

# Einfluss der Holzfeuchte auf die Tragfähigkeit von Nagelplattenverbindungen

von

H. J. Blaß und M. Romani

Diese Arbeiten wurden gefördert durch die  
Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. mit Mitteln des  
Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) in Berlin und der  
Güte- und Informationsgemeinschaft der Nagelplattenverwender e.V.  
(GIN e.V.) in Düsseldorf

Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine  
Abteilung Ingenieurholzbau  
Universität Fridericiana Karlsruhe  
Univ.-Professor Dr.-Ing. H.J. Blaß

2001

## Vorwort

Nagelplattenverbindungen stellen eine äußerst wirtschaftliche Form der Holzverbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln dar, da sie sehr einfach herzustellen sind und - bezogen auf die angeschlossenen Stäbe - eine vergleichsweise hohe Tragfähigkeit aufweisen. Die Tragfähigkeit einer Nagelplattenverbindung wird unter anderem von der Verankerungsfestigkeit bestimmt, die wiederum von der Biegetragfähigkeit der ausgestanzten Nägel und der Lochleibungsfestigkeit des verwendeten Holzes beeinflusst wird.

Die Herstellung von Nagelverbindungen erfolgt in Deutschland gegenwärtig nach DIN 1052, Ausgabe 1988. In dieser Norm wird der Feuchtegehalt des Holzes auf maximal 20 % bei der Herstellung der Nagelplattenverbindung festgelegt, wobei bei Hölzern mit einer Holzdicke oberhalb von 40 mm eine Holzfeuchte von 25 % im Inneren zulässig ist. Die Versuche für Zulassungen von Nagelplatten erfolgen nach DIN EN 1075. In dieser Norm wird eine Gleichgewichtsfeuchte des Holzes bei  $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$  und  $(85\pm 5)\%$  relativer Luftfeuchte angegeben. Diese entspricht einer Holzfeuchte von etwa 18-20 %. In der Praxis werden Nagelplattenverbindungen häufig bei einem wesentlich höheren Feuchtegehalt des Holzes hergestellt. Um die Sicherheit von Nagelplattenverbindungen auch weiterhin gewährleisten zu können, wurden Untersuchungen zum Einfluss der Einpressfeuchte und Prüffeuchte auf die Tragfähigkeit von Nagelplattenverbindungen durchgeführt.

Das Forschungsvorhaben entstand im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH) mit finanzieller Unterstützung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) in Berlin und der Güte- und Informationsgemeinschaft der Nagelplattenverwender e.V. (GIN) in Düsseldorf.

Die umfangreichen Untersuchungen wurden von Herrn Dipl.-Ing. Markus Romani, der auch den Forschungsbericht erstellte, betreut und durchgeführt. Für die Vorbereitung der Prüfkörper und die Messungen waren die Herren Johann Lafferthon, Michael Deeg und Günter Kranz verantwortlich. Den Firmen Alpine Binder Systeme GmbH in Göttingen, MiTek Industries GmbH in Dietzenbach und Johann Wolf GmbH & Co in Osterhofen ist für die Bereitstellung der Verbindungsmittel besonders zu danken. Die Prüfkörper wurden von Mitarbeitern der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine hergestellt. Bei der Auswertung und graphischen Darstellung der Ergebnisse haben die wissenschaftlichen Hilfskräfte des Lehrstuhls für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen gewissenhaft mitgewirkt.

Allen Beteiligten ist für die Mitarbeit zu danken.

Hans Joachim Blaß

## Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung – Zielsetzung .....	1
1.1	Ausgangssituation .....	1
1.2	Forschungsziel .....	1
2	Bisheriger Kenntnisstand .....	2
3	Experimentelle Untersuchungen .....	3
3.1	Versuchsplan .....	3
3.2	Versuchsmaterial .....	5
3.2.1	Holz .....	5
3.2.2	Nagelplatten .....	5
3.3	Versuchsdurchführung .....	6
4	Versuchsergebnisse .....	7
4.1	Darstellung der Versuchsergebnisse .....	7
4.2	Diskussion der Ergebnisse .....	9
4.2.1	Allgemein .....	9
4.2.2	Einflussgrößen .....	9
4.2.3	Vergleich der einzelnen Versuchsreihen .....	11
5	Vorschlag für die Praxis .....	14
6	Zusammenfassung .....	15
7	Literatur .....	18

# 1 Problemstellung - Zielsetzung

## 1.1 Ausgangssituation

Nagelplatten werden aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit sehr häufig als Knotenbleche oder Stoßplatten von Fachwerkträgern eingesetzt. Dabei werden die Nagelplatten planmäßig auf Zug, Druck oder Abscheren beansprucht, wobei zwei Versagensformen auftreten können. Zum einen kann eine Nagelplatte selbst versagen. Die zweite Versagensform ist das Erreichen der Verankerungsfestigkeit. Die Verankerungsfestigkeit wird sowohl durch die Biegetragfähigkeit der ausgestanzten Nägel als auch durch die Lochleibungsfestigkeit des für die Verbindung verwendeten Holzes entscheidend beeinflusst. Die Lochleibungsfestigkeit ist von den Winkeln  $\alpha$  zwischen Belastungsrichtung und Plattenhaupttrichtung und  $\beta$  zwischen Belastungsrichtung und Faserrichtung des Holzes abhängig. Eine theoretische Berechnung der Tragfähigkeit einer Nagelplattenverbindung ist bisher nicht möglich.

Neuere Untersuchungen zur Verankerungsfestigkeit von Nagelplattenverbindungen, die im Rahmen eines Forschungsvorhabens von BLAß ET AL (1999) durchgeführt wurden, zeigen, dass die Verankerungsfestigkeit zumindest für einige Winkelkombinationen von  $\alpha$  und  $\beta$  in nicht zu vernachlässigender Weise durch die Holzfeuchte zum Zeitpunkt des Einpressens der Nagelplatten beeinflusst wird.

Die Herstellung von Nagelverbindungen erfolgt nach der DIN 1052, Ausgabe 1988. In dieser Norm wird der Feuchtegehalt des Holzes auf maximal 20 % bei der Herstellung der Nagelplattenverbindung festgelegt, wobei bei Hölzern mit einer Holzdicke oberhalb von 40 mm eine Holzfeuchte von 25 % im Inneren zulässig ist. Die Versuche für Zulassungen von Nagelplatten erfolgen nach DIN EN 1075. In dieser Norm wird eine Gleichgewichtsfeuchte des Holzes bei  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  und  $(85\pm 5)\%$  relativer Luftfeuchte angegeben. Diese entspricht einer Holzfeuchte von ca. 18-20 %.

In der Praxis werden Nagelplattenverbindungen häufig bei einem wesentlich höheren Feuchtegehalt des Holzes hergestellt. Um die Sicherheit von Nagelplattenverbindungen auch weiterhin gewährleisten zu können, wurden Untersuchungen zum Einfluss der Einpressfeuchte und Prüffeuchte auf die Tragfähigkeit von Nagelplattenverbindungen durchgeführt.

## 1.2 Forschungsziel

Im Rahmen dieser Untersuchung soll der Einfluss der Einpressfeuchte und der Prüffeuchte auf die Tragfähigkeit von Nagelplattenverbindungen untersucht werden. Die Untersuchungen werden auf der Grundlage der Untersuchung von BLAß ET AL (1999)



mit den gleichen vier Nagelplatten und vier Winkelkombinationen ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) durchgeführt. Zur Untersuchung des Einflusses der Holzfeuchte werden verschiedene Kombinationen der Einpress- und Prüffeuchte untersucht. Es soll eine Aussage getroffen werden, inwiefern ein Einfluss der Einpress- und Prüffeuchte vorhanden ist.

## 2 Bisheriger Kenntnisstand

Sowohl in den Untersuchungen von BLAß ET AL (1999), als auch in der Untersuchung von KEVARINMÄKI (2000) sind Angaben zum Einfluss der Einpressfeuchte auf das Trag- und Verformungsverhalten von Nagelplattenverbindungen vorhanden. Das grundsätzliche Ziel dieser Untersuchungen war jedoch nicht, den Einfluss der Holzfeuchte beim Einpressen und Prüfen der Prüfkörper zu untersuchen.

BLAß ET AL (1999) untersuchten den Einfluss der Rohdichte und stellten bei zwei Versuchsreihen einer Nagelplatte (Winkelkombination  $(0^\circ, 0^\circ)$  und  $(90^\circ, 0^\circ)$ ) Unterschiede in der Verankerungsfestigkeit fest, die nur über die unterschiedlichen Einpressfeuchten der vergleichbaren Versuchsreihen zu erklären war. Die Versuchsreihen der Prüfkörper mit Holz niedriger Rohdichte im Bereich von  $380 \text{ kg/m}^3$  wiesen eine höhere Verankerungsfestigkeit auf, als die Prüfkörper mit einer mittleren Rohdichte im Bereich von  $470 \text{ kg/m}^3$ . Bei der Überprüfung der Holzfeuchte beim Einpressen stellte sich heraus, dass die Prüfkörper mit niedriger Rohdichte bei einer Holzfeuchte von etwa 14 % hergestellt wurden und die restlichen Versuchsreihen bei etwa 24 % Holzfeuchte. Um diesen Effekt zu überprüfen, wurden zusätzliche Prüfkörper hergestellt, die eine Herstellfeuchte von etwa 20 % bis 22 % aufwiesen. Für diese Prüfkörper ergaben sich deutlich niedrigere Verankerungsfestigkeiten, obgleich die Rohdichte dieser Prüfkörper zwischen den Prüfkörpern mit niedriger und mittlerer Rohdichte lag.

KEVARINMÄKI (2000) untersuchte den Einfluss der Holzfeuchte auf die Verankerungsfestigkeit an drei Nagelplatten und stellte dabei eine Reduzierung des Reibwiderstandes bei steigender Holzfeuchte fest. Als Feuchtekombination wurden Einpress-/Prüffeuchten von  $(10\%, 10\%)$ ,  $(10\%, 20\%)$  und  $(20\%, 20\%)$  geprüft. Als Winkelkombinationen wurden  $(0^\circ, 0^\circ)$  und  $(90^\circ, 90^\circ)$  gewählt. Bei einer Feuchtekombination von  $(10\%, 20\%)$  wurde eine Abminderung von 20 % des Ausziehwiderstandes im Vergleich zu  $(10\%, 10\%)$  festgestellt. Bei der Feuchtekombination  $(20\%, 20\%)$  wurde im Vergleich zu  $(10\%, 10\%)$  eine Abminderung von 50 % festgestellt. Bei einer Herstellfeuchte von 20 % und einer Prüffeuchte von 12 % konnten allerdings keine Unterschiede im Vergleich zur Feuchtekombination  $(10\%, 10\%)$  festgestellt werden. Schlussfolgerung hieraus war, dass die Einpressfeuchte keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit habe und dass bei der Herstellung der Verbindung mit trockenem Holz, bei späterer Befeuchtung, eine Erhöhung der Verankerungsfestigkeit auftritt. Weiter-

hin wird ein Reduktionsfaktor  $a$  für die Verankerungsfestigkeit bei sinkender Holzfeuchte im Bereich von  $u = 30\%$  auf  $12\%$  angegeben. Der Reduktionsfaktor wird wie folgt ermittelt

$$a = 1,27 - 2,25 \cdot (u/100\%) \quad \text{für } 12\% \leq u < 30\%$$

MÖHLER ET AL (1973) stellten in Ausziehversuchen an glattschaftigen Nägeln fest, dass bei in Holz oberhalb des Fasersättigungspunktes eingeschlagenen, glattschaftigen Nägeln der Auszieh Widerstand nach der Austrocknung abnimmt. Im Gegensatz hierzu wird angegeben, dass bei Schraubnägeln der Auszieh Widerstand bei der Austrocknung des Holzes steigt.

### 3 Experimentelle Untersuchungen

#### 3.1 Versuchsplan

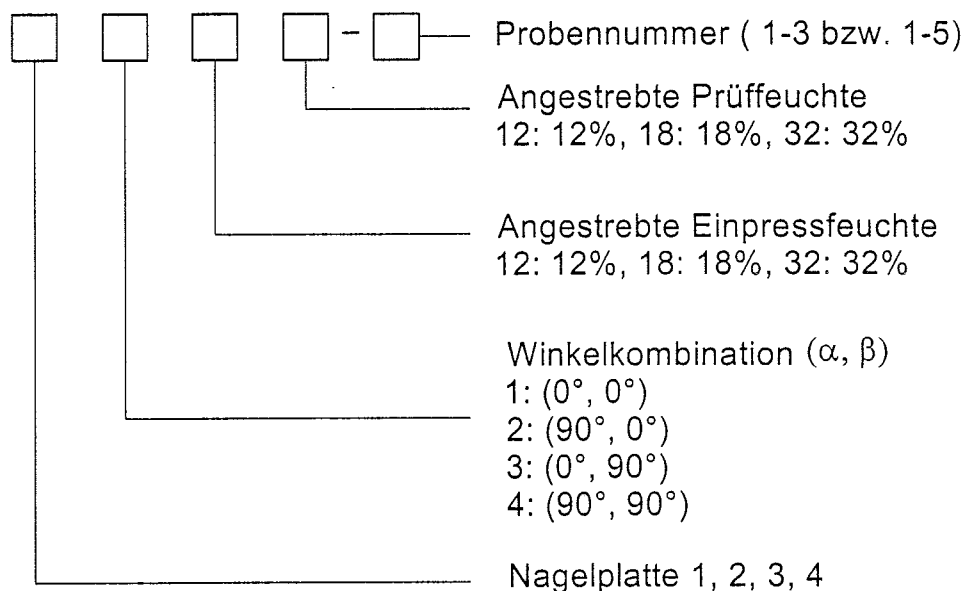
Als Grundlage der Versuche wurden die Nagelplatten und Prüfkörpergeometrien entsprechend den Versuchsreihen aus BLAß ET AL (1999) gewählt. Der Grund hierfür lag nicht nur in der Tatsache, dass ein Einfluss der Einpressfeuchte in diesem Forschungsbericht festgestellt wurde und durch den gleichen Aufbau der Versuchsreihen dieser Einfluss überprüft werden konnte, sondern auch darin, dass der Einfluss der Rohdichte aufgrund dieses Forschungsberichtes für die gewählten Nagelplattenverbindungen berücksichtigt werden kann.

In Tabelle 1 sind die geometrischen Eigenschaften der verwendeten Nagelplatten dargestellt. Es wurden zwei Nagelplatten mit einer Blechdicke von  $1,0\text{ mm}$  und zwei Nagelplatten mit einer Blechdicke von  $2,0\text{ mm}$  verwendet. Die Form und Maße der Nagelplatten sind in den Bildern A-1 bis A-4 (Anlage A-1 und A-2) dargestellt.

**Tabelle 1:** Angaben zu den verwendeten Nagelplatten

Nagelplatte	Blechdicke [mm]	Nagellänge [mm]	Nageldichte [Nägel/cm <sup>2</sup> ]	Form der Nagelspitze
1	1,0	8,3	1,076	scharfkantig
2	2,0	21,0	0,286	stumpf
3	1,0	8,5	1,240	scharfkantig
4	2,0	15,0	0,465	stumpf

Die Bezeichnung der Prüfkörper entspricht folgendem Schema:



In Tabelle 2 ist der Versuchsplan für jede der vier untersuchten Nagelplatten dargestellt.

**Tabelle 2:** Versuchsprogramm für jede der vier Nagelplatten

Versuchsreihe zur Nagelplatte X	Winkelkombination Y	Anzahl pro Winkelkombination	angestrebte Einpressfeuchte [%]	angestrebte Prüffeuchte [%]
XY1212	1, 2, 3, 4	je 5	12	12
XY1812	1, 2, 3, 4	je 5	18	12
XY3212	1, 2, 3, 4	je 3	32	12
XY1218	1, 2, 3, 4	je 5	12	18
XY3218	1, 2, 3, 4	je 5	32	18
XY3232	1, 2, 3, 4	je 3	32	32

Die Versuchsreihen XY1812 wurden entsprechend den Vorschriften nach DIN EN 1075 mit einer Einpressfeuchte von etwa 18 % bis 20 % hergestellt und bei einer Prüffeuchte von etwa 12 % geprüft. Als ungünstigste Versuchsreihe wurde die Feuchtekombination (32%, 32%) vorgesehen. Bei angestrebten Feuchten von 32 % wurde eine Feuchte oberhalb dieses Wertes akzeptiert, da der Fasersättigungspunkt bei etwa 32 % Holzfeuchte liegt und über diesem Wert keine weiteren Einflüsse auf die Verankerungsfestigkeit anzunehmen sind. Für den Feuchtebereich von 32 % wurde frisch eingeschnittenes Holz verwendet bzw. das Holz in einer Nasslagerung auf  $\geq 32$  % befeuchtet. Die Feuchtekombinationen (32%, 18%) und (12%, 18%) wurden durchgeführt, um einen möglichst großen Unterschied der Einpressfeuchten bei

gleicher Prüffeuchte zu erhalten und somit einen direkten Vergleich hinsichtlich des Einflusses der Einpressfeuchte zu erhalten. Der Einfluss der Einpressfeuchte sollte zusätzlich durch den Vergleich der Referenzversuchsreihe XY1812 mit der Versuchsreihe XY3212 untersucht werden. Die Versuchsreihen XY1212 und XY3232 sollten die Unterschiede bei einer Herstellung bzw. Prüfung der Verbindung bei Ausgleichsfeuchte und einer ungünstigen Herstellung bzw. Prüfung der Verbindung oberhalb des Fasersättigungspunktes belegen.

## **3.2 Versuchsmaterial**

### **3.2.1 Holz**

Für die Prüfkörper wurden die Holzarten Fichte/Tanne verwendet. Die Holzfeuchten wurden durch Lagerung in einem Klimaschrank für angestrebte Feuchten oberhalb der Ausgleichsfeuchte bzw. bei der Feuchtekategorie von 32 % durch Nasslagerung und frisch eingeschnittenes Holz eingestellt. Die Feuchtekategorie bei 12 % Holzfeuchte wurde durch Lagerung im Normalklima des Prüflabors hergestellt.

Die Lagerung der Prüfkörper nach dem Einpressen betrug bis auf die Prüfkörper der Feuchtekombination (32%, 32%) mindestens drei Wochen.

Unmittelbar nach der Herstellung der Prüfkörper und der Versuchsdurchführung wurden Proben aus jedem Prüfkörper entnommen. Direkt nach der Herstellung wurde die Einpressfeuchte und nach der Versuchsdurchführung die Rohdichte, die Holzfeuchte, Jahrringbreite und die Druckfestigkeit nach einschlägigen Prüfnormen bestimmt. Die Druckfestigkeit wurde bei der Prüffeuchte und bei einer Feuchte von etwa 12 % ermittelt. Letztere Druckfestigkeit wurde nicht für die Versuchsreihen bei einer Feuchtekombination von (32%, 32%) und bei einer angestrebter Feuchte von 12 % bei der Prüfung bestimmt. In den Tabellen A-1 bis A-20 (Anlagen A-11 bis A-30) sind die mittlere Jahrringbreite, die Rohdichte, die Druckfestigkeit und die Feuchte des verwendeten Holzes für jeden Prüfkörper angegeben. Soweit eine vom Normalklima abweichende Feuchte bei der Prüfung vorhanden war, wird die Feuchte und die Druckfestigkeit (bis auf die Feuchtekombination (32%, 32%) beim Einpressen und Prüfen angegeben. Die Rohdichte wird auf ein Feuchte von etwa 12 % bezogen angegeben.

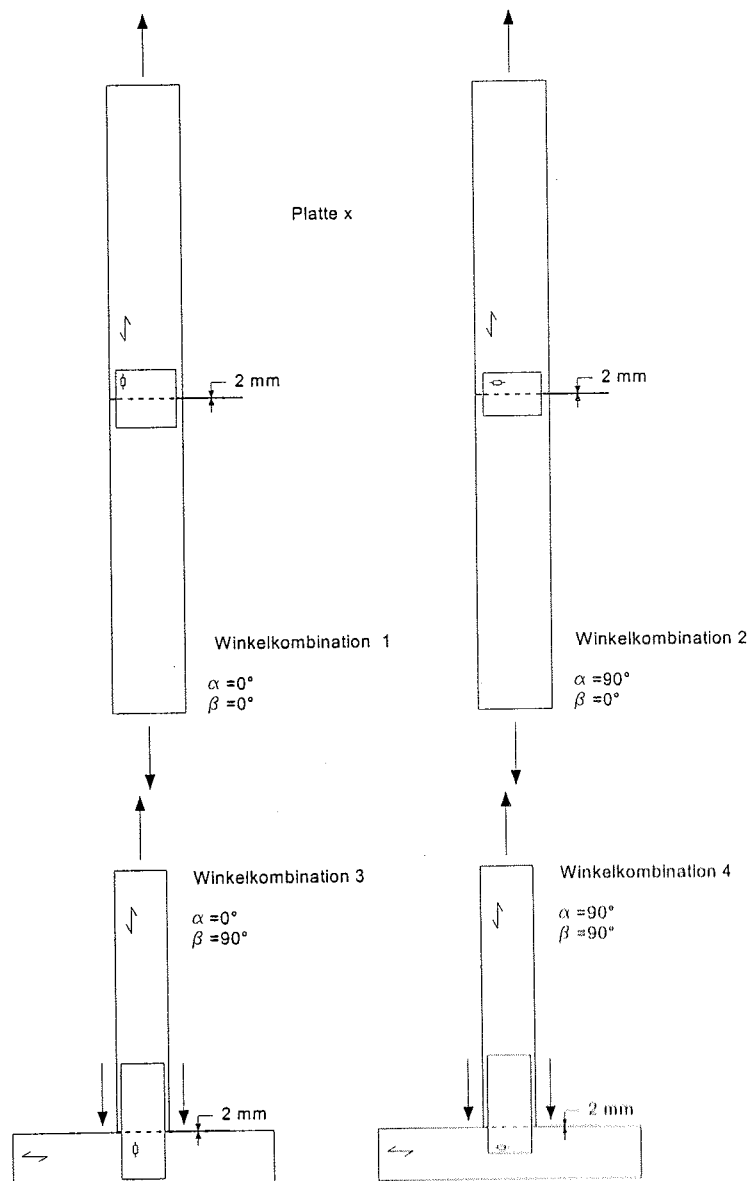
### **3.2.2 Nagelplatten**

Für die Prüfkörper wurden die unter Abschnitt 3.1 angegebenen Nagelplatten verwendet. Ihre Geometrie und ihre Maße sind in den Bildern A-1 bis A-4 (Anlagen A-1 und A-2) dargestellt. Für die Nagelplatten wurden die Festigkeitseigenschaften an

ungestanzten Blechen ermittelt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen A-21 und A-22 (Anlagen A-31 und A-32) dargestellt. Da die Nagelplatten für die Versuche in zwei getrennten Lieferungen im Labor ankamen, wurden die Festigkeiten für beide Lieferungen untersucht.

### 3.3 Versuchsdurchführung

Alle Versuche wurden auf einer Zug-Druck-Prüfmaschine mit einer Höchstlast von 250 kN geprüft. Zur Messung der Stoßaufweitung wurden zwei induktive Wegaufnehmer eingesetzt, die zusammen mit den Maschinenkraft-Aufnehmern, einer Mehrstellenmessanlage sowie einer EDV-Anlage zur Messdatenerfassung die Messeinrichtung bildeten. In Bild 1 sind die Form und Belastungsanordnung der Prüfkörper und die geprüften Winkelkombinationen dargestellt.



**Bild 1:** Form und Belastung der Prüfkörper

Die Form und Maße der Prüfkörper sind in den Bildern A-5 bis A-8 (Anlagen A-3 bis A-6) dargestellt.

Bei der Versuchsdurchführung wurde das Belastungsverfahren nach DIN EN 26891 angewendet, die Maschinenlast und die gegenseitige Verschiebung der beiden miteinander verbundenen Hölzer wurde bis zum Versagen der Verbindung aufgezeichnet. In den Bildern A-9 bis A-12 (Anlagen A-7 bis A-10) sind die Versuchsaufbauten für die einzelnen Winkelkombinationen dargestellt. Hieraus wird ebenfalls die Anordnung der Wegaufnehmer ersichtlich.

## 4 Versuchsergebnisse

### 4.1 Darstellung der Versuchsergebnisse

Eine Zusammenstellung der Minimal-, Maximal- und Mittelwerte der Höchstlasten der Versuchsreihen und der prozentualen Abweichung des Mittelwertes zum Mittelwert der Referenzversuchsreihen XY1812 ist in den Tabellen B-1, B-3, B-5 und B-7 (Anlagen B-1, B-3, B-5 und B-7) angegeben. In den Tabellen B-2, B-4, B-6 und B-8 (Anlagen B-2, B-4, B-6 und B-8) werden die mit dem Faktor

$$\left(\frac{\rho_k}{\rho}\right)^c$$

multiplizierten Werte angegeben. Die Multiplikation mit dem Faktor erfolgt, um die Traglasten und die Verankerungsfestigkeit auf eine einheitliche Rohdichte zu beziehen. Als charakteristische Rohdichte  $\rho_k$  wurde  $380 \text{ kg/m}^3$  und für  $c$  die in BLAß ET AL (1999), Tabelle 1 angebenen Werte verwendet. Es wird angenommen, dass der Wert  $c$  nicht von der Holzfeuchte beeinflusst wird. Als Rohdichte  $\rho$  wurde bei den Versuchsreihen mit angestrebter Prüffeuchte von 12 % die nach dem Versuch ermittelte Rohdichte verwendet. Bei der Versuchsreihe mit einer angestrebter Prüffeuchte von etwa 18 % wurde die Rohdichte der normalklimatisierten Druckproben mit einer Feuchte von ca. 12 % verwendet. Bei der Versuchsreihe mit einer Prüffeuchte von etwa 32 % wurde die Rohdichte bezogen auf eine Feuchte von 12 % berechnet.

Das Tragverhalten eines jeden Prüfkörpers ist in Form von Last-Stoßaufweitungs-Diagrammen in den Bildern B-1 bis B-96 (Anlagen B-9 bis B-56) für jede Versuchsreihe dargestellt. Die Einzelergebnisse eines jeden Prüfkörpers unter Angabe der Höchstlast  $F$ , der korrigierten Höchstlast  $F_{\text{cor}}$ , der Verankerungsfestigkeit  $f_{a,\alpha,\beta}$ , der Einpress- und Prüffeuchte, der Rohdichte bei etwa 12% und der Verschiebungsfestigkeit  $K_s$  sind in den Tabellen C-1 bis C-16 (Anlagen C-1 bis C-16) dargestellt. Die

mittlere Verankerungsfestigkeit, die mittlere Einpressfeuchte und die mittlere Prüf-feuchte der einzelnen Versuchsreihen ist in den Bildern C-1 bis C-16 (Anlagen C-17 bis C-24) dargestellt. In jedem dieser Bilder wird eine Nagelplatte mit einer Winkelkombination aufgeführt.

Die wirksame Anschlussfläche ist definiert als die Kontaktfläche zwischen Nagelplatte und Holz abzüglich eines Streifens von 10 mm Breite an den freien Rändern des Holzes. In dieser Untersuchung wurde als Traglast  $F$  die auf eine charakteristische Rohdichte  $\rho_k$  von  $380 \text{ kg/m}^3$  bezogene Traglast  $F_{\text{cor}}$  verwendet. Die Verankerungsfestigkeit ergibt sich somit aus

$$f_{a,\alpha,\beta} = \frac{F_{\text{cor}}}{A_{\text{ef}}} = \frac{F \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho}\right)^c}{A_{\text{ef}}}$$

Bei der Bestimmung der bezogenen Steifigkeit wurden entsprechend BLAß ET AL (1999) zwei verschiedene Verfahren angewendet. Bei den Versuchsreihen mit der Winkelkombination 1 und 2 wurde davon ausgegangen, dass sich die Nagelplatte auf jeder Stoßseite gegenüber dem Holz in gleichem Maße verschiebt. Dies wird mit der gleichen Anschlussfläche und der Tatsache begründet, dass beide Hälften eines Prüfkörpers aus der gleichen Bohle stammen und somit näherungsweise die gleiche Rohdichte und Lochleibungsfestigkeit aufweisen. Für die Winkelkombinationen 1 und 2 ergibt sich somit

$$K_s = \frac{2 \cdot k_s}{A_{\text{ef}}}$$

wobei  $k_s$  die im Versuch nach DIN EN 26891 ermittelte Verschiebungssteifigkeit der gesamten Verbindung ist, deren Größe mit dem Wert der gemessenen Stoßaufweitung bestimmt wurde.

Für die Winkelkombinationen 3 und 4 wurden die bezogene Verschiebungssteifigkeit über die Verschiebungssteifigkeit der Verbindung und die gemessene Stoßaufweitung ermittelt zu

$$K_s = \frac{k_s}{A_{\text{ef}}}$$

Hier ist  $A_{\text{ef}}$  die wirksame Anschlussfläche im rechtwinklig zur Faserrichtung belasteten Holz. Bei dieser Versuchsanordnung kann näherungsweise davon ausgegangen werden, dass die gemessene Stoßaufweitung identisch ist mit der Verschiebung der Nagelplatte gegenüber dem Querholz, da die Verschiebungssteifigkeit für  $\beta = 0^\circ$  in der Regel um ein mehrfaches größer ist als für  $\beta = 90^\circ$  und zum anderen die Anschlussfläche im Längsholz deutlich größer gewählt wurde.

## 4.2 Diskussion der Ergebnisse

### 4.2.1 Allgemein

Bei der Versuchsreihe 241212 traten in der Mitte des Querholzes bei allen Versuchen Biegerisse auf. Bei den Versuchsreihen 443218, 243218 und dem Versuch 241218-5 wurden große Querdruckverformungen im Auflagerbereich beobachtet.

Des Weiteren konnten bei den meisten Versuchsreihen mit den Winkelkombinationen 3 und 4 Quersugrisse im Nagelbereich verschieden starker Ausprägung beobachtet werden.

### 4.2.2 Einflussgrößen

Beim Versagen einer Nagelplattenverbindung sind folgende Verformungen zu beobachten:

Beanspruchungen der Nagelplatte

- Umbiegen der Nägel
- Verformungen des Bleches der Nagelplatte

Beanspruchungen des Holzes

- Lochleibungsverformungen des Holzes
- Herausziehen der Nägel
- ggf. Risse bzw. Aufspalten des Holzes im Nagelbereich

Die Lochleibungsverformungen und das Herausziehen der Nägel werden, im Gegensatz zu den Verformungen der Nagelplatte, direkt durch die Eigenschaften des Holzes und somit auch durch die Feuchte des Holzes beeinflusst.

Einen weiteren Einfluss haben die Struktur und die Eigenschaften des Holzes in der direkten Umgebung eines Nagels einer hergestellten Nagelplattenverbindung. Als wichtige Eigenschaften des Holzes sind zu nennen die Rohdichte, die Feuchte, die Jahringbreite und die Jahringlage. Die Struktur des Holzes wird durch das Herstellverfahren, die Geometrie der Nägel und der Nagelplatte beeinflusst indem z.B. Holzfasern verdrängt oder durchschnitten werden oder sich Risse in der Nagelumgebung ausbilden.

Werden die Holzfasern beim Einpressen der Nagelplatte verdrängt, so entstehen Risse im Nagelbereich. Bei einem Durchtrennen der Holzfasern ist der Nagel jedoch umschlossen vom umgebenden Holz. Sowohl Spaltrisse, als auch durchtrennte Holzfasern im Nagelbereich führen bei unterschiedlichen Feuchtekombinationen zu

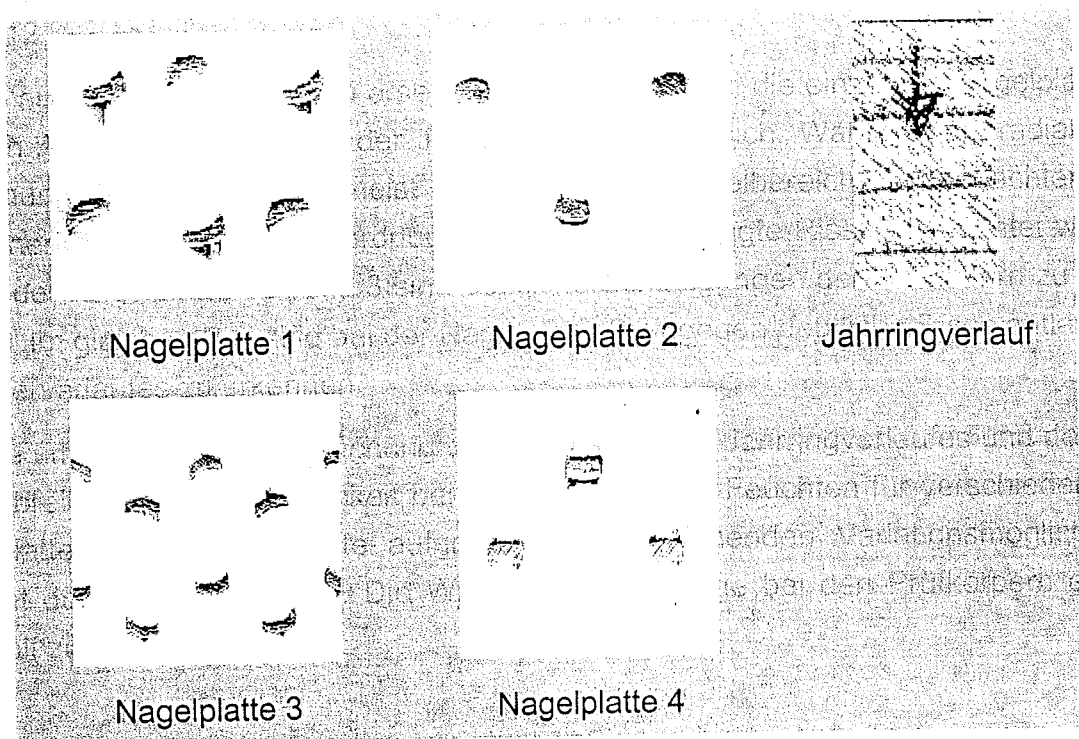


einem unterschiedlichen Verhalten im Hinblick auf den Auszieh Widerstand, die Lochleibungsfestigkeit und das Aufweiten vorhandener Risse im Nagelbereich.

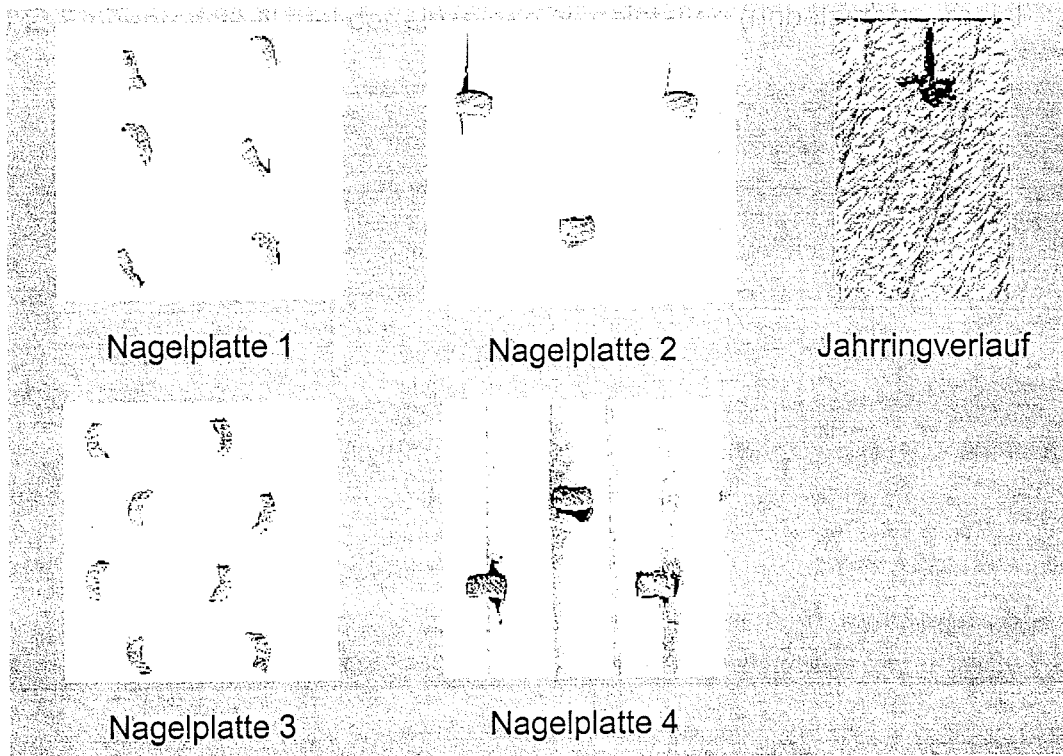
In Bild 2 und Bild 3 sind eingepresste Nägel der einzelnen Nagelplatten mit verschiedenen Jahrringverläufen und Anordnungen der Nagelplatte dargestellt. Die Nagelplatten wurden nur zum Teil eingepresst und die Nägel im Anschluss abgesägt. Das Holz hatte beim Einpressen und in der dargestellten Ansicht eine Feuchte von ca. 12 %.

Wie aus Bild 2 und Bild 3 zu ersehen ist, verhalten sich die einzelnen Nagelplatten je nach Anordnung und Lage der Jahrringe unterschiedlich. Während bei radialer Anordnung der Nagelplatten meist keine Risse im Nagelbereich zu beobachten sind, können bei tangentialer Anordnung teilweise ausgeprägte Risse beobachtet werden. Bei der Nagelplatte 4 in Bild 3 sind deutliche Schädigungen der Holzfasern zu erkennen. Im gleichen Bild sind bei der Nagelplatte 2 hingegen deutliche Risse entlang des Faserverlaufes zu erkennen.

Eine umfangreiche Untersuchung des Einflusses des Jahrringverlaufes und der Jahrringbreite auf die Tragfähigkeit bei unterschiedlichen Feuchten für verschiedene Nagelplattengeometrien konnte aufgrund der weitreichenden Variationsmöglichkeiten nicht durchgeführt werden. Die Wahl der Jahrringlage bei den Prüfkörpern erfolgte somit zufällig.



**Bild 2:** Eingepresste Nägel der einzelnen Nagelplatten (unbelastet) – radial



**Bild 3:** Eingepresste Nägel der einzelnen Nagelplatten (unbelastet) - tangential

#### 4.2.3 Vergleich der einzelnen Versuchsreihen

Der Aufbau der Versuchsreihen mit gleichen Prüfkörpergeometrien unter Variation der Einpress- und Prüffeuchte lässt einen direkten Vergleich der einzelnen Versuchsreihen zu. Um den Einfluss unterschiedlicher Rohdichten der Prüfkörper auszuschließen, werden die Verankerungsfestigkeiten auf Grundlage der korrigierten Traglasten  $F_{cor}$  für den Vergleich verwendet.

Die größte Verringerung der Verankerungsfestigkeit zur Referenzversuchsreihe XY1812 trat bei der Versuchsreihe 133232 bei einer Feuchtekombination von (32%, 32%) mit 42,2 % auf. Die mittlere Verringerung der Verankerungsfestigkeit aller Versuchsreihen für die Feuchtekombination (32%, 32%) beträgt 26,5 %. Die deutlichste Erhöhung erfolgte bei der Versuchsreihe 241212 bei einer Feuchtekombination von (12%, 12%) mit 29,0 % bei einem Mittelwert aller Versuchsreihen der Feuchtekombination (12%, 12%) von 4,3 %. Bei der Versuchsreihe 241212 traten Biegebrüche des querverlaufenden Holzes auf. Den Einfluss der Einpressfeuchte bezogen auf die Referenzversuchsreihen gibt die Feuchtekombination (32%, 12%) bzw. ein Vergleich der Versuchsreihen XY1218 mit XY3218 an. Ein Vergleich dieser Versuchsreihen ergibt keinen signifikanten Einfluss. Es sind zwar bei einzelnen Versuchsreihen deutliche Abweichungen zu erkennen wie bei Versuchsreihe 133212 mit einer Verringerung von 17,3 % bezogen auf die Versuchsreihe 131812, der Mittelwert aller Versuchsreihen hingegen ist mit 3,6 % bzw. 3,2 % Verringerung der Traglast

bzw. Verankerungsfestigkeit nur unwesentlich unterhalb des jeweiligen Bezugswertes. Dennoch zeigen die vereinzelt, deutlichen Abweichungen, dass im Einzelfall ein nicht zu vernachlässigender Einfluss vorhanden sein kann.

In Tabelle 3 sind die Maximalwerte und Mittelwerte der Abweichung bezogen auf die Feuchtekombination (18%, 12%) dargestellt. In den Tabellen B-1 bis B-8 (Anlagen B-1 bis B-8) sind die entsprechenden Einzelwerte aufgeführt.

