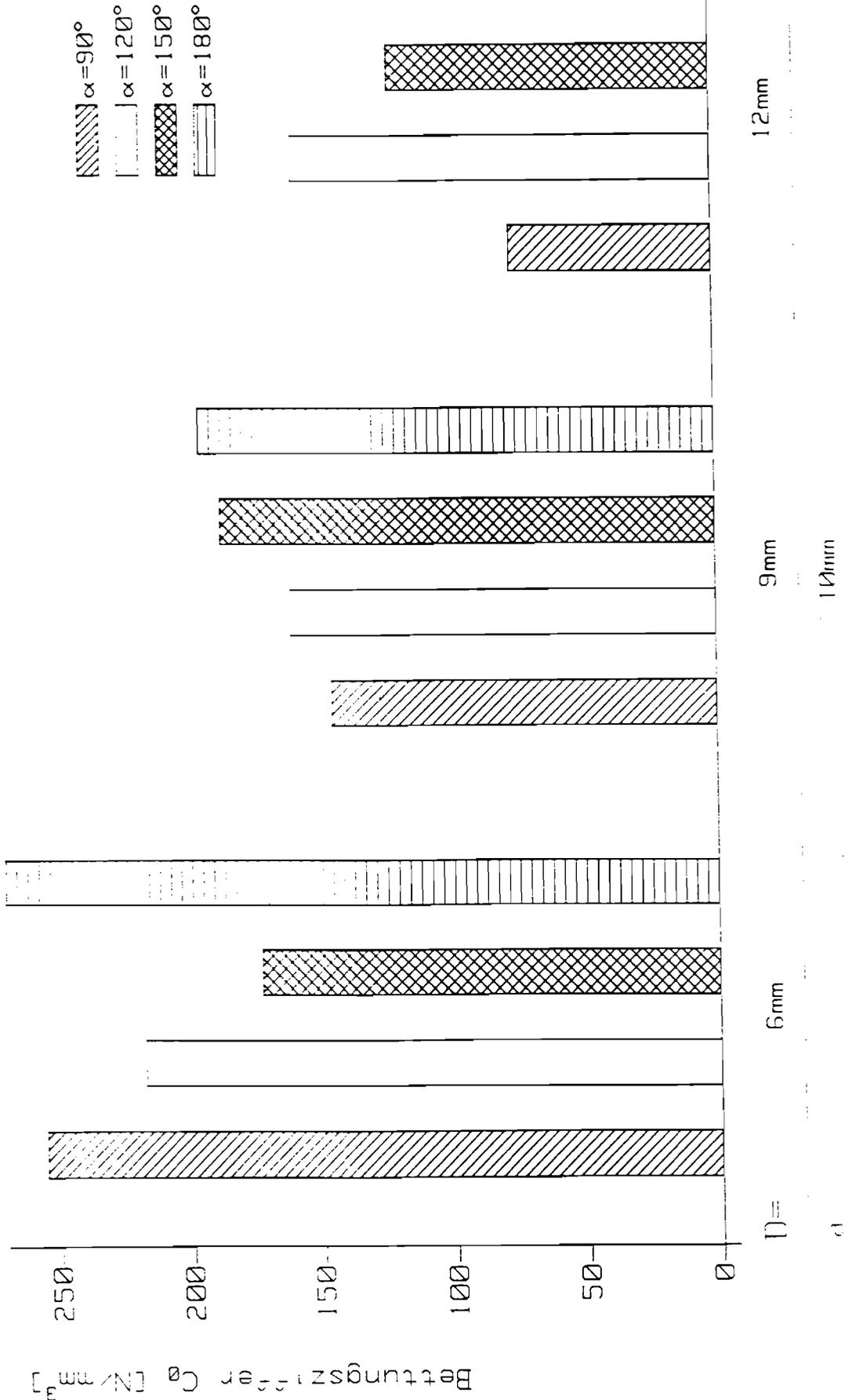
**Harte Holzfaserplatte
HFH 100**



NagBa 14C

Abb. 46 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin

Zementgebundene Holzspanplatte



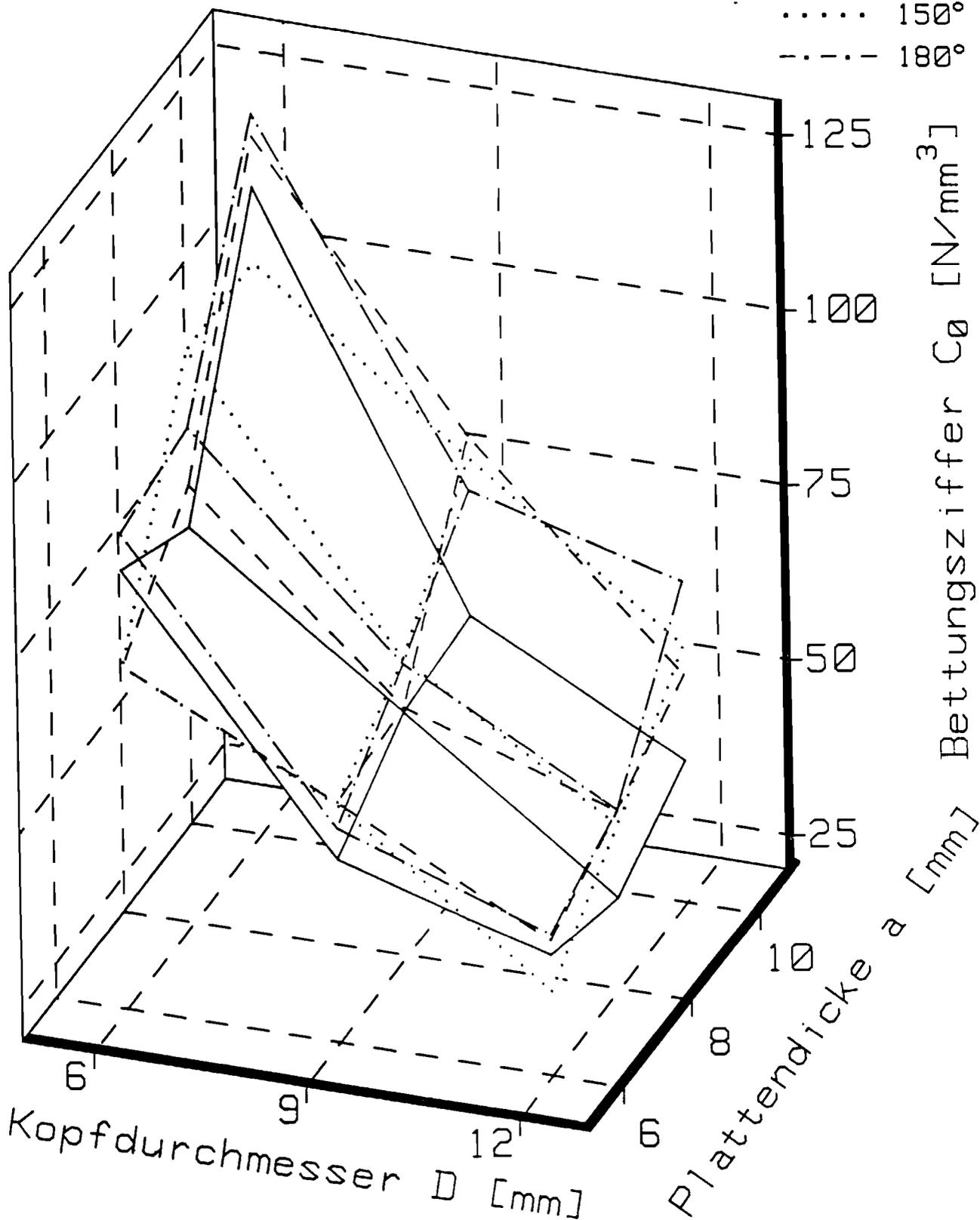
NagBa 16C

Abb. 47 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

V 100 - Holzspanplatte

Konuswinkel α

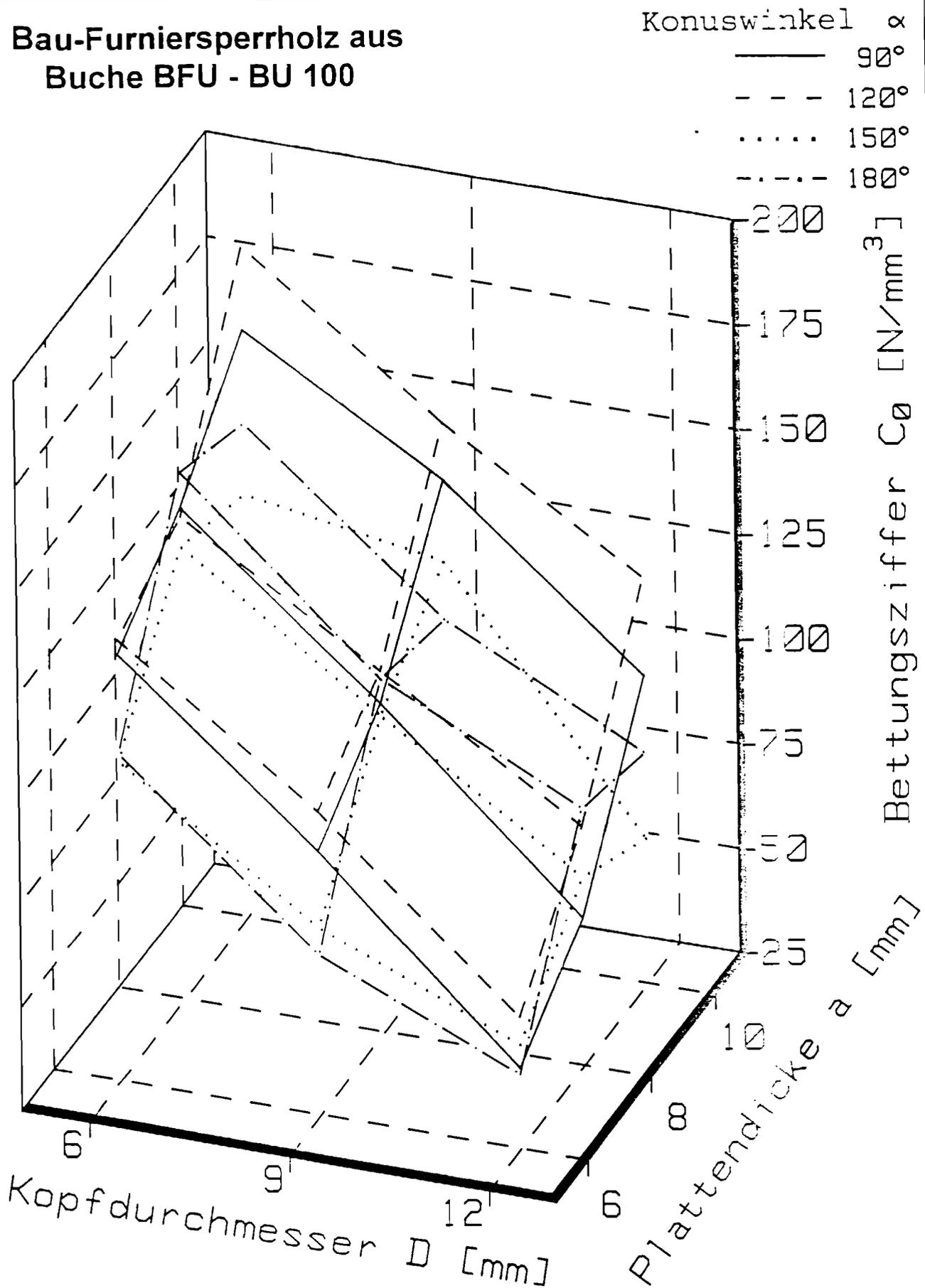
- 90°
- - - 120°
- 150°
- · - · - 180°



Nage 11C