**Tabelle 3:** Abweichungen der Versuchsreihen

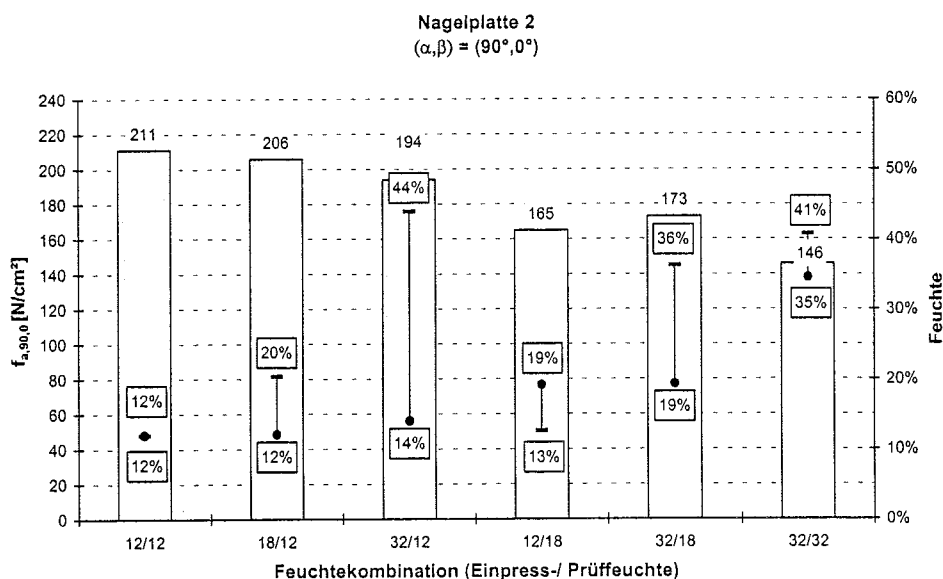
Feuchte- kombination	Minimum <sup>1)</sup> [%]	Maximum <sup>1)</sup> [%]	Mittelwert <sup>1)</sup> [%]
bezogen auf den Mittelwert der jeweiligen Versuchsreihe XY1812			
(12%, 12%)	-4,1	29,0	4,3
(32%, 12%)	-17,3	8,4	-3,6
(12%, 18%)	-22,7	11,0	-11,1
(32%, 18%)	-25,9	7,4	-14,1
(32%, 32%)	-42,2	-14,4	-26,5
bezogen auf den Mittelwert der jeweiligen Versuchsreihe XY1218			
(32%, 18%)	-13,9	7,9	-3,2

<sup>1)</sup> positives (negatives) Vorzeichen entspricht einer Erhöhung (Verringerung) der Verankerungsfestigkeit

In den Bildern C-1 bis C-16 (Anlagen C-17 bis C-24) sind die einzelnen Versuchsreihen nach der verwendeten Nagelplatte und Winkelkombination zum Vergleich aufgetragen. Ein Beispiel zu diesen Bildern ist in Bild 4 dargestellt.

Auf der linken Ordinate ist die Verankerungsfestigkeit  $f_{a,\alpha,\beta}$  und auf der rechten Ordinate die Holzfeuchte aufgetragen. Als Balken werden die Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit und mit einem horizontalen Strich innerhalb der Balken die Mittelwerte der Einpressfeuchte bzw. als Punkt die Prüffeuchte der einzelnen Versuchsreihen dargestellt. Auf der Abszisse sind die angestrebten Feuchtekombinationen mit der angestrebten Einpress-/Prüffeuchte angegeben.

Aus diesen Bildern ist zu erkennen, dass bei der Feuchtekombination (12%, 12%) die höchsten Verankerungsfestigkeitswerte und bei der Feuchtekombination (32%, 32%) die niedrigsten Verankerungsfestigkeitswerte erreicht werden.

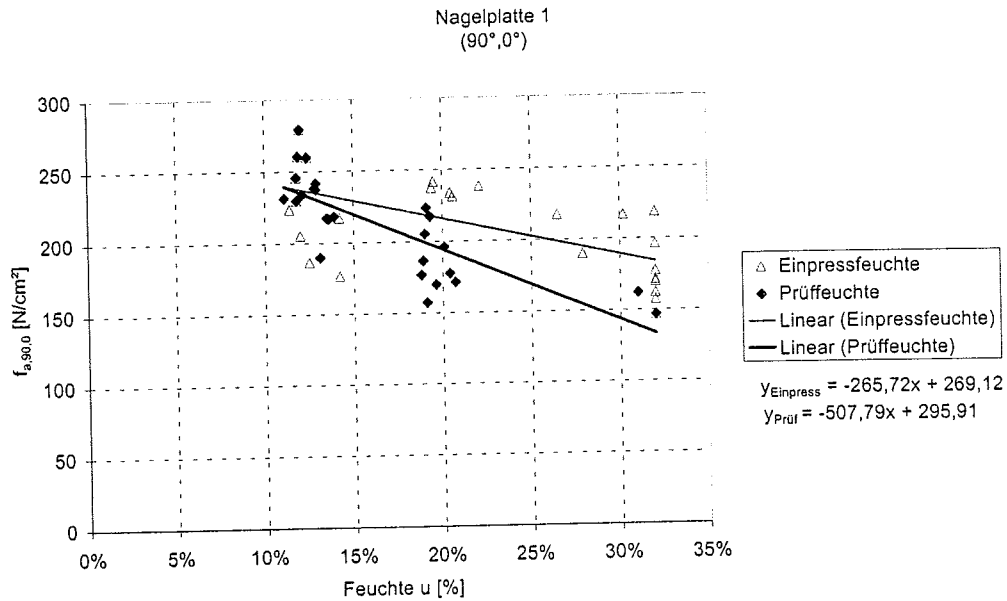


**Bild 4:** Verankerungsfestigkeit als Mittelwerte der Versuchsreihen einer Nagelplatte und Winkelkombination

Ingesamt ist zu erkennen, dass mit steigender Prüffeuchte zwischen 12 % und 32 % die Verankerungsfestigkeit abnimmt. Für die Einpressfeuchte kann hingegen kein deutlicher Einfluss bzw. nur ein geringerer Einfluss festgestellt werden.

In den Bildern C-17 bis C-32 (Anlagen C-25 bis C-32) sind die Verankerungsfestigkeiten und die Einpress- bzw. Prüffeuchte der einzelnen Versuche aufgetragen. Feuchten über 32 % wurden mit 32 % aufgetragen, da davon ausgegangen werden kann, dass eine über dem Fasersättigungsgehalt von 32 % liegende Feuchte keinen weiteren Einfluss auf die Tragfähigkeit besitzt. Diese Annahme ermöglicht die Angabe einer linearen Regressionsgeraden und deren Gleichung in einem Bereich der Feuchte von 12 % bis 32 %. Bild 5 zeigt die Ergebnisse der Versuchsreihe mit dem deutlichsten Einfluss der Einpress- und Prüffeuchte auf die Verankerungsfestigkeit.

Aus den Bildern ist bei allen Versuchsreihen eine deutlichere Neigung der Regressionsgerade für den Einfluss der Prüffeuchte auf die Verankerungsfestigkeit zu erkennen. Der Einfluss der Einpressfeuchte ist geringer und kann bei den meisten Versuchsreihen aufgrund keiner bzw. einer sehr geringen Neigung der Regressionsgeraden nicht eindeutig bestätigt werden.



**Bild 5:** Beispiel für einen Einfluss der Einpress- und Prüffeuchte auf die Verankerungsfestigkeit

In den Tabellen C-1 bis C-16 (Anlagen C-1 bis C-16) ist ebenfalls die bezogene Verschiebungssteifigkeit  $K_s$  dargestellt. Die bezogene Verschiebungssteifigkeit wurde entsprechend Abschnitt 4.1 ermittelt. Als Verschiebungssteifigkeit  $k_s$  wurden die in den Versuchen ermittelten Werte nach DIN EN 26891 verwendet. Es ist bei einer Erhöhung der Prüffeuchte eine Verringerung der Anschlusssteifigkeit festzustellen. Bei den Versuchsreihen mit einer Feuchtekombination von (32%, 32%) ist vor allem bei den Versuchsreihen mit den Winkelkombinationen 1 und 2 eine Erhöhung der bezogenen Verschiebungssteifigkeit vorhanden. Eine Erklärung für diese Steifigkeitserhöhung kann nicht angegeben werden.

## 5 Vorschlag für die Praxis

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass eine höhere Holzfeuchte bei der Herstellung einer Nagelplattenverbindung einen geringeren Einfluss auf die Verankerungsfestigkeit hat als die Erhöhung der Holzfeuchte bei der Belastung.

Wie in Abschnitt 4.2.3 dargestellt, kann eine hohe Einpressfeuchte vereinzelt einen deutlich negativen Einfluss auf die Verankerungsfestigkeit haben. Zusätzlich kann bei erhöhten, nicht normgerechten Herstellfeuchten nicht davon ausgegangen werden, dass bei der Belastung der Verbindung im Bauwerk eine deutlich niedrigere und somit günstigere Holzfeuchte vorliegt.

Aus diesen Gründen wird eine Anpassung der Verankerungsfestigkeit durch Wahl einer entsprechenden Nutzungsklasse vorgeschlagen. Zur Berücksichtigung einer

Holzfeuchte über 20 % entweder beim Herstellen der Verbindung oder während der Nutzungsdauer des Bauteils wird eine Einstufung in die Nutzungsklasse 3 nach DIN EN V 1995 bzw. E DIN 1052, Ausgabe Mai 2000 vorgeschlagen. Die Nutzungsklasse 3 erfasst Klimabedingungen, die zu einer höheren Ausgleichsfeuchte des Holzes führen als die in DIN 1052, Ausgabe 1988 festgelegte Holzfeuchte für die Herstellung von 20 %. Aus der Änderung der Nutzungsklasse ergibt sich durch den Modifikationsfaktor  $k_{\text{mod}}$  eine Reduzierung des Bemessungswertes der Verankerungsfestigkeit  $f_{a,\alpha,\beta,d}$ . Die Nutzungsklasse wird bei erhöhter Herstellfeuchte des Holzes somit nicht auf die Ausgleichfeuchte im Bauwerk, sondern auf die Herstellfeuchte selbst bezogen.

Bei einer Dachkonstruktion mit der Klasse der Lasteinwirkungsdauer kurz und Nutzungsklasse 2 ergibt sich z.B. bei normgerechter Herstellung für eine Ausgleichsfeuchte des Holzes von 20 % ein Wert für  $k_{\text{mod}}$  von 0,90. Bei höheren Holzfeuchten bei der Herstellung der Nagelplattenverbindung sollte ein  $k_{\text{mod}}$  Wert von 0,70 nach der Nutzungsklasse 3 angesetzt werden. Die Höhe der Abminderung der Verankerungsfestigkeit entspricht in diesem Beispiel 22%. Für die verschiedenen Klassen der Lasteinwirkungsdauern ergeben sich Abminderungen zwischen 17 % und 22 %. Diese Abminderungen sind etwas geringer als die mittlere Abweichung der Verankerungsfestigkeit bezogen auf die Versuchsreihen XY1812 nach Tabelle 3, Abs. 4.2.3 von 26,5 %.

Bei Anwendung der DIN 1052, Ausgabe 1988, wird eine Abminderung der Verankerungsfestigkeit um 1/6, entsprechend Teil 1, Abs. 5.1.7, bei einer Herstellfeuchte oberhalb der nach DIN 1052, Ausgabe 1988, Teil 2, Abs. 10.4 angegebenen Herstellfeuchte vorgeschlagen.

## 6 Zusammenfassung

Um den Einfluss der Holzfeuchte auf die Tragfähigkeit von Nagelplattenverbindungen zu untersuchen, wurden insgesamt 416 Versuche durchgeführt. Es wurde der Einfluss der Einpressfeuchte und der Prüffeuchte untersucht.

Für die Versuche wurden unterschiedliche Nagelplattentypen verwendet, wobei die Plattendicke und Länge der Nägel variiert wurde. Als Nagelplatten und Prüfkörperabmessungen wurden die in BLAß ET AL (1999) angegebenen Nagelplatten und Prüfkörperabmessungen gewählt, um den Einfluss der Rohdichte berücksichtigen zu können. Als Winkelkombinationen wurden die Winkel ( $\alpha,\beta$ ) von  $(0^\circ,0^\circ)$ ,  $(90^\circ,0^\circ)$ ,  $(0^\circ,90^\circ)$  und  $(90^\circ,90^\circ)$  untersucht.

Bei allen Versuchen wurde das zur Untersuchung des Trag- und Verformungsverhaltens von Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln dienende Belastungsverfahren nach DIN EN 26891 angewendet.

Ergebnis der Untersuchung ist, dass der Einfluss der Prüffeuchte deutlich höher ist als der Einfluss der Einpressfeuchte. Des Weiteren hat die Holzfeuchte beim Einpressen und Prüfen je nach Nagelplatte und Winkelkombination einen unterschiedlich großen Einfluss auf das Trag- und Verformungsverhalten der Nagelplattenverbindungen.

Die höchsten Verankerungsfestigkeiten wurden bei einer Feuchtekombination von 12 % Einpressfeuchte und 12 % Prüffeuchte ermittelt. Teilweise deutlich niedrigere Werte der Verankerungsfestigkeit ergab die Feuchtekombination bei 32 % Einpress- und Prüffeuchte.

Die deutlichen Unterschiede der Verankerungsfestigkeit aufgrund der Einpressfeuchte aus den Versuchen von BLAß ET AL (1999) konnten nicht für alle Nagelplatten und Winkelkombinationen bestätigt werden. Für die praktische Herstellung von Nagelplattenverbindungen ist festzustellen, dass eine Einpress- und Belastungsfeuchte von 12 % ein günstiges Tragverhalten zur Folge hat. Im Gegensatz hierzu ergibt sich bei einer sehr ungünstigen Feuchtekombination von (32%, 32%) teilweise ein deutlich ungünstigeres Tragverhalten, das hauptsächlich in der hohen Feuchte im Belastungszustand begründet liegt.

Zur Berücksichtigung einer Holzfeuchte über 20 % entweder beim Herstellen der Verbindung oder während der Nutzungsdauer des Bauteils wird eine Einstufung in die Nutzungsklasse 3 nach DIN EN V 1995 bzw. E DIN 1052, Ausgabe Mai 2000 vorgeschlagen. Dies kann durch folgenden Zusatz in den genannten Bemessungsnormen geregelt werden: „Beträgt die Holzfeuchte bei der Herstellung oder während der Nutzung mehr als 20 %, dann sind die Bauteile und Verbindungen mit den Modifikationsbeiwerten der Nutzungsklasse 3 zu bemessen“. Damit ergibt sich eine Verringerung des Bemessungswertes der Verankerungsfestigkeit zwischen 17 % und 22 %.

Bei Anwendung der DIN 1052, Ausgabe 1988, wird eine Abminderung der Verankerungsfestigkeit um  $1/6$ , entsprechend Teil 1, Abs. 5.1.7, bei einer Herstellfeuchte oberhalb der nach DIN 1052, Ausgabe 1988, Teil 2, Abs. 10.4 angegebenen Herstellfeuchte vorgeschlagen.

Größere Feuchteänderungen sollten jedoch grundsätzlich vermieden werden, da beim Austrocknen oder bei der Feuchteaufnahme Schwind- und Quellverformungen auch in Längsrichtung der Hölzer auftreten können. Insbesondere unterschiedliche Längenänderungen der Hölzer eines Nagelplattenbauteils, die z.B. bei juvenilem

Holz oder Druckholz beträchtliche Werte annehmen können, führen bereits ohne äußere Beanspruchungen zu deutlichen Vorbelastungen der Bauteile und Verbindungen, die in der Bemessung nicht berücksichtigt sind.

Auch unterschiedliche Holzfeuchten der einzelnen Hölzer von Nagelplattenbindern beim Herstellen sind unbedingt zu vermeiden. Einerseits stellt sich durch das größere Schwinden der anfangs feuchteren Hölzer eine unterschiedliche Holzdicke im Zustand der Ausgleichsfeuchte ein, andererseits besteht die Gefahr des Längsschwindens durch größere Anteile von juvenilem Holz oder Druckholz und der damit verbundenen Zwängungsbeanspruchungen.

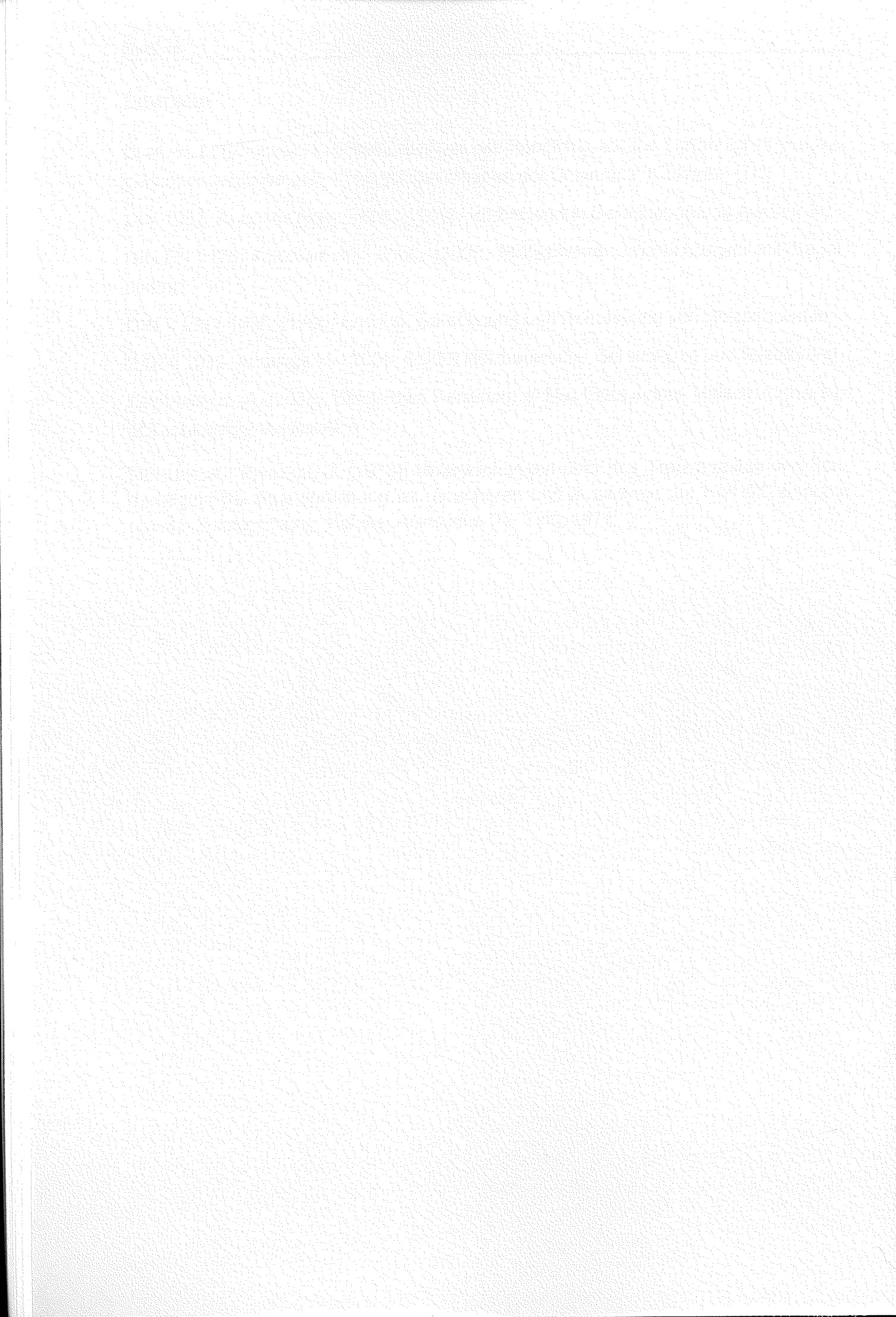
Eine Herstellung von Nagelplattenbauteilen für den Einsatz in den Nutzungsklassen 1 und 2, bei denen die Hölzer eine Holzfeuchte über 20 % aufweisen, sollte daher unbedingt vermieden werden.



## Literatur

- BLAB, H.J.; KURZWEIL, L. (1999); Einfluss der Rohdichte auf die Tragfähigkeit von Nagelplattenverbindungen; Forschungsvorhaben der Universität Karlsruhe (TH)
- DIN 1052, AUSGABE APRIL 1988; (1988) Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung
- DIN EN 1075, AUSGABE JULI 2000, (2000) Prüfverfahren, Verbindungen mit Nagelplatten
- DIN V ENV 1995, (1995) Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
- E DIN 1052, AUSGABE MAI 2000, (2000) Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung
- KEVARINMÄKI, A. (2000); Semi-Rigid Behaviour of Nail Plate Joints; Helsinki University of Technology, Dissertation
- MÖHLER, K.; EHLBECK, J. (1973); Untersuchungen über das Tragverhalten von Sondernägeln bei Beanspruchung auf Abscheren und Ausziehen; In: Heft 91: Berichte aus der Bauforschung, Holzbau-Versuche (IV. Teil); 1973





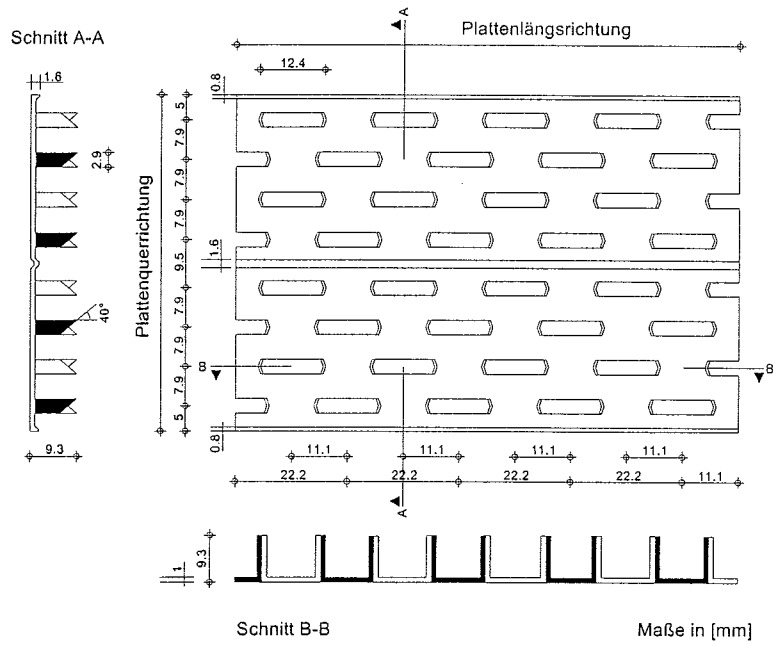


Bild A-1: Nagelplatte 1

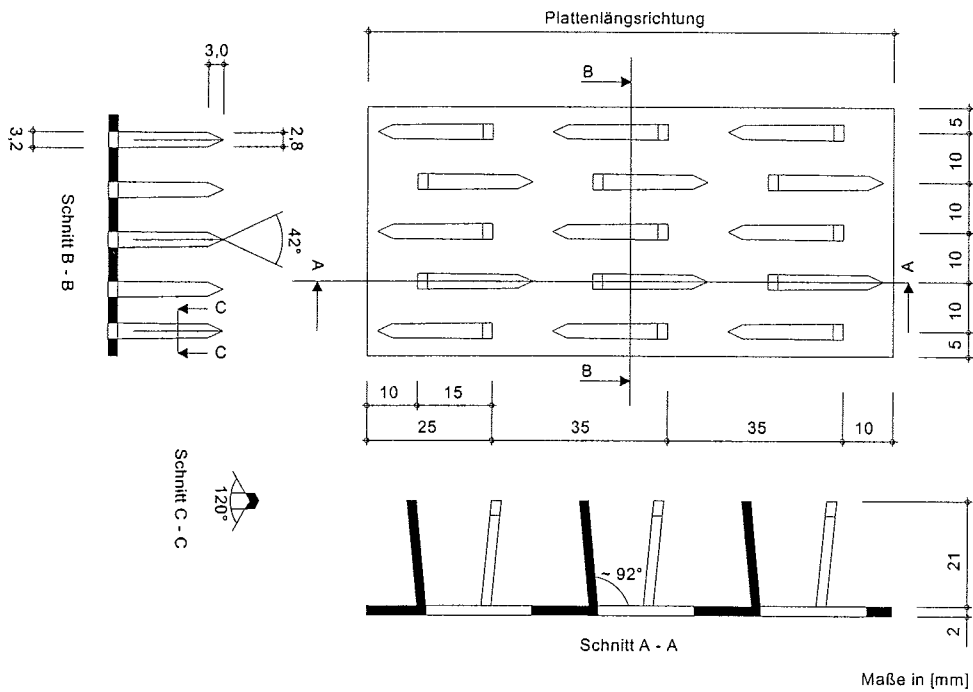


Bild A-2: Nagelplatte 2

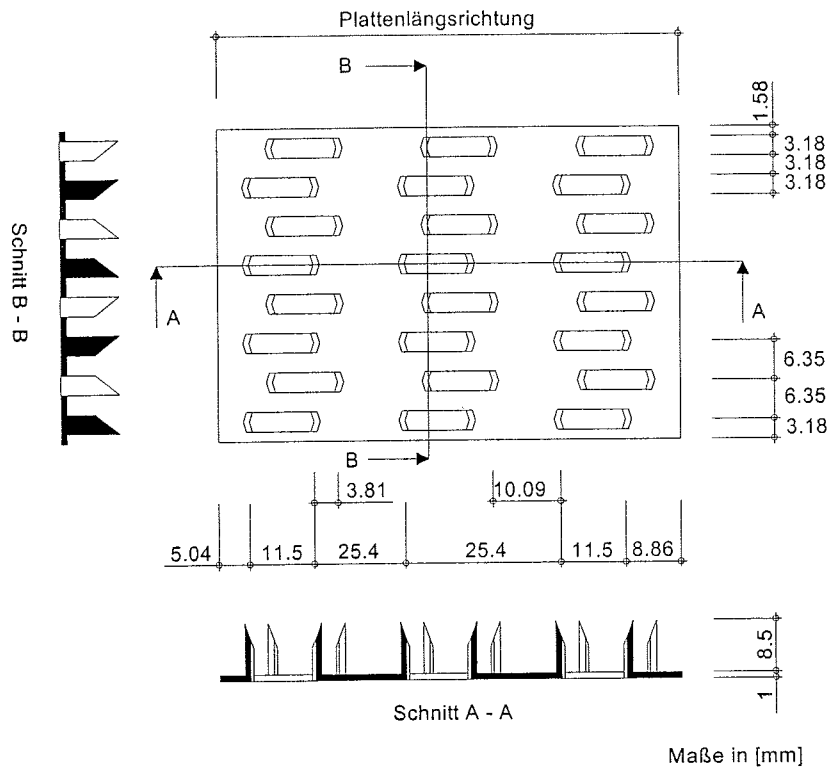


Bild A-3: Nagelplatte 3

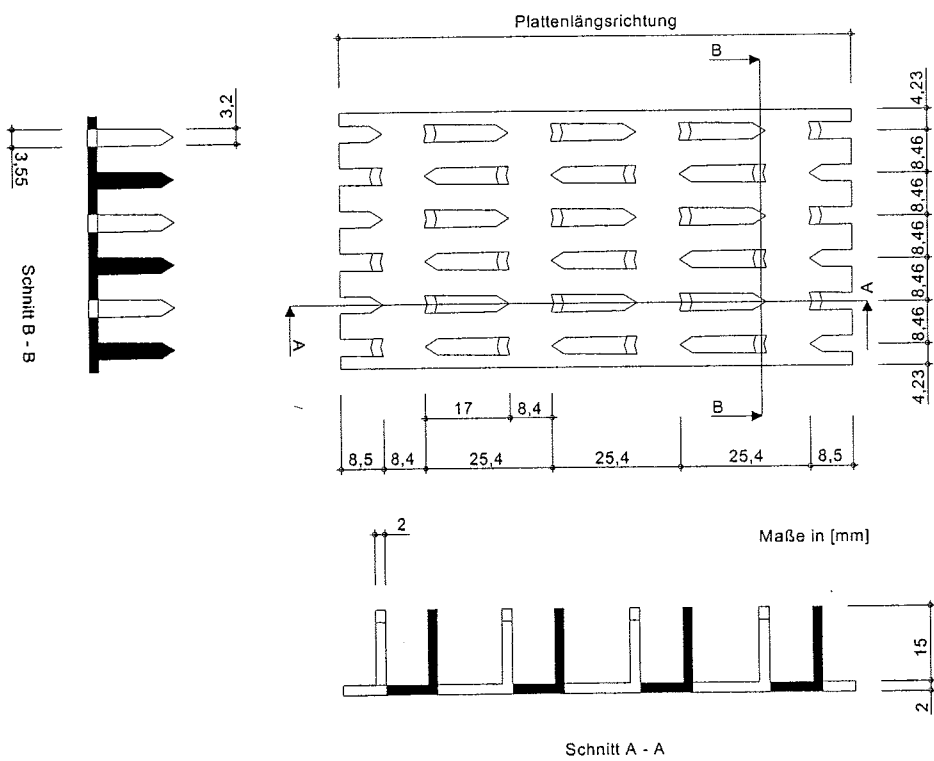
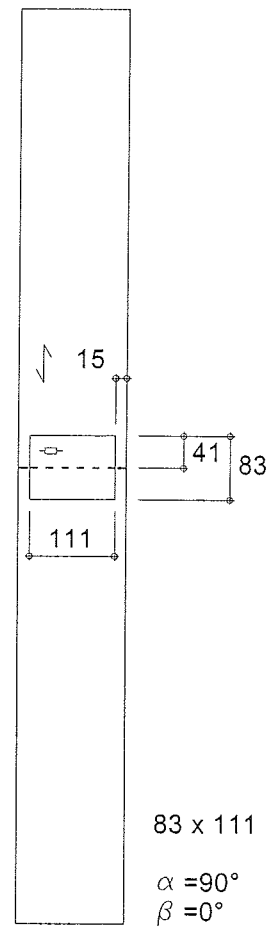
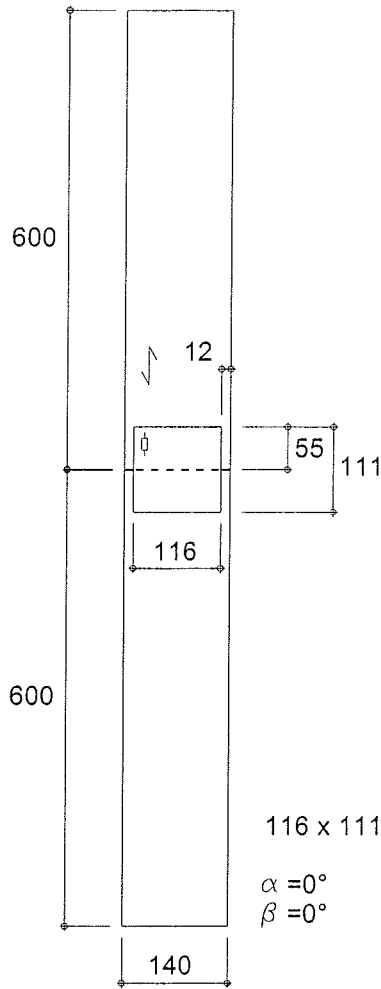
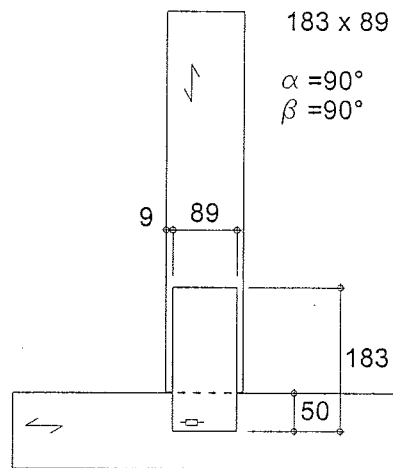
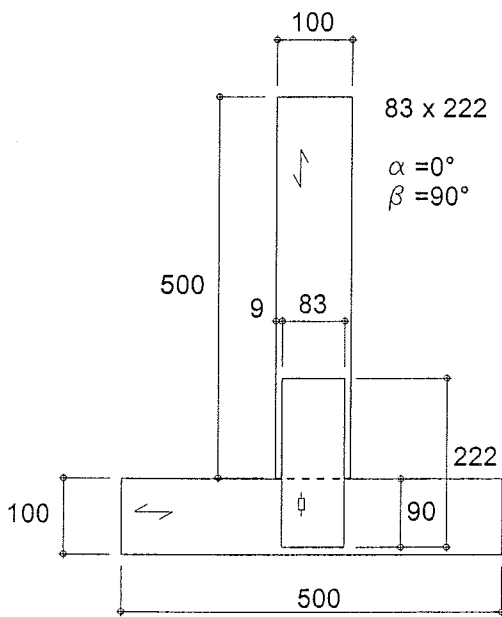


Bild A-4: Nagelplatte 4

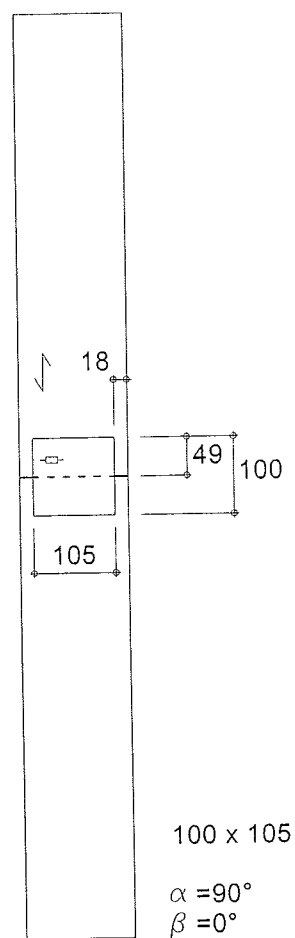
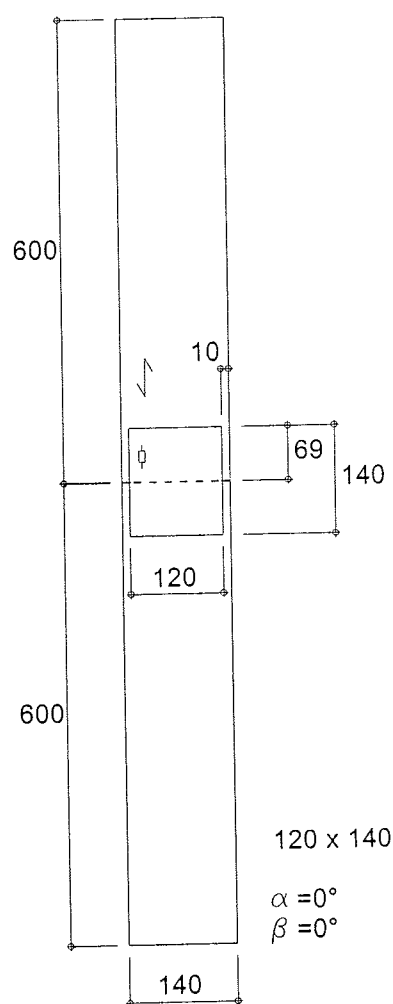


**Nagelplatte 1**

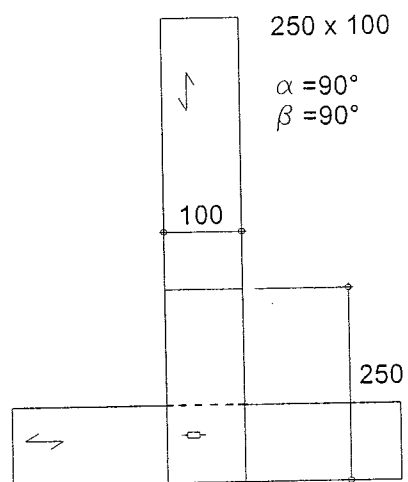
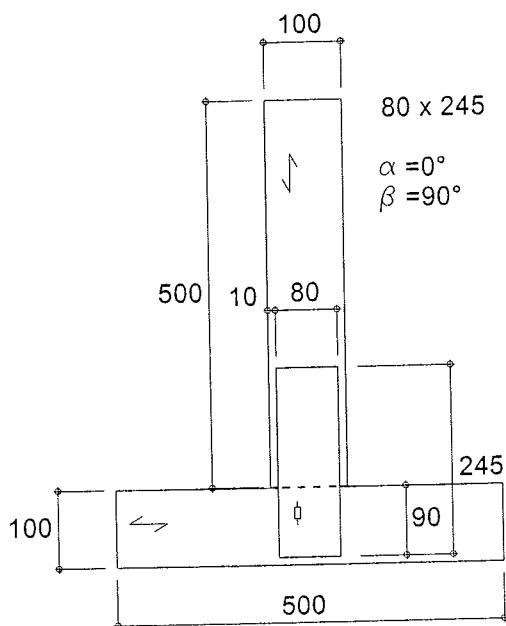


Alle Maße in [mm]

**Bild A-5:** Prüfkörper der Nagelplatte 1 – Form und Maße

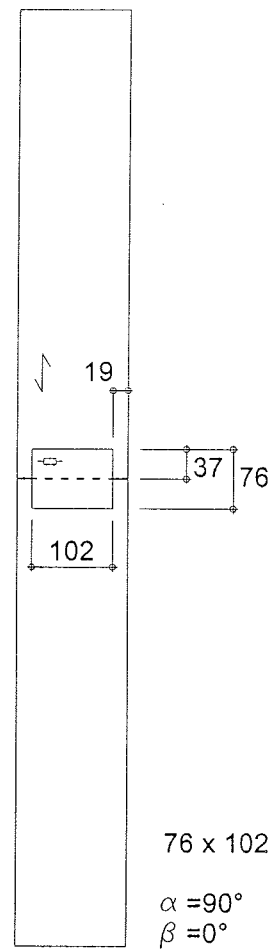
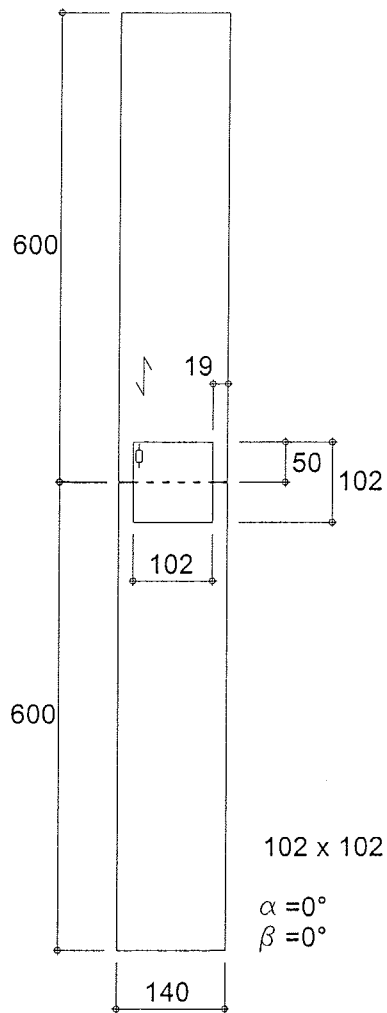


**Nagelplatte 2**

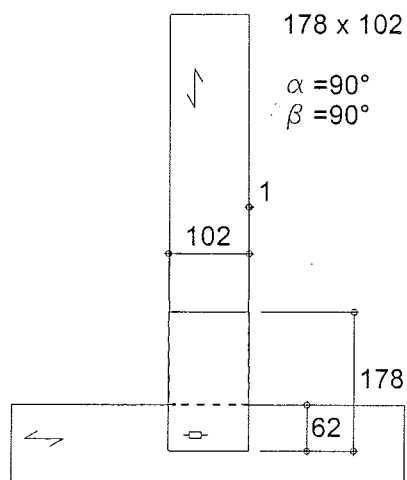
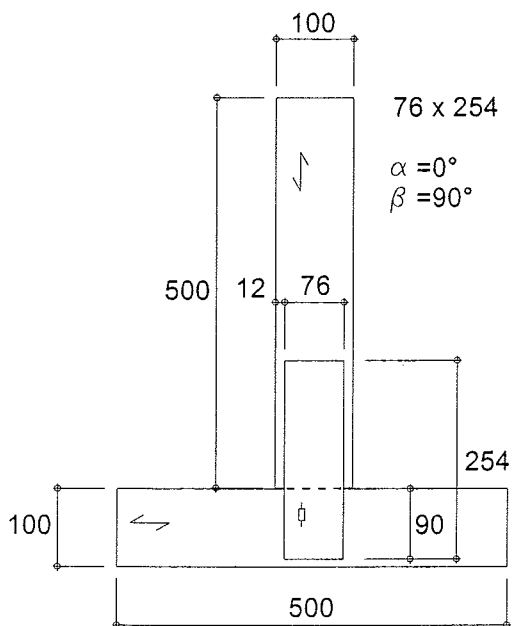