Abb. 48 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU - BU 100



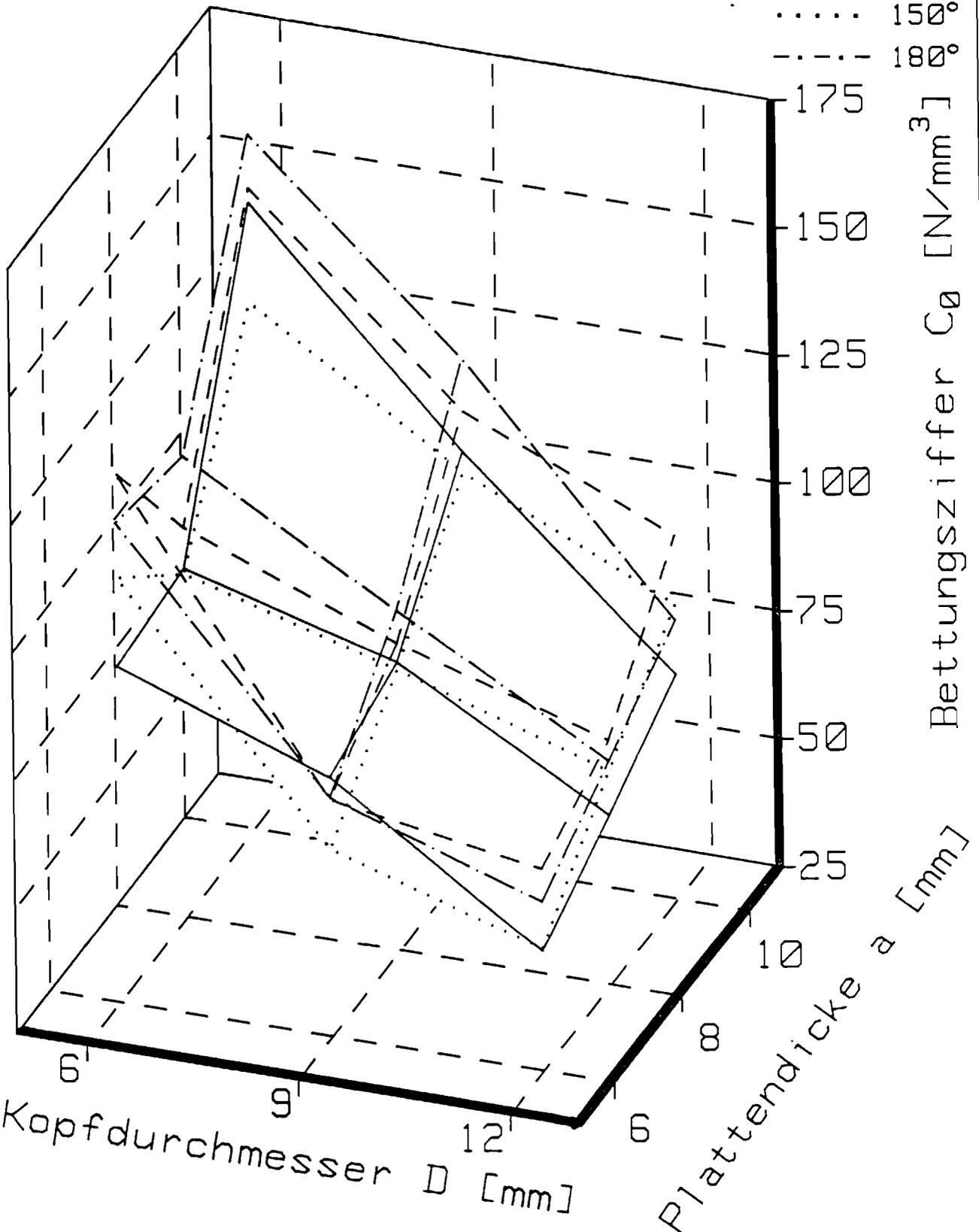
Nage 13C

Abb. 49 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

Mitteldichte Faserplatte MDF

Konuswinkel α

- 90°
- - - 120°
- 150°
- . - . - 180°



Nage 15C

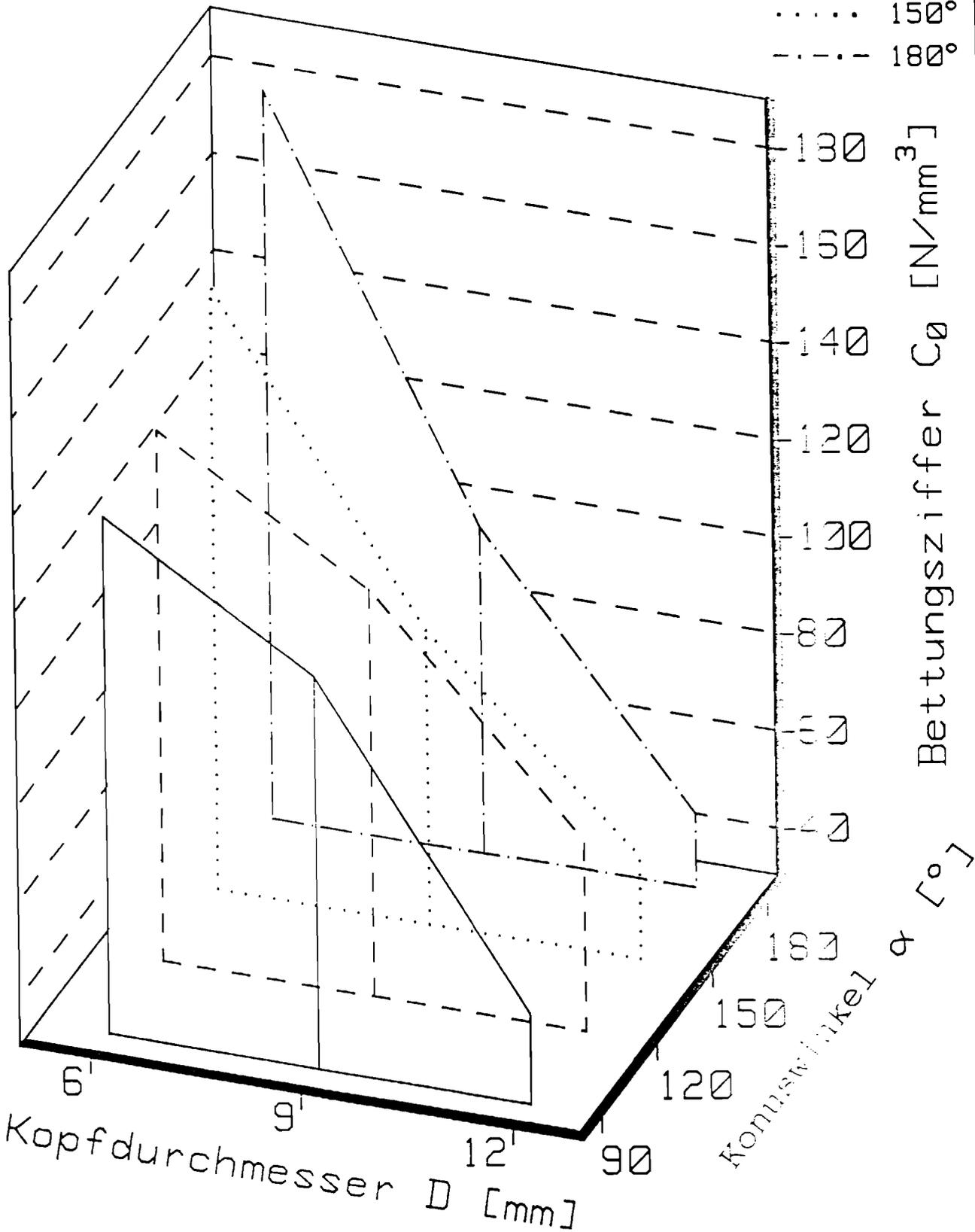
Abb. 50 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels. Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Harte Holzfaserplatte

HFH 100

Konuswinkel α

- 90°
- - - 120°
- 150°
- · - · 180°

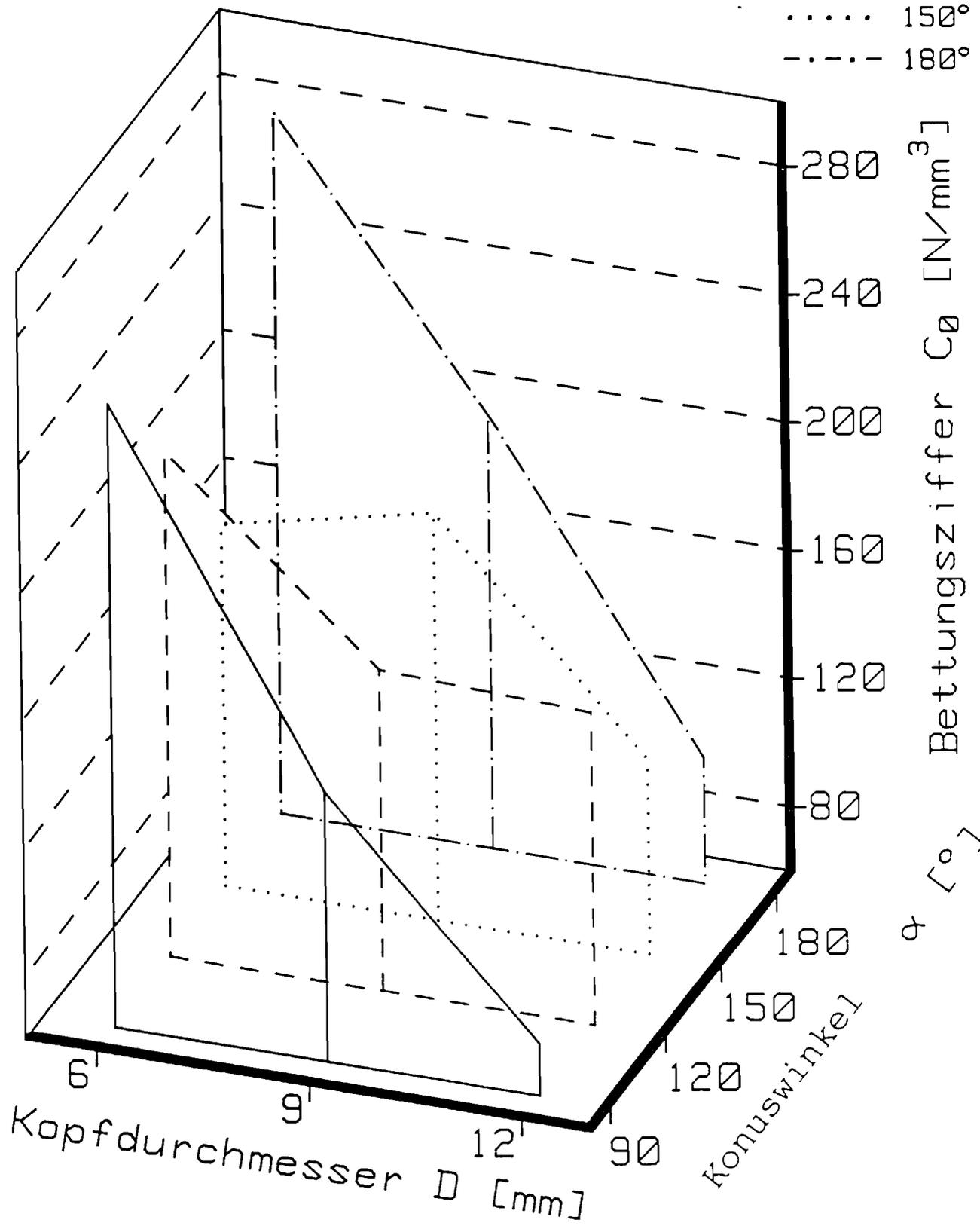


Nagel 4C

Abb. 51 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-57 des DIB, Berlin

**Zementgebundene
Holzspanplatte**

Konuswinkel α
 ——— 90°
 - - - 120°
 150°
 - · - · - 180°



Nage 16C

Abb. 52 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte der Bettungsziffer C_0 in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

Zusammenstellung 23

Versuchsserie I

Durchzugsmodul C in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitteis.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Durchzugsmodul C		
			Mittelwert \bar{x} N/mm	Standardabweichung $\pm s$ N/mm	Variationskoeffizient v %
6	6	90	1758	198	11,3
		120	1466	202	13,8
		150	1466	199	13,6
		180	1870	222	11,9
	9	90	2218	272	12,3
		120	2609	170	6,5
		150	2595	269	10,4
		180	2433	69,8	2,9
	12	90	3181	399	12,5
		120	3368	334	9,9
		150	2738	373	13,6
		180	3440	427	12,4
8	6	90	1621	161	9,9
		120	1750	224	12,8
		150	2159	287	13,3
		180	1921	211	11,0
	9	90	2621	301	11,5
		120	2654	338	12,8
		150	2981	385	12,9
		180	2949	429	14,6
	12	90	2821	336	11,9
		120	3878	535	13,8
		150	3703	433	11,7
		180	3894	434	11,2
10	6	90	2385	311	13,0
		120	2539	329	13,0
		150	2156	298	13,8
		180	2608	273	10,5
	9	90	2676	398	14,9
		120	3902	582	14,9
		150	3749	488	13,0
		180	3531	360	10,2
	12	90	3422	298	8,7
		120	4449	218	4,9
		150	4821	496	10,3
		180	5588	582	11,4

Zusammenstellung 24

Versuchsserie I

Durchzugsmodul C in Abhängigkeit von der Plattendicke a; dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmit­ tels.
Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100
nach DIN 68705 Teil 5

Platten- dicke a mm	Kopfdurch- messer D mm	Konus- winkel α °	Durchzugsmodul C		
			Mittel- wert \bar{x} N/mm	Standard- abweichung $\pm s$ N/mm	Variations- koeffizient V %
6	6	90	2702	201	7,5
		120	2774	256	9,2
		150	2158	199	9,3
		180	2198	226	10,3
	9	90	4230	230	5,4
		120	4683	587	12,5
		150	3359	431	12,8
		180	3041	379	12,5
	12	90	3747	285	7,6
		120	4804	484	10,1
		150	4228	403	9,5
		180	3634	100	2,7
8	6	90	3026	169	5,6
		120	2978	454	15,2
		150	2828	351	12,4
		180	3203	310	9,7
	9	90	4963	449	9,0
		120	5329	437	8,2
		150	4818	288	6,0
		180	5236	315	6,0
	12	90	5163	329	6,4
		120	7011	723	10,3
		150	5988	708	11,8
		180	7392	722	9,8
10	6	90	3504	426	12,2
		120	3926	562	14,3
		150	2667	281	10,5
		180	3027	164	5,4
	9	90	6556	894	13,6
		120	7205	655	9,1
		150	5629	570	10,1
		180	4967	493	9,9
	12	90	8374	391	4,7
		120	10364	781	7,5
		150	5082	365	7,2
		180	6814	806	11,8

Zusammenstellung 25

Versuchsserie I

Durchzugsmodul C in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitteis.
Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Platten- dicke a mm	Kopfdurch- messer D mm	Konus- winkel α °	Durchzugsmodul C		
			Mittel- wert \bar{x} N/mm	Standard- abweichung $\pm s$ N/mm	Variations- koeffizient V %
6	6	90	1929	131	6,8
		120	2731	319	11,7
		150	2299	155	6,8
		180	2525	233	6,4
	9	90	3629	233	6,4
		120	3424	461	13,5
		150	2968	287	9,7
		180	3443	251	7,3
	12	90	4137	230	5,6
		120	5525	533	9,4
		150	4197	536	12,8
		180	4978	449	9,0
8	6	90	1973	105	5,3
		120	2144	177	8,3
		150	1951	201	10,3
		180	2438	280	11,5
	9	90	3886	571	14,7
		120	4064	326	8,0
		150	3818	291	7,6
		180	4376	526	12,0
	12	90	4952	494	10,0
		120	6189	435	7,0
		150	5682	491	8,6
		180	5852	524	9,0
10	6	90	3128	360	11,5
		120	3188	274	8,6
		150	2714	183	6,8
		180	3411	359	10,5
	9	90	5036	554	11,0
		120	5416	497	9,2
		150	4836	646	13,4
		180	5910	626	10,6
	12	90	5835	314	5,4
		120	8152	262	3,2
		150	7002	521	7,4
		180	6740	625	9,3

Zusammenstellung 26

Versuchsserie I

Durchzugsmodul C in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: Harte Holzfaserverplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Durchzugsmodul C		
			Mittelwert \bar{x} N/mm	Standardabweichung $\pm s$ N/mm	Variationskoeffizient V %
6	6	90	2910	259	8,9
		120	2968	277	9,3
		150	3278	359	11,0
		180	3820	364	9,5
	9	90	5316	432	8,1
		120	5458	500	9,2
		150	4340	481	11,1
		180	4644	507	10,9
	12	90	4109	336	8,2
		120	5939	598	10,1
		150	4391	503	11,5
		180	3879	399	10,3