Alle Maße in [mm]

**Bild A-6:** Prüfkörper der Nagelplatte 2 – Form und Maße



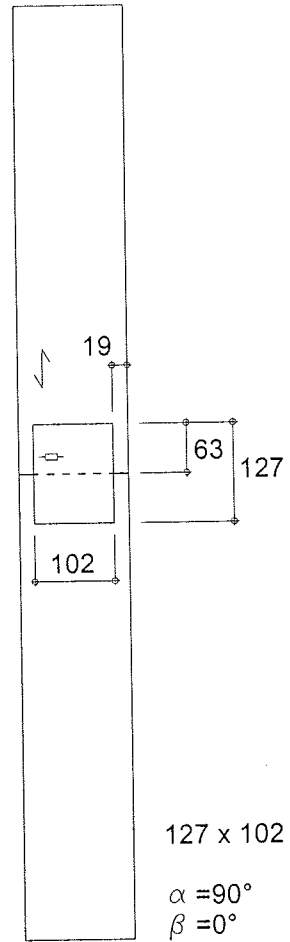
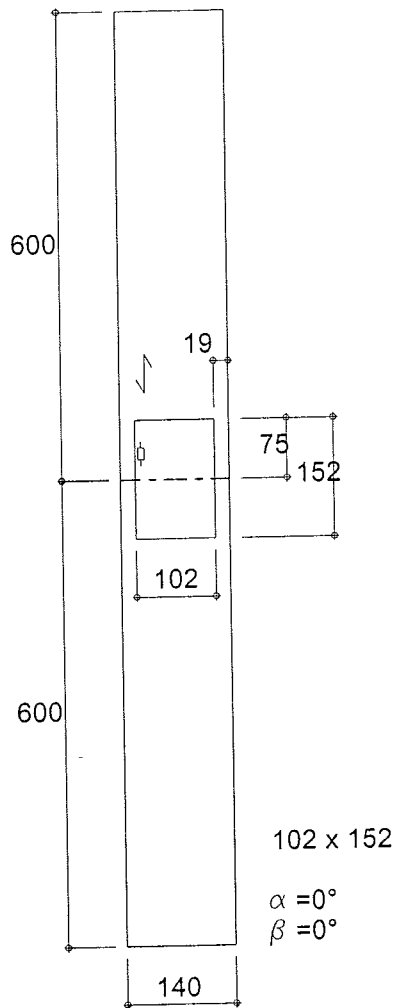
### Nagelplatte 3



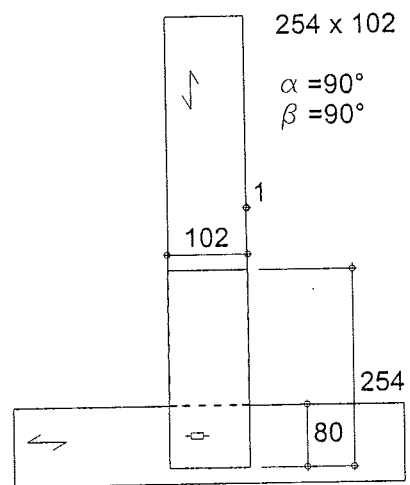
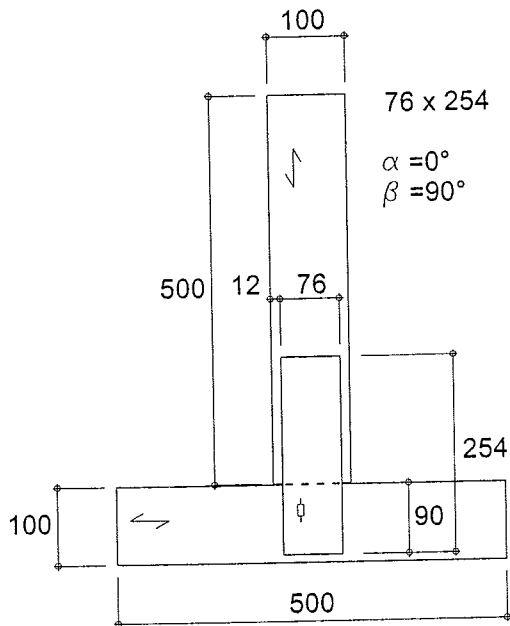
Alle Maße in [mm]

Bild A-7: Prüfkörper der Nagelplatte 3 – Form und Maße





### Nagelplatte 4



Alle Maße in [mm]

Bild A-8: Prüfkörper der Nagelplatte 4 – Form und Maße

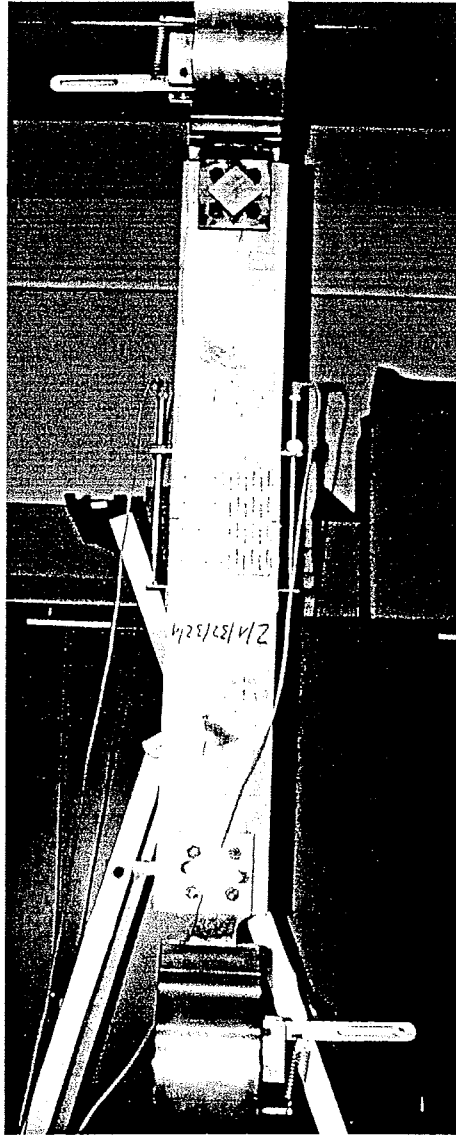
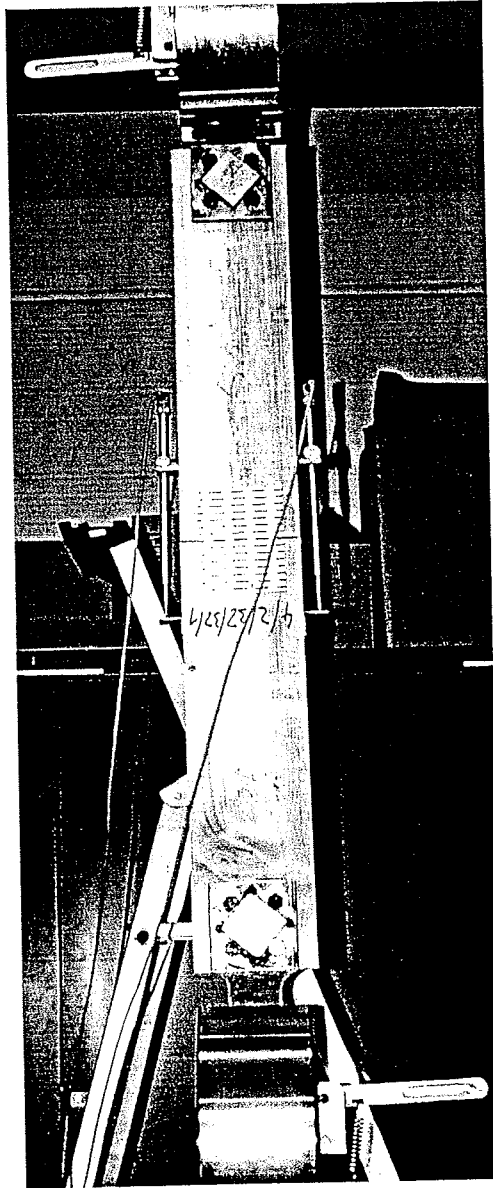


Bild A-9: Versuchsaufbau der Prüfkörperform 1



**Bild A-10:** Versuchsaufbau der Prüfkörperform 2

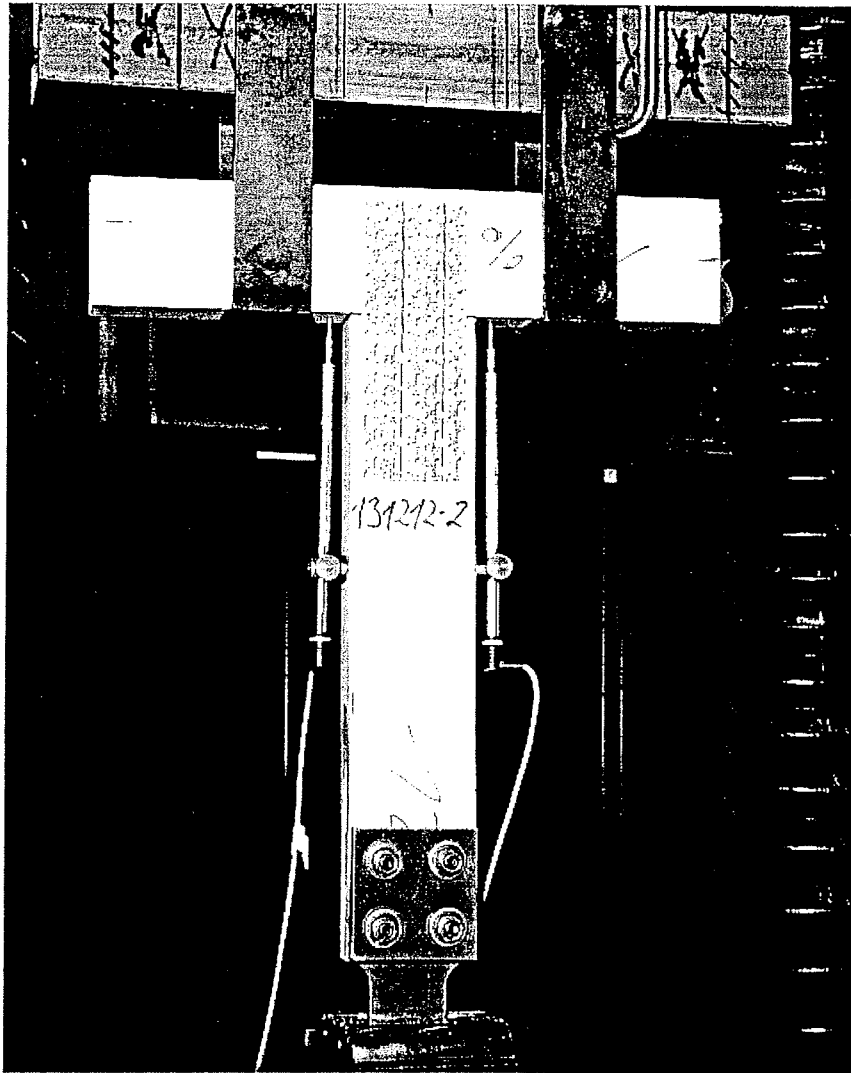


Bild A-11: Versuchsaufbau der Prüfkörperform 3

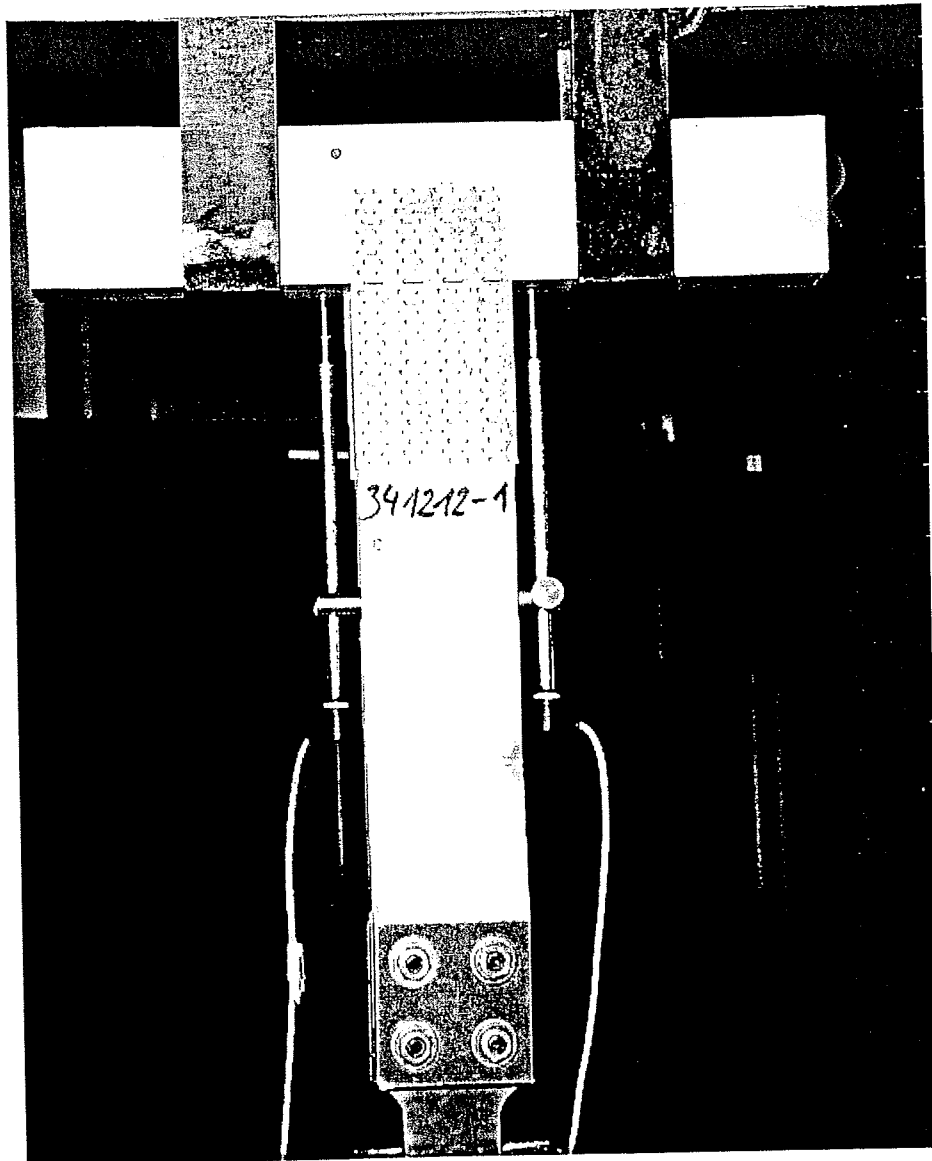


Bild A-12: Versuchsaufbau der Prüfkörperform 4

**Tabelle A-1:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 111212 bis 141212

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u Herstellung/Prüfung [%]
111212-1	3,6	439	48,8	11,8
111212-2	3,9	395	32,2	13,6
111212-3	6,3	438	35,0	12,7
111212-4	5,0	392	35,0	12,2
111212-5	4,5	392	35,3	11,9
121212-1	5,0	370	34,3	11,8
121212-2	5,8	389	38,2	11,9
121212-3	6,6	372	31,5	11,8
121212-4	4,2	385	33,5	12,0
121212-5	3,9	457	38,6	12,4
131212-1	4,3	399	41,0	11,4
131212-2	4,9	406	41,5	11,6
131212-3	6,2	371	36,6	11,8
131212-4	4,2	363	32,9	11,9
131212-5	4,1	395	36,9	11,7
141212-1	4,8	376	32,9	12,0
141212-2	5,1	385	38,1	12,1
141212-3	4,7	380	33,8	12,4
141212-4	3,4	420	42,2	11,6
141212-5	4,9	407	41,5	11,6

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

**Tabelle A-2:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 211212 bis 241212

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u Herstellung/Prüfung [%]
211212-1	6,5	431	30,9	12,6
211212-2	3,4	410	40,9	11,8
211212-3	3,7	417	34,3	11,8
211212-4	4,9	414	40,2	11,7
211212-5	4,7	403	37,1	12,1
221212-1	3,8	399	38,6	11,9
221212-2	4,9	361	33,2	11,9
221212-3	3,6	434	39,4	12,0
221212-4	5,3	380	34,2	12,7
221212-5	5,9	359	38,5	11,7
231212-1	5,6	383	39,1	11,4
231212-2	3,3	407	40,0	11,5
231212-3	4,0	370	37,9	11,2
231212-4	3,5	425	43,9	11,5
231212-5	7,2	371	37,9	11,4
241212-1	6,3	417	34,6	12,5
241212-2	6,0	355	31,9	11,6
241212-3	3,2	440	45,5	11,4
241212-4	3,8	419	42,9	11,3
241212-5	3,9	371	36,7	10,9

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

**Tabelle A-3:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 311212 bis 341212

Versuchs- körper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u$ <sup>1)</sup> [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}$ <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u Herstellung/Prüfung [%]
311212-1	5,0	420	39,0	11,3
311212-2	2,5	442	44,4	11,3
311212-3	4,2	372	34,5	11,1
311212-4	3,5	399	36,1	11,6
311212-5	3,9	434	36,8	11,4
321212-1	4,6	361	36,6	11,4
321212-2	3,3	404	40,8	11,2
321212-3	5,1	397	31,0	11,9
321212-4	3,7	417	41,1	11,0
321212-5	4,4	376	34,1	11,4
331212-1	3,4	426	42,3	10,9
331212-2	6,3	347	30,8	11,2
331212-3	5,0	343	35,1	10,9
331212-4	3,5	428	41,3	11,6
331212-5	4,2	390	39,7	11,3
341212-1	6,5	342	31,7	11,3
341212-2	3,6	402	41,0	12,3
341212-3	3,9	410	43,5	10,7
341212-4	5,6	369	35,9	11,0
341212-5	4,5	438	41,8	11,7

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte



**Tabelle A-4:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 411212 bis 441212

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u Herstellung/Prüfung [%]
411212-1	3,1	434	53,0	11,3
411212-2	5,5	352	33,8	11,5
411212-3	5,3	386	36,5	11,1
411212-4	4,2	431	44,0	11,3
411212-5	3,9	431	45,8	11,2
421212-1	3,0	454	47,4	10,5
421212-2	3,2	395	37,6	11,5
421212-3	3,9	408	36,9	11,3
421212-4	4,2	350	36,4	11,3
421212-5	4,2	433	46,9	11,1
431212-1	3,7	386	41,2	10,3
431212-2	5,4	405	37,0	11,2
431212-3	3,1	346	33,8	10,7
431212-4	4,5	391	43,6	10,8
431212-5	4,1	386	39,3	11,1
441212-1	7,3	373	38,9	11,0
441212-2	5,9	403	34,5	11,6
441212-3	3,7	444	44,3	10,8
441212-4	3,3	369	29,4	10,9
441212-5	4,2	401	40,7	10,8

1) bei Prüffeuchte

**Tabelle A-5:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 111812 bis 141812

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{Dil}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u	
				Herstellung [%]	Prüfung [%]
111812-1	3,7	443	39,4	19,2	12,9
111812-2	3,1	436	39,1	19,4	12,8
111812-3	3,8	438	39,4	19,0	12,7
111812-4	5,5	404	36,2	20,7	11,0
111812-5	3,7	378	40,9	20,7	10,9
121812-1	3,7	448	38,6	22,1	12,8
121812-2	4,4	413	31,1	19,5	12,9
121812-3	3,7	433	37,5	19,4	12,9
121812-4	5,2	397	42,9	20,7	11,0
121812-5	3,5	395	41,7	20,6	11,1
131812-1	2,7	437	40,3	18,8	12,0
131812-2	3,6	435	37,6	18,6	12,1
131812-3	2,4	431	39,4	18,9	12,4
131812-4	5,4	393	41,4	20,6	10,9
131812-5	3,0	398	44,6	21,1	10,4
141812-1	3,2	443	41,6	17,4	12,1
141812-2	2,5	426	39,2	19,1	12,2
141812-3	2,9	470	39,6	16,1	12,4
141812-4	5,6	382	41,8	20,9	10,5
141812-5	3,8	408	38,8	19,4	11,0

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

**Tabelle A-6:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 211812 bis 241812

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u	
				Herstellung [%]	Prüfung [%]
211812-1	3,4	425	37,5	17,8	12,6
211812-2	3,7	427	37,2	20,7	13,1
211812-3	5,0	442	37,1	22,3	12,7
211812-4	4,5	400	43,0	20,9	11,1
211812-5	3,7	405	40,8	20,7	11,1
221812-1	2,4	415	37,9	19,2	12,6
221812-2	4,2	420	33,9	22,0	12,7
221812-3	3,7	437	36,7	18,8	12,8
221812-4	3,6	381	36,7	20,7	11,2
221812-5	5,7	401	37,7	21,5	11,3
231812-1	5,3	394	32,1	19,8	12,4
231812-2	4,9	442	37,3	19,8	12,3
231812-3	3,1	543	44,7	38,1	14,0
231812-4	3,8	404	41,7	20,0	10,5
231812-5	4,2	388	41,1	20,2	10,6
241812-1	2,2	442	37,5	21,5	12,0
241812-2	6,1	416	33,5	20,9	12,8
241812-3	4,2	413	36,8	21,5	12,5
241812-4	4,4	398	43,3	20,6	10,3
241812-5	4,2	403	43,4	20,5	10,8

1) bei Prüffeuchte

**Tabelle A-7:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 311812 bis 341812

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u	
				Herstellung [%]	Prüfung [%]
311812-1	4,6	405	34,9	19,4	12,7
311812-2	4,5	444	36,8	21,4	12,8
311812-3	4,3	414	35,9	22,8	12,7
311812-4	4,6	416	43,3	21,6	11,8
311812-5	3,1	401	43,0	21,5	11,3
321812-1	3,3	435	36,1	22,8	13,0
321812-2	3,3	433	37,9	21,8	12,9
321812-3	2,1	446	41,0	21,6	12,8
321812-4	5,8	385	36,7	21,9	11,9
321812-5	4,1	445	43,7	21,6	11,8
331812-1	3,3	428	38,4	18,4	12,5
331812-2	4,6	375	33,9	19,8	11,9
331812-3	3,3	367	37,5	20,5	12,1
331812-4	4,6	396	44,9	21,8	10,5
331812-5	3,2	378	38,0	21,2	11,2
341812-1	6,1	394	33,0	20,2	12,5
341812-2	3,0	429	38,1	19,0	12,3
341812-3	5,2	381	32,5	18,4	12,1
341812-4	5,0	379	38,6	21,9	11,3
341812-5	2,7	378	39,5	21,7	11,4

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

**Tabelle A-8:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 411812 bis 441812

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u	
				Herstellung [%]	Prüfung [%]
411812-1	3,5	447	36,1	19,2	12,8
411812-2	3,8	421	34,6	20,0	12,7
411812-3	4,3	421	34,9	19,0	12,6
411812-4	3,8	396	41,3	20,7	10,0
411812-5	4,7	410	39,6	20,7	11,7
421812-1	3,3	406	36,9	20,2	12,4
421812-2	3,1	424	39,1	18,7	12,6
421812-3	3,8	461	39,2	21,9	13,0
421812-4	4,2	391	37,2	20,3	11,2
421812-5	3,9	416	43,3	20,8	11,1
431812-1	3,0	403	35,1	21,6	12,5
431812-2	3,9	413	37,0	20,9	12,2
431812-3	2,8	422	39,1	20,2	12,2
431812-4	3,4	434	43,5	20,5	10,4
431812-5	3,4	413	43,5	20,7	10,7
441812-1	3,8	409	38,4	21,7	12,2
441812-2	5,4	387	34,7	21,6	12,1
441812-3	3,8	379	36,9	20,8	12,1
441812-4	5,4	398	36,7	20,9	11,7
441812-5	4,7	393	43,7	20,8	10,3

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

**Tabelle A-9:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 113212 bis 243212

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u	
				Herstellung [%]	Prüfung [%]
113212-1	3,4	463	38,2	27,9	13,6
113212-2	2,8	401	36,0	46,6	13,3
113212-3	3,6	396	34,9	39,9	13,6
123212-1	3,8	413	35,6	26,5	13,5
123212-2	3,5	430	34,9	30,2	13,6
123212-3	3,4	431	35,9	27,9	13,1
133212-1	2,6	439	36,3	26,6	13,1
133212-2	3,3	431	31,3	28,9	13,0
133212-3	3,5	415	38,8	25,7	12,9
143212-1	3,1	380	32,0	28,0	13,1
143212-2	2,4	400	38,5	28,4	12,8
143212-3	3,0	388	35,4	27,0	13,6
213212-1	6,0	395	34,6	37,2	13,6
213212-2	2,7	414	37,5	37,9	13,4
213212-3	3,3	437	39,9	26,4	13,5
223212-1	3,7	407	33,3	59,5	14,4
223212-2	4,2	418	35,1	37,0	13,7
223212-3	4,0	366	36,1	35,4	13,9
233212-1	2,1	389	35,0	27,4	13,1
233212-2	3,9	445	35,0	27,7	12,9
233212-3	2,8	446	43,3	33,6	12,5
243212-1	3,3	422	35,7	32,7	13,5
243212-2	2,6	387	36,1	27,7	13,2
243212-3	3,6	417	32,4	37,8	13,0

1) bei Prüffeuchte

**Tabelle A-10:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
313212 bis 443212

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung $\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Feuchte u	
				Herstellung [%]	Prüfung [%]
313212-1	3,3	457	37,6	31,4	13,9
313212-2	4,0	441	35,1	31,6	13,8
313212-3	3,4	457	35,4	35,0	13,8
323212-1	3,9	404	35,8	46,1	13,7
323212-2	3,1	440	38,4	32,1	13,9
323212-3	3,6	427	40,6	37,3	13,4
333212-1	2,3	392	37,3	28,7	13,1
333212-2	3,8	411	37,4	28,0	13,1
333212-3	3,4	420	37,9	43,1	13,0
343212-1	2,6	413	36,2	35,3	13,0
343212-2	4,4	412	34,1	28,7	13,0
343212-3	3,0	435	40,5	55,4	13,3
413212-1	3,7	446	35,8	43,3	14,0
413212-2	3,7	452	36,1	36,2	14,0
413212-3	3,5	452	36,5	47,2	13,5
423212-1	6,3	384	33,4	48,2	13,6
423212-2	3,9	399	36,1	40,8	13,6
423212-3	4,1	428	40,3	31,6	13,8
433212-1	3,9	423	37,4	36,2	13,8
433212-2	4,1	454	37,1	28,1	13,3
433212-3	4,7	401	36,8	37,9	13,3
443212-1	3,5	403	38,6	44,3	12,9
443212-2	5,5	371	31,3	35,8	13,2
443212-3	4,3	433	36,2	39,8	13,2

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

**Tabelle A-11:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
111218 bis 141218

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{DII}^{2)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
111218-1	4,4	395	23,3	36,0	12,5	19,0
111218-2	4,8	414	27,4	39,8	12,5	19,0
111218-3	4,8	402	25,1	41,4	12,4	19,4
111218-4	5,0	430	23,9	37,1	13,5	19,3
111218-5	4,6	372	20,8	30,0	11,3	19,1
121218-1	4,2	401	26,6	39,3	12,5	18,9
121218-2	4,0	418	26,4	39,8	11,4	19,1
121218-3	5,1	406	26,1	40,2	14,2	19,3
121218-4	4,2	443	29,2	45,4	14,2	18,8
121218-5	3,6	439	30,0	43,0	12,0	19,0
131218-1	4,9	425	26,8	39,9	10,3	18,7
131218-2	6,2	392	24,4	34,1	10,6	18,9
131218-3	4,8	453	28,8	41,5	12,5	18,7
131218-4	3,4	454	31,6	43,9	10,3	18,9
131218-5	6,8	439	25,9	35,5	11,5	19,3
141218-1	3,2	352	23,1	34,0	11,8	18,7
141218-2	3,8	467	28,5	45,3	11,9	19,1
141218-3	5,9	404	26,1	35,3	12,0	18,9
141218-4	4,4	424	27,1	43,7	13,2	18,5
141218-5	5,7	413	25,9	39,2	12,5	18,6

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

<sup>2)</sup> bei Normalklima 20/65



**Tabelle A-12:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
211218 bis 241218

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{DII}^{2)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
211218-1	5,1	416	24,9	36,0	13,8	19,5
211218-2	6,0	403	20,3	39,8	11,9	19,1
211218-3	6,0	410	26,5	41,4	12,8	18,7
211218-4	4,0	375	23,5	37,1	13,5	19,3
211218-5	5,3	388	22,2	30,0	13,1	19,1
221218-1	4,6	399	26,0	39,3	12,9	18,9
221218-2	4,5	400	25,8	39,8	13,7	19,3
221218-3	6,0	369	23,1	40,2	12,	18,8
221218-4	5,7	366	22,2	45,4	12,7	19,4
221218-5	6,2	399	26,6	43,0	11,8	19,3
231218-1	5,4	391	28,0	39,9	12,4	18,7
231218-2	4,2	402	24,3	34,1	12,7	18,8
231218-3	4,4	398	26,9	41,5	12,0	18,8
231218-4	4,2	367	25,6	43,9	10,8	18,9
231218-5	7,8	379	25,4	35,5	11,9	18,8
241218-1	3,7	411	26,6	34,0	12,2	19,0
241218-2	4,2	395	25,5	45,3	12,7	18,5
241218-3	5,0	369	23,4	35,3	12,3	19,0
241218-4	3,9	414	26,4	43,7	12,6	18,7
241218-5	5,7	398	26,1	39,2	12,8	19,2

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

<sup>2)</sup> bei Normalklima 20/65

**Tabelle A-13:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
311218 bis 341218

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{DII}^{2)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
311218-1	3,5	385	20,9	30,4	11,5	18,5
311218-2	3,2	475	30,9	45,9	12,8	18,9
311218-3	3,3	341	24,6	36,3	11,9	18,9
311218-4	6,4	381	24,9	40,3	13,3	19,3
311218-5	4,0	410	27,8	43,9	12,2	19,1
321218-1	4,3	373	24,4	38,5	12,3	19,1
321218-2	6,3	354	23,8	30,9	12,2	18,6
321218-3	3,9	433	27,8	44,8	12,3	18,9
321218-4	5,3	365	24,9	36,7	12,2	18,9
321218-5	5,1	385	24,5	38,9	11,9	18,8
331218-1	4,0	400	27,4	40,1	12,0	18,6
331218-2	3,6	425	28,3	43,7	11,0	19,3
331218-3	4,1	418	27,5	42,7	11,1	19,4
331218-4	4,1	390	25,1	38,6	12,4	18,3
331218-5	5,0	391	28,0	34,6	11,	19,0
341218-1	3,8	428	27,1	39,4	12,4	18,9
341218-2	5,1	414	26,1	39,8	12,2	18,8
341218-3	6,1	381	27,4	40,0	12,2	19,0
341218-4	7,4	383	22,6	30,0	10,7	18,9
341218-5	4,8	372	24,4	30,2	11,9	18,9

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

<sup>2)</sup> bei Normalklima 20/65

**Tabelle A-14:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen 411218 bis 441218

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{DII}^{2)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
411218-1	5,1	401	25,9	38,5	12,0	19,2
411218-2	4,8	389	26,1	39,4	13,8	19,2
411218-3	4,6	408	24,4	34,4	13,8	19,5
411218-4	5,4	403	24,8	37,2	13,0	19,0
411218-5	4,9	375	26,6	37,2	11,9	19,0
421218-1	5,0	392	25,8	39,8	11,2	19,3
421218-2	4,2	379	25,1	37,6	11,0	19,2
421218-3	4,6	354	24,7	36,8	11,4	19,2
421218-4	3,4	363	25,9	37,4	11,1	19,4
421218-5	5,4	402	28,9	42,7	13,6	18,8
431218-1	5,3	405	23,5	37,6	11,9	18,6
431218-2	3,7	347	24,3	34,3	12,5	19,0
431218-3	4,4	413	27,6	42,4	12,5	18,9
431218-4	4,4	367	24,9	34,3	12,4	19,1
431218-5	4,8	432	27,4	39,8	12,2	19,0
441218-1	4,1	379	23,9	37,0	12,0	19,1
441218-2	5,4	358	23,0	33,4	11,9	18,9
441218-3	2,7	395	25,8	35,6	13,0	19,3
441218-4	3,8	387	25,5	38,9	11,6	19,2
441218-5	4,3	391	23,8	36,2	10,8	19,0

1) bei Prüffeuchte

2) bei Normalklima 20/65

**Tabelle A-15:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
113218 bis 143218

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{DII}^{2)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
113218-1	5,6	391	27,1	38,8	46,5	19,7
113218-2	5,1	403	25,8	38,0	80,8	20,6
113218-3	4,3	416	24,8	33,7	29,5	20,0
113218-4	3,7	384	24,6	37,8	53,0	20,1
113218-5	4,8	379	24,6	35,3	52,0	19,6
123218-1	4,2	375	22,5	30,4	57,3	19,1
123218-2	5,1	388	25,0	35,3	65,9	19,6
123218-3	3,3	443	30,3	42,3	48,2	20,1
123218-4	3,5	396	24,6	35,9	66,4	20,7
123218-5	4,1	386	24,3	35,4	56,8	20,4
133218-1	3,6	429	27,3	43,0	66,7	21,0
133218-2	4,0	397	22,6	35,1	79,9	21,1
133218-3	5,1	411	24,6	36,4	47,6	20,3
133218-4	3,8	430	28,1	42,3	59,5	20,5
133218-5	3,5	433	27,5	41,9	45,5	20,2
143218-1	6,0	410	27,2	34,3	54,4	18,5
143218-2	6,1	399	29,2	41,6	45,2	18,9
143218-3	3,4	417	26,1	39,1	74,0	20,9
143218-4	3,4	453	27,0	37,3	50,1	20,5
143218-5	3,9	402	27,5	40,5	57,5	20,7

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

<sup>2)</sup> bei Normalklima 20/65

**Tabelle A-16:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
213218 bis 243218

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{DII}^{2)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
213218-1	5,9	389	24,0	38,5	41,6	18,8
213218-2	4,7	442	28,4	41,6	48,1	18,7
213218-3	5,3	407	21,7	35,0	55,3	19,1
213218-4	4,8	414	27,3	36,3	47,7	19,3
213218-5	4,1	402	28,6	37,4	77,2	19,0
223218-1	4,9	354	23,6	33,3	61,1	19,2
223218-2	5,9	377	23,9	37,5	41,4	19,2
223218-3	3,4	383	25,9	36,5	61,1	19,4
223218-4	3,9	411	27,3	37,7	61,0	19,0
223218-5	3,6	377	26,0	36,3	66,3	19,5
233218-1	4,3	376	23,4	33,7	70,1	19,3
233218-2	6,3	387	25,1	36,7	46,5	19,6
233218-3	3,3	426	26,8	39,4	62,6	20,0
233218-4	6,3	391	26,9	37,3	37,9	19,1
233218-5	2,6	406	24,6	36,4	96,5	19,8
243218-1	4,4	380	25,9	35,3	72,2	19,6
243218-2	5,3	395	27,8	38,8	68,1	19,1
243218-3	3,8	429	28,9	40,4	64,3	19,8
243218-4	4,1	389	23,6	31,5	104,4	19,8
243218-5	3,0	437	29,9	41,0	54,3	19,5

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

<sup>2)</sup> bei Normalklima 20/65

**Tabelle A-17:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
313218 bis 343218

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{DII}^{2)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
313218-1	5,8	398	25,5	37,9	52,7	19,8
313218-2	2,8	398	27,8	39,7	46,3	19,7
313218-3	5,1	358	22,3	39,6	51,6	19,8
313218-4	4,8	432	26,8	41,8	66,1	20,0
313218-5	3,3	388	25,6	38,1	70,5	20,0
323218-1	3,4	372	25,6	39,1	55,5	20,0
323218-2	4,3	392	22,4	39,2	40,7	19,6
323218-3	3,9	376	25,1	34,2	63,8	20,3
323218-4	5,1	358	22,4	39,9	57,0	19,6
323218-5	5,0	360	24,1	38,3	51,5	19,7
333218-1	4,3	387	24,9	36,6	65,3	19,6
333218-2	3,0	423	27,8	35,9	66,6	19,7
333218-3	3,3	395	24,8	33,3	57,5	19,7
333218-4	4,7	405	23,1	34,9	46,0	20,0
333218-5	3,5	398	25,9	32,8	116,5	20,2
343218-1	3,7	388	26,0	37,5	50,5	14,7
343218-2	3,2	460	28,2	35,4	58,7	25,6
343218-3	2,8	411	28,4	39,4	77,5	20,1
343218-4	2,6	417	27,9	39,9	86,6	14,2
343218-5	5,0	381	27,0	41,3	56,8	18,3

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

<sup>2)</sup> bei Normalklima 20/65

**Tabelle A-18:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
413218 bis 443218

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{DII}^{2)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
413218-1	3,8	378	24,8	37,9	53,6	19,3
413218-2	4,6	403	26,7	39,7	53,5	19,5
413218-3	4,3	391	26,9	39,6	82,8	19,7
413218-4	3,4	423	28,8	41,8	57,5	19,7
413218-5	5,0	438	25,8	38,1	46,7	19,3
423218-1	3,8	413	25,9	39,1	67,5	19,8
423218-2	3,6	397	26,8	39,2	71,4	20,0
423218-3	2,8	361	23,3	34,2	76,5	19,5
423218-4	2,8	450	25,2	39,9	61,7	24,6
423218-5	4,4	427	25,9	38,3	54,5	19,4
433218-1	5,1	368	24,1	36,6	71,5	19,3
433218-2	5,2	437	28,1	35,9	74,6	19,8
433218-3	3,7	433	27,3	33,3	55,9	19,8
433218-4	3,2	399	21,8	34,9	62,8	19,7
433218-5	3,5	411	26,5	32,8	72,1	19,6
443218-1	3,8	415	24,5	37,5	72,4	19,8
443218-2	6,0	403	24,6	35,4	56,9	19,0
443218-3	4,2	411	25,6	39,4	56,5	19,7
443218-4	5,5	395	26,8	39,9	63,0	19,3
443218-5	3,3	445	29,4	41,3	55,6	19,6

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

<sup>2)</sup> bei Normalklima 20/65

**Tabelle A-19:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
113232 bis 243232

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung		Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]	
113232-1	3,4	385	19,2	35,7	21,4	
113232-2	3,4	398	16,4	47,0	29,8	
113232-3	3,2	400	16,6	42,7	40,9	
123232-1	2,3	438	18,4	37,8	36,4	
123232-2	3,3	401	19,9	34,8	13,9	
123232-3	3,1	391	18,1	42,7	31,0	
133232-1	2,1	410	17,8	64,6	41,5	
133232-2	2,2	429	19,6	40,1	20,9	
133232-3	3,3	400	18,5	-	29,1	
143232-1	3,6	389	14,6	76,2	40,0	
143232-2	5,9	378	17,4	42,9	28,8	
143232-3	3,4	396	17,6	42,6	42,1	
213232-1	3,3	384	17,1	40,0	31,9	
213232-2	2,6	454	18,9	40,6	38,8	
213232-3	3,6	375	15,1	31,3	30,9	
223232-1	2,9	386	16,9	36,1	35,1	
223232-2	3,6	392	15,4	41,8	39,5	
223232-3	3,2	428	16,7	44,3	29,0	
233232-1	2,9	388	17,1	38,6	32,9	
233232-2	2,7	389	18,0	36,4	29,3	
233232-3	2,3	465	19,0	47,6	42,1	
243232-1	7,0	386	15,3	30,7	28,7	
243232-2	2,6	470	20,1	-	31,8	
243232-3	3,1	431	18,8	-	34,1	

<sup>1)</sup> bei Prüffeuchte

<sup>2)</sup> bezogen auf 12% Holzfeuchte



**Tabelle A-20:** Ermittelte Holzeigenschaften für Prüfkörper der Versuchsreihen  
313232 bis 443232

Versuchskörper Nr.	mittlere Jahringbreite b [mm]	Rohdichte $\rho_u^{2)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit in Faserrichtung	Feuchte u	
			$\sigma_{DII}^{1)}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Herstellung [%]	Prüfung [%]
313232-1	2,8	431	17,4	15,8	38,0
313232-2	4,6	412	18,6	31,5	28,7
313232-3	4,0	412	18,0	37,8	30,1
323232-1	6,1	364	15,4	36,8	30,4
323232-2	4,3	439	17,4	36,7	31,0
323232-3	3,1	402	17,9	35,1	34,2
333232-1	4,7	424	15,8	-	29,4
333232-2	3,3	412	16,4	51,9	33,5
333232-3	4,3	404	16,6	35,7	45,3
343232-1	3,1	426	19,8	35,5	29,5
343232-2	6,0	403	17,4	34,4	29,1
343232-3	2,3	429	18,4	65,4	38,2
413232-1	2,5	418	19,3	42,7	35,2
413232-2	2,5	409	16,7	35,1	34,4
413232-3	3,3	434	18,3	30,4	26,3
423232-1	4,0	431	18,7	36,7	30,3
423232-2	2,2	390	17,8	38,5	32,1
423232-3	3,5	444	25,3	36,4	29,8
433232-1	6,7	435	17,1	33,1	28,7
433232-2	3,2	409	18,2	35,3	30,4
433232-3	4,0	389	16,8	42,3	30,4
443232-1	3,9	449	18,6	34,4	31,8
443232-2	2,9	409	20,1	32,1	46,1
443232-3	4,1	396	18,2	30,9	31,8

1) bei Prüffeuchte

2) bezogen auf 12% Holzfeuchte

**Tabelle A-21:** Materialeigenschaften der ungestanzten Bleche der Versuchsreihen XY1812 (Versuch 1 bis 3), XY3212 und XY3232

Nagelplatte	Blech- probe Nr.	Blechedicke d	Streck- bzw. Dehngrenze $R_{eh}$ bzw. $R_{p0,2}$	Bruchdehnung $A_{80}$	Zugfestigkeit $R_m$
		[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[N/mm <sup>2</sup> ]
1	1	0,94	313	34,4%	401
	2	0,94	307	29,0%	401
	3	0,94	312	28,6%	400
	4	0,95	309	30,9%	395
	5	0,95	314	31,6%	396
Mittelwert		0,94	311	30,9%	398
2 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
3	1	0,92	400	25,1%	481
	2	0,93	385	13,1%	475
	3	0,93	390	16,4%	477
	4	0,92	395	13,3%	479
	5	0,93	395	18,9%	482
Mittelwert		0,93	393	17,4%	479
4	1	1,92	351	29,9%	411
	2	1,93	359	29,8%	410
	3	1,94	358	30,9%	408
	4	1,93	339	30,3%	410
	5	1,92	366	29,8%	413
Mittelwert		1,93	354	30,1%	411

<sup>1)</sup> Es stand kein ungestanztes Blech zur Verfügung

**Tabelle A-22:** Materialeigenschaften der ungestanzten Bleche der Versuchsreihen XY1212, XY1812 (Versuch 4 und 5), XY1218 und XY3218

Nagelplatte	Blech- probe Nr.	Blechedicke d	Streck- bzw. Dehngrenze $R_{eh}$ bzw. $R_{p0,2}$	Bruchdehnung $A_{80}$	Zugfestigkeit $R_m$
		[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[N/mm <sup>2</sup> ]
1	1	0,92	316	30,2%	384
	2	0,93	323	27,0%	382
	3	0,92	349	27,1%	384
	4	0,91	319	27,2%	386
	5	0,94	327	31,0%	380
Mittelwert		0,92	327	28,5%	383
2	1	1,93	323	27,2%	403
	2	1,94	326	26,7%	398
	3	1,93	277	30,8%	367
	4	1,91	277	30,9%	369
	5	1,92	324	26,8%	398
Mittelwert		1,93	306	28,5%	387
3	1	0,93	386	27,8%	488
	2	0,94	373	19,6%	475
	3	0,96	366	27,8%	469
	4	0,95	368	28,8%	470
	5	0,94	377	27,7%	478
Mittelwert		0,94	374	26,4%	476
4	1	1,97	365	33,5%	413
	2	1,98	369	30,8%	413
	3	1,98	367	32,8%	415
	4	1,96	339	26,9%	415
	5	1,95	338	26,3%	416
Mittelwert		1,97	356	30,1%	414

Tabelle B-1: Höchstlasten der Nagelplatte 1

Versuchsreihe	Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert	Abweichung vom Mittelwert XY1812 1)
	[kN]	[kN]	[kN]	[%]
111212	28,9	33,7	31,9	10,0
111812	25,5	32,1	29,0	0,0
113212	28,3	33,2	30,3	4,5
111218	25,6	31,1	27,3	-5,9
113218	25,1	32,3	28,7	-1,0
113232	23,0	23,7	23,3	-19,7
121212	15,4	19,0	17,5	6,7
121812	15,2	17,2	16,4	0,0
123212	13,5	15,4	14,7	-10,4
121218	12,7	15,7	14,2	-13,4
123218	10,6	14,1	12,0	-26,8
123232	10,5	15,1	12,2	-25,6
131212	24,6	26,9	25,7	3,6
131812	23,4	26,8	24,8	0,0
133212	19,3	23,1	20,8	-16,1
131218	20,0	24,8	22,4	-9,7
133218	18,2	22,1	20,4	-17,7
133232	14,1	15,5	14,9	-39,9
141212	13,9	17,4	15,2	0,0
141812	13,5	17,5	15,2	0,0
143212	13,7	16,1	14,9	-2,0
141218	13,2	15,2	14,0	-7,9
143218	13,8	15,7	14,4	-5,3
143232	11,0	12,3	11,9	-21,7

$$1) \frac{F_{\text{Einpress/Prüf}} - F_{18/12}}{F_{18/12}} \cdot 100$$

Tabelle B-2: Höchstlasten  $F_{cor}$  der Nagelplatte 1

Versuchsreihe	c	Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert	Abweichung vom Mittelwert XY1812 <sup>1)</sup>
		[kN]	[kN]	[kN]	[%]
111212	0,386	27,4	33,1	31,0	11,1
111812		25,6	30,3	27,9	0,0
113212		27,9	30,8	29,2	4,7
111218		25,4	29,8	26,6	-4,7
113218		25,0	31,3	27,8	-0,4
113232		21,1	22,7	21,9	-21,5
121212	0,388	15,6	18,9	17,3	9,5
121812		14,9	16,4	15,8	0,0
123212		12,9	14,7	14,1	-10,8
121218		11,9	14,8	13,5	-14,6
123218		10,3	13,2	11,7	-25,9
123232		9,4	14,3	11,4	-27,8
131212	0,491	24,4	27,5	25,5	7,6
131812		21,8	26,4	23,7	0,0
133212		18,1	21,5	19,6	-17,3
131218		18,8	23,3	20,8	-12,2
133218		17,8	20,7	19,3	-18,6
133232		12,5	14,5	13,7	-42,2
141212	0,742	13,9	16,5	14,8	5,7
141812		12,0	16,1	14,0	0,0
143212		13,2	15,9	14,6	4,3
141218		12,2	13,8	13,2	-5,7
143218		11,9	14,8	13,1	-6,4
143232		9,5	11,6	10,4	-25,7

$$1) \frac{F_{\text{Einpress/Prüf}} - F_{18/12}}{F_{18/12}} \cdot 100$$

Tabelle B-3: Höchstlasten der Nagelplatte 2

Versuchsreihe	Minimalwert [kN]	Maximalwert [kN]	Mittelwert [kN]	Abweichung vom Mittelwert XY1812 <sup>2)</sup> [%]
211212	34,3	40,8	37,1	-4,6
211812	34,8	42,5	38,9	0,0
213212	40,8	43,7	41,9	7,7
211218	29,5	33,0	31,5	-19,0
213218	30,1	34,9	32,7	-15,9
213232	32,0	38,4	34,3	-11,8
221212	15,7	19,8	17,5	-2,8
221812	15,8	20,1	18,0	0,0
223212	16,2	16,8	16,5	-8,3
221218	12,2	14,6	13,7	-23,9
223218	12,6	16,3	14,2	-21,1
223232	12,2	13,1	12,6	-30,0
231212	20,9	25,0	23,5	-2,9
231812	22,5	25,6	24,2	0,0
233212	22,7	24,6	23,4	-3,3
231218	19,1	23,2	21,5	-11,2
233218	17,3	23,5	21,0	-13,2
233232	18,1	19,7	18,9	-21,9
241212 <sup>1)</sup>	32,8	37,9	35,9	27,3
241812	23,7	36,7	28,2	0,0
243212	22,5	30,7	26,9	-4,6
241218	29,0	35,7	31,2	10,6
243218	28,1	32,3	30,3	7,4
243232	19,4	23,3	21,6	-23,4

<sup>1)</sup> Biegebruch bei allen Prüfkörpern

$$2) \frac{F_{\text{Einpress/Prüf}} - F_{18/12}}{F_{18/12}} \cdot 100$$

Tabelle B-4: Höchstlasten  $F_{cor}$  der Nagelplatte 2

Versuchsreihe	c	Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert	Abweichung vom Mittelwert XY1812 <sup>2)</sup>
		[kN]	[kN]	[kN]	[%]
211212	0,572	32,7	38,0	35,2	-4,1
211812		33,6	39,8	36,7	0,0
213212		37,9	42,7	39,8	8,4
211218		29,9	33,9	31,1	-15,3
213218		28,3	32,7	30,9	-15,8
213232		26,9	36,5	31,1	-15,3
221212	0,872	16,1	19,0	17,3	2,4
221812		14,5	19,2	16,9	0,0
223212		15,1	16,7	15,9	-5,9
221218		12,0	14,9	13,4	-20,7
223218		13,2	15,2	13,9	-17,8
223232		10,5	11,0	10,7	-36,7
231212	0,973	19,5	24,7	22,9	6,0
231812		17,3	24,1	21,6	0,0
233212		19,4	22,4	21,0	-2,8
231218		17,5	23,2	20,3	-6,0
233218		17,0	22,6	19,5	-9,7
233232		13,2	17,7	15,6	-27,8
241212 <sup>1)</sup>	0,441	33,7	36,3	35,1	29,0
241812		22,8	35,8	27,2	0,0
243212		22,3	29,5	26,0	-4,4
241218		27,8	34,2	30,2	11,0
243218		27,6	30,6	29,2	7,4
243232		17,4	22,3	19,7	-27,6

<sup>1)</sup> Biegebruch bei allen Prüfkörpern

<sup>2)</sup>  $\frac{F_{Einpress/Prüf} - F_{18/12}}{F_{18/12}} \cdot 100$

Tabelle B-5: Höchstlasten der Nagelplatte 3

Versuchsreihe	Minimalwert [kN]	Maximalwert [kN]	Mittelwert [kN]	Abweichung vom Mittelwert XY1812 <sup>1)</sup> [%]
311212	26,9	31,5	30,1	5,2
311812	24,3	31,7	28,6	0,0
313212	28,6	31,6	30,6	7,0
311218	22,9	29,8	25,9	-9,4
313218	24,6	31,0	28,0	-2,1
313232	25,0	25,6	25,3	-11,5
321212	13,1	19,5	15,9	-5,9
321812	14,1	19,8	16,9	0,0
323212	13,9	16,0	15,2	-10,1
321218	13,2	16,2	14,1	-16,6
323218	10,6	16,3	13,1	-22,5
323232	12,1	14,0	12,7	-24,9
331212	22,1	24,5	23,2	-3,7
331812	21,1	27,9	24,1	0,0
333212	23,0	29,2	25,1	4,1
331218	21,1	24,1	22,3	-7,5
333218	19,4	25,3	21,5	-10,8
333232	18,8	23,7	20,5	-14,9
341212	17,2	25,7	23,5	1,7
341812	19,4	25,1	23,1	0,0
343212	23,5	28,5	25,9	12,1
341218	18,2	22,6	20,3	-12,1
343218	16,8	20,2	18,9	-18,2
343232	16,7	20,5	18,6	-19,5

$$1) \frac{F_{\text{Einpress/Prüf}} - F_{18/12}}{F_{18/12}} \cdot 100$$



Tabelle B-6: Höchstlasten  $F_{cor}$  der Nagelplatte 3

Versuchsreihe	c	Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert	Abweichung vom Mittelwert XY1812 <sup>1)</sup>
		[kN]	[kN]	[kN]	[%]
311212	0,336	25,7	31,3	29,3	5,8
311812		23,9	30,4	27,7	0,0
313212		27,2	29,7	28,9	4,3
311218		23,3	28,9	25,2	-9,0
313218		23,2	30,7	27,2	-1,8
313232		23,4	24,1	23,7	-14,4
321212	0,478	13,2	19,1	15,7	-1,9
321812		13,1	18,6	16,0	0,0
323212		13,1	15,5	14,4	-10,0
321218		13,2	15,0	13,9	-13,1
323218		10,8	15,6	12,8	-20,0
323232		11,1	12,5	11,8	-26,3
331212	0,372	21,1	25,3	23,1	-3,3
331812		21,4	26,7	23,9	0,0
333212		22,3	28,1	24,5	2,5
331218		21,4	26,7	23,9	0,0
333218		18,3	25,3	20,7	-13,4
333232		17,5	21,5	18,9	-20,9
341212	0,680	16,3	27,6	23,1	2,2
341812		19,5	23,9	22,6	0,0
343212		22,2	26,0	24,1	6,6
341218		16,9	21,6	19,6	-13,3
343218		15,6	19,2	17,6	-22,1
343232		13,9	17,9	16,2	-28,3

$$1) \frac{F_{\text{Einpress/Prüf}} - F_{18/12}}{F_{18/12}} \cdot 100$$

Tabelle B-7: Höchstlasten der Nagelplatte 4

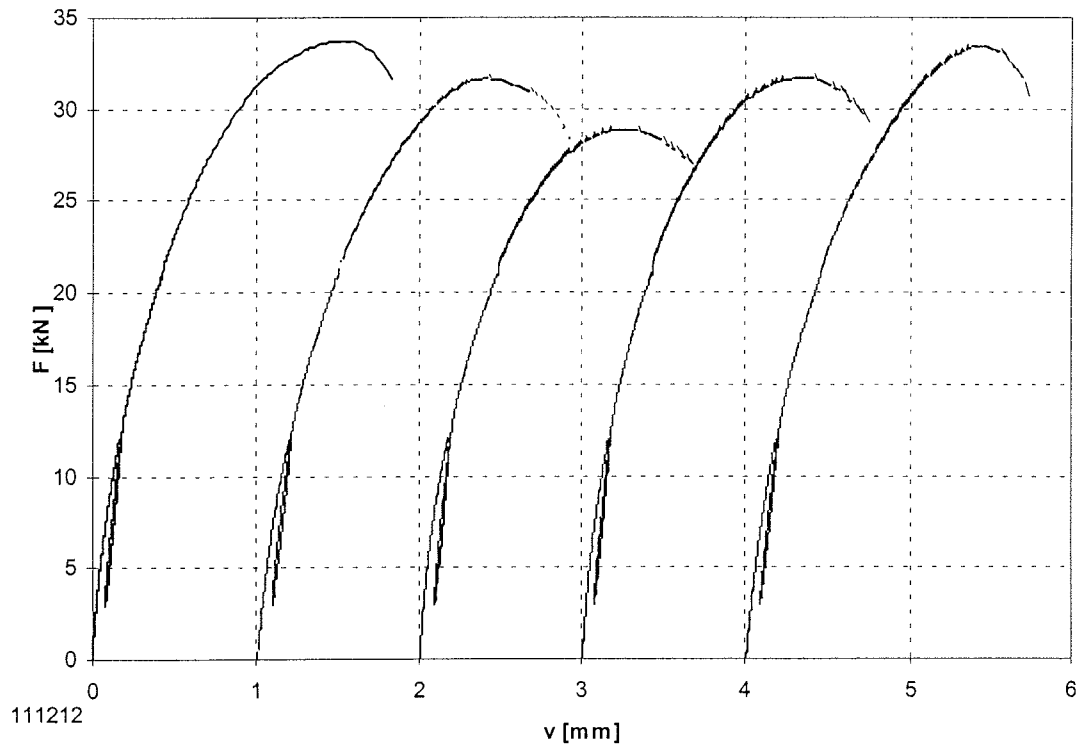
Versuchsreihe	Minimalwert [kN]	Maximalwert [kN]	Mittelwert [kN]	Abweichung vom Mittelwert XY1812 <sup>1)</sup> [%]
411212	38,5	48,2	42,2	-4,1
411812	37,2	51,0	44,0	0,0
413212	36,0	44,2	41,0	-6,8
411218	31,5	34,5	32,8	-25,5
413218	32,0	38,6	35,2	-20,0
413232	32,4	36,2	34,7	-21,1
421212	20,3	27,9	24,7	-1,2
421812	23,2	28,2	25,0	0,0
423212	21,3	24,5	23,4	-6,4
421218	19,9	25,8	22,8	-8,8
423218	20,0	27,7	23,8	-4,8
423232	21,3	25,5	23,6	-5,6
431212	22,2	24,8	23,1	-6,5
431812	23,1	26,3	24,7	0,0
433212	21,7	26,3	24,8	0,4
431218	20,3	25,4	23,5	-4,9
433218	19,4	25,4	22,0	-10,9
433232	17,6	21,7	20,2	-18,2
441212	26,7	31,0	29,4	1,0
441812	26,1	31,0	29,1	0,0
443212	24,5	30,3	28,0	-3,8
441218	24,2	26,2	25,3	-13,1
443218	24,6	26,9	25,6	-12,0
443232	22,0	25,0	23,0	-21,0

$$1) \frac{F_{\text{Einpress/Prüf}} - F_{18/12}}{F_{18/12}} \cdot 100$$

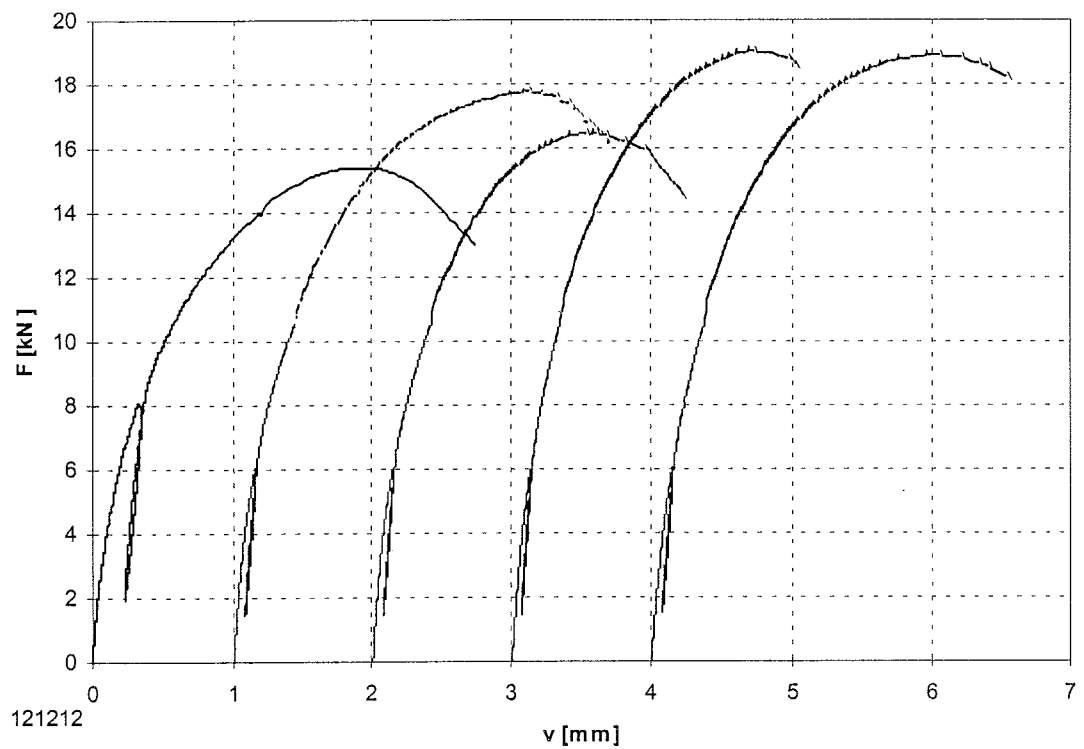
Tabelle B-8: Höchstlasten  $F_{cor}$  der Nagelplatte 4

Versuchsreihe	c	Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert	Abweichung vom Mittelwert XY1812 1)
		[kN]	[kN]	[kN]	[%]
411212	0,704	36,0	43,9	40,3	-1,5
411812		36,1	45,5	40,9	0,0
413212		31,9	39,1	36,4	-11,0
411218		30,1	33,2	31,6	-22,7
413218		29,2	36,2	32,9	-19,6
413232		28,2	31,7	30,1	-26,4
421212	0,751	21,1	27,1	23,4	0,9
421812		22,1	24,4	23,2	0,0
423212		20,5	24,3	22,4	-3,4
421218		20,2	24,3	22,0	-5,2
423218		20,2	23,9	21,8	-6,0
423232		19,2	21,7	20,3	-12,5
431212	0,809	21,9	24,2	23,0	0,4
431812		21,2	24,7	22,9	0,0
433212		19,9	25,2	22,6	-1,3
431218		20,1	23,8	21,9	-4,4
433218		18,4	22,2	20,1	-12,2
433232		16,0	18,6	17,7	-22,7
441212	0,519	25,9	31,5	28,8	0,7
441812		25,5	29,8	28,6	0,0
443212		23,8	30,7	27,3	-4,5
441218		24,2	26,0	24,9	-12,9
443218		23,0	25,6	24,6	-14,0
443232		19,0	21,8	20,4	-28,7

1)  $\frac{F_{Einpress/Prüf} - F_{18/12}}{F_{18/12}} \cdot 100$



**Bild B-1:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 111212



**Bild B-2:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 121212

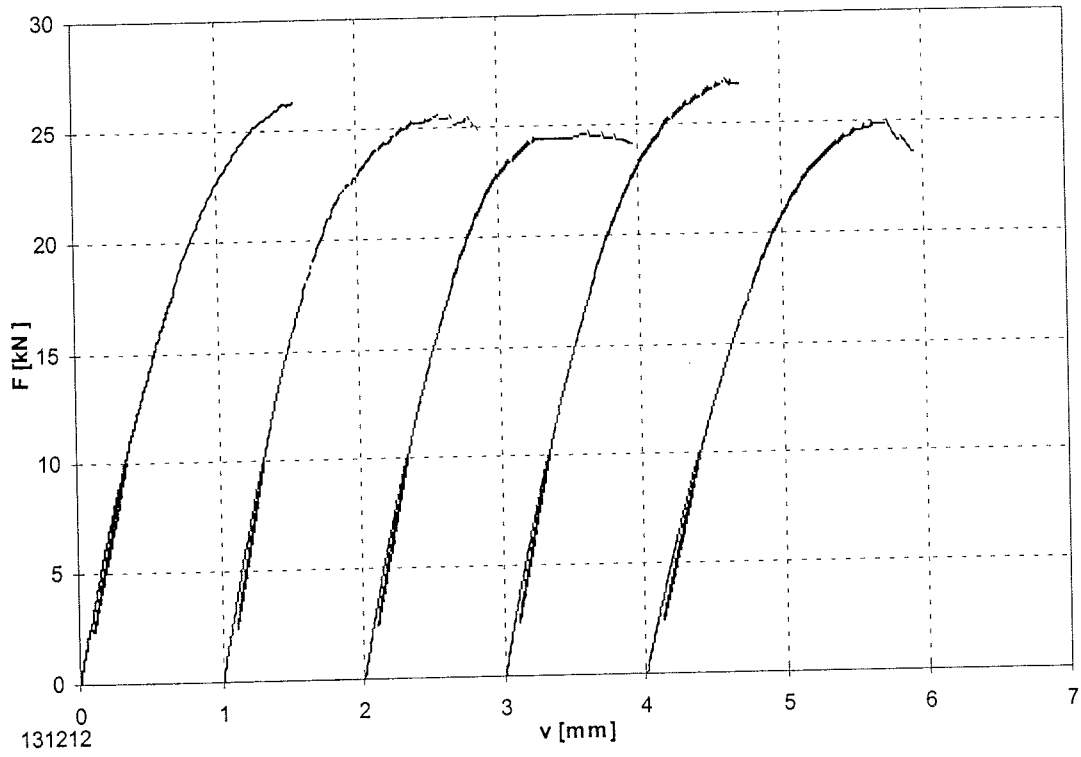


Bild B-3: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 131212

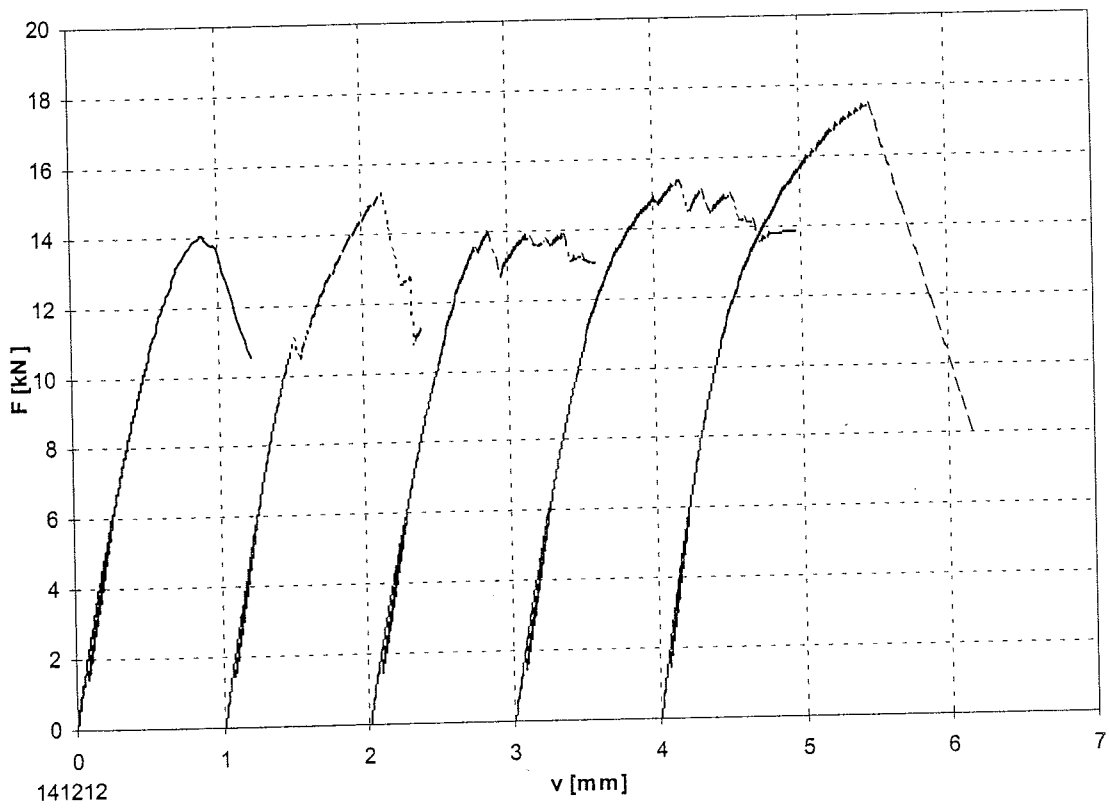


Bild B-4: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 141212

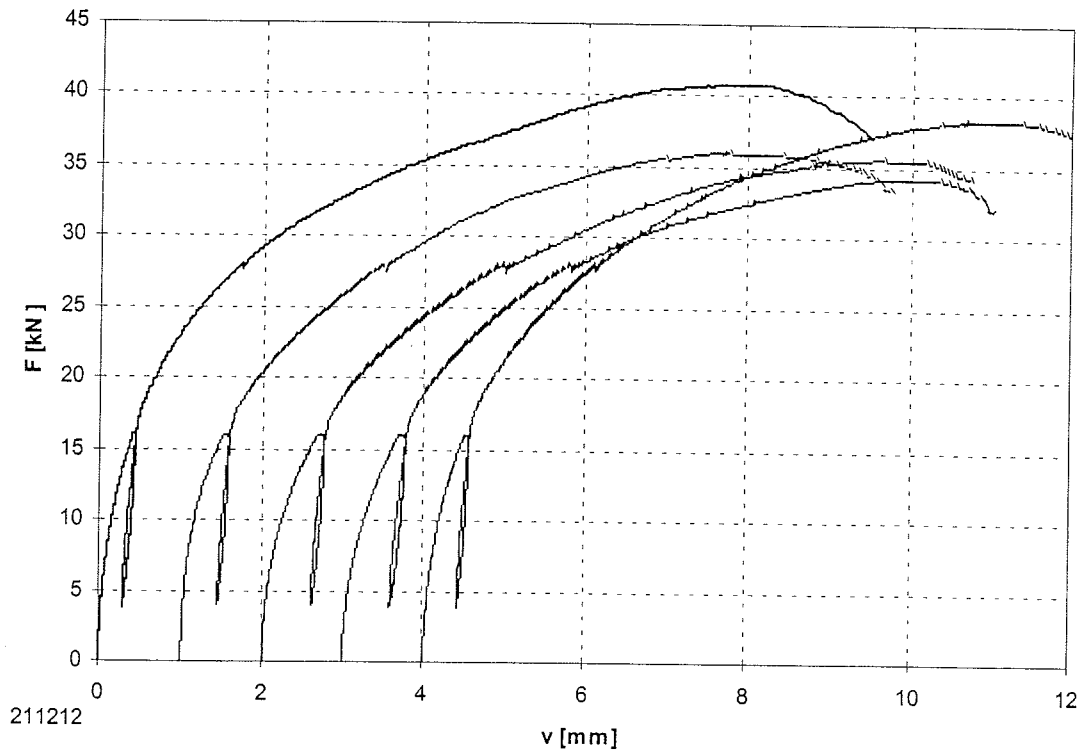


Bild B-5: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 211212

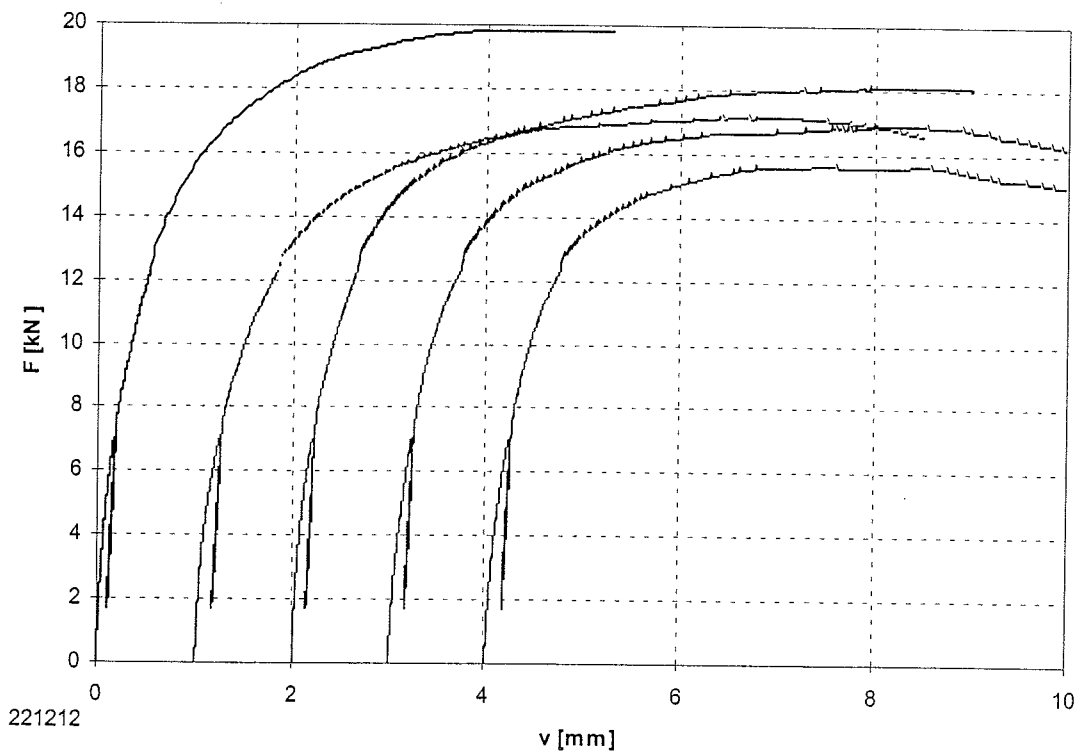
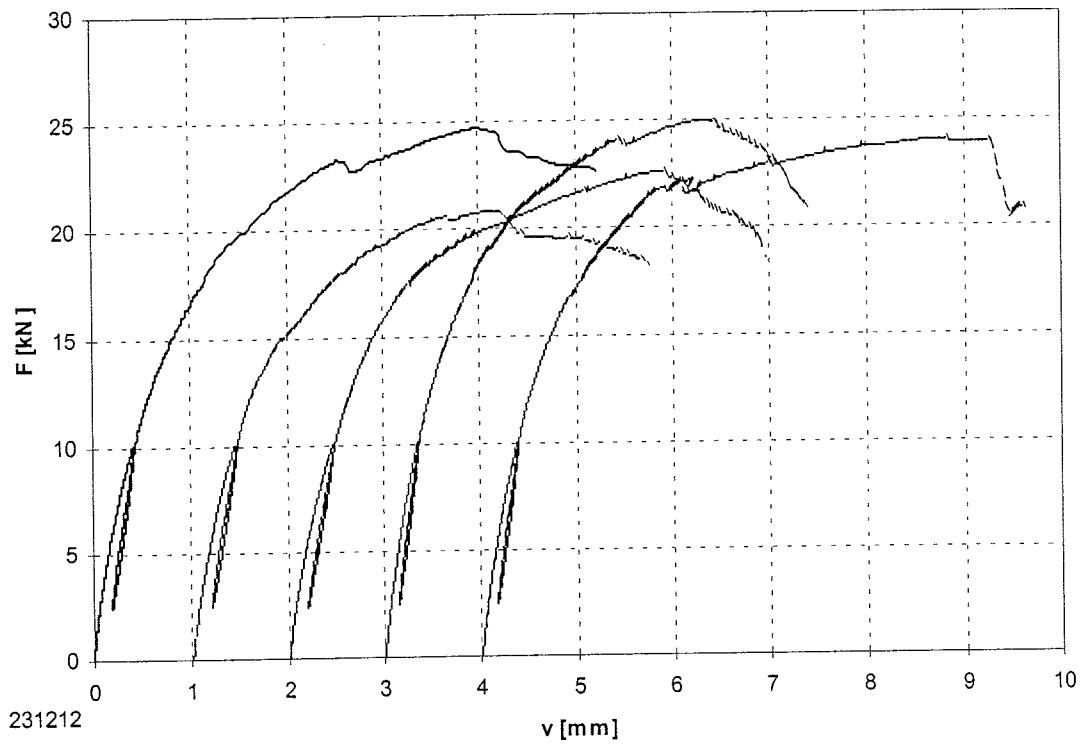
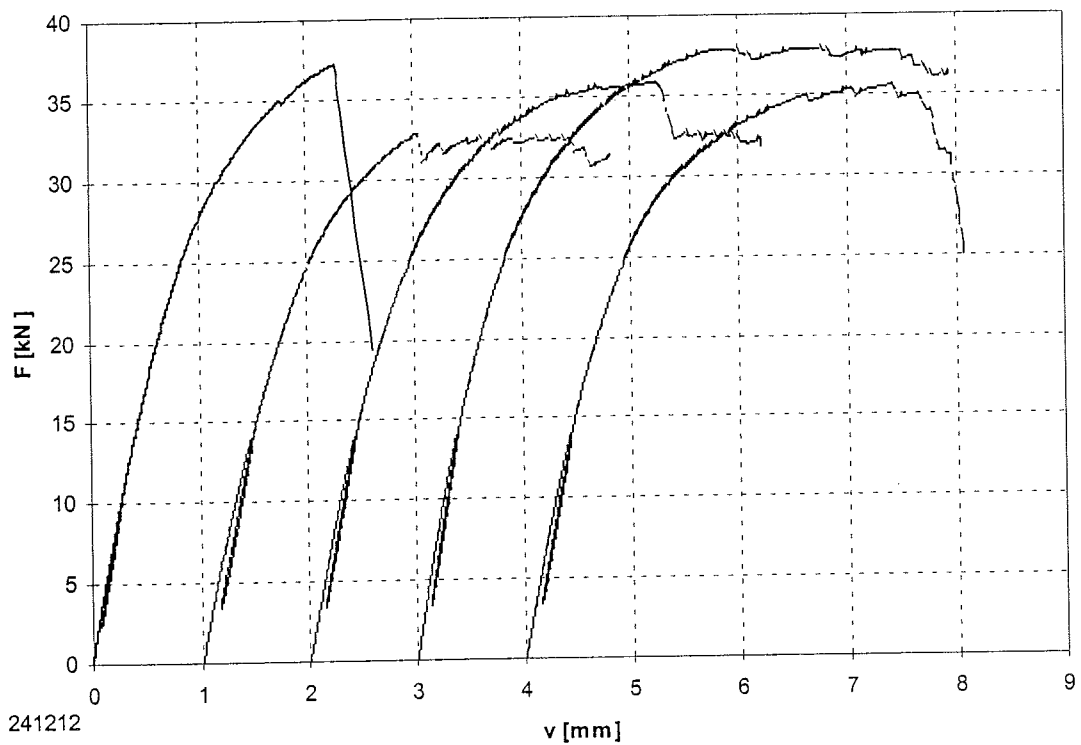