Zusammenstellung 27

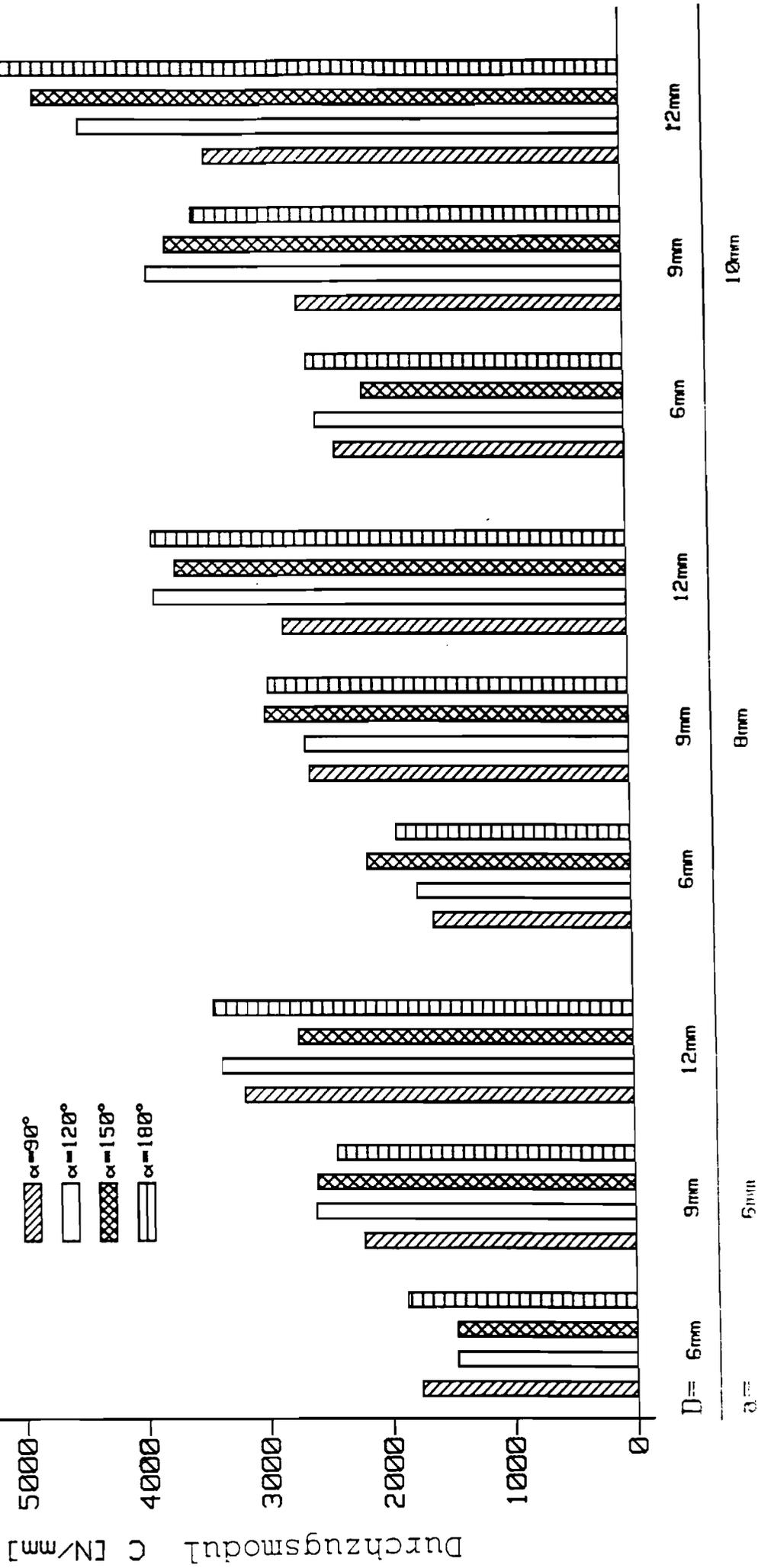
Versuchsserie I

Durchzugsmodul C in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

Plattendicke a mm	Kopfdurchmesser D mm	Konuswinkel α °	Durchzugsmodul C		
			Mittelwert \bar{x} N/mm	Standardabweichung $\pm s$ N/mm	Variationskoeffizient V %
10	6	90	5409	566	10,5
		120	4615	614	13,3
		150	3665	330	9,0
		180	5918	466	7,9
	9	90	6925	868	12,5
		120	7661	675	8,8
		150	8925	932	10,4
		180	9315	886	9,5
	12	90	6478	610	9,4
		120	13420	1224	9,1
		150	10288	864	8,4
		180	8407	933	11,1

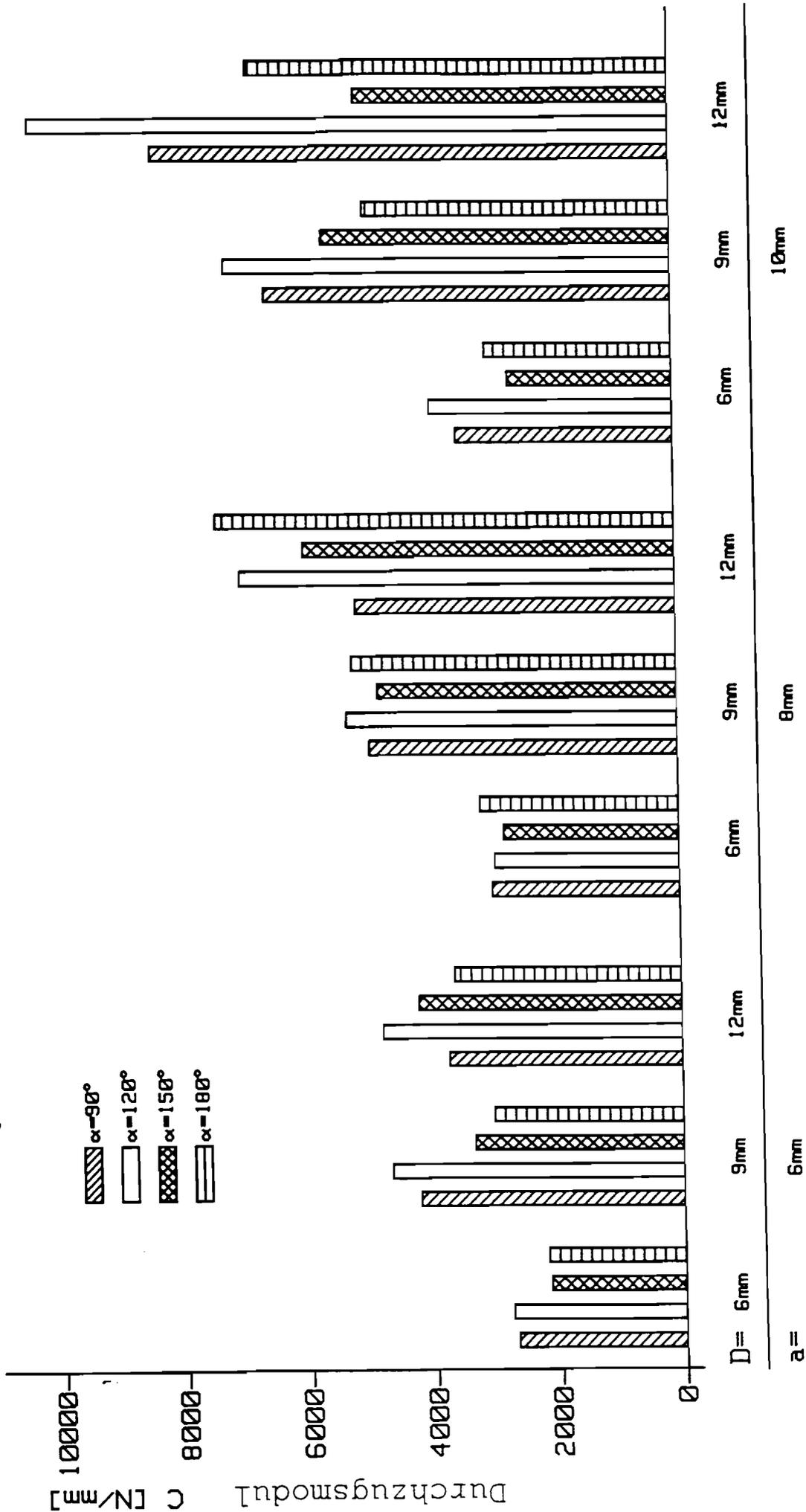
V 100 - Holzspanplatte



NeqBallIV

Abb. 53 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitells.
 Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