Bild B-6: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 221212



**Bild B-7:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 231212



**Bild B-8:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 241212  
(Biegebruch bei allen Prüfkörpern)

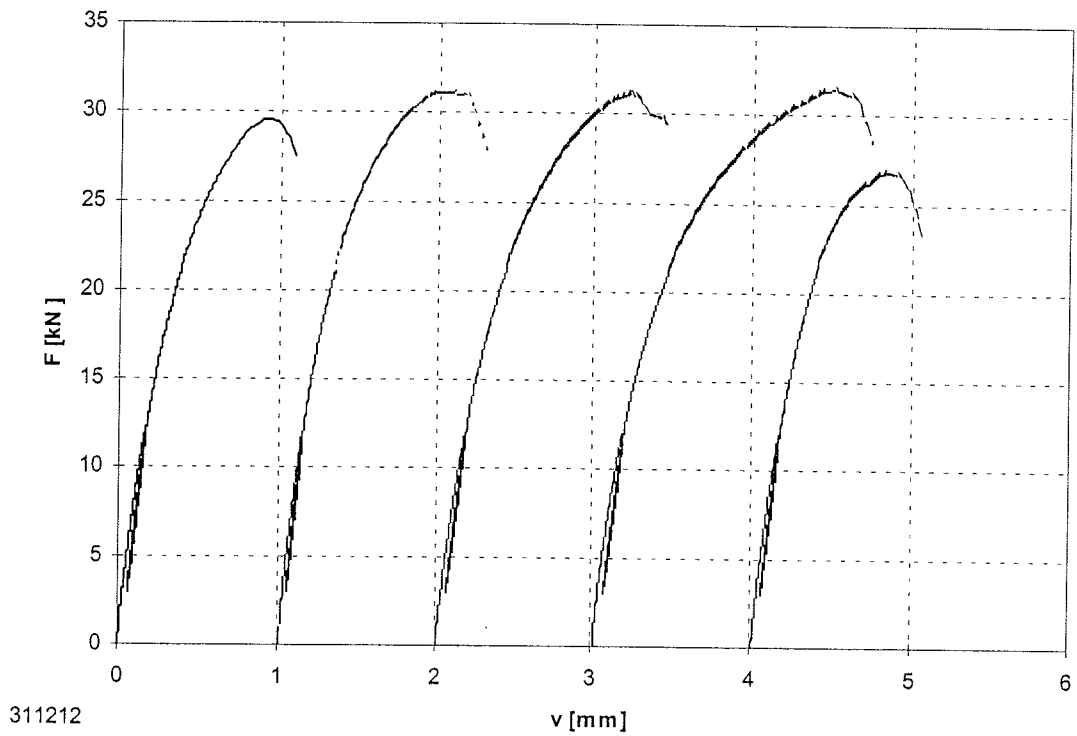


Bild B-9: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 311212

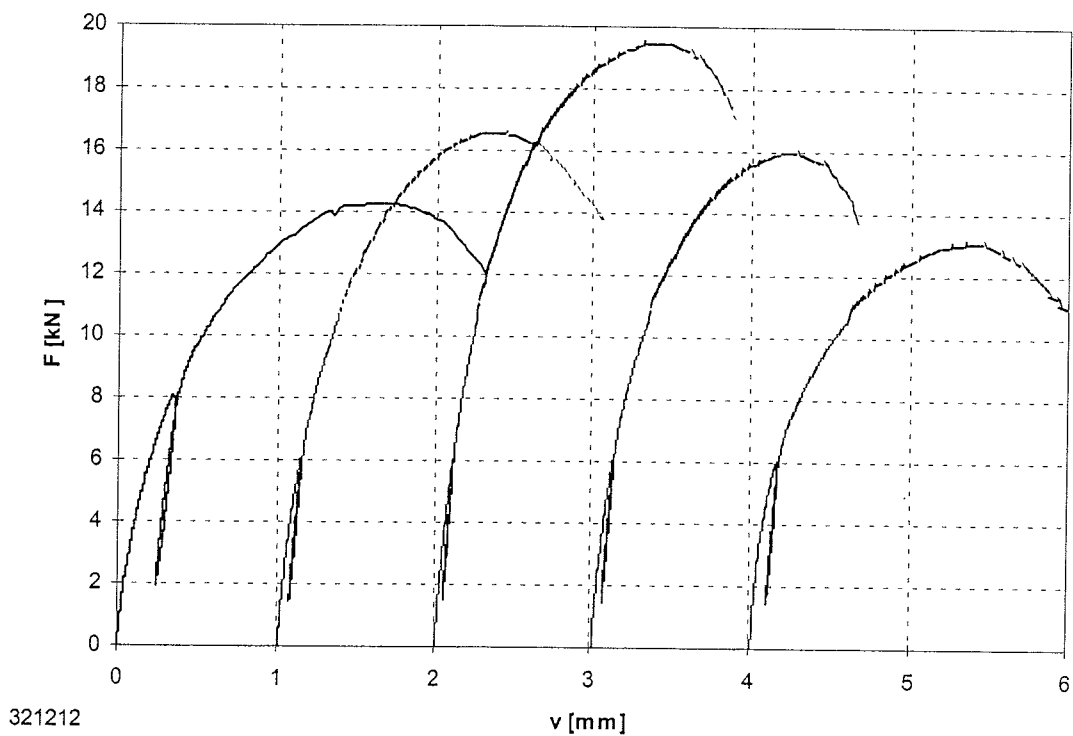


Bild B-10: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 321212



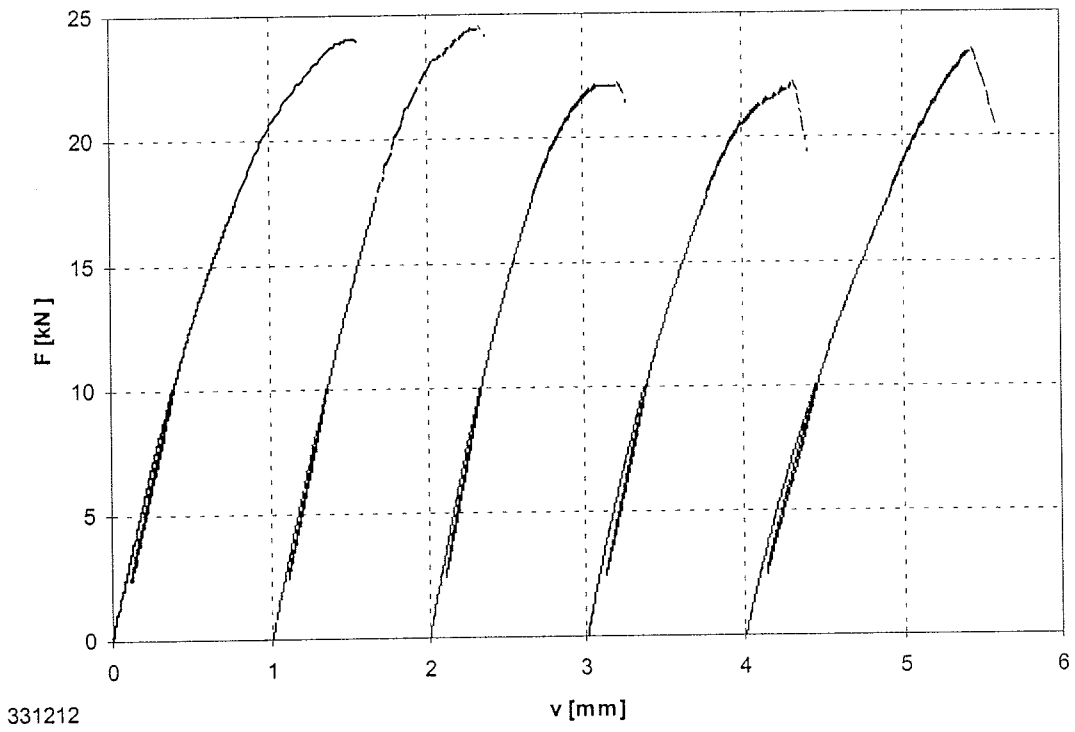


Bild B-11: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 331212

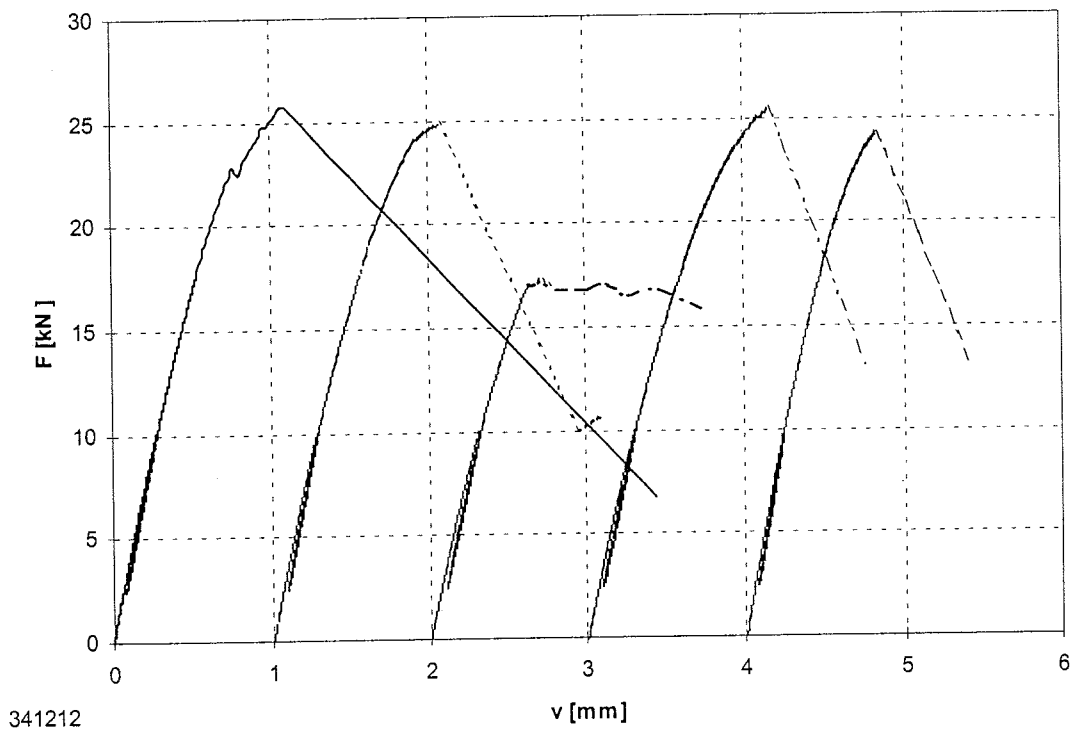
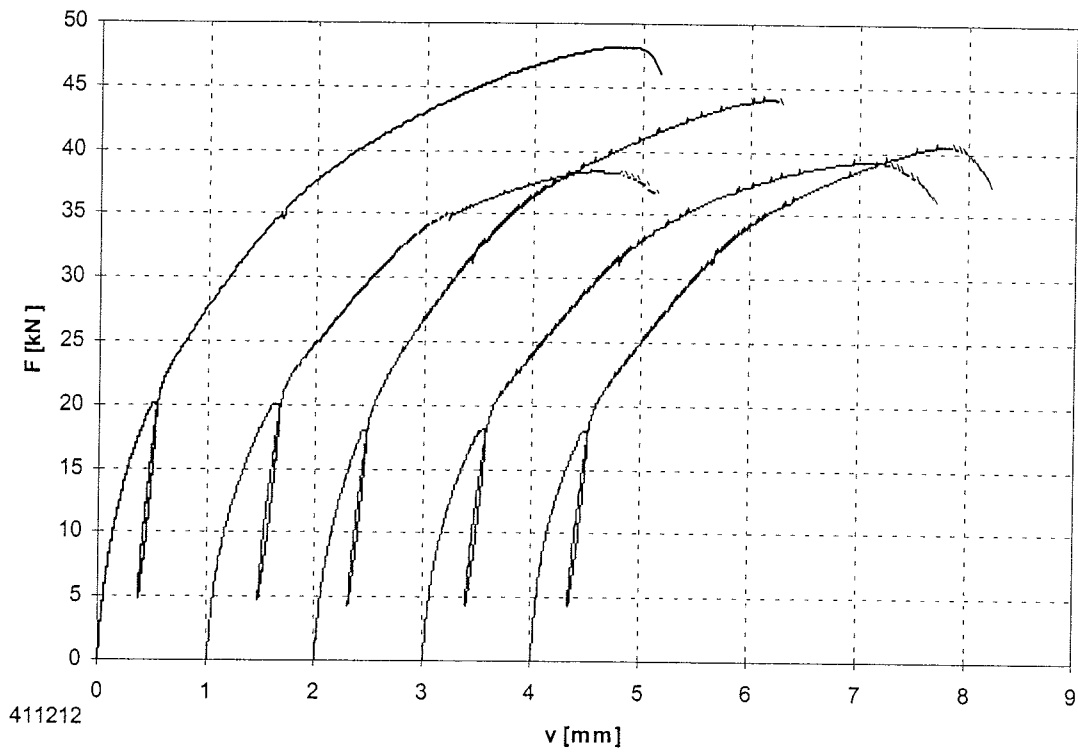
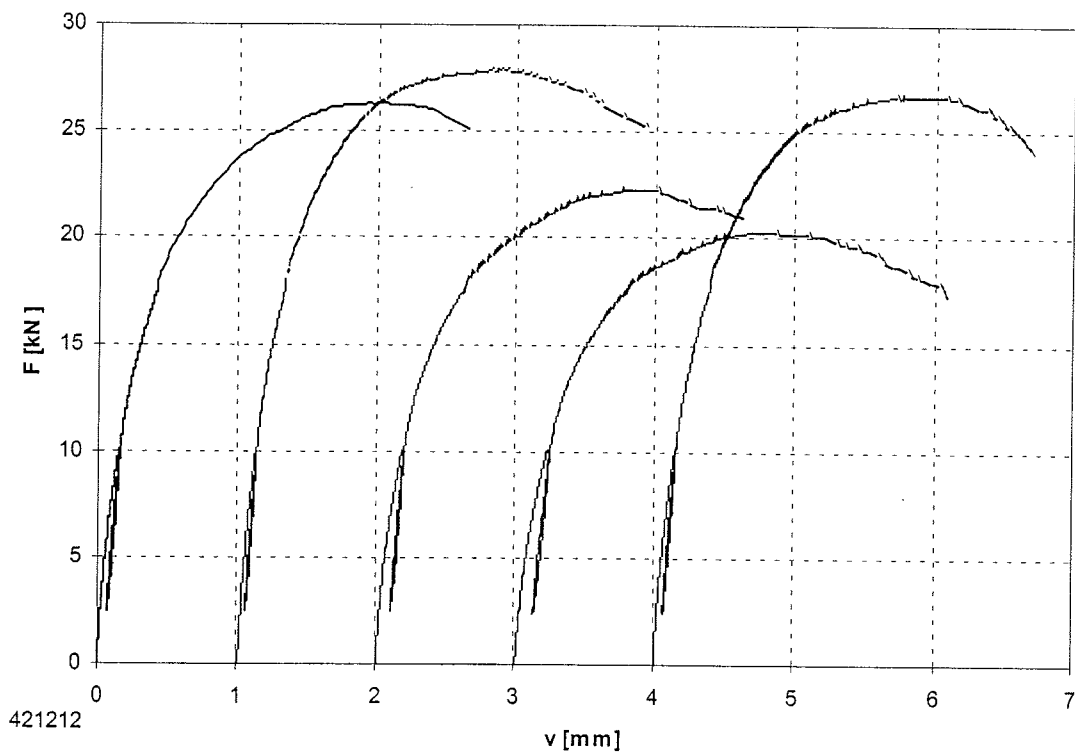


Bild B-12: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 341212



**Bild B-13:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 411212



**Bild B-14:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 421212

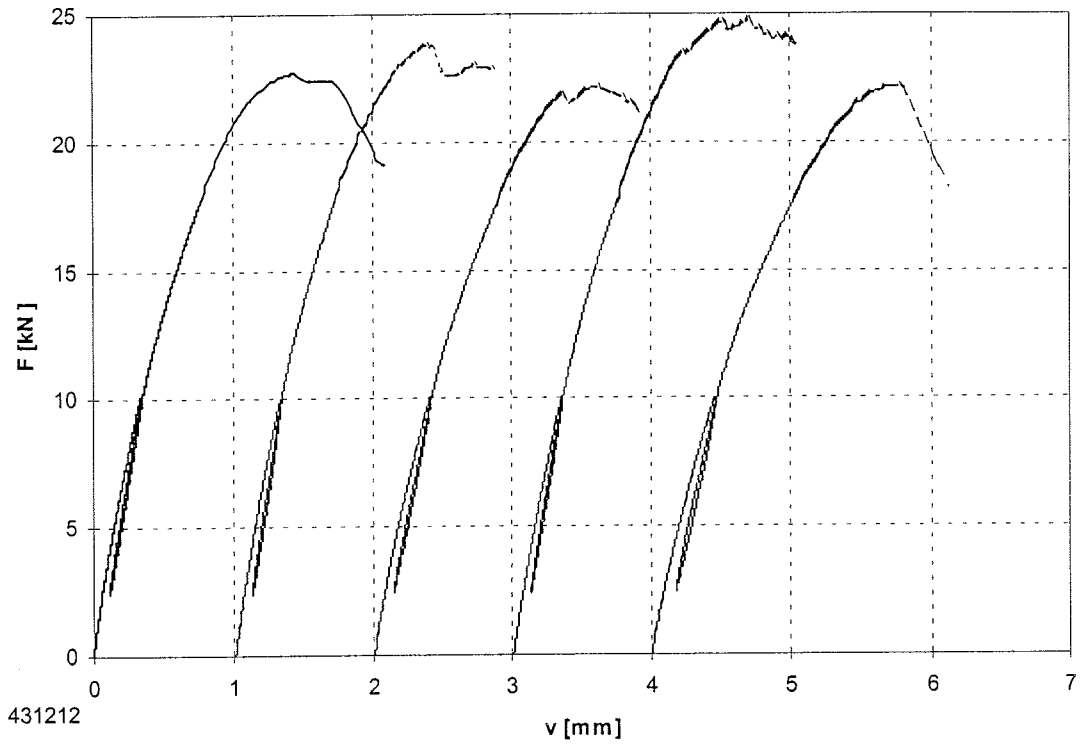


Bild B-15: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 431212

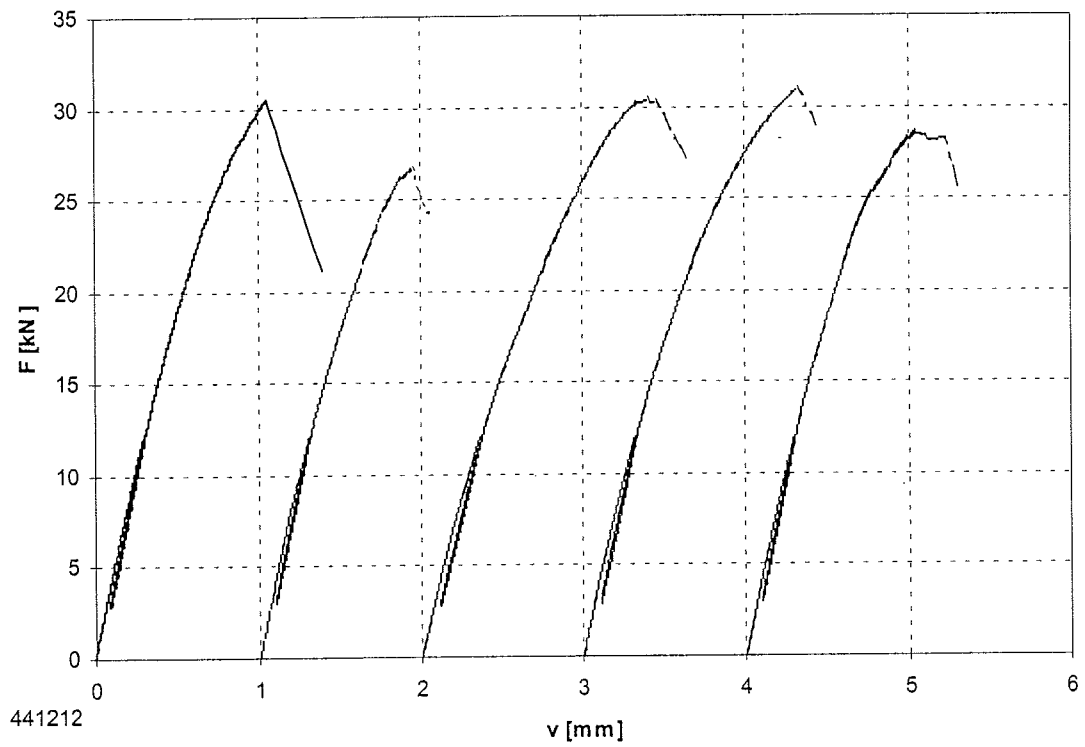


Bild B-16: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 441212

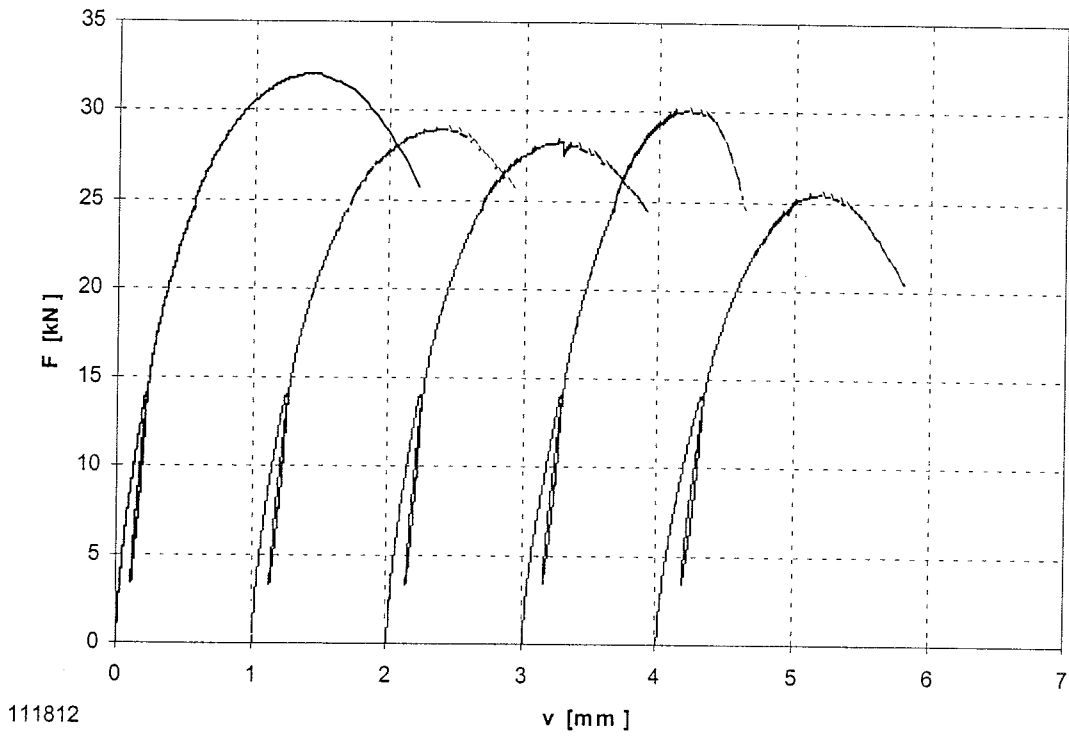


Bild B-17: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 111812

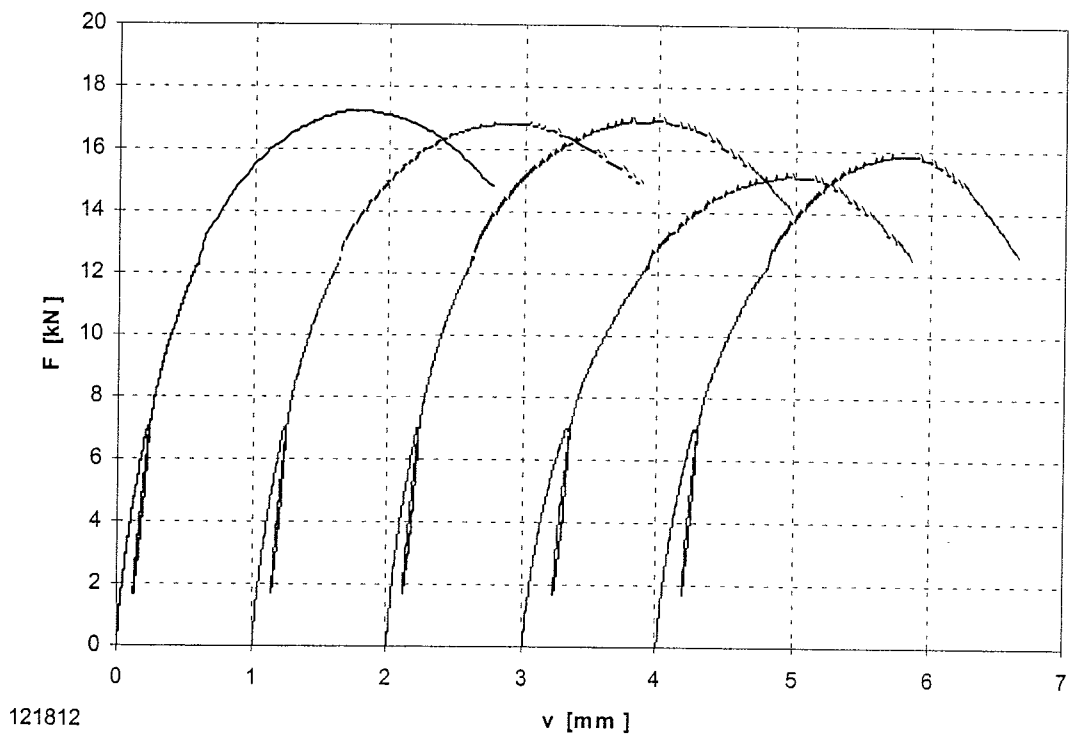


Bild B-18: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 121812

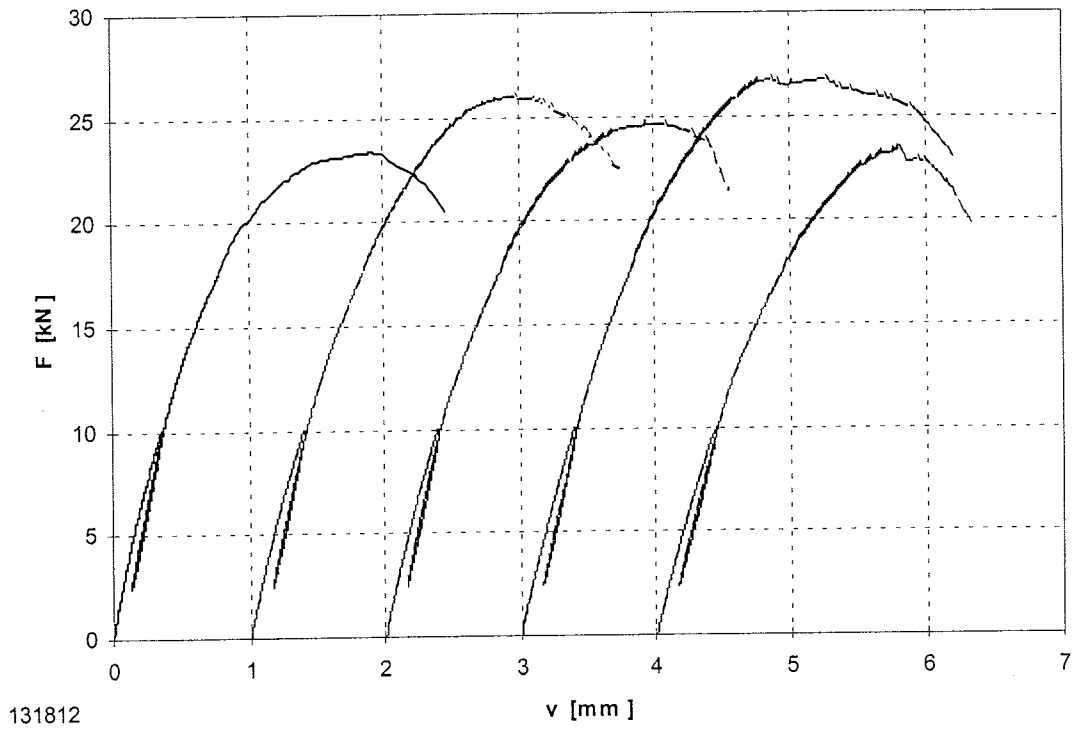


Bild B-19: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 131812

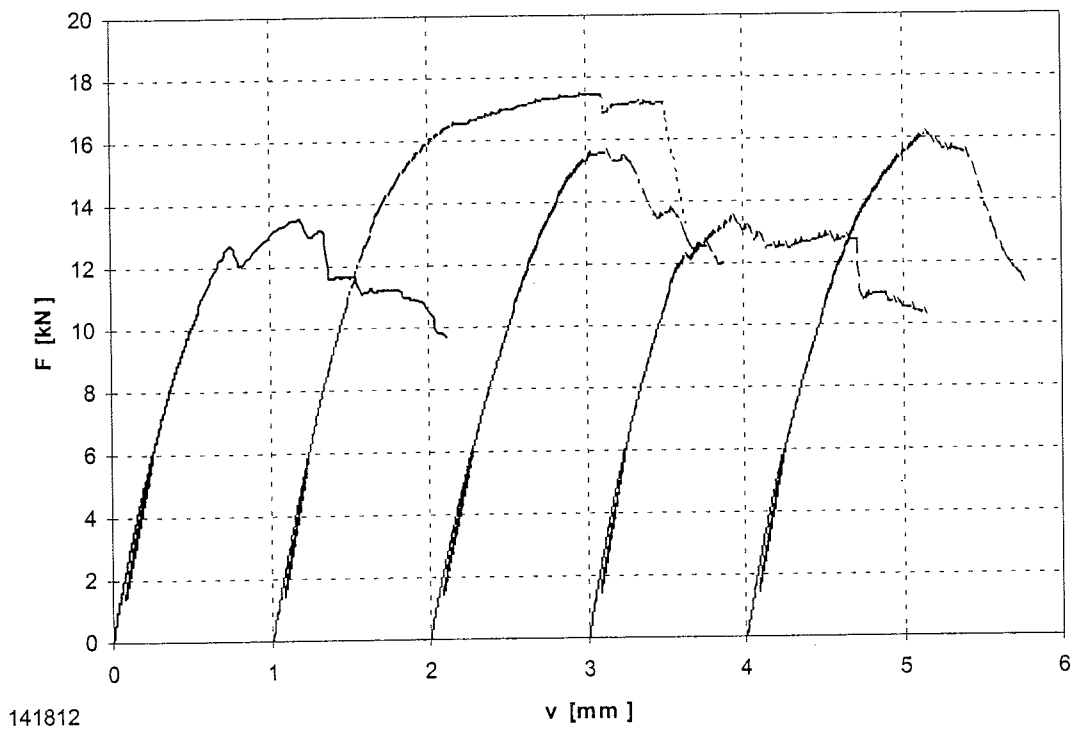
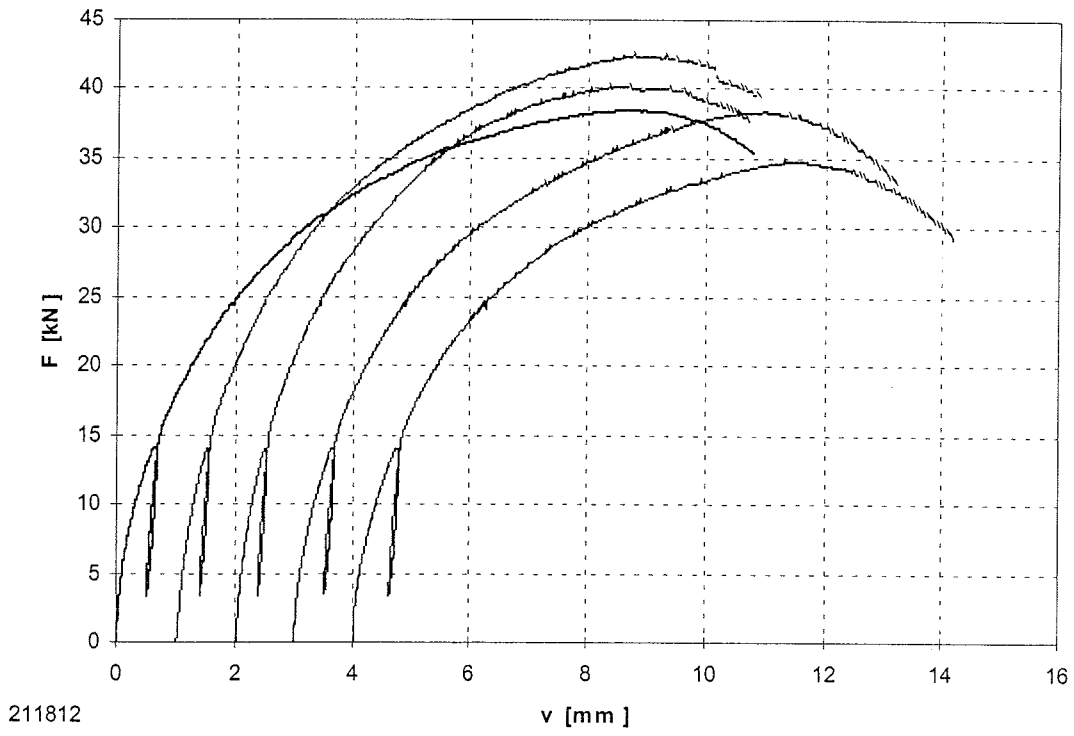
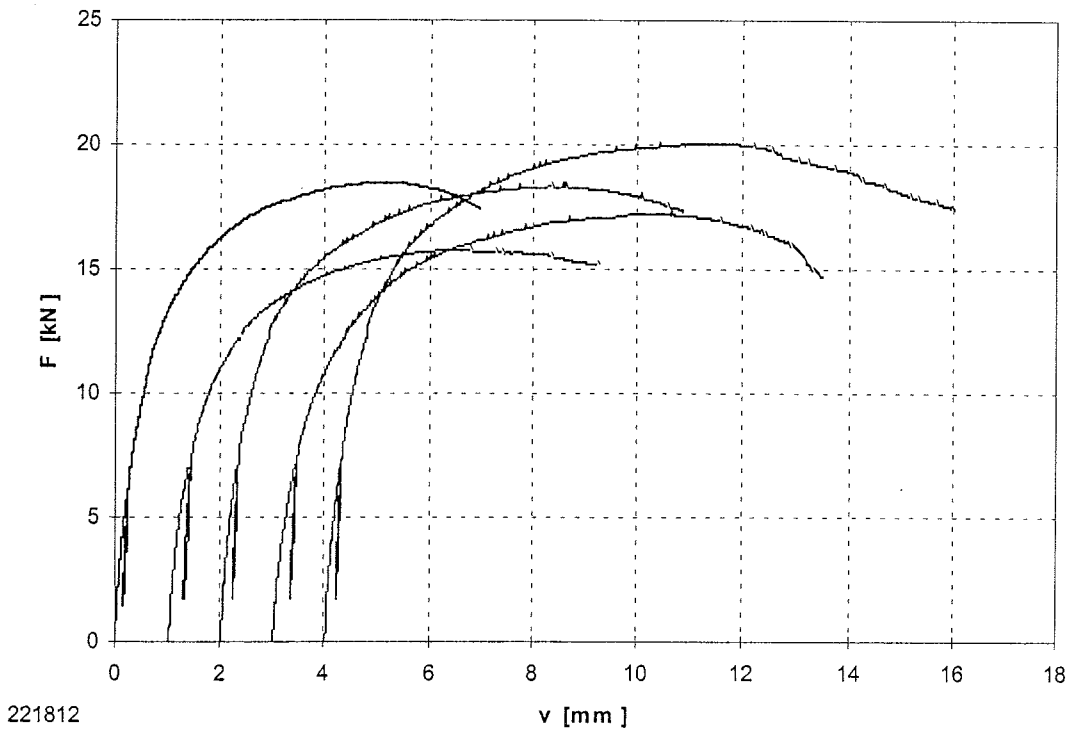


Bild B-20: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 141812



**Bild B-21:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 211812



**Bild B-22:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 221812

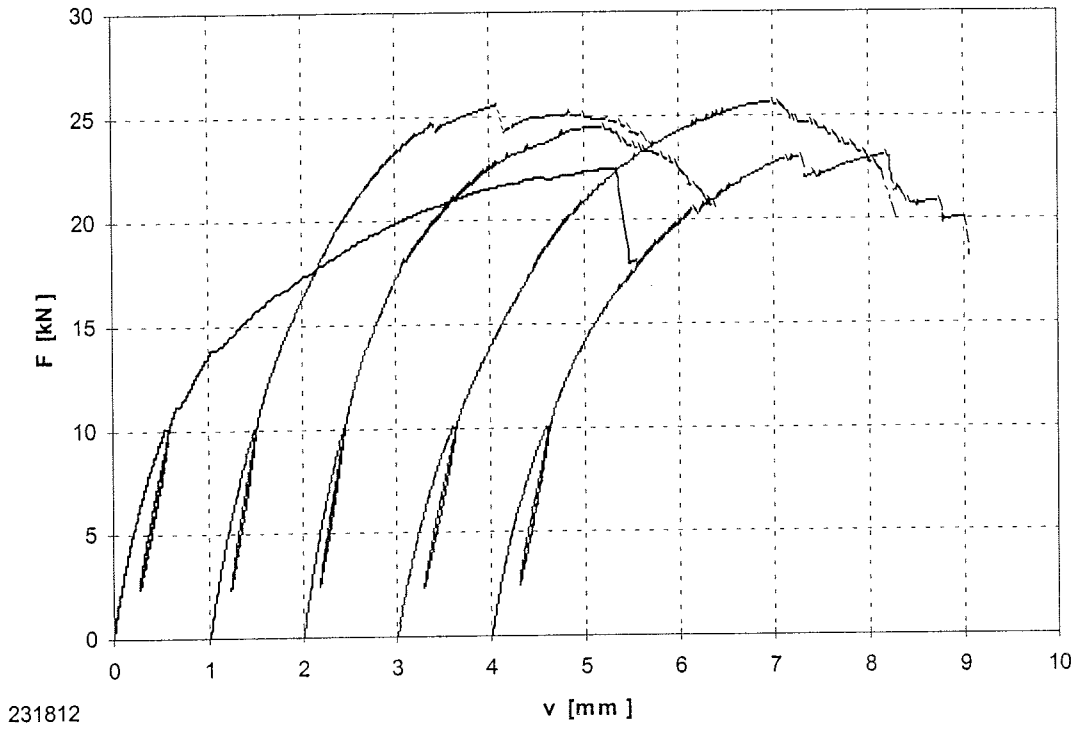


Bild B-23: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 231812

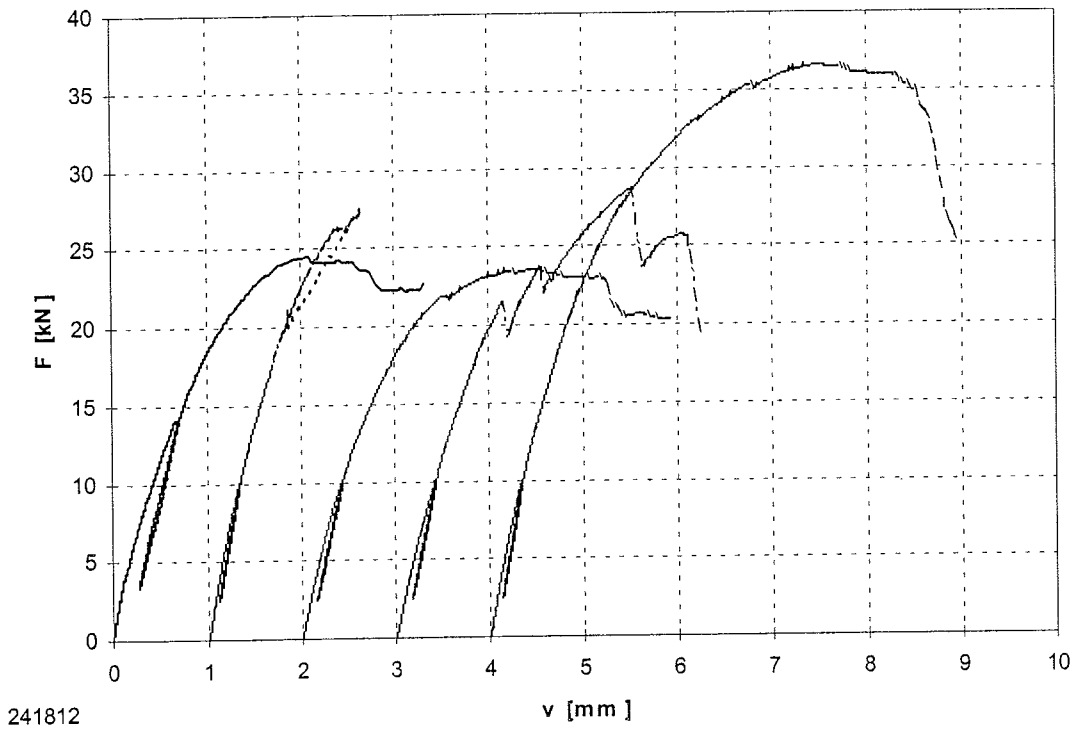
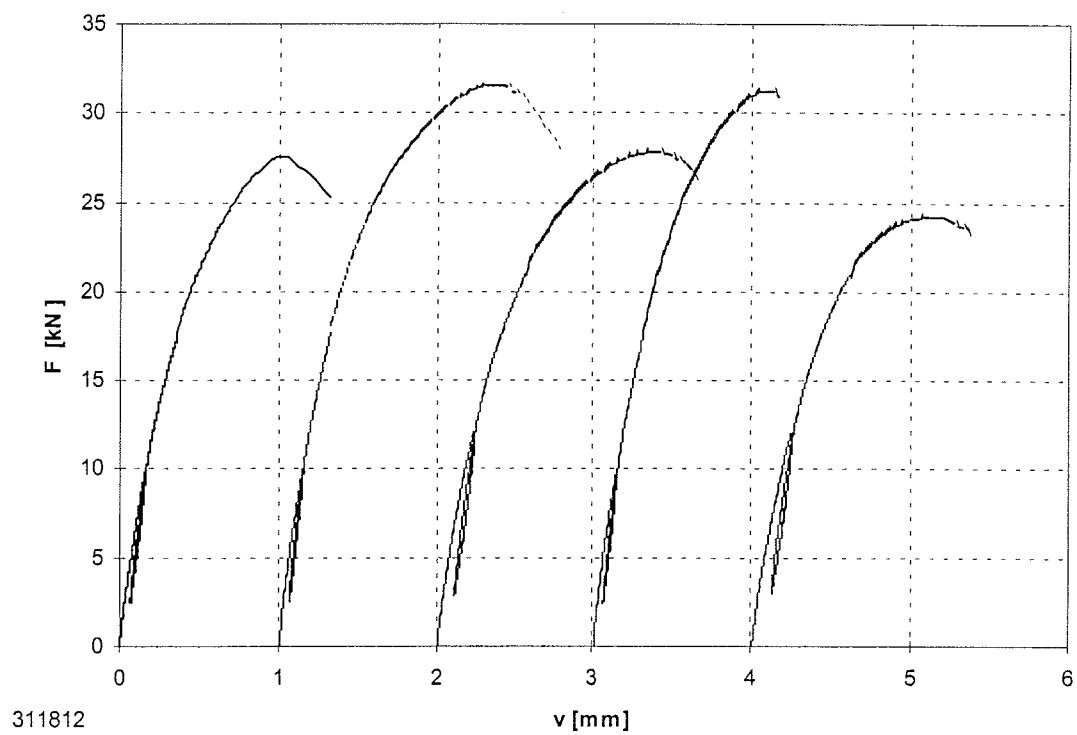
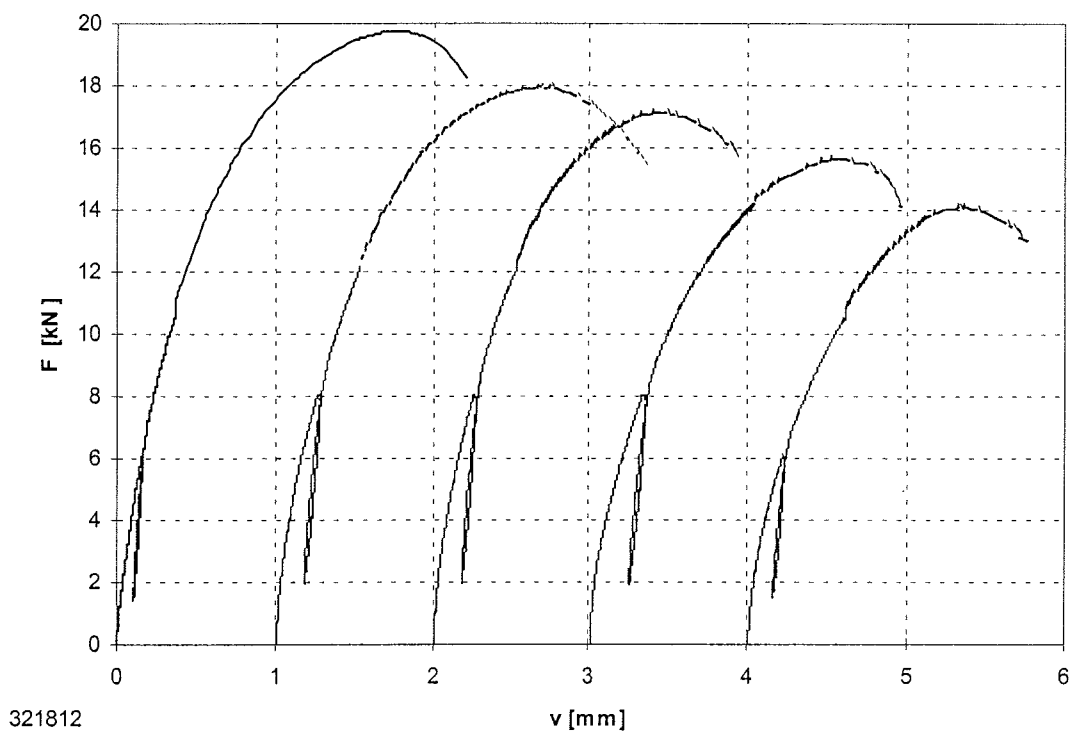


Bild B-24: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 241812

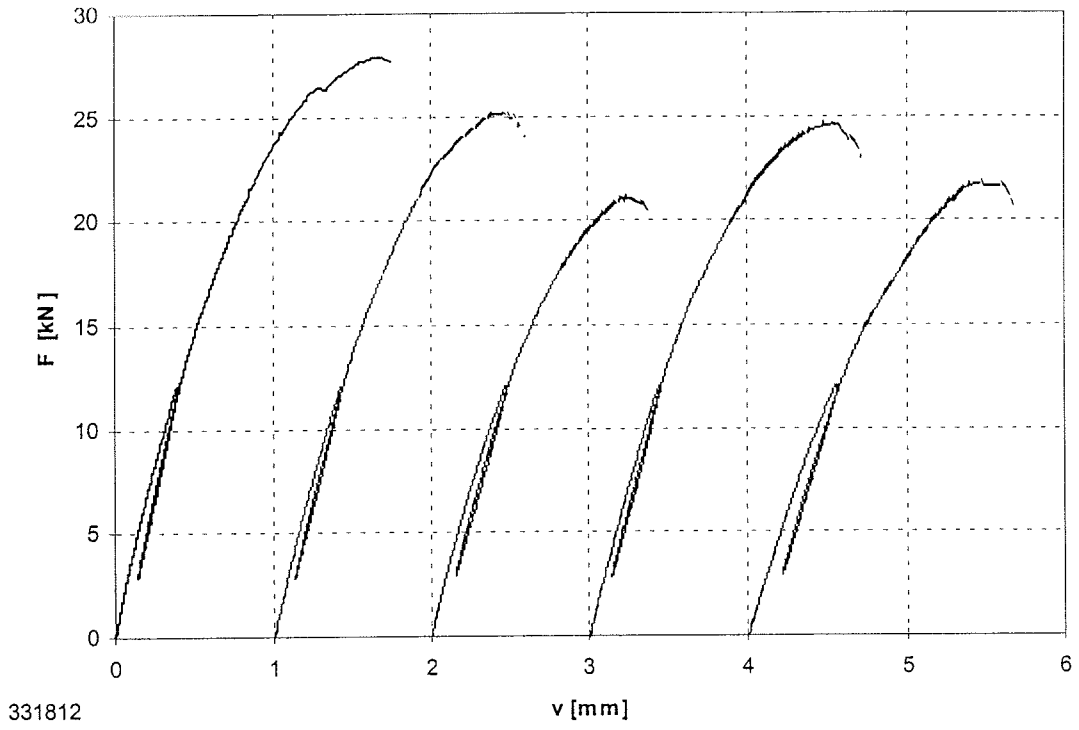


**Bild B-25:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 311812

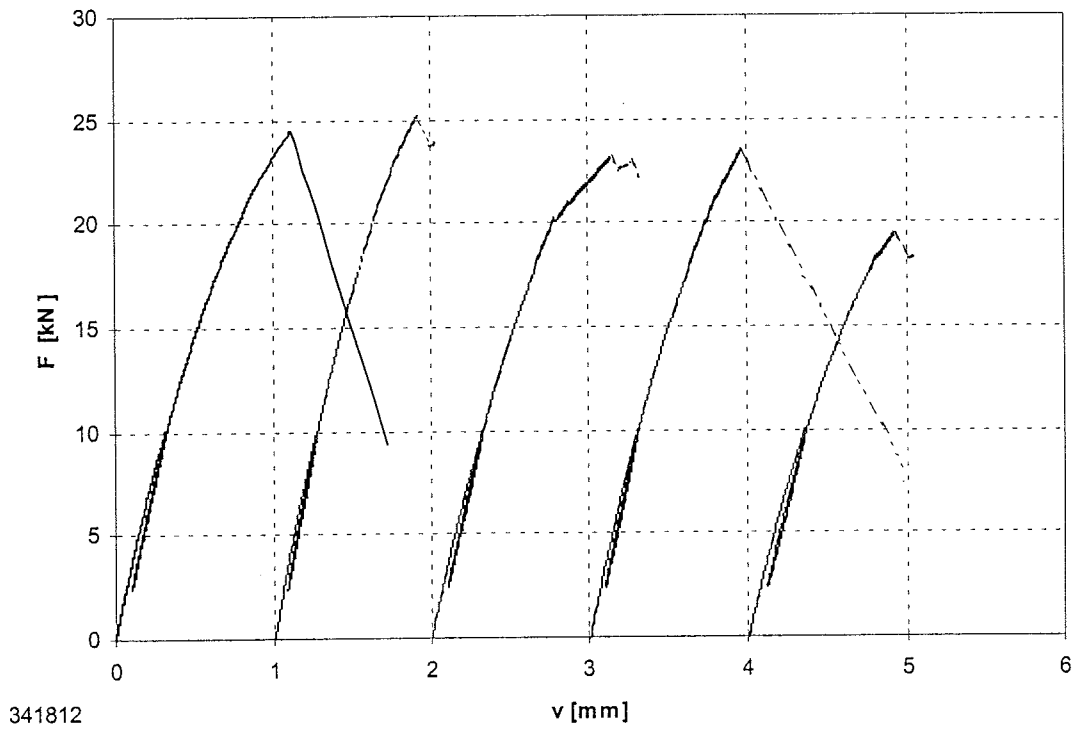


**Bild B-26:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 321812

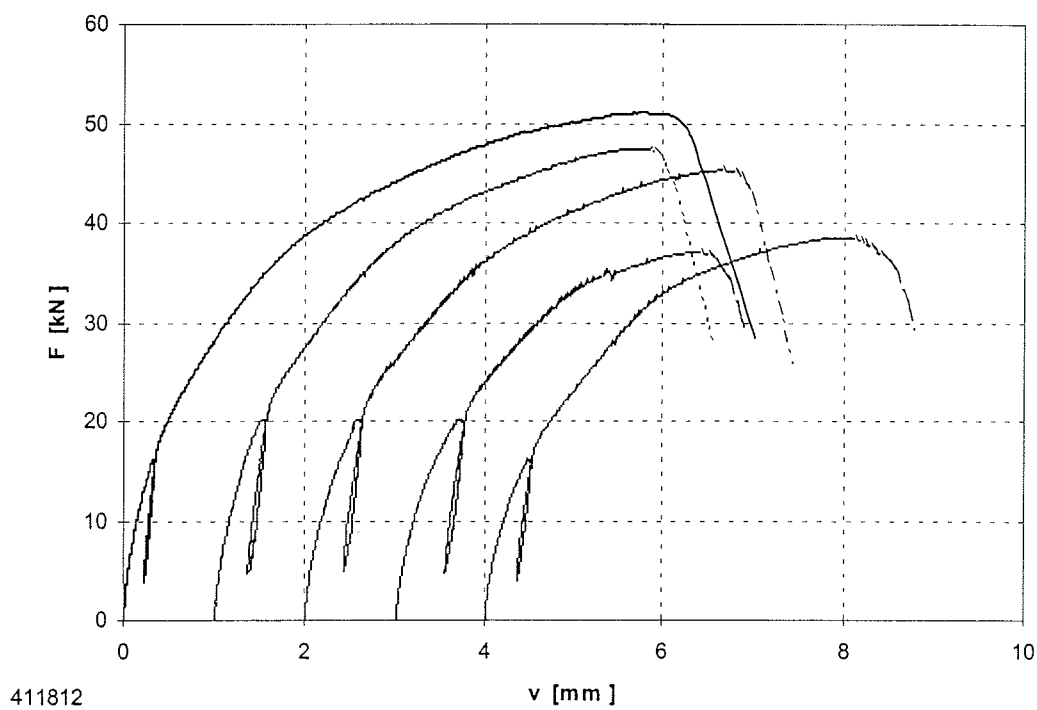




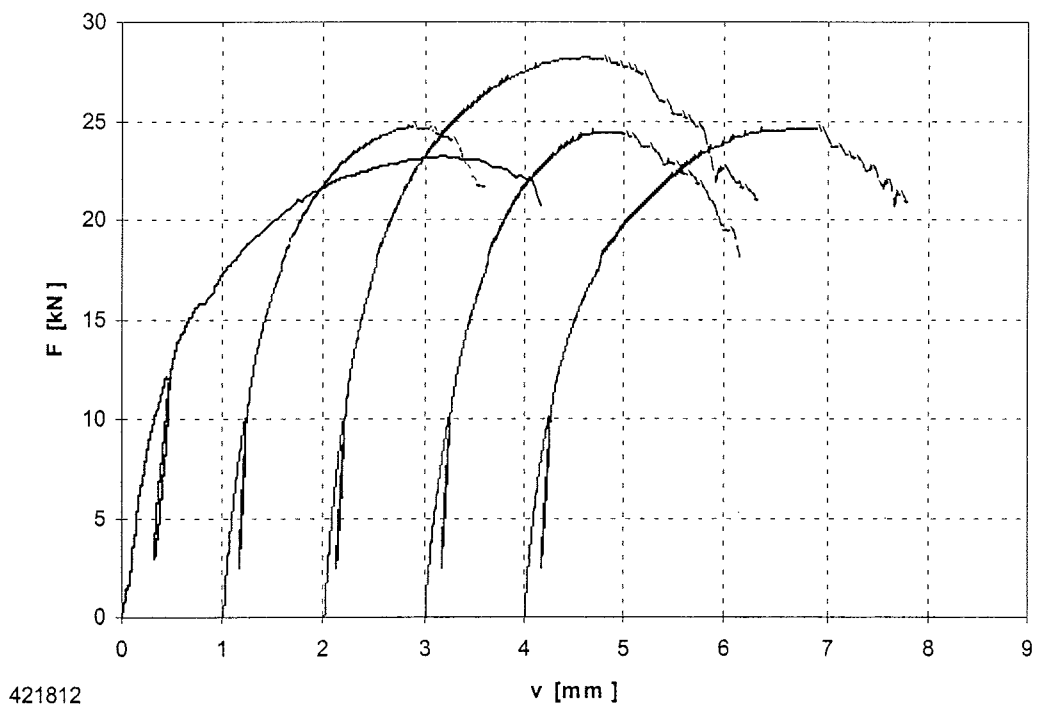
**Bild B-27:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 331812



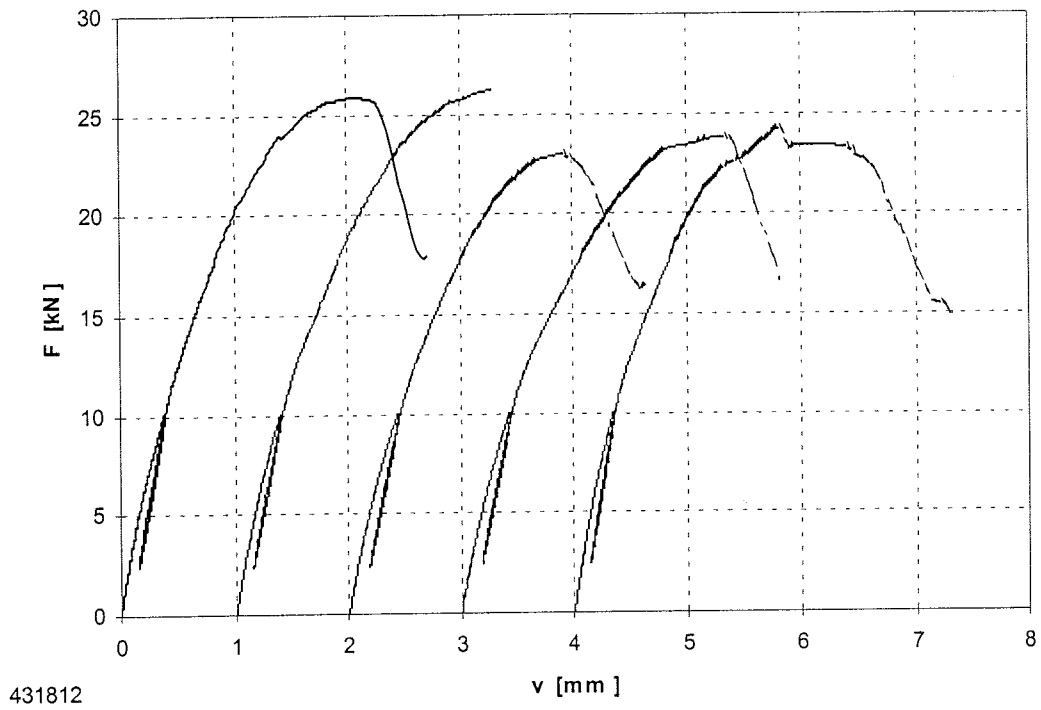
**Bild B-28:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 341812



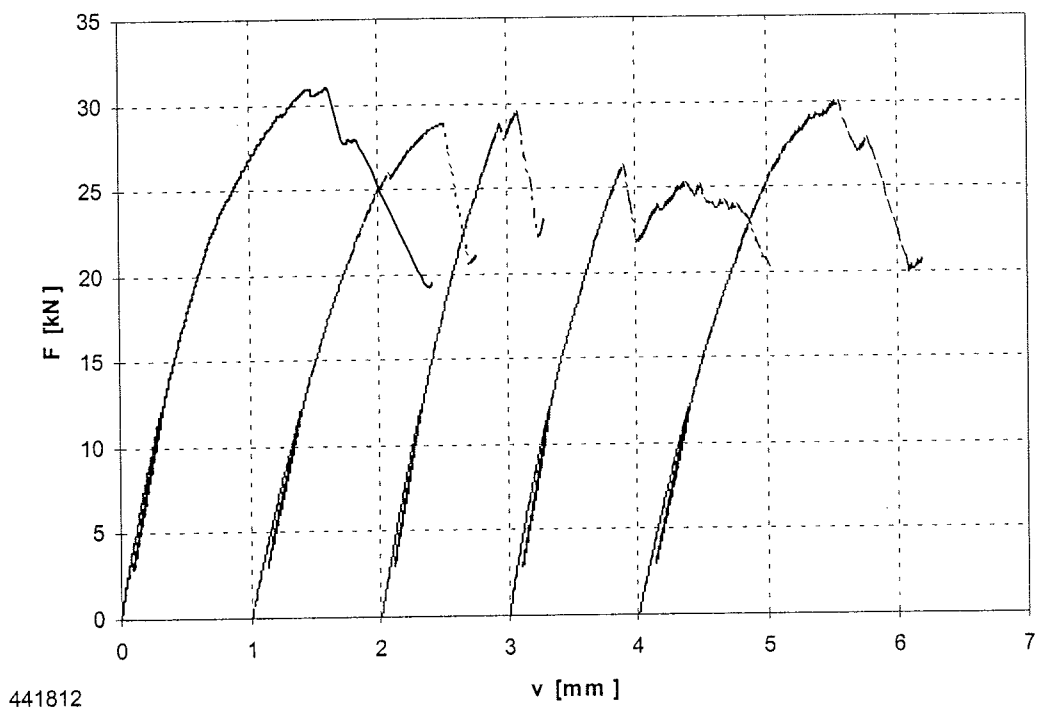
**Bild B-29:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 411812



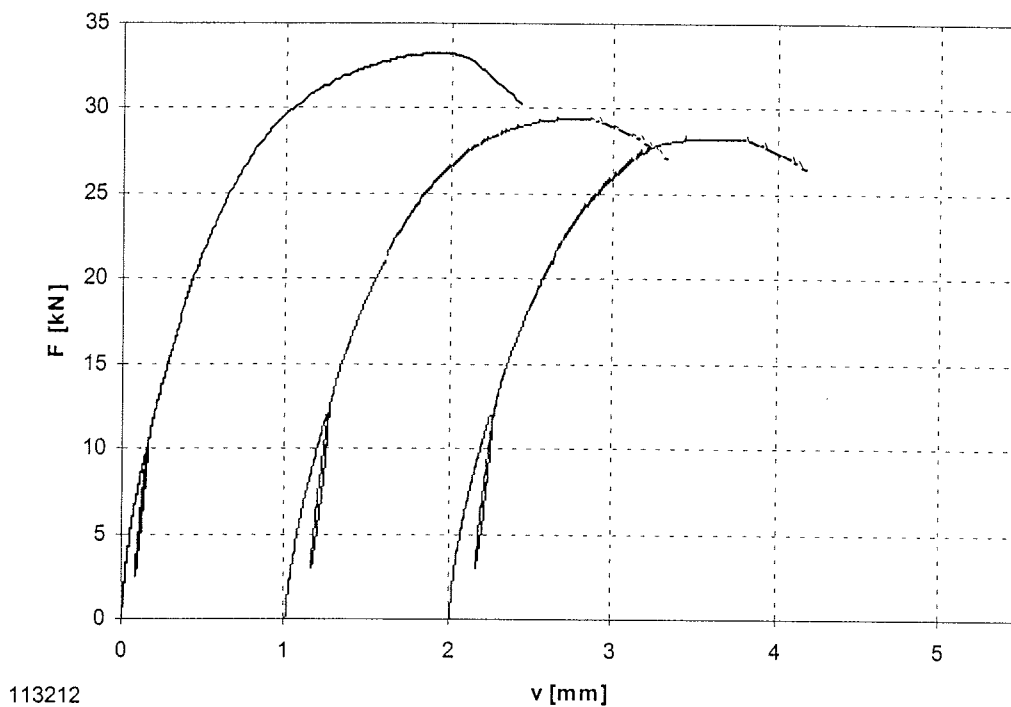
**Bild B-30:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 421812



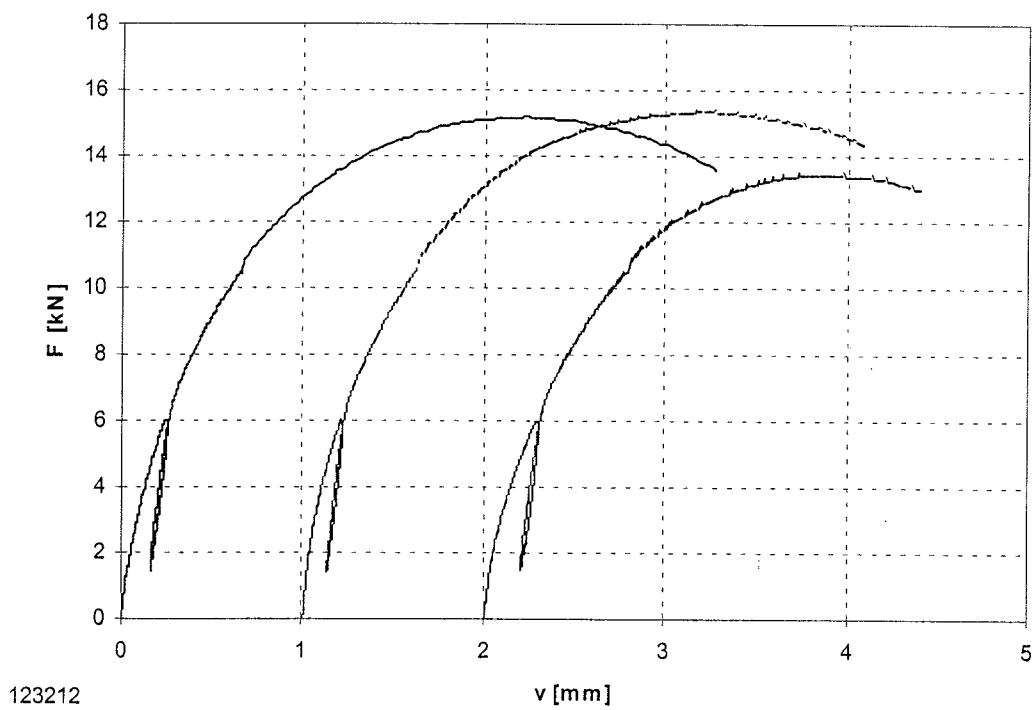
**Bild B-31:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 431812



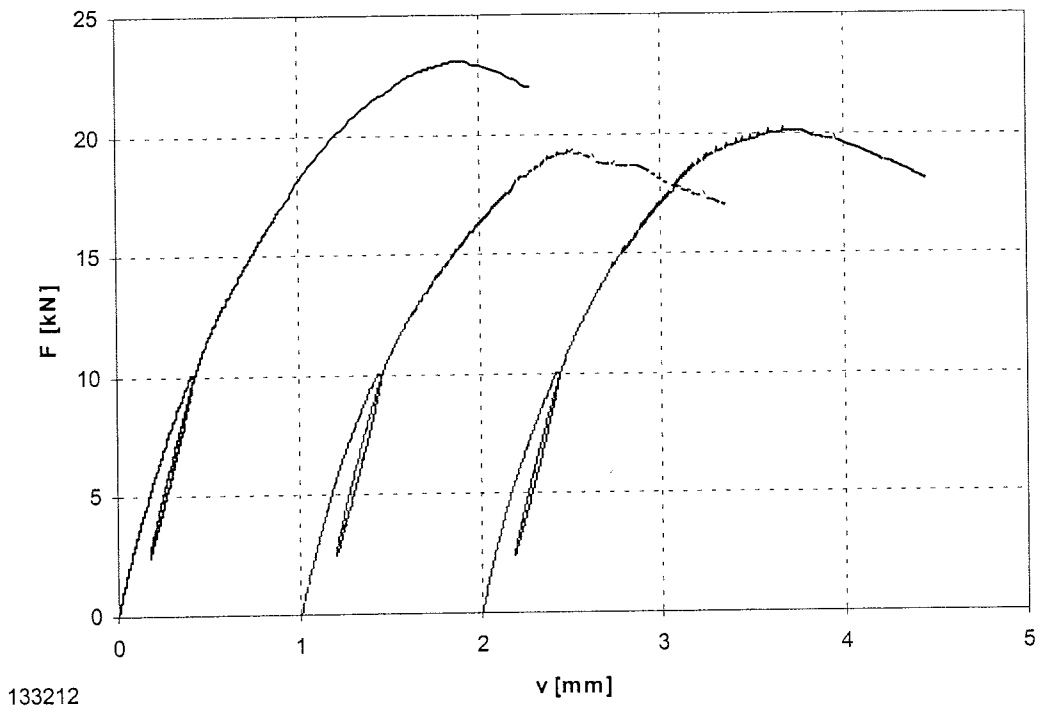
**Bild B-32:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 441812



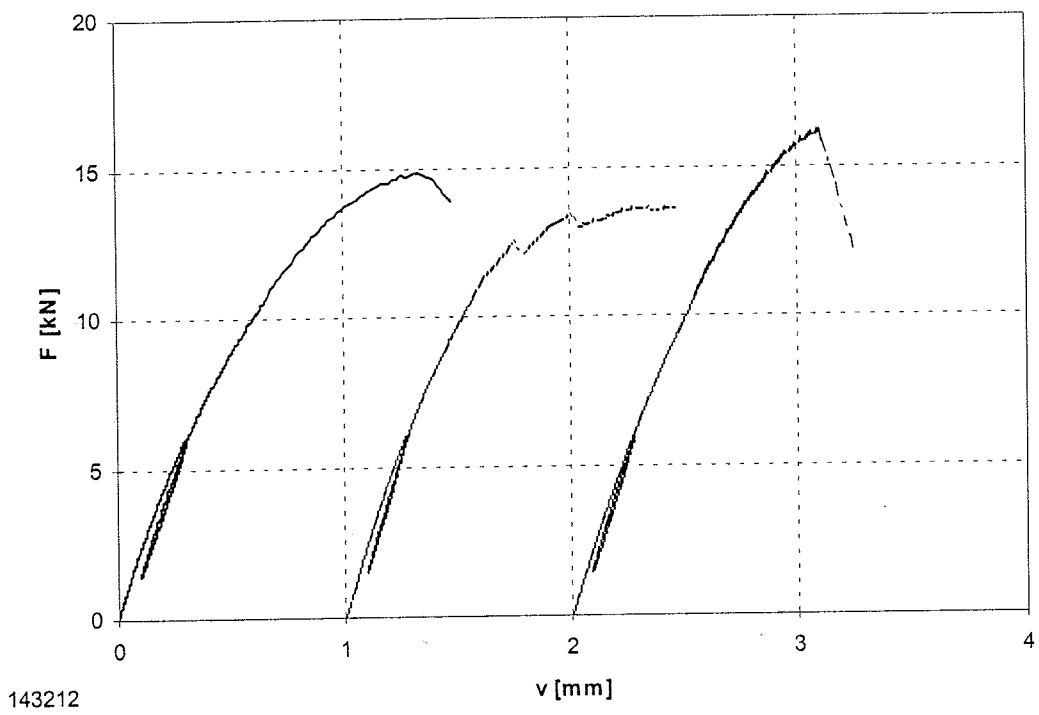
**Bild B-33:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 113212



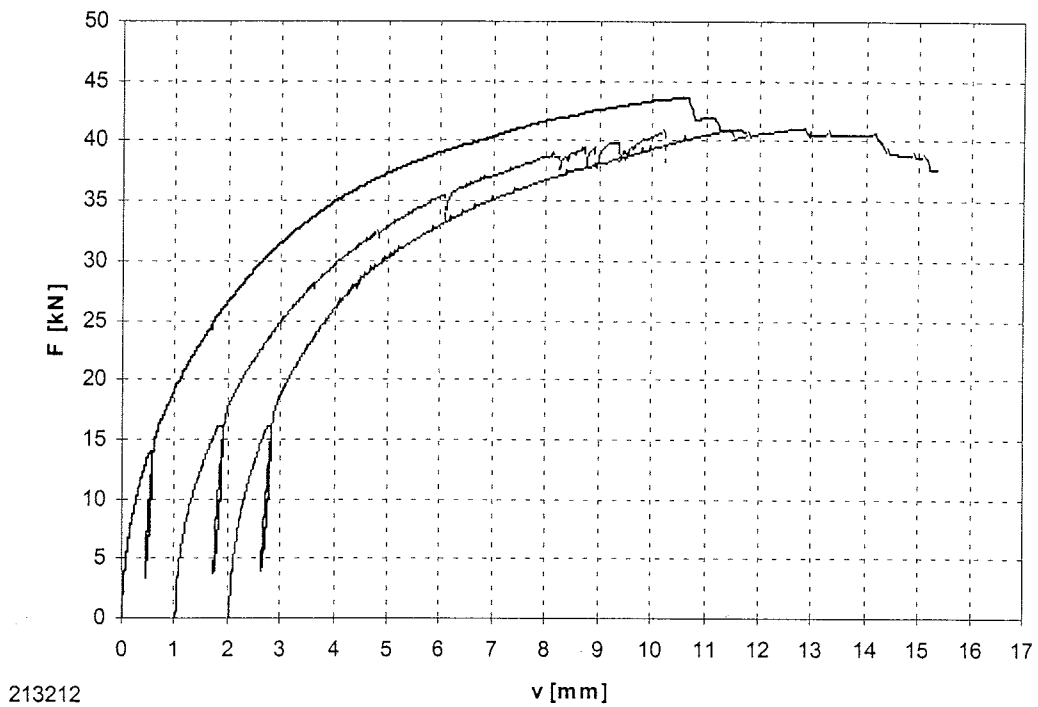
**Bild B-34:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 123212



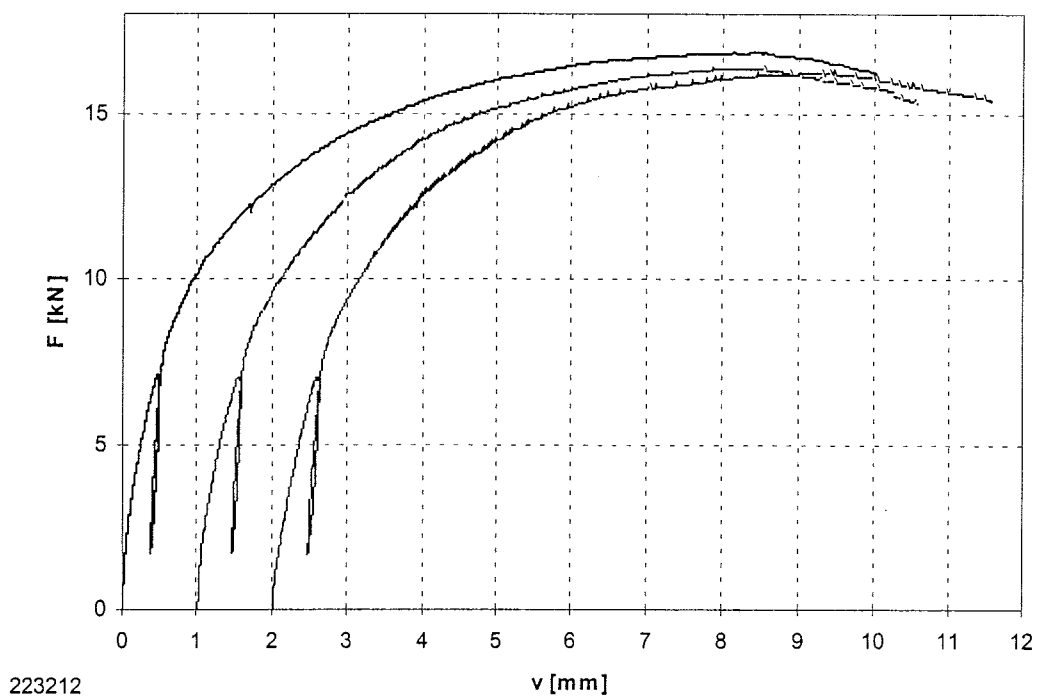
**Bild B-35:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 133212



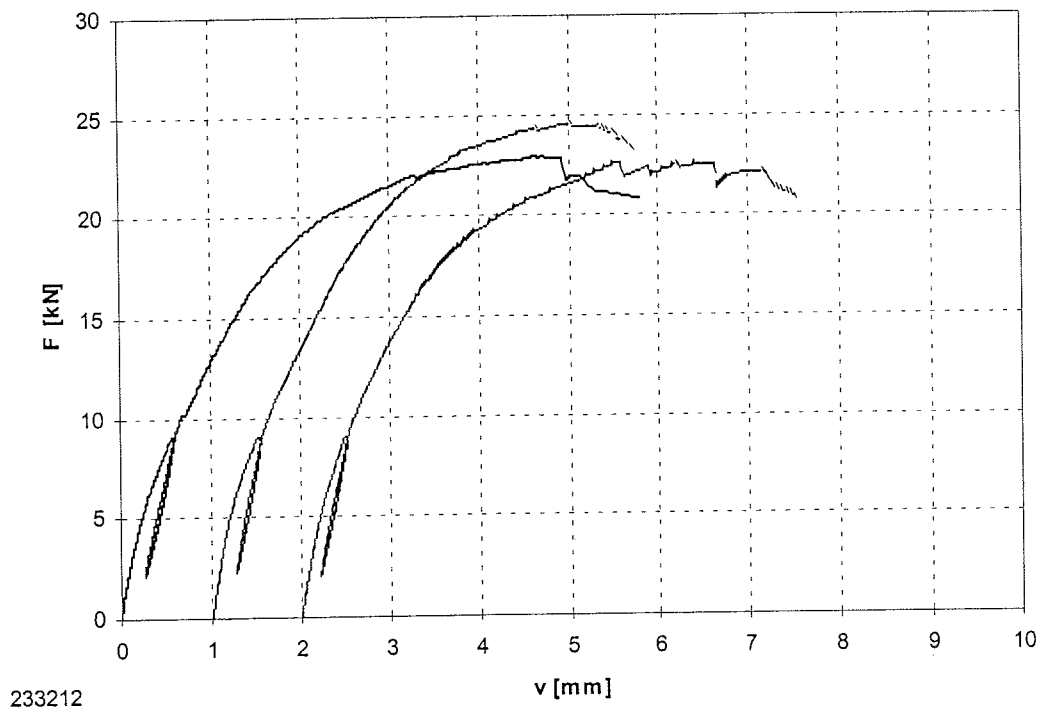
**Bild B-36:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 143212



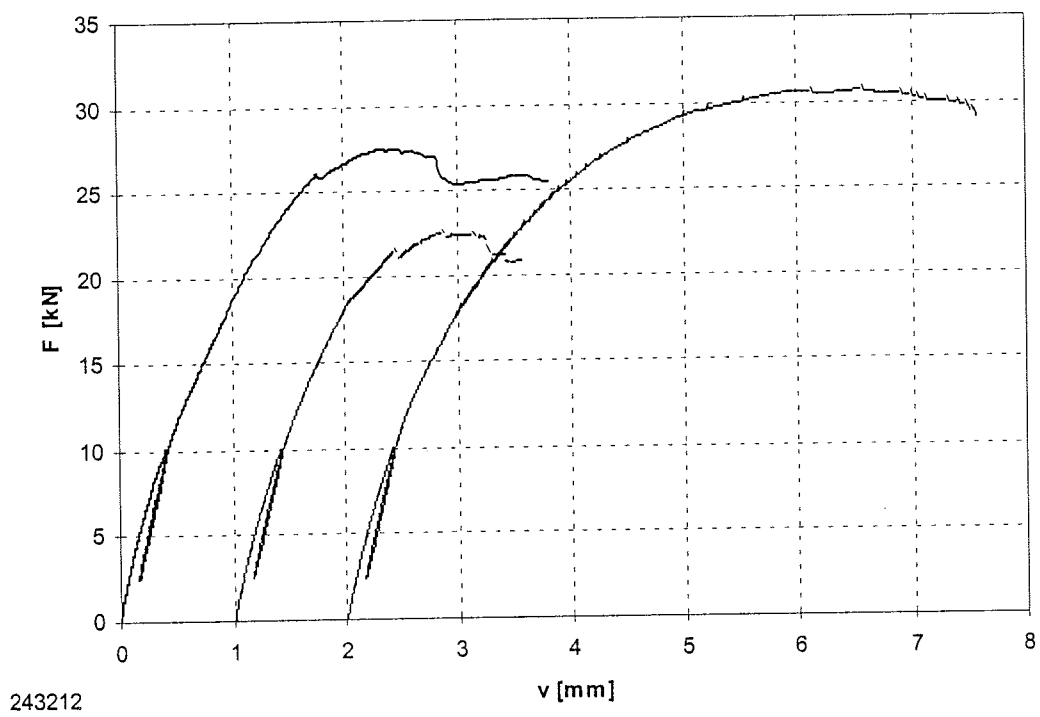
**Bild B-37:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 213212



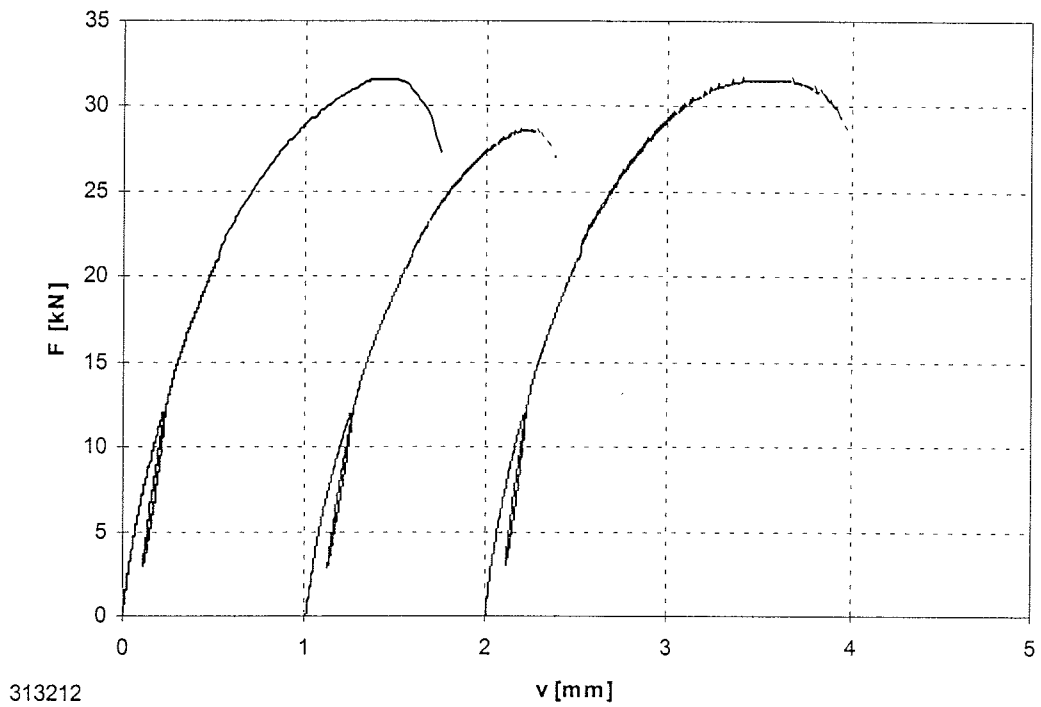
**Bild B-38:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 223212



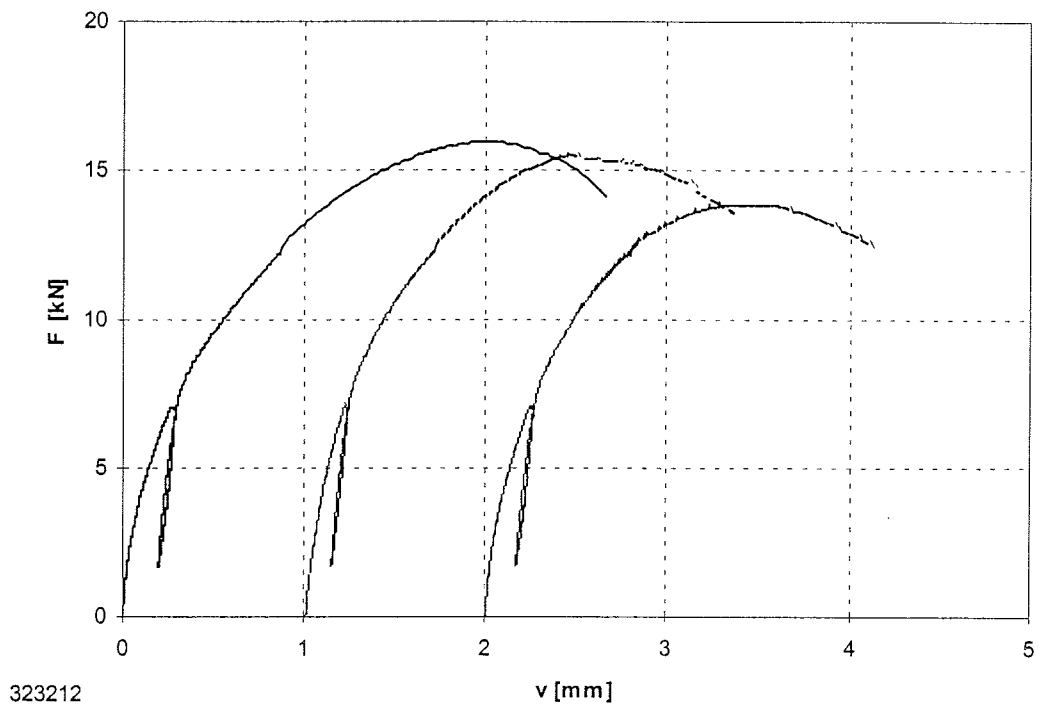
**Bild B-39:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 233212