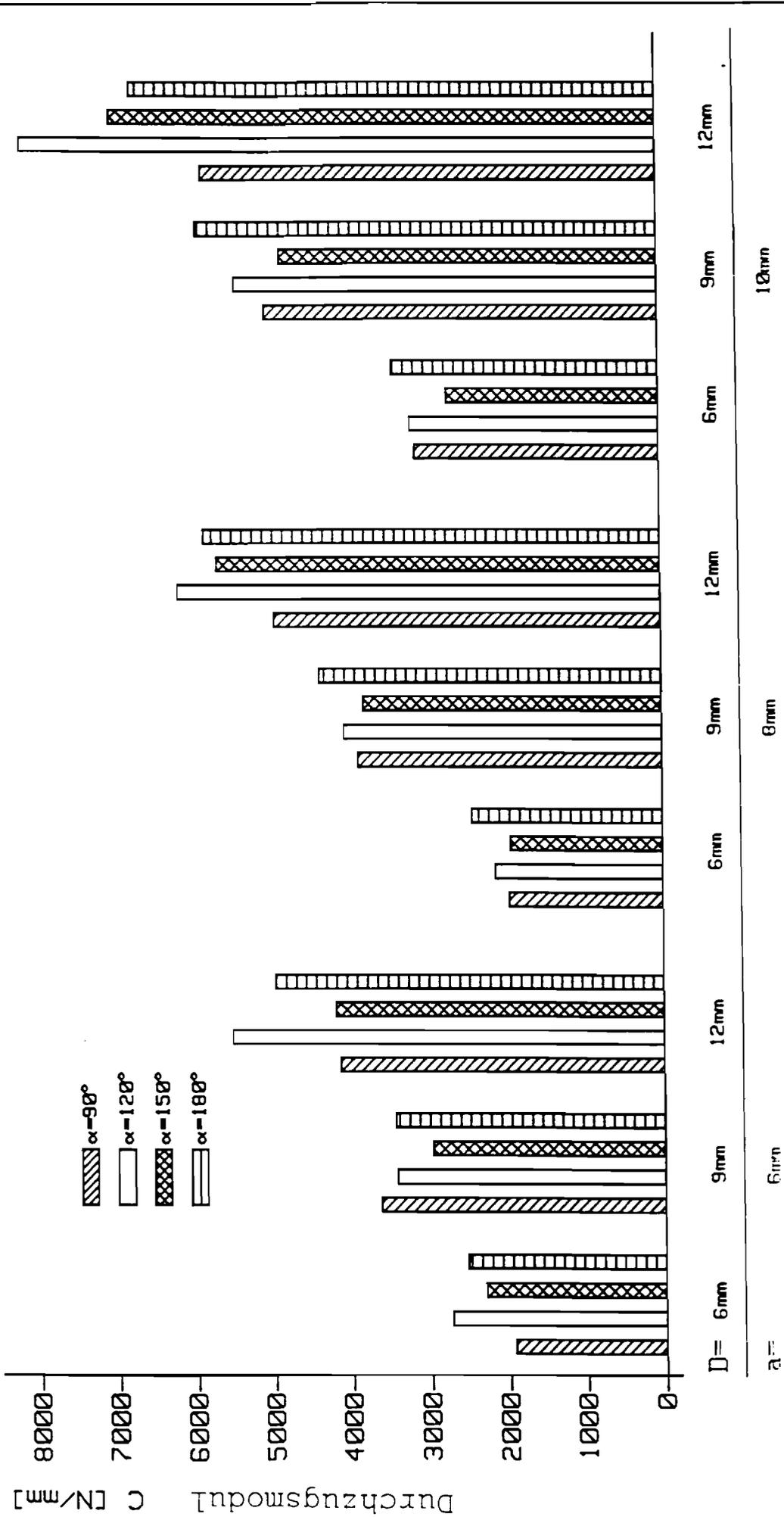
Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU - BU 100



NagBa 13V

Abb. 54 Versuchserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5

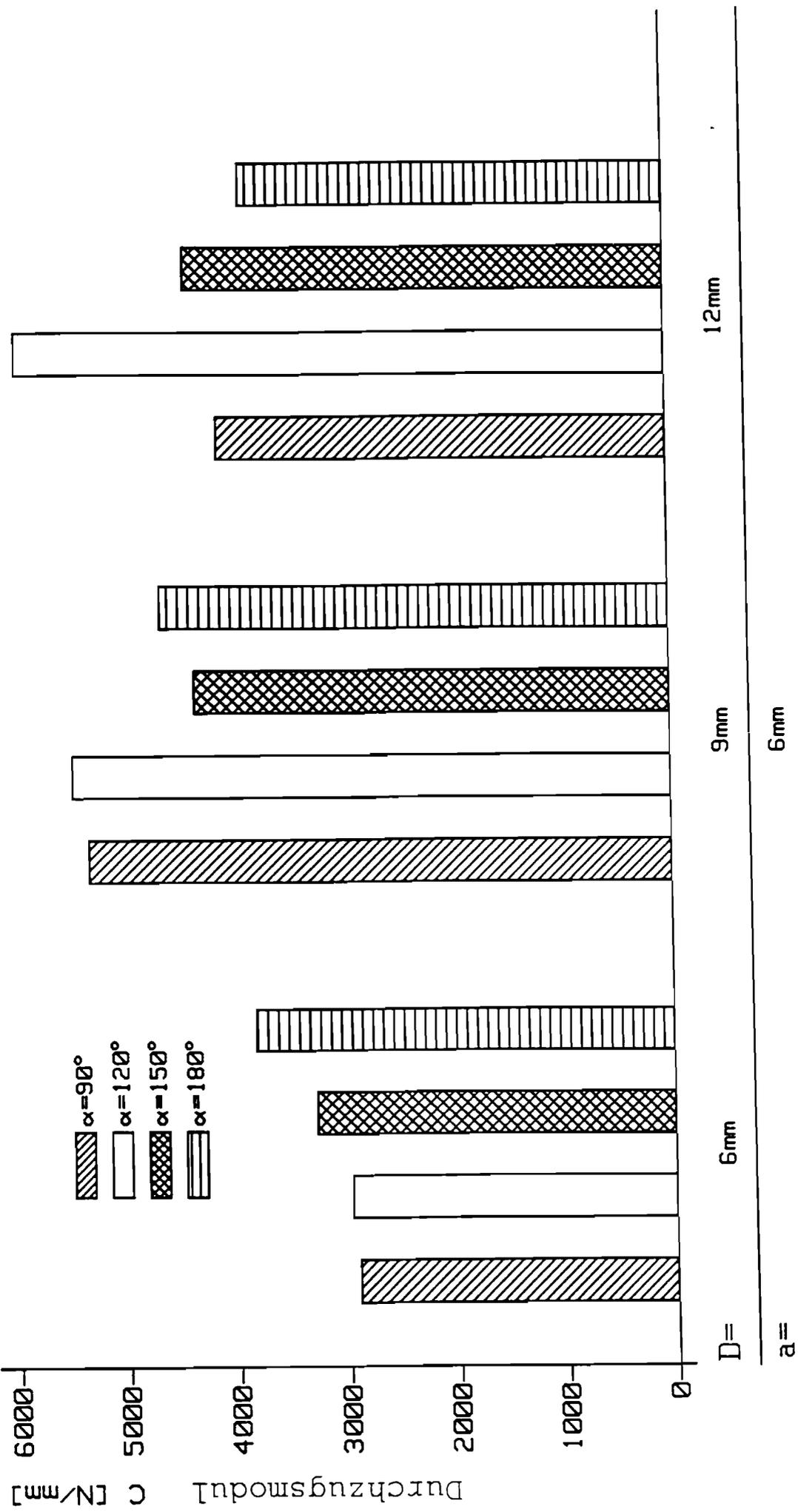
Mitteldichte Faserplatte MDF



NsgBa 15V

Abb. 55 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

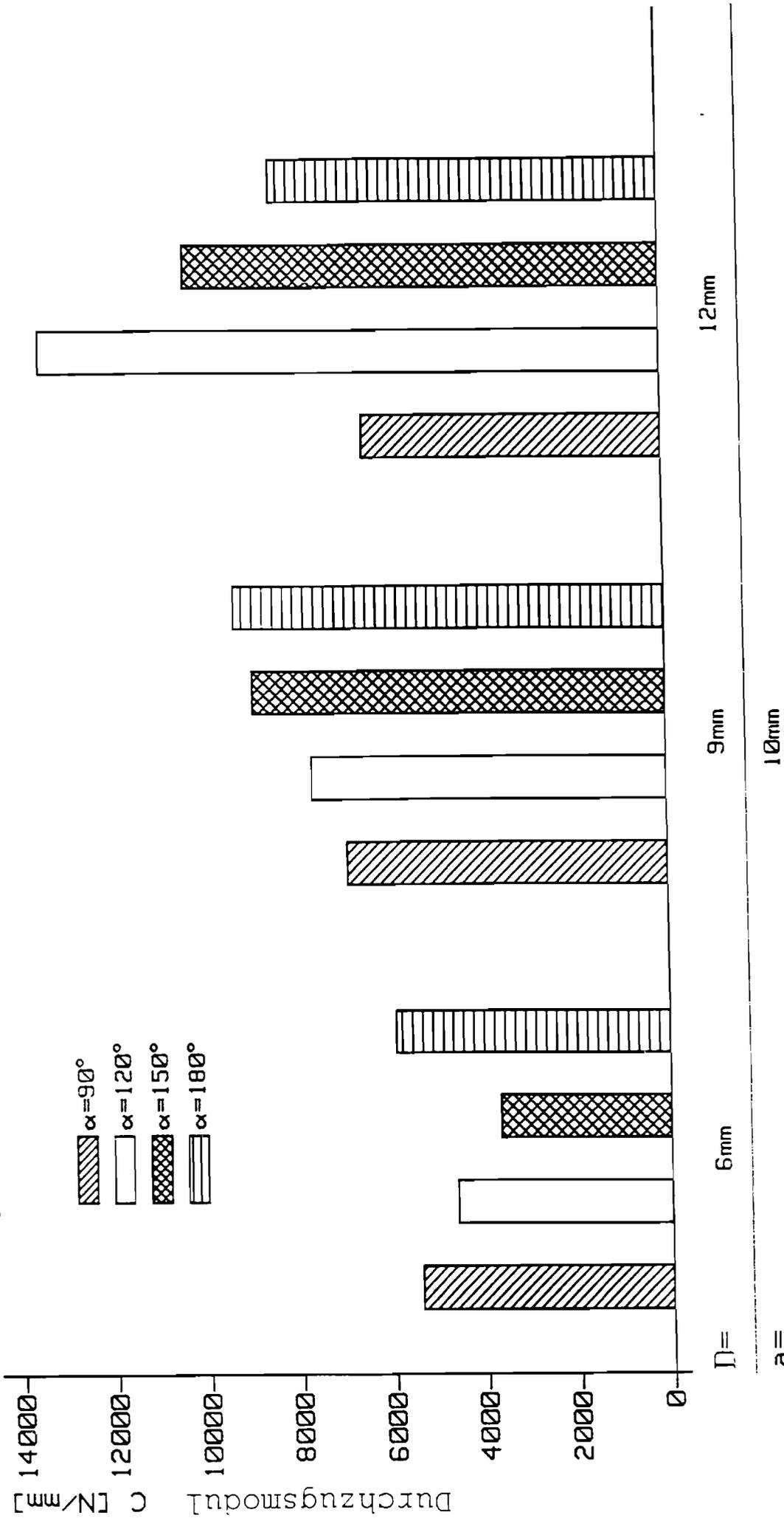
Harte Holzfaserplatte HFH 100



NagBa14V

Abb. 56 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.
 Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin

Zementgebundene Holzspanplatte



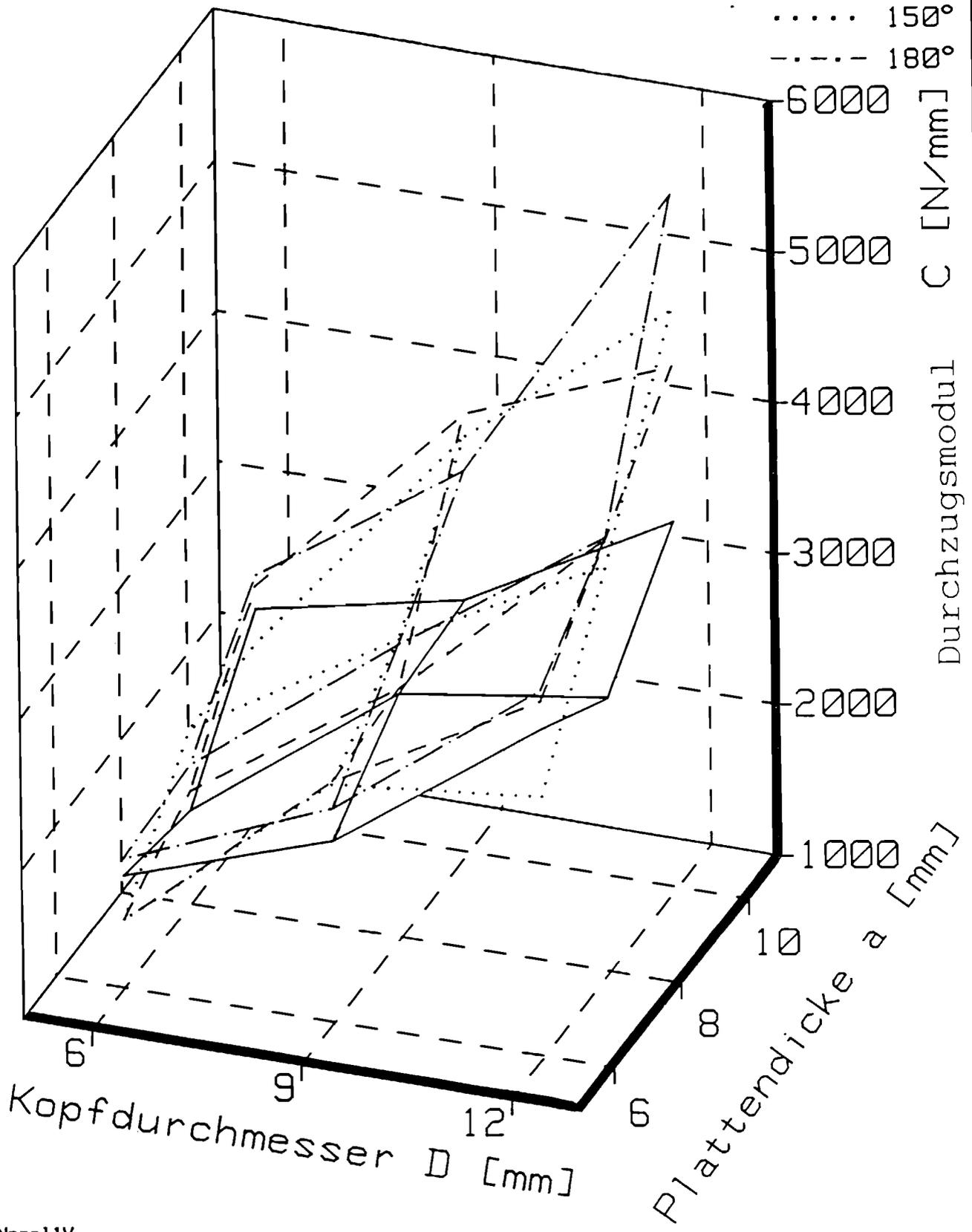
NagBa16V

Abb. 57 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmittels.
 Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

V 100 - Holzspanplatte

Konuswinkel α

- 90°
- - - 120°
- 150°
- · - · - 180°

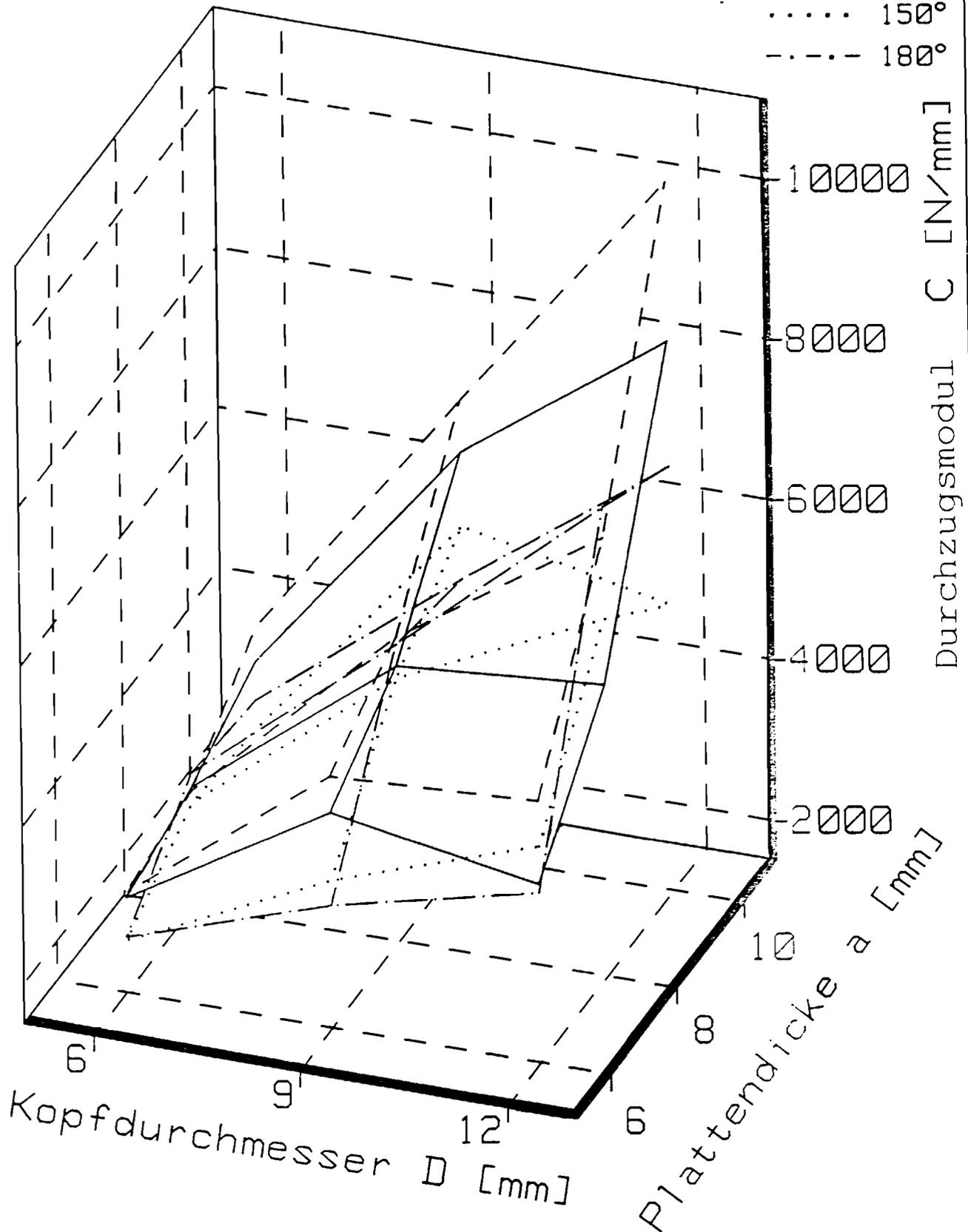


Nagel IV

Abb. 58 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
Holzwerkstoff: V 100-Holzspanplatte nach DIN 68763

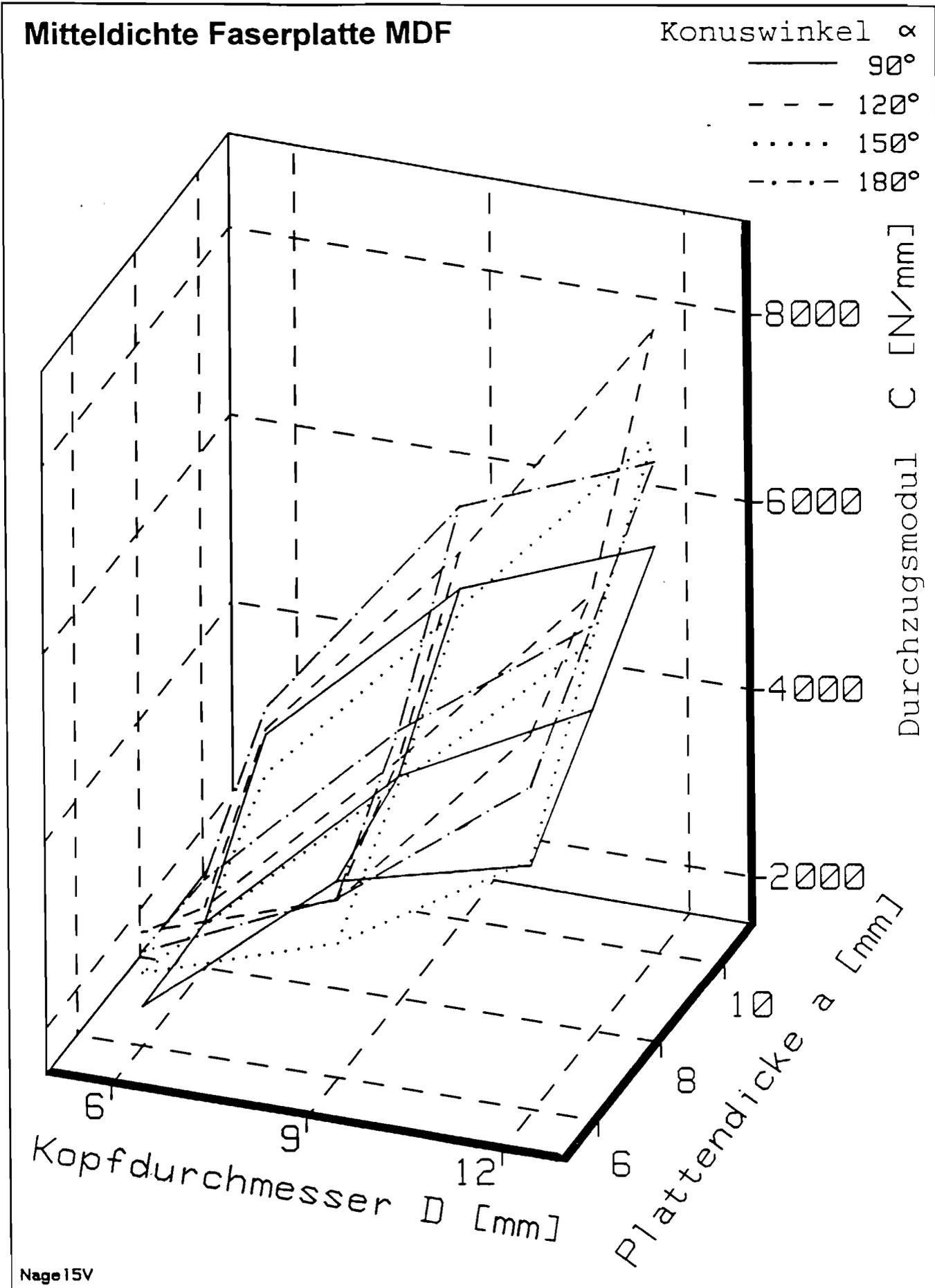
**Bau-Furniersperrholz aus
Buche BFU - BU 100**

Konuswinkel α
 ——— 90°
 - - - 120°
 150°
 - . . . 180°



Nage 13V

Abb. 59 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit von der Plattendicke a, dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Fünflagiges Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU 100 nach DIN 68705 Teil 5



Nage 15V

Abb. 60 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit von der Plattendicke a , dem Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels. Holzwerkstoff: Mitteldichte Faserplatte MDF

Harte Holzfaserplatte

HFH 100

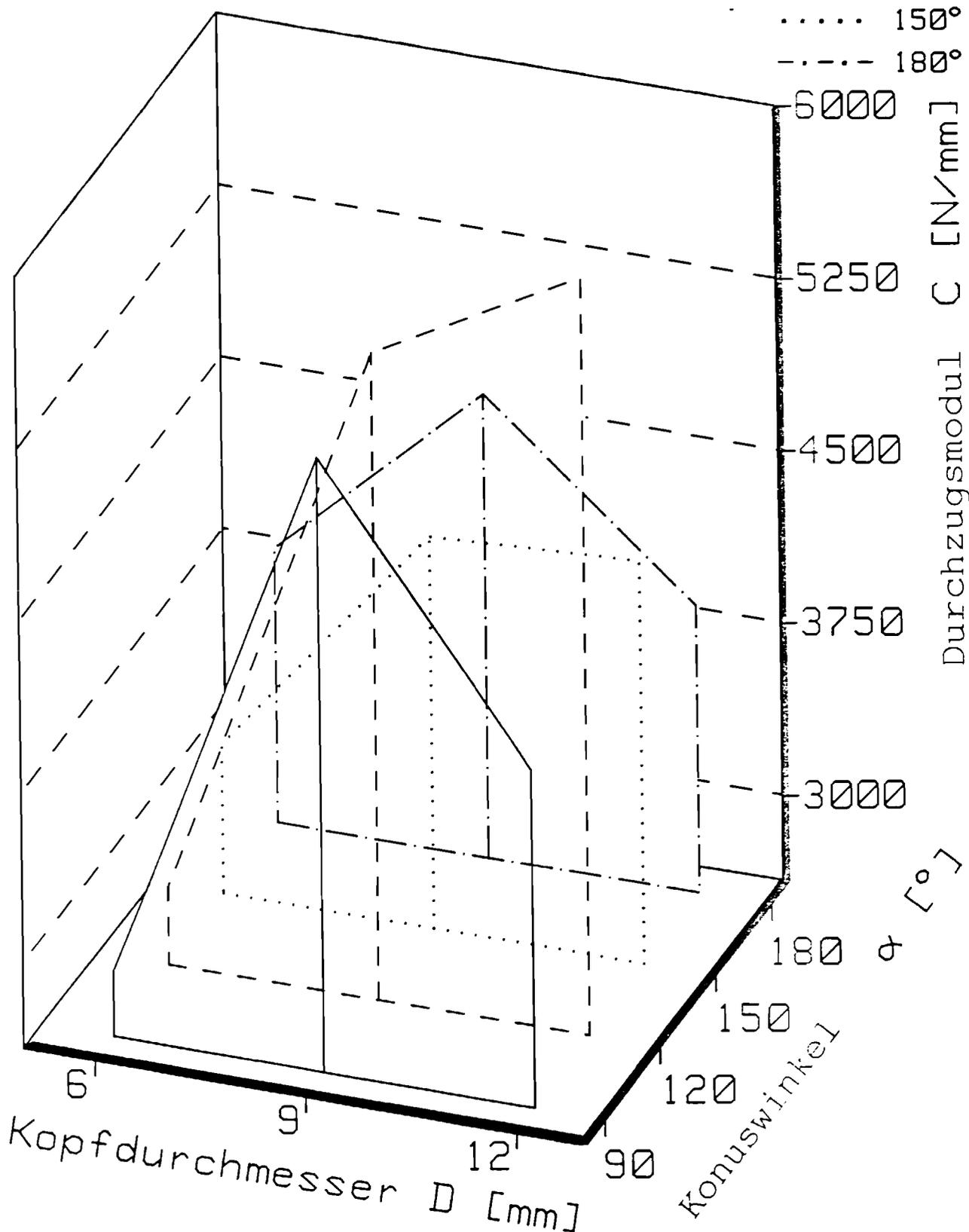
Konuswinkel α

— 90°

- - - 120°

..... 150°

- · - · - 180°



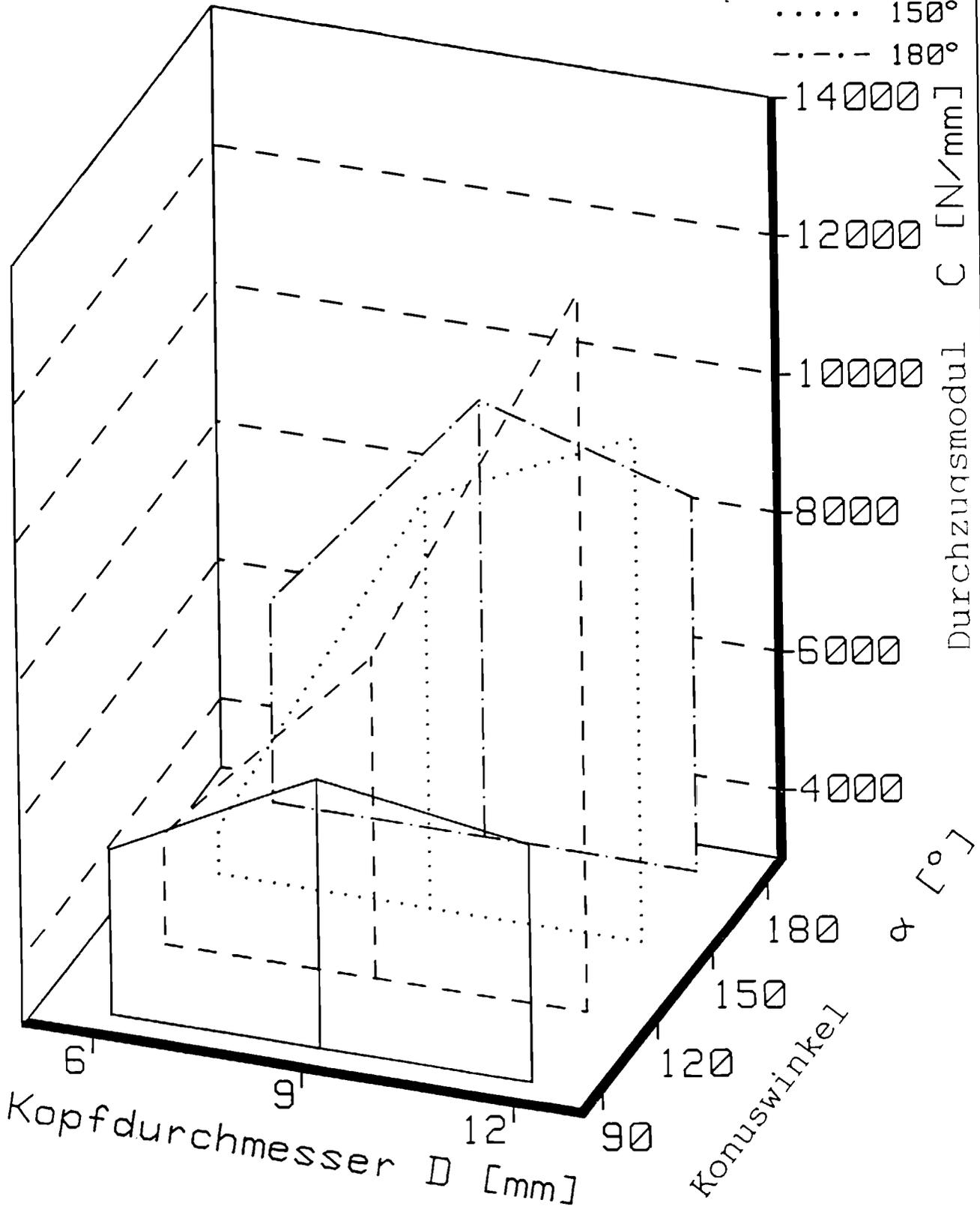
Nage 14V

Abb. 61 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmoduls C in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.