**Bild B-40:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 243212

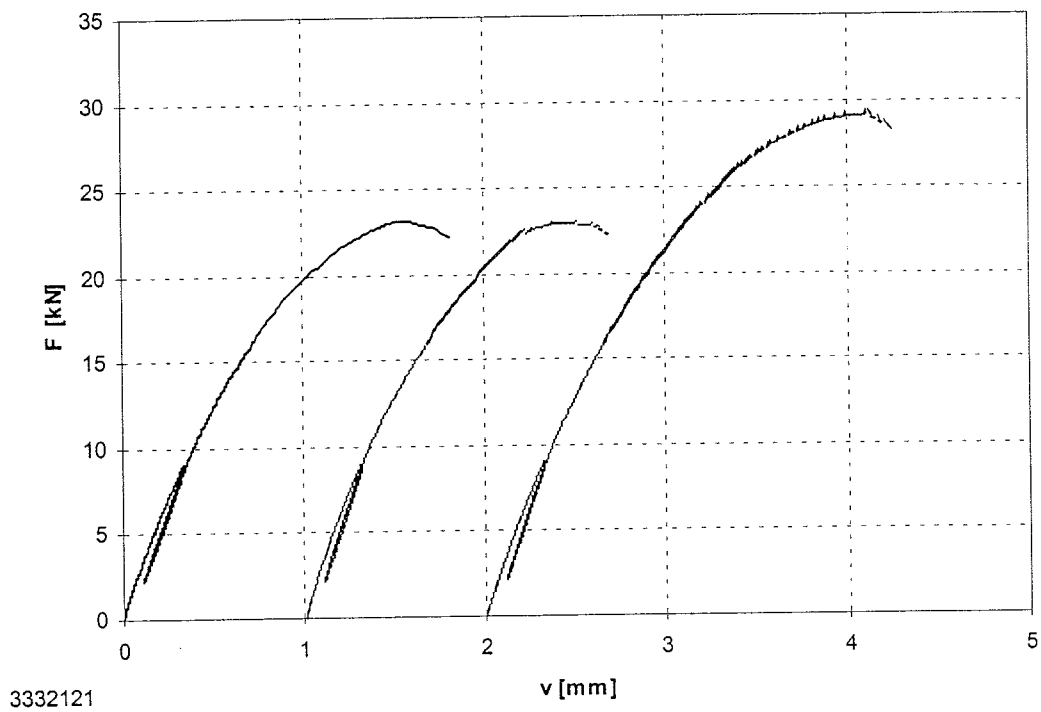


**Bild B-41:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 313212

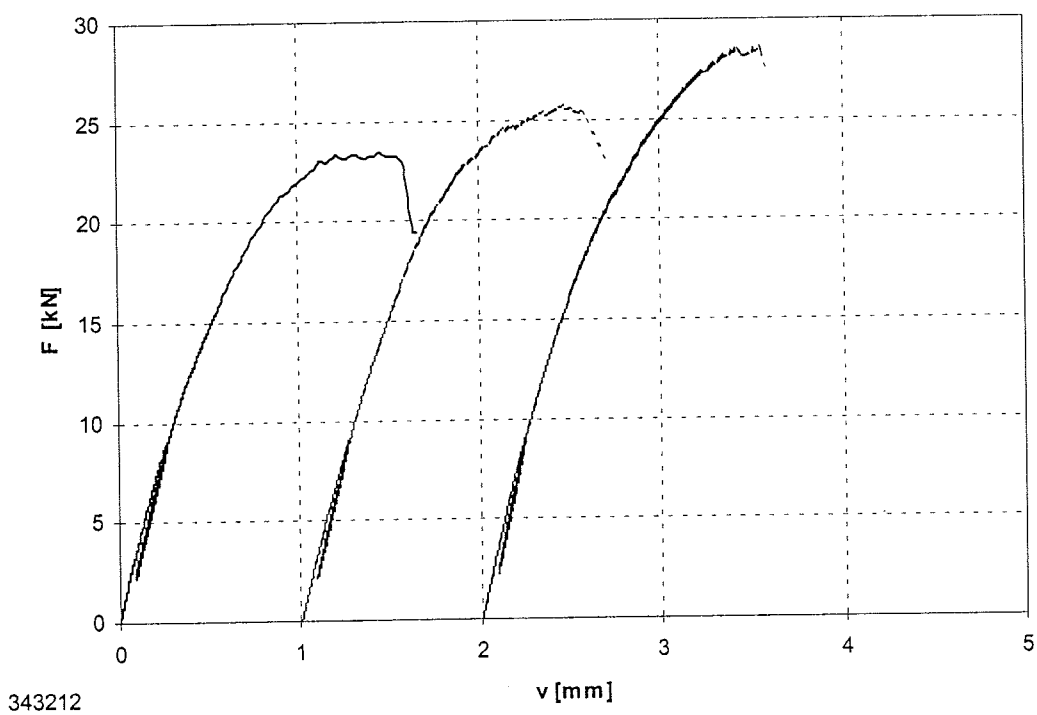


**Bild B-42:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 323212

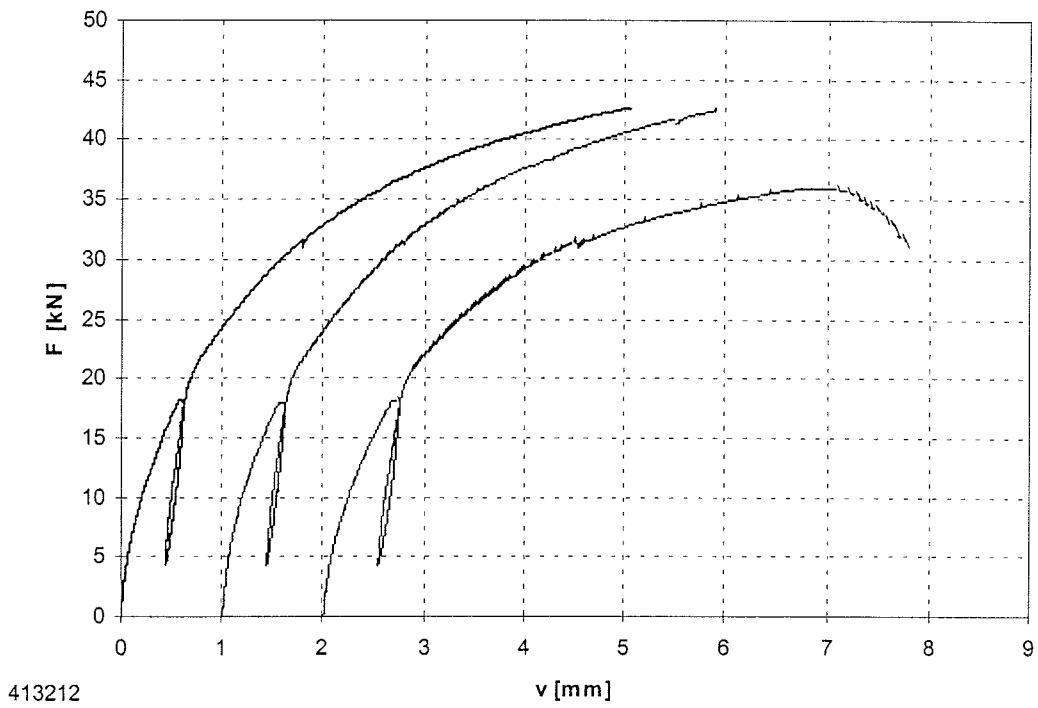




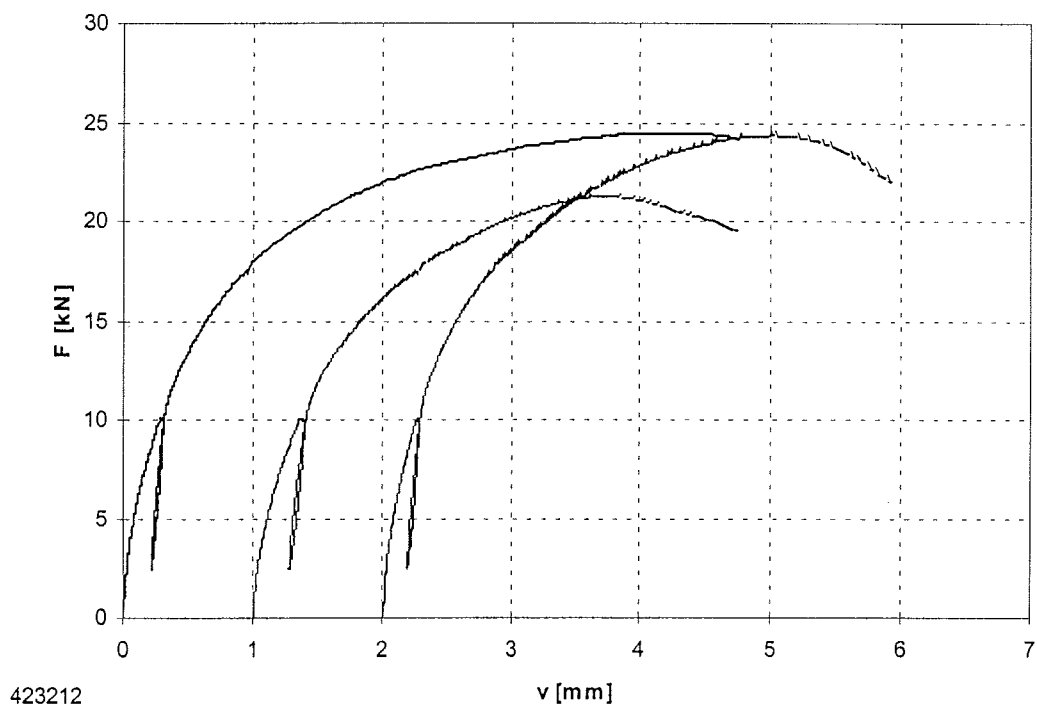
**Bild B-43:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 333212



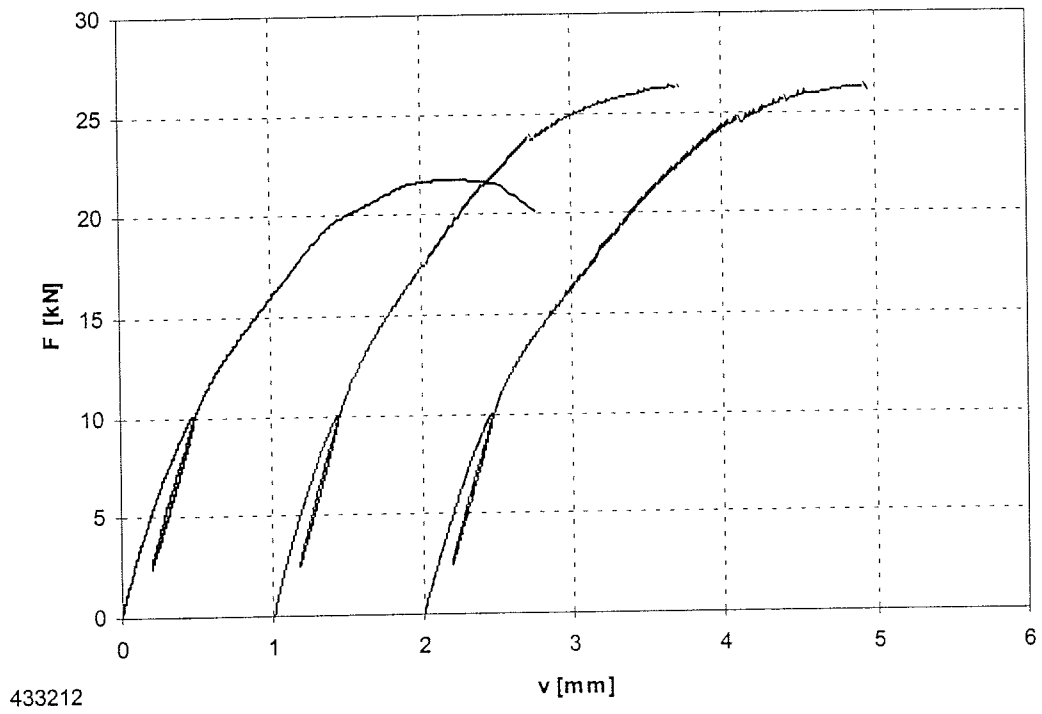
**Bild B-44:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 343212



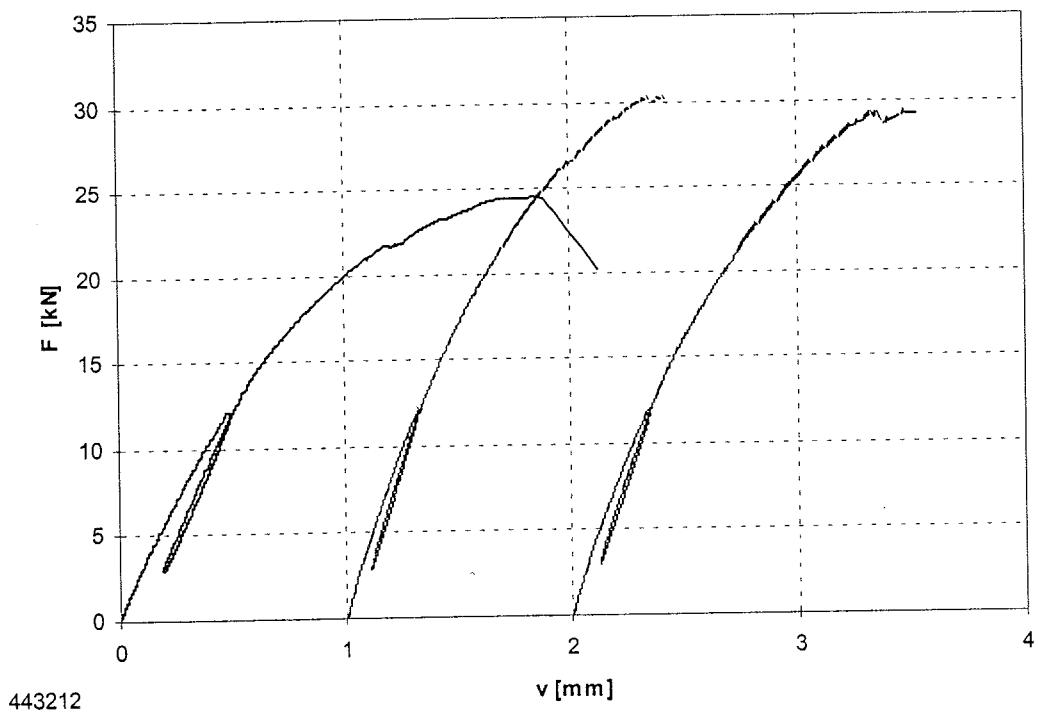
**Bild B-45:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 413212



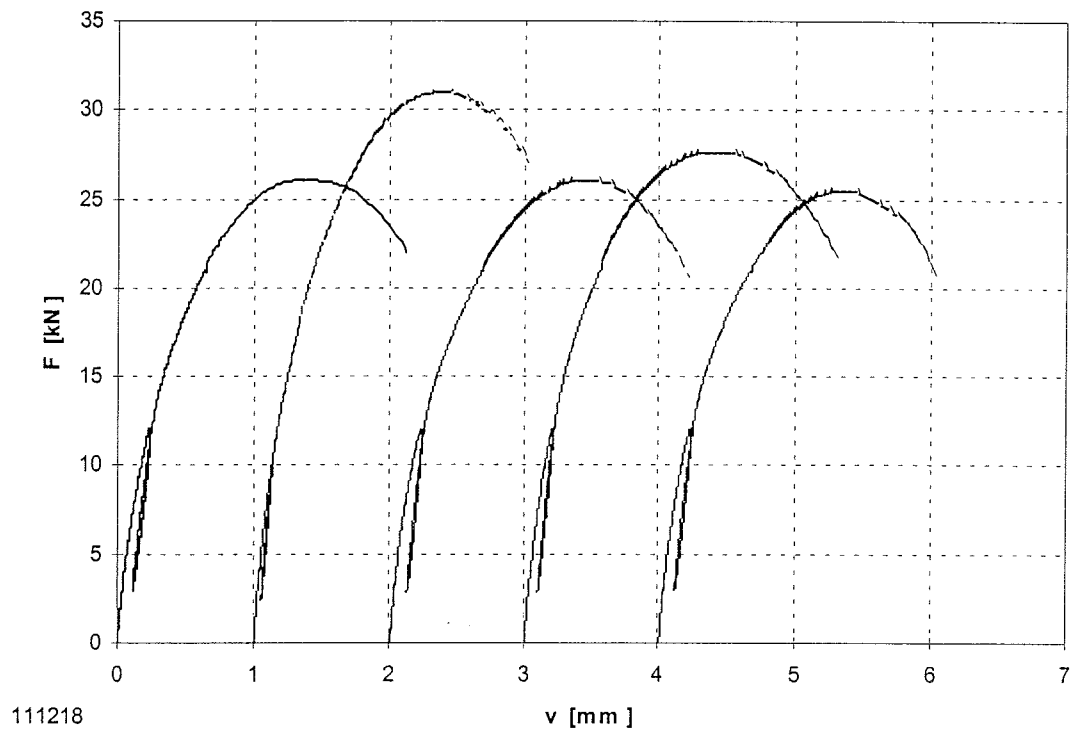
**Bild B-46:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 423212



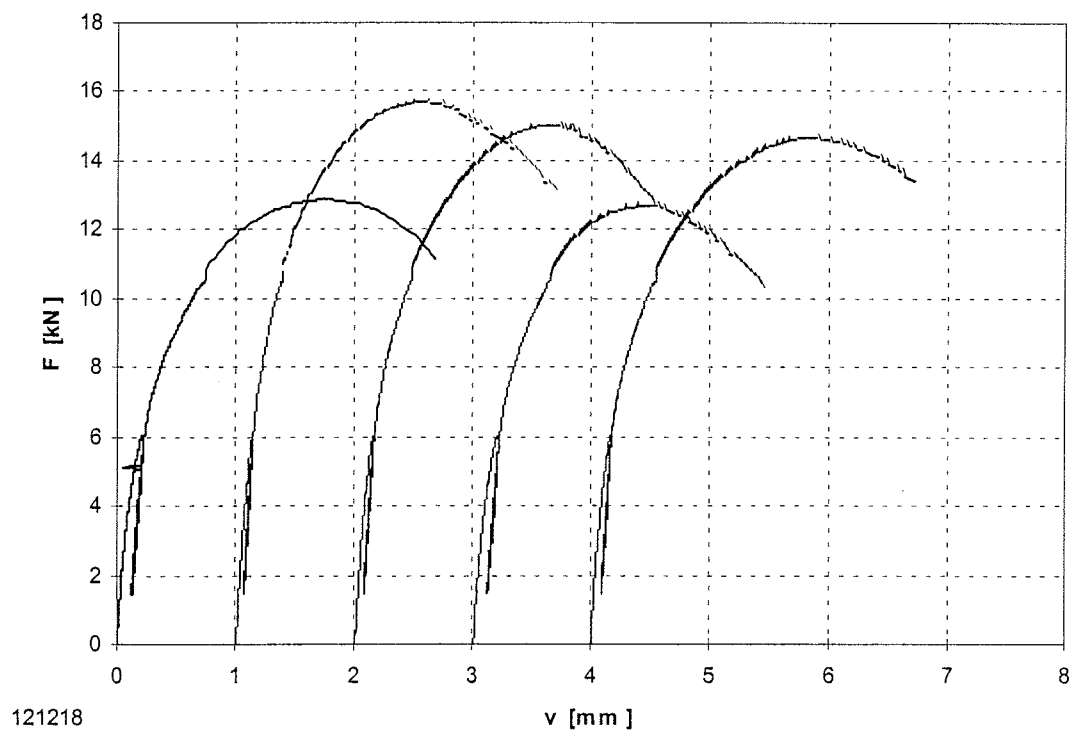
**Bild B-47:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 433212



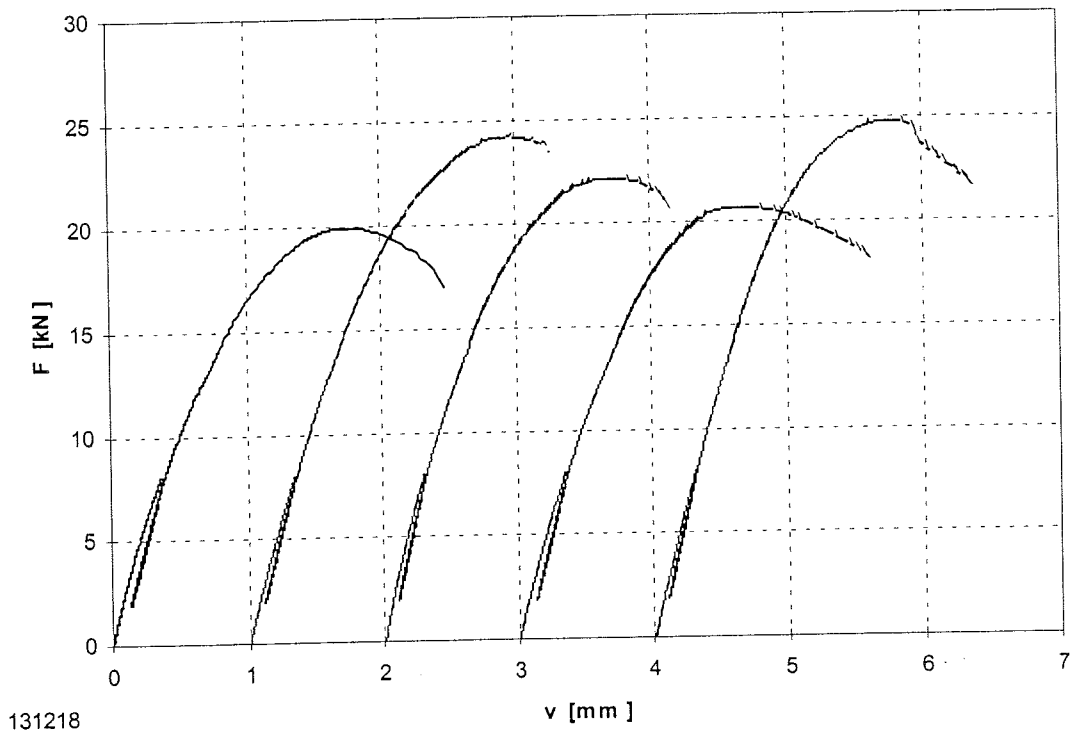
**Bild B-48:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 443212



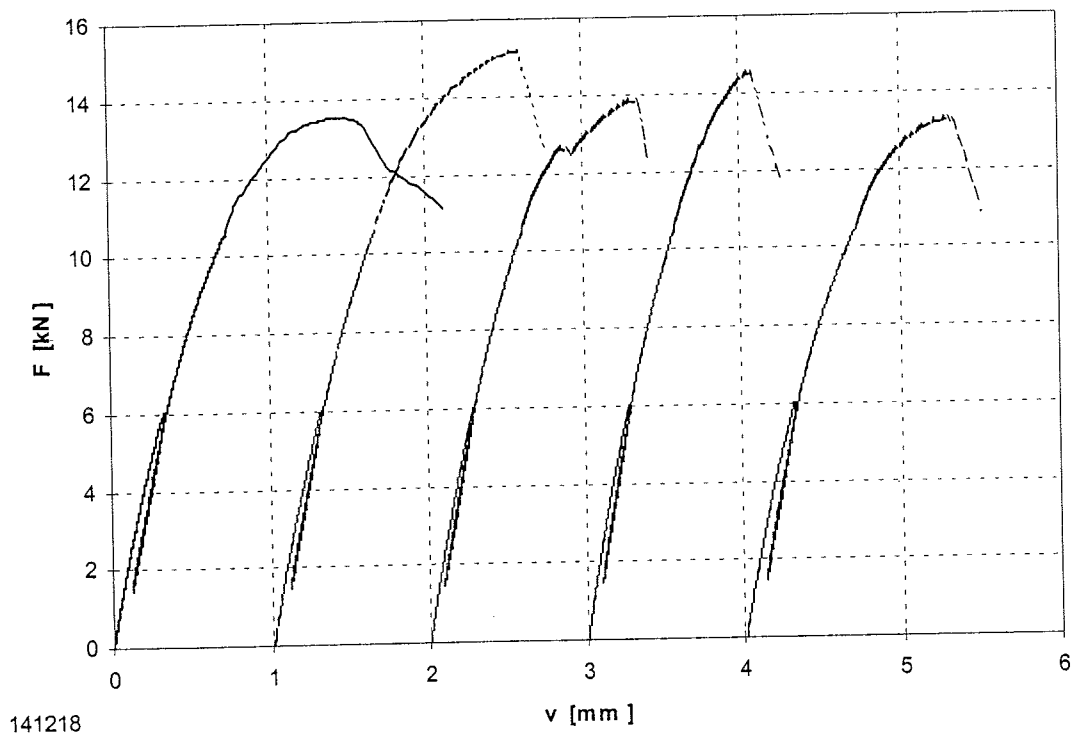
**Bild B-49:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 111218



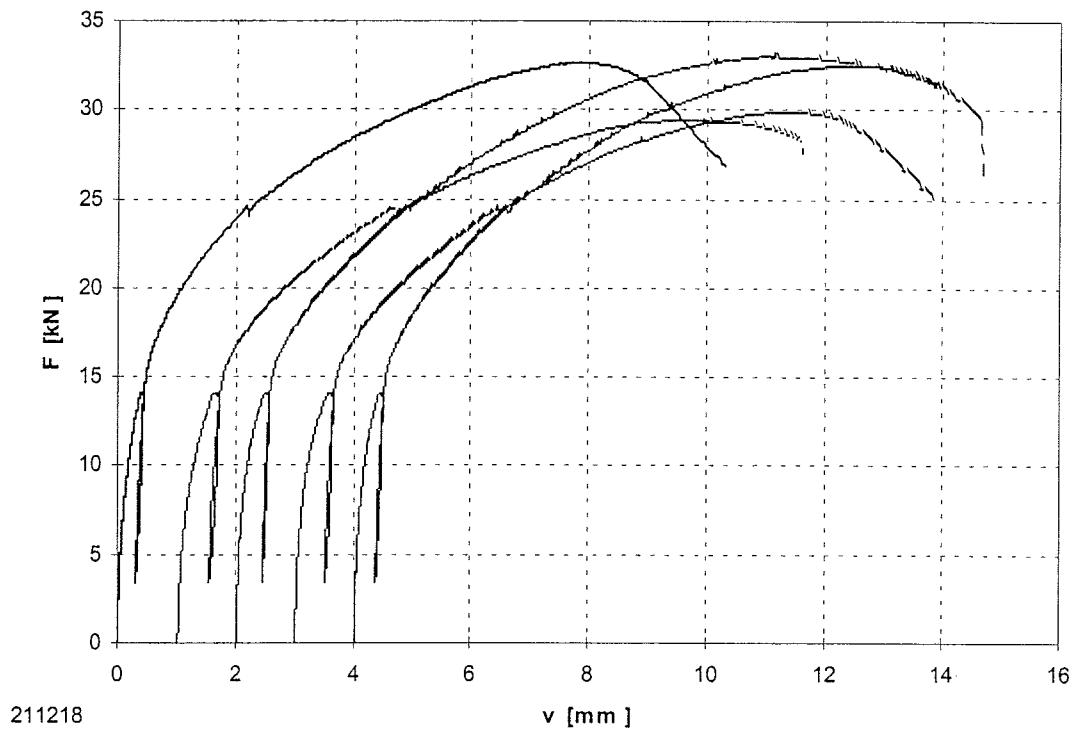
**Bild B-50:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 121218



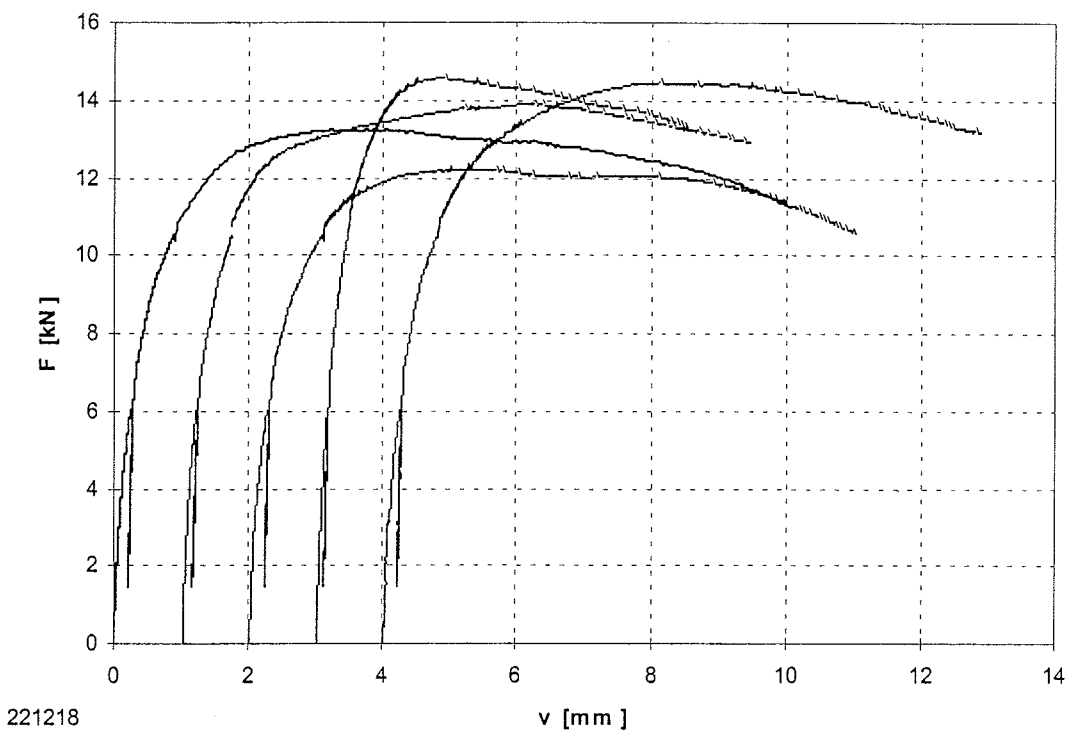
**Bild B-51:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 131218



**Bild B-52:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 141218



**Bild B-53:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 211218



**Bild B-54:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 221218

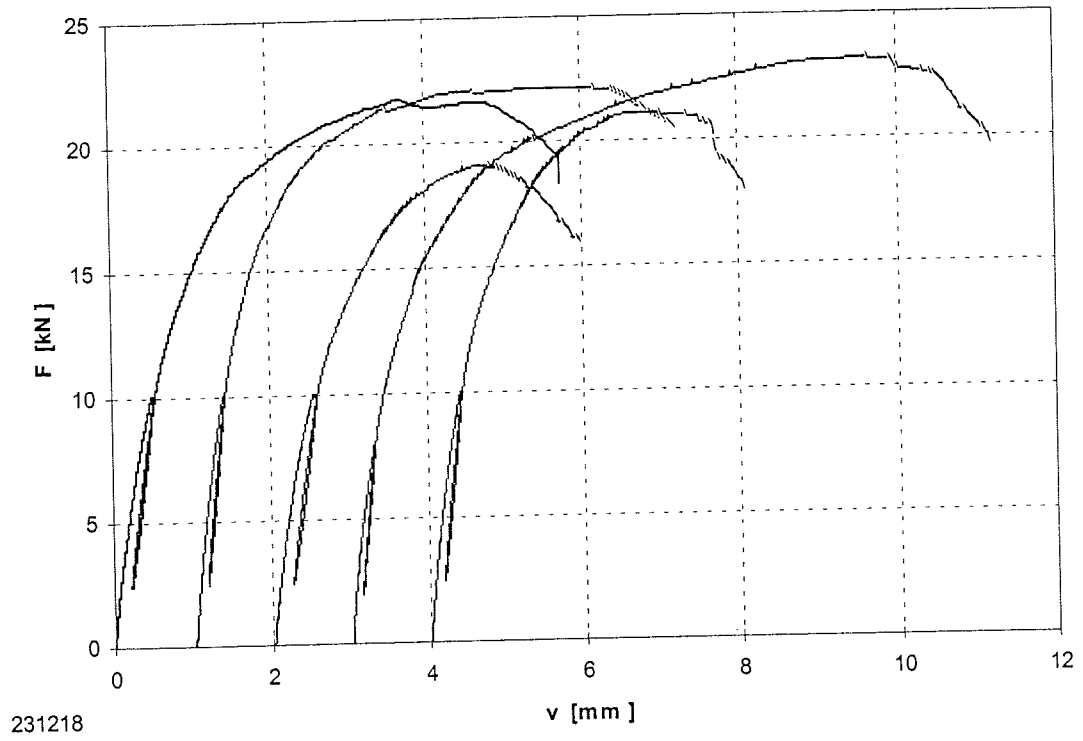


Bild B-55: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 231218

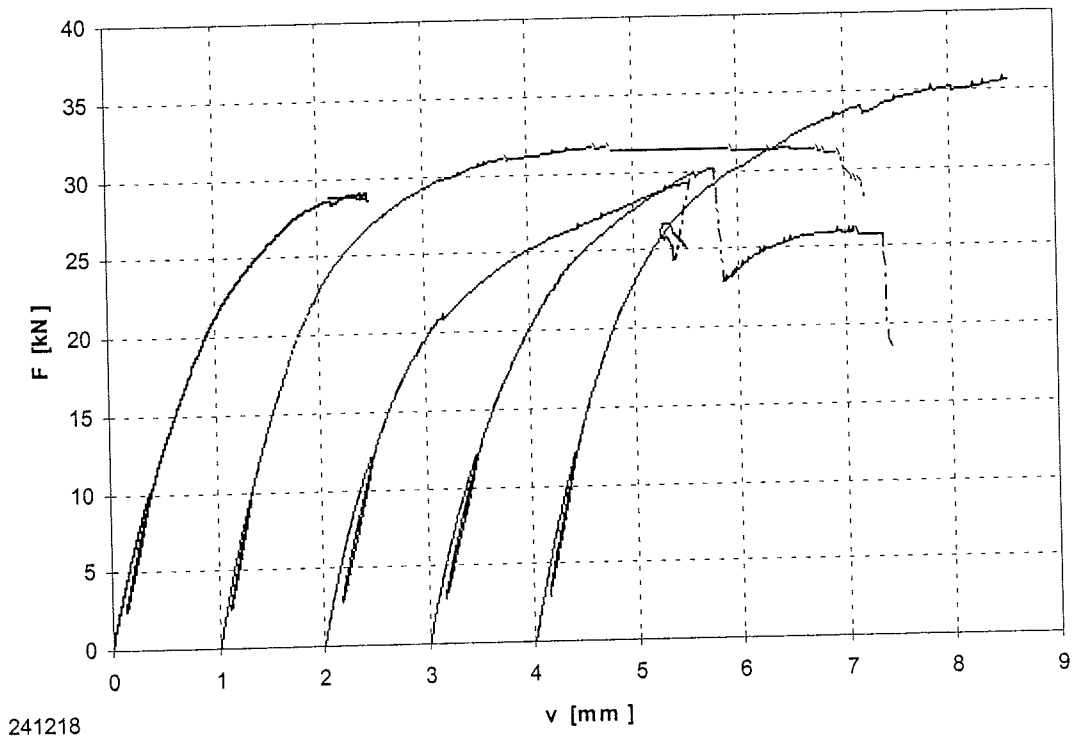
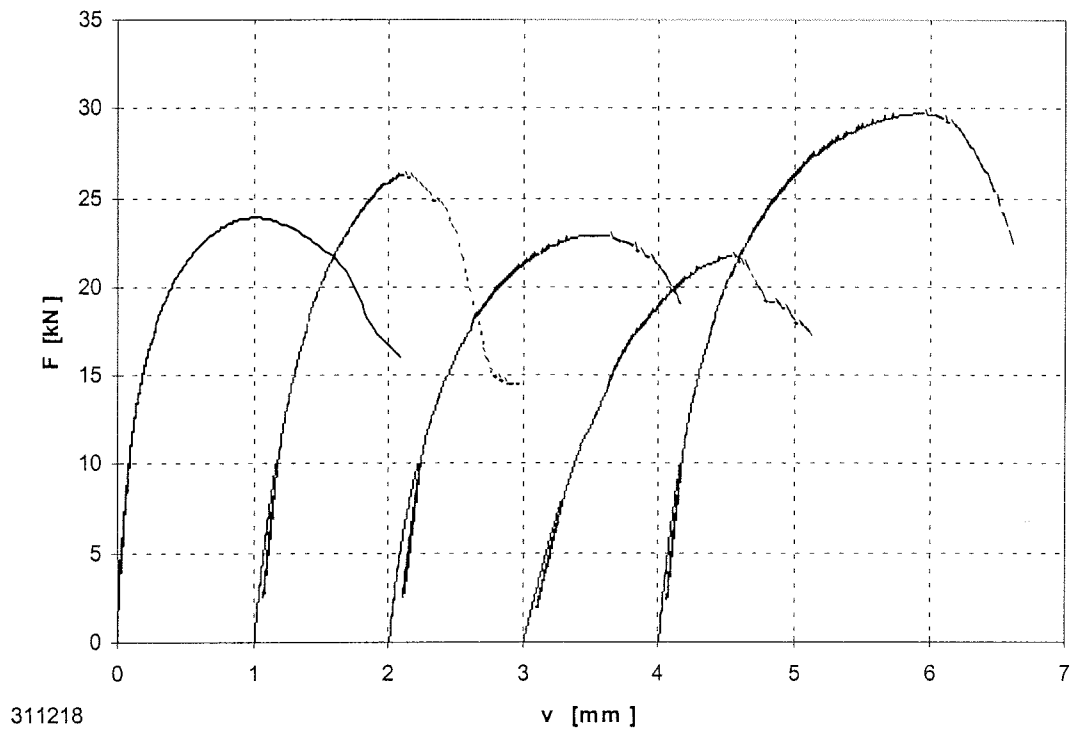
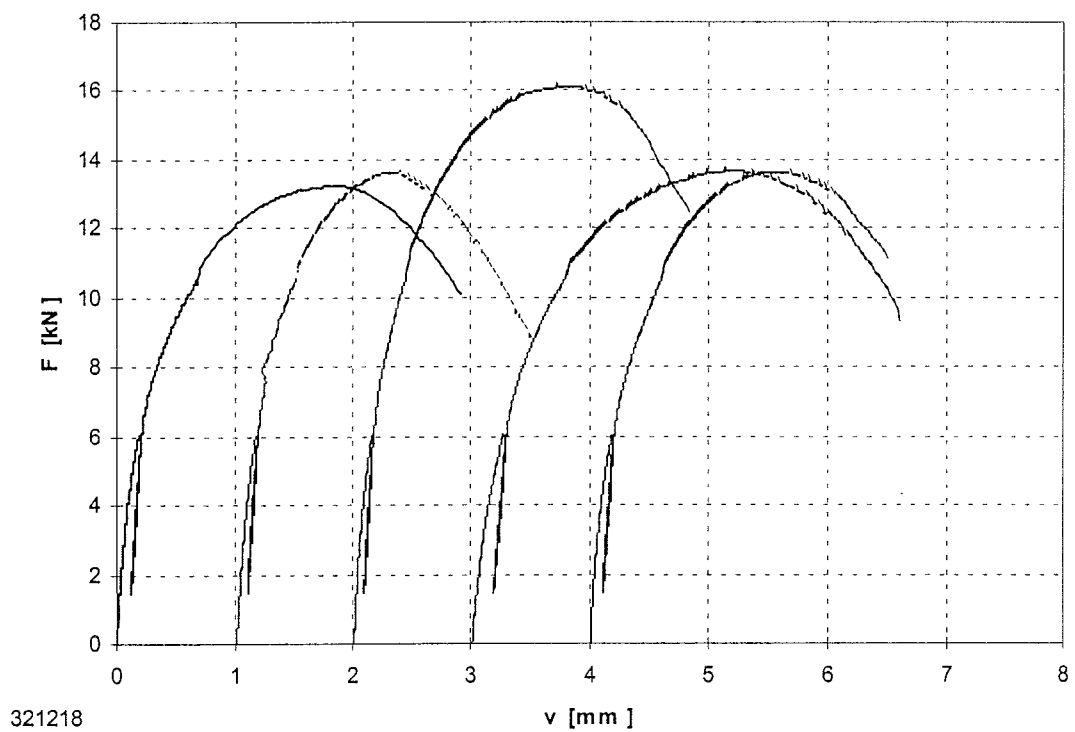


Bild B-56: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 241218

**Bild B-57:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 311218**Bild B-58:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 321218