Holzwerkstoff: Harte Holzfaserplatte HFH 100 der Dicke 6 mm in Anlehnung an den Zulassungsbescheid Z 9.1-276 des DIBt, Berlin

**Zementgebundene
Holzspanplatte**

Konuswinkel α
 ——— 90°
 - - - 120°
 150°
 - . - . 180°



Nage 16V

Abb. 62 Versuchsserie I. Grafische Darstellung der Mittelwerte des Durchzugsmodul C in Abhängigkeit vom Kopfdurchmesser D und Konuswinkel α des Modellverbindungsmitels.
 Holzwerkstoff: Zementgebundene Holzspanplatte der Dicke 10 mm gemäß Zulassungsbescheid Z 9.1-173 des DIBt, Berlin

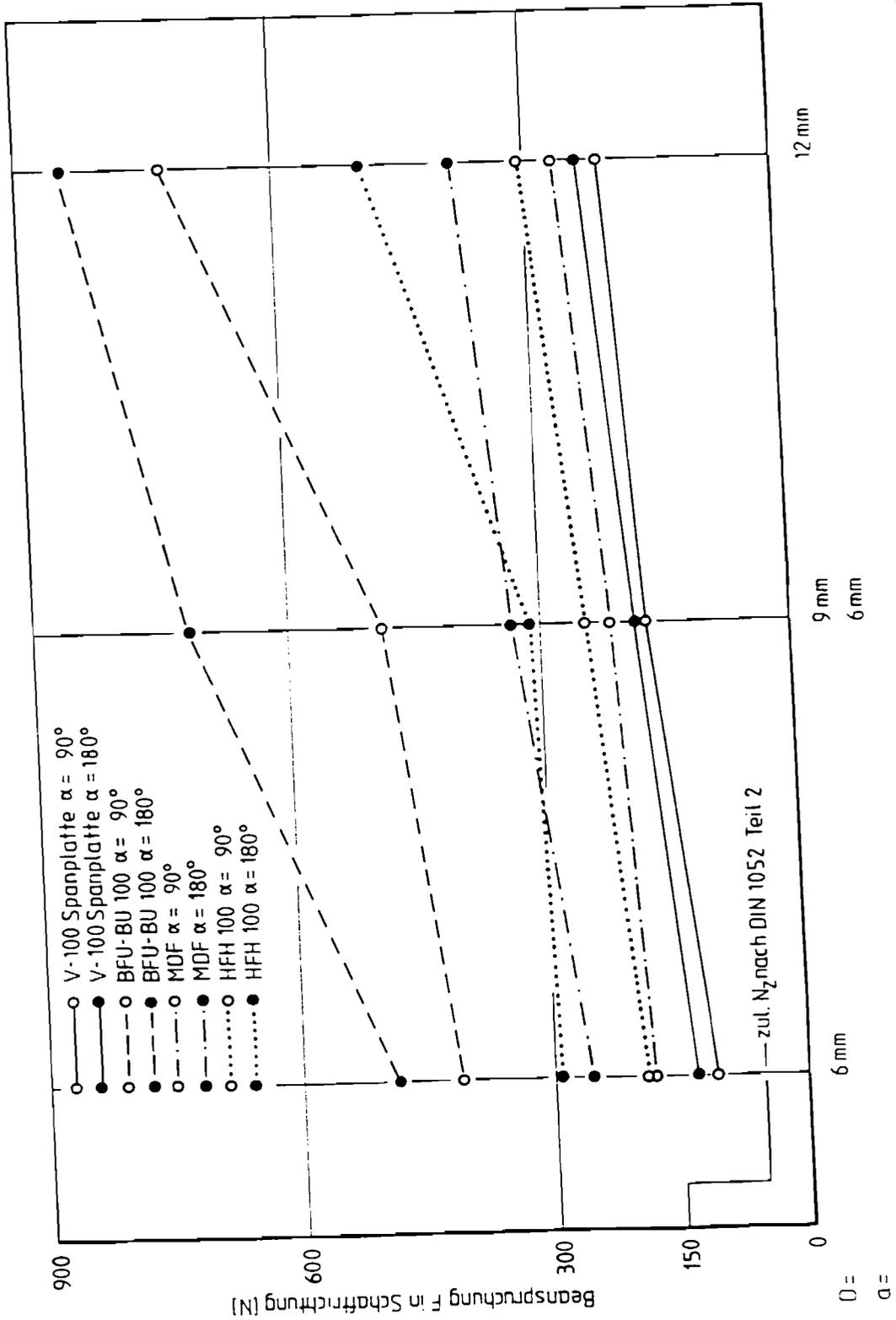


Abb. 63 Plattendicke 6 mm. Grafische Darstellung der Beanspruchung F in Schaftrichtung und der zulässige Rechenwert zu N_z nach DIN 1052 Teil 2

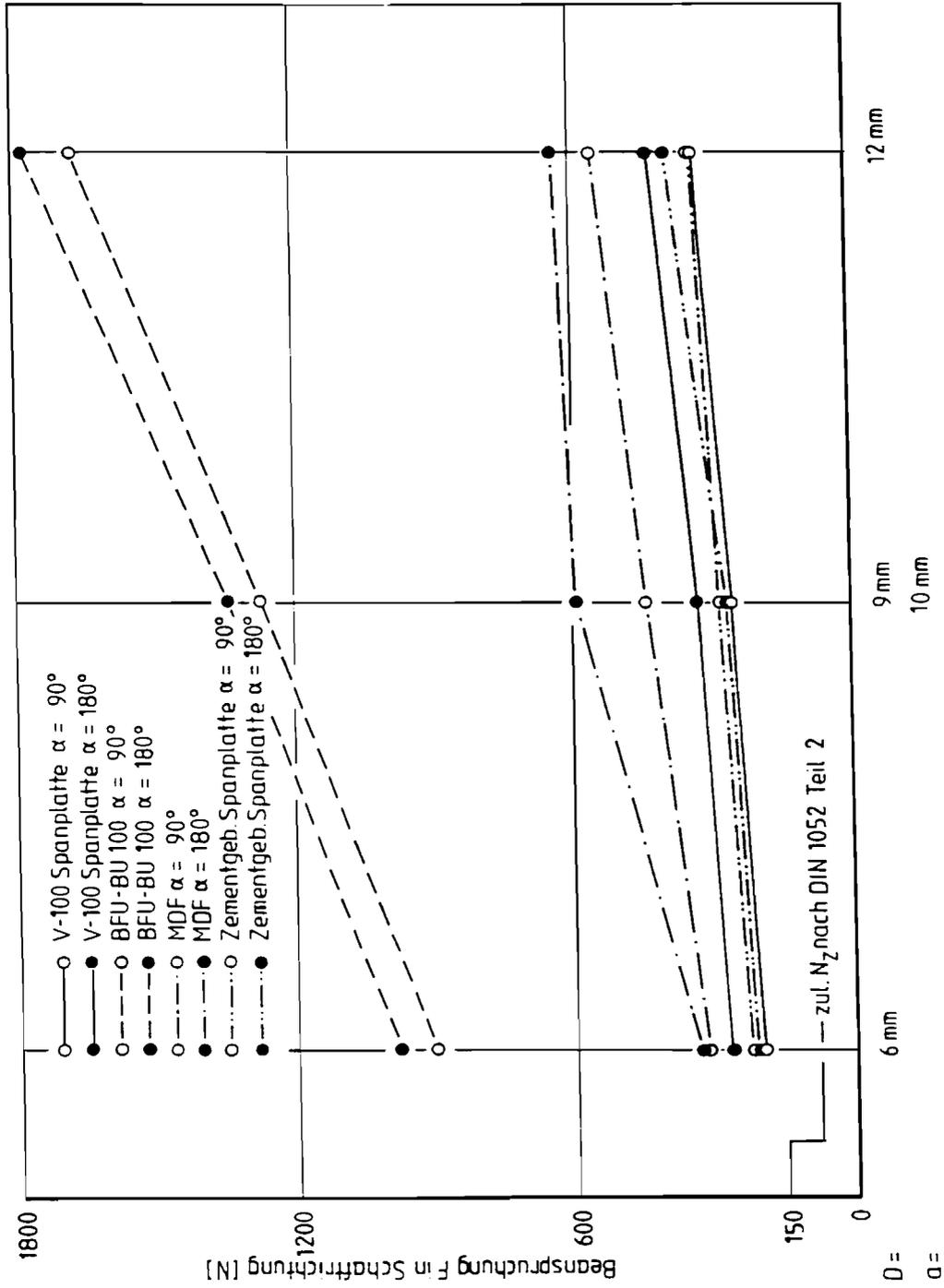


Abb. 65 Plattendicke 10 mm. Grafische Darstellung der Beanspruchung F in Schaftrichtung und der zulässige Rechenwert zu N_z nach DIN 1052 Teil 2