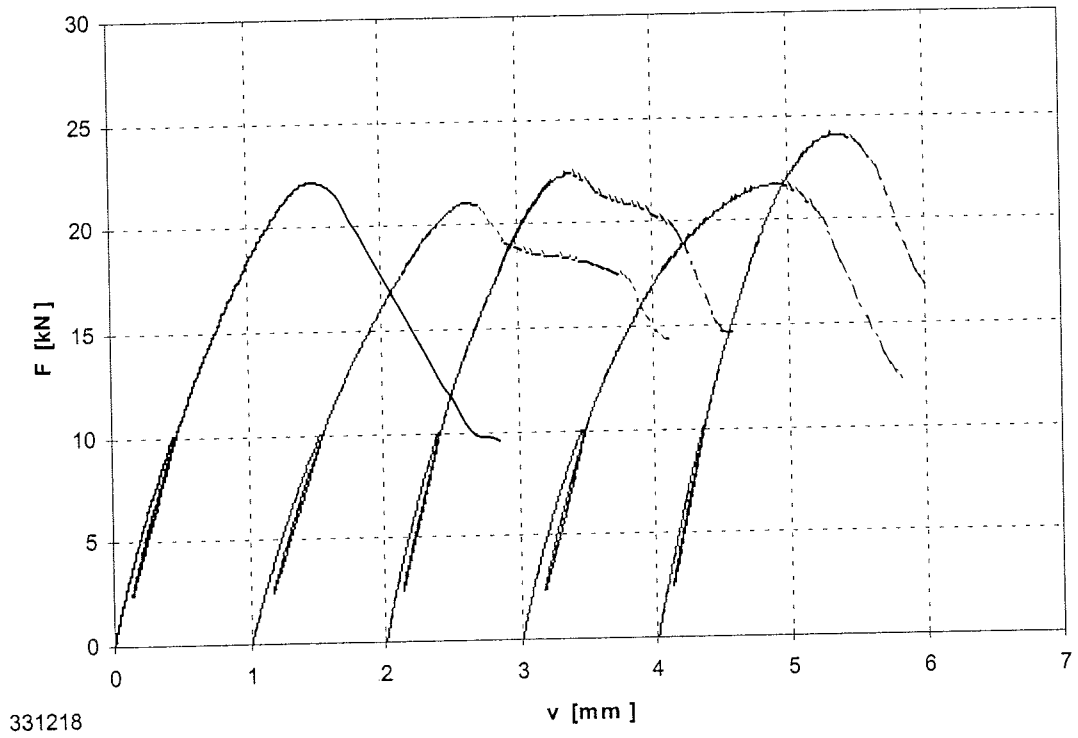


Bild B-59: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 331218

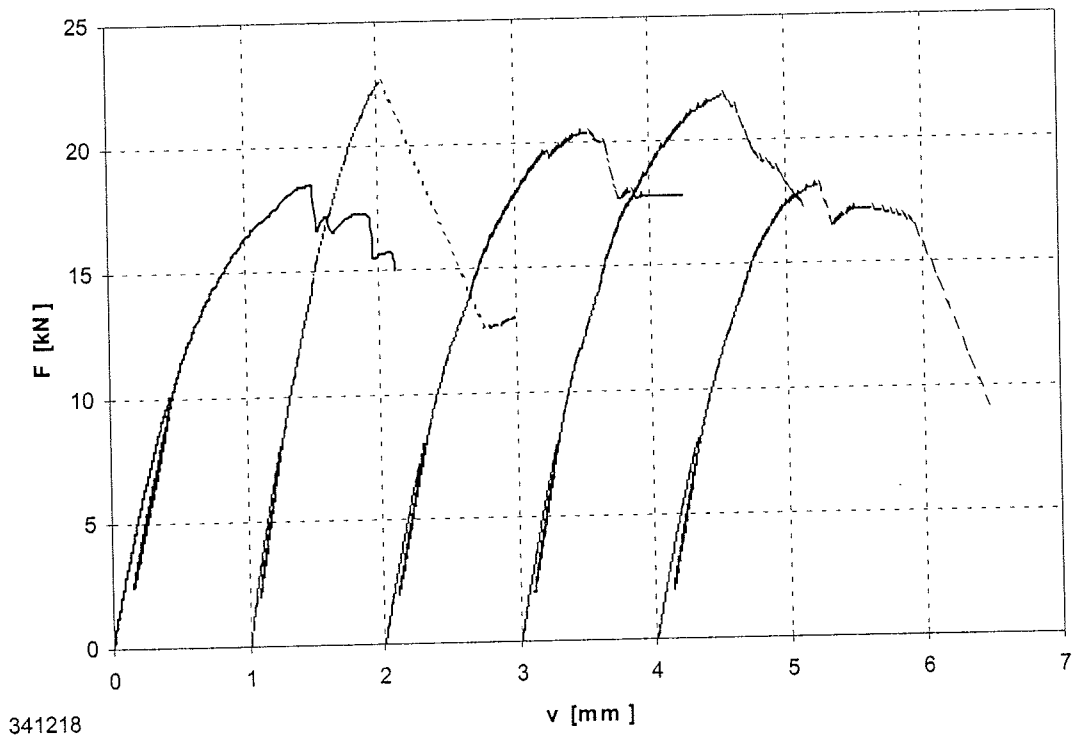
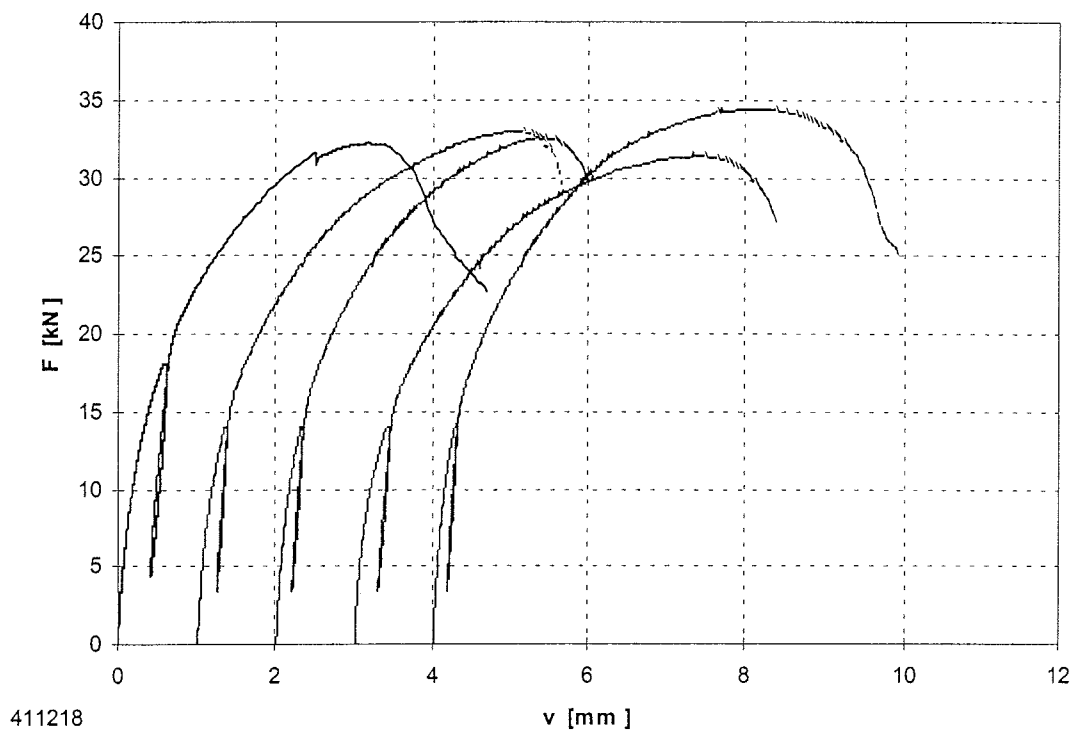
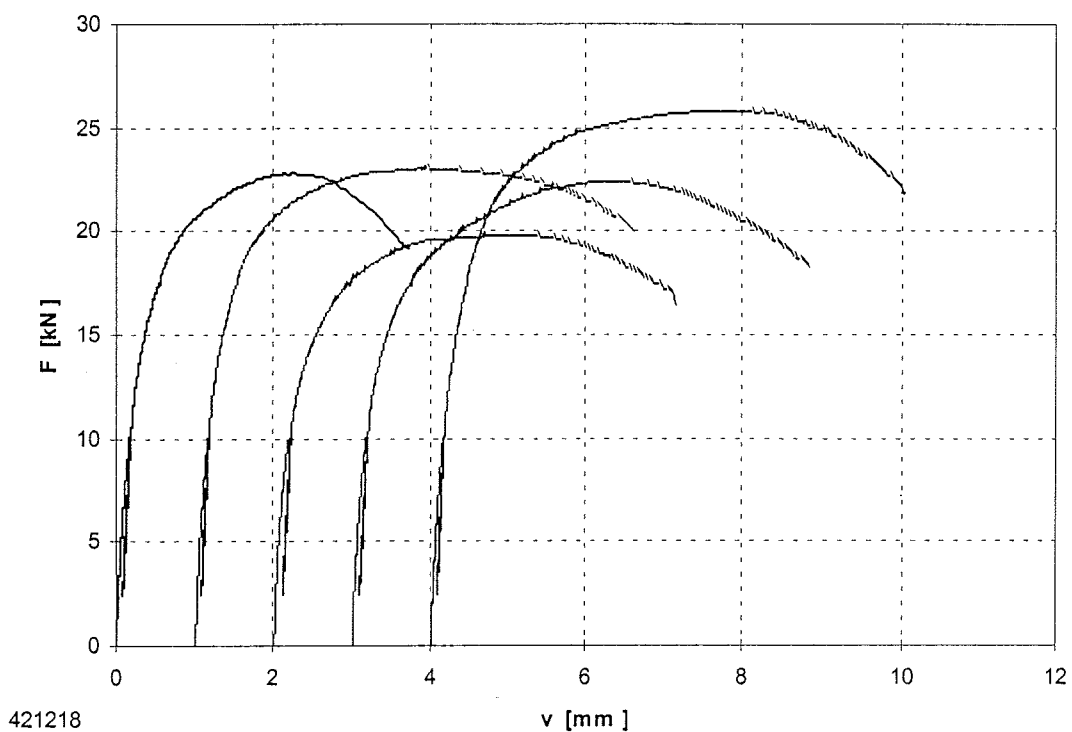


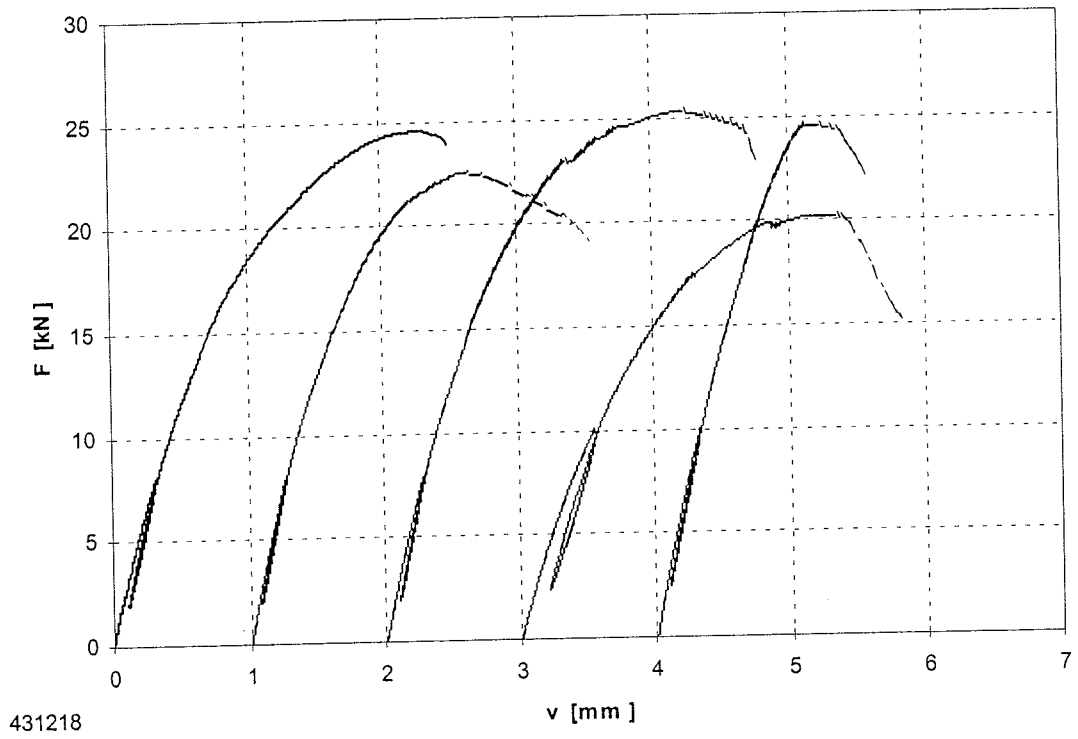
Bild B-60: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 341218



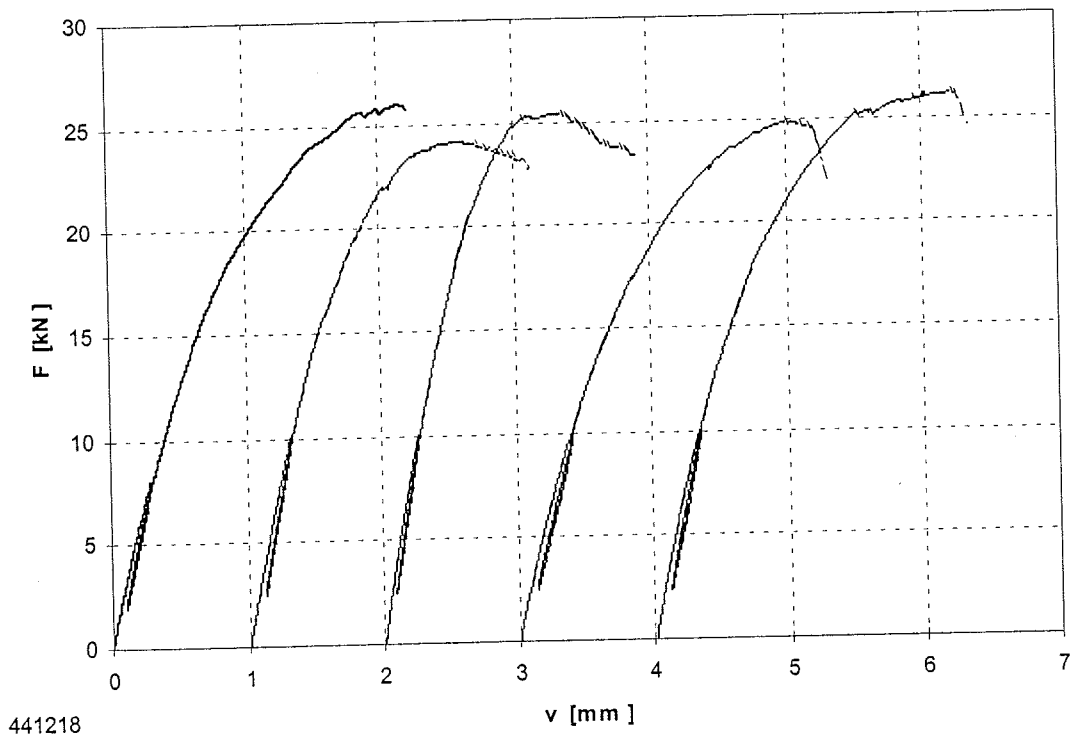
**Bild B-61:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 411218



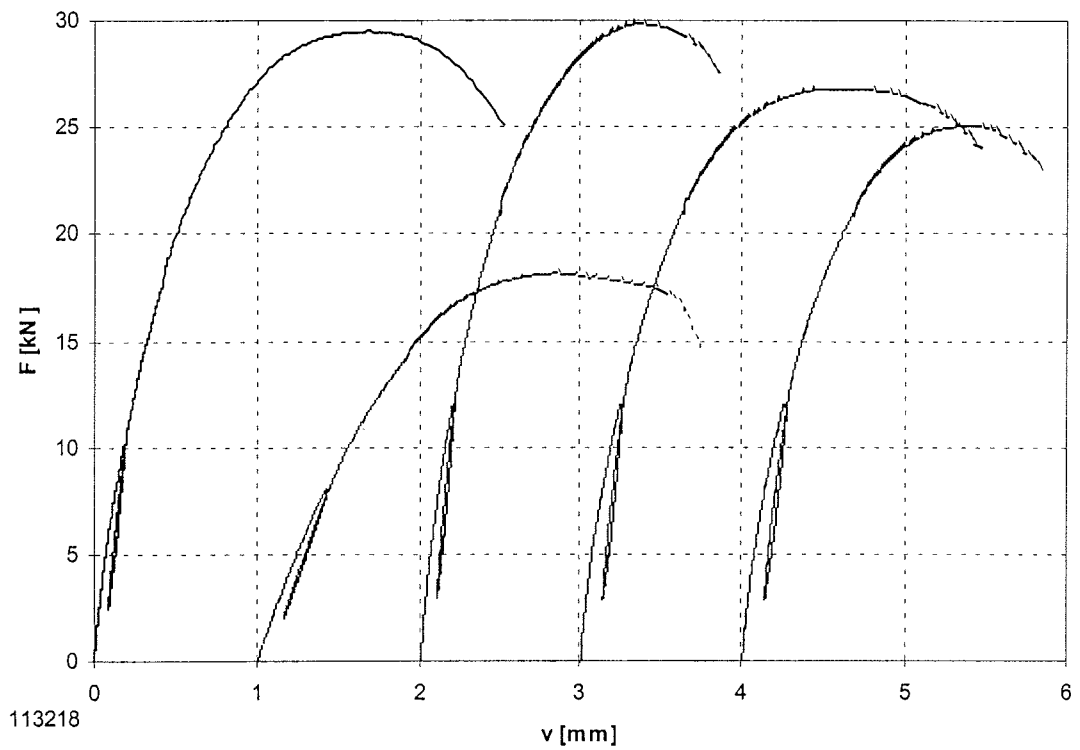
**Bild B-62:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 421218



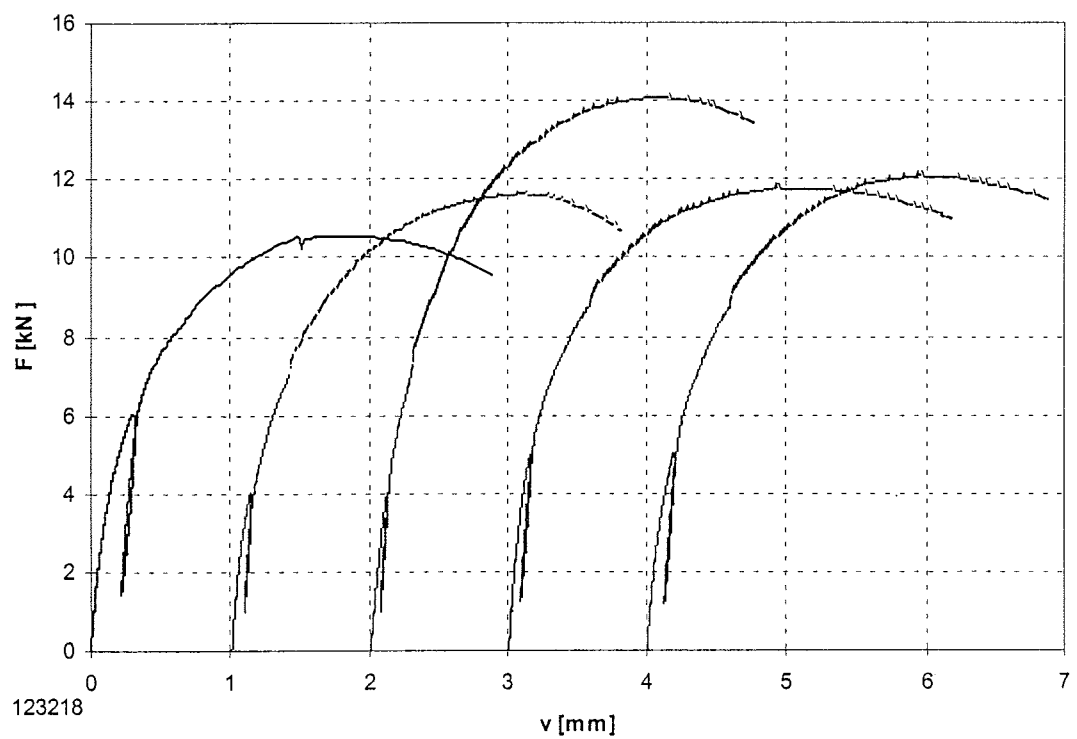
**Bild B-63:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 431218



**Bild B-64:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 441218



**Bild B-65:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 113218



**Bild B-66:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 123218

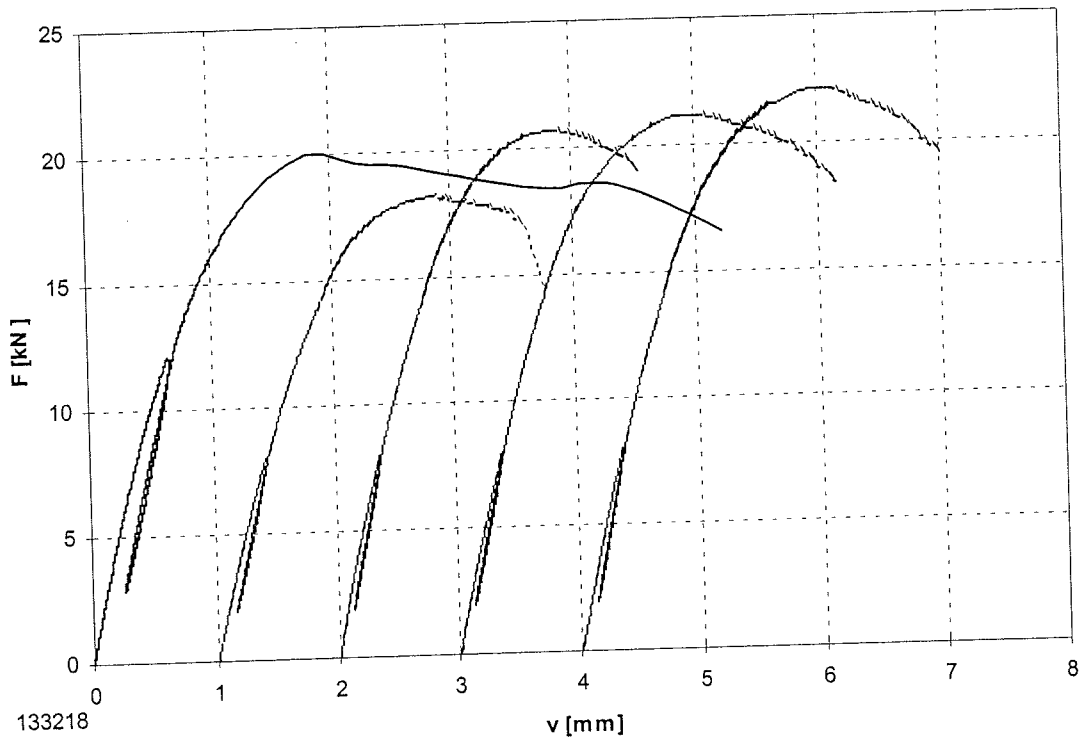


Bild B-67: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 133218

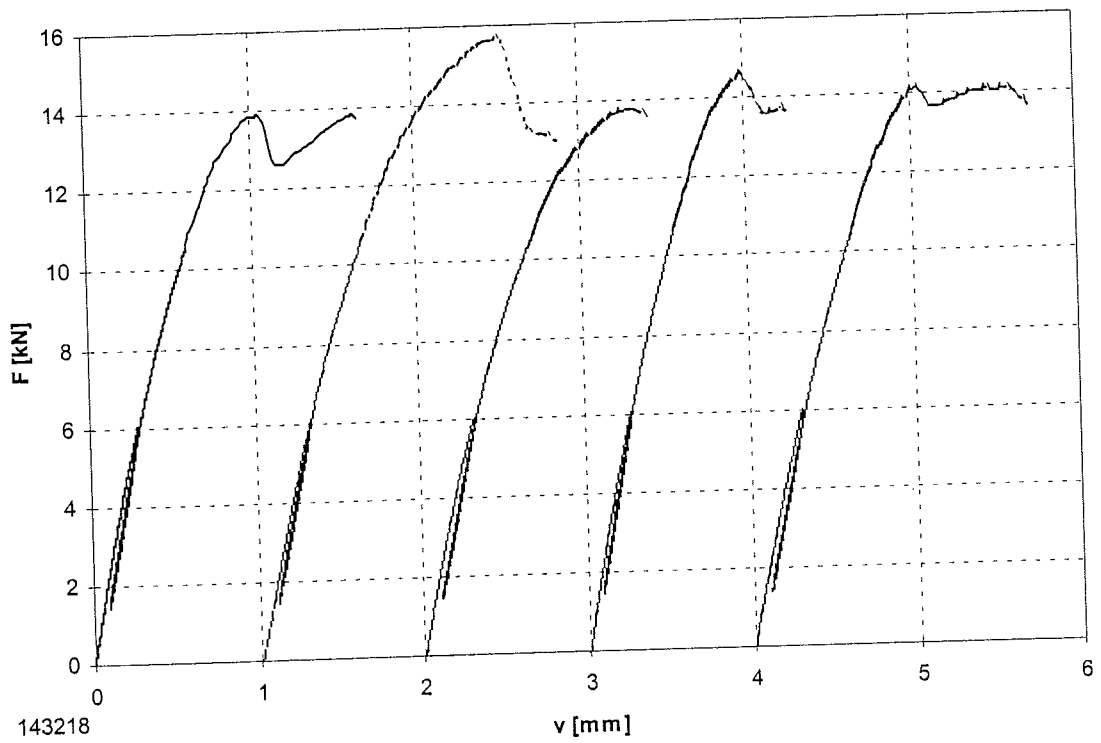
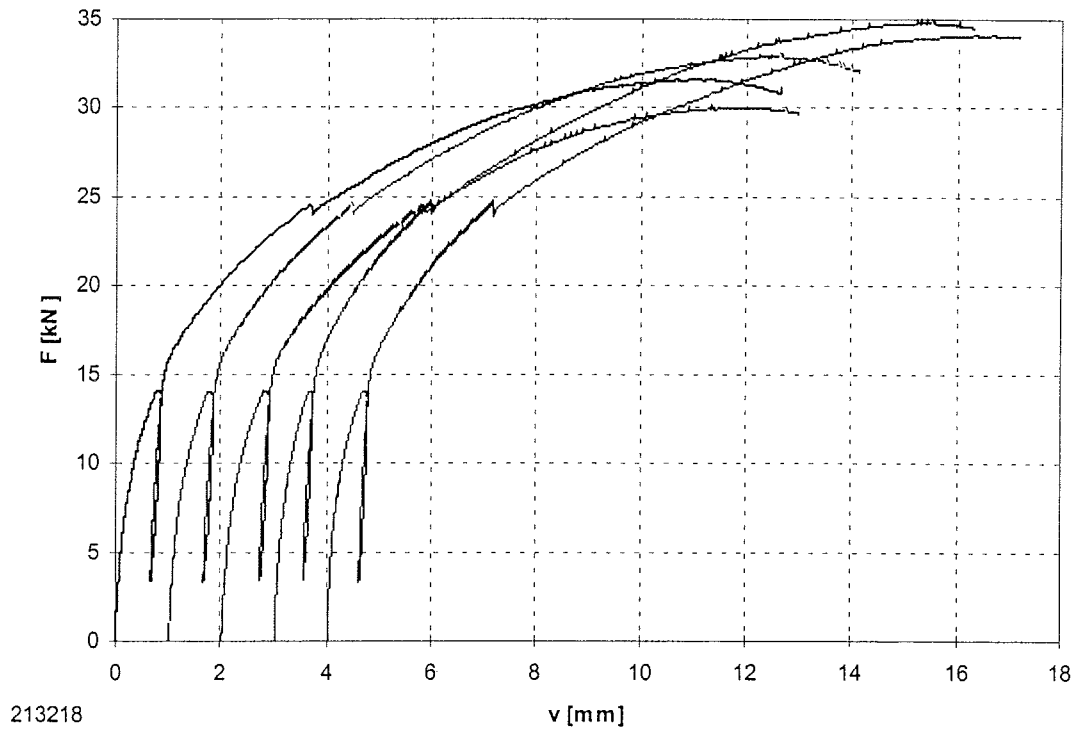
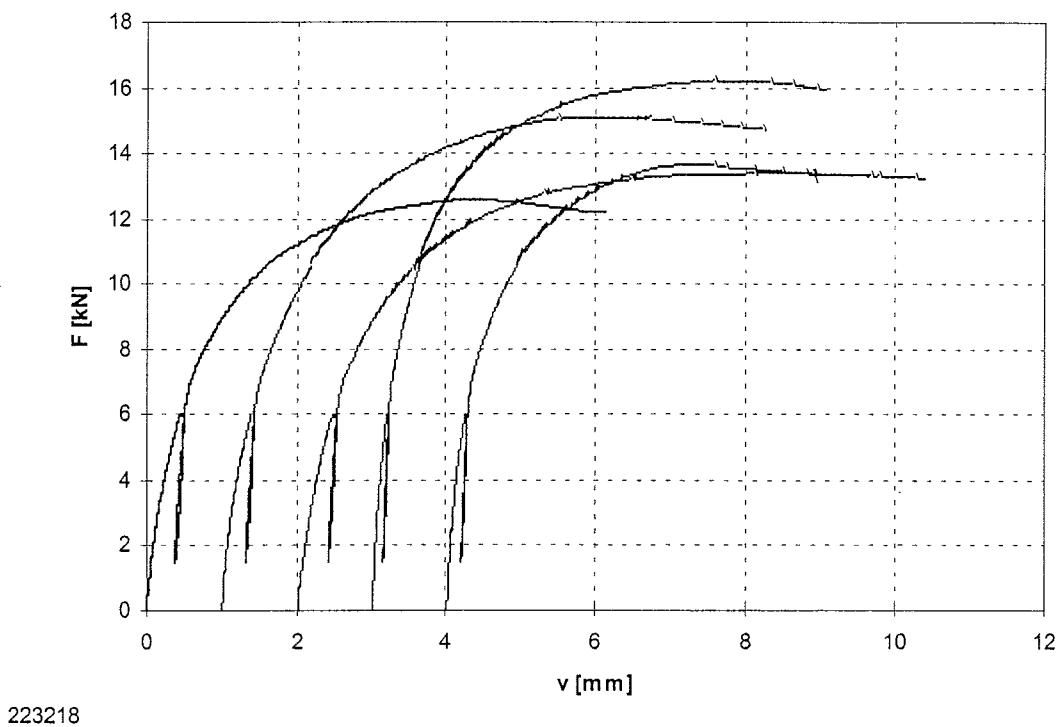


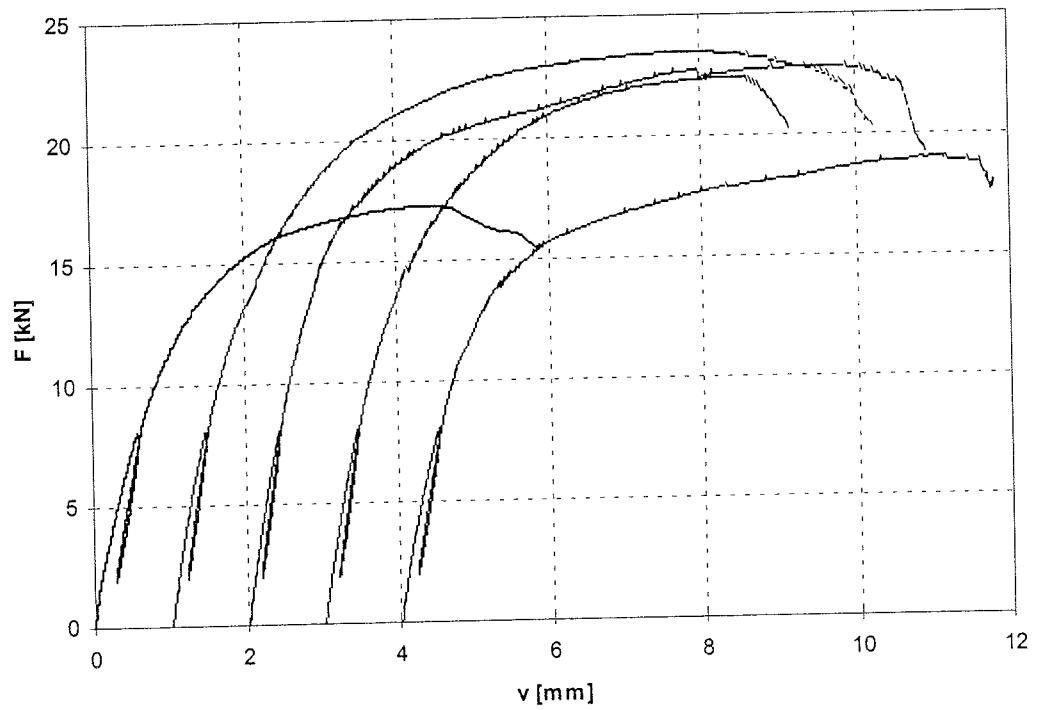
Bild B-68: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 143218



**Bild B-69:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 213218

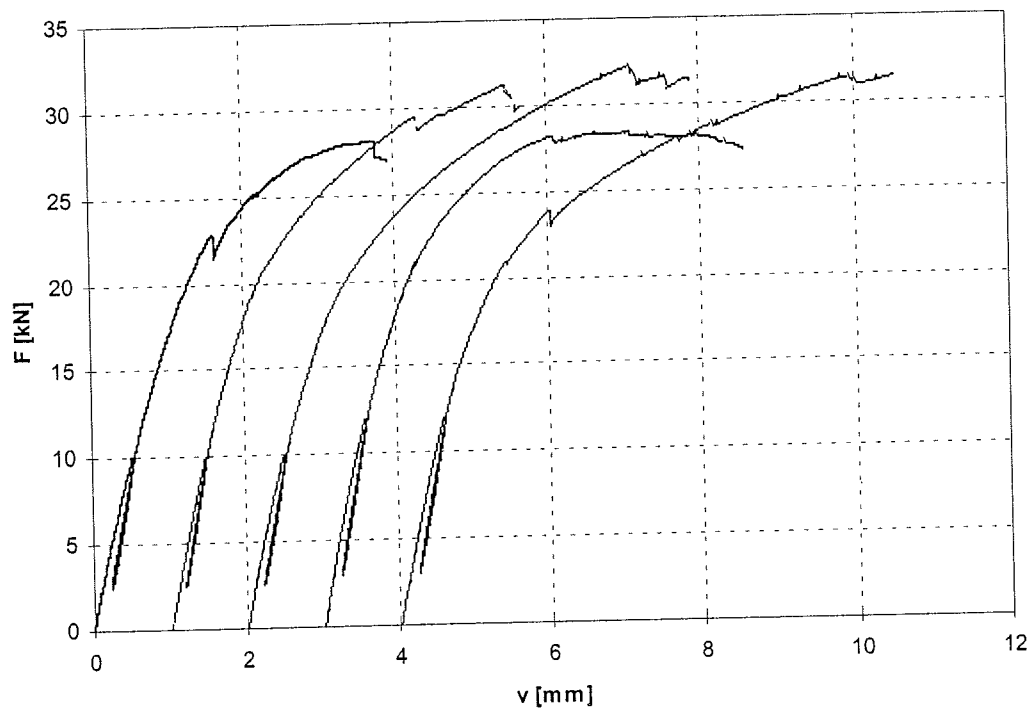


**Bild B-70:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 223218



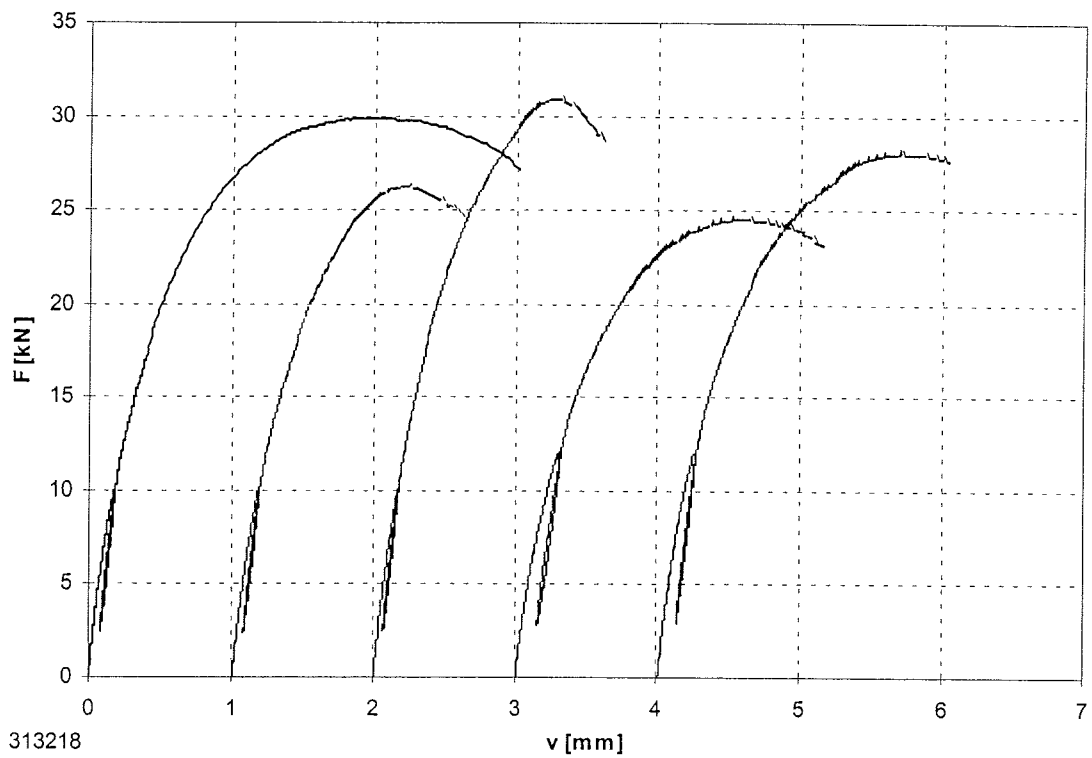
233218

**Bild B-71:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 233218

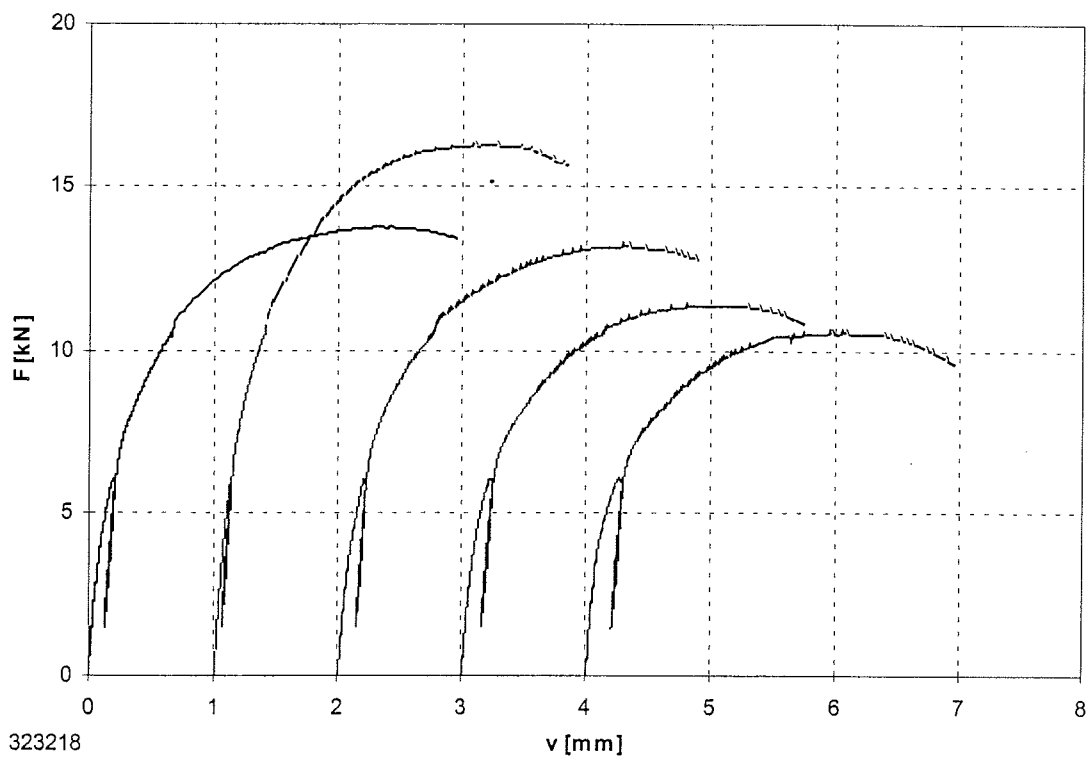


243218

**Bild B-72:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 243218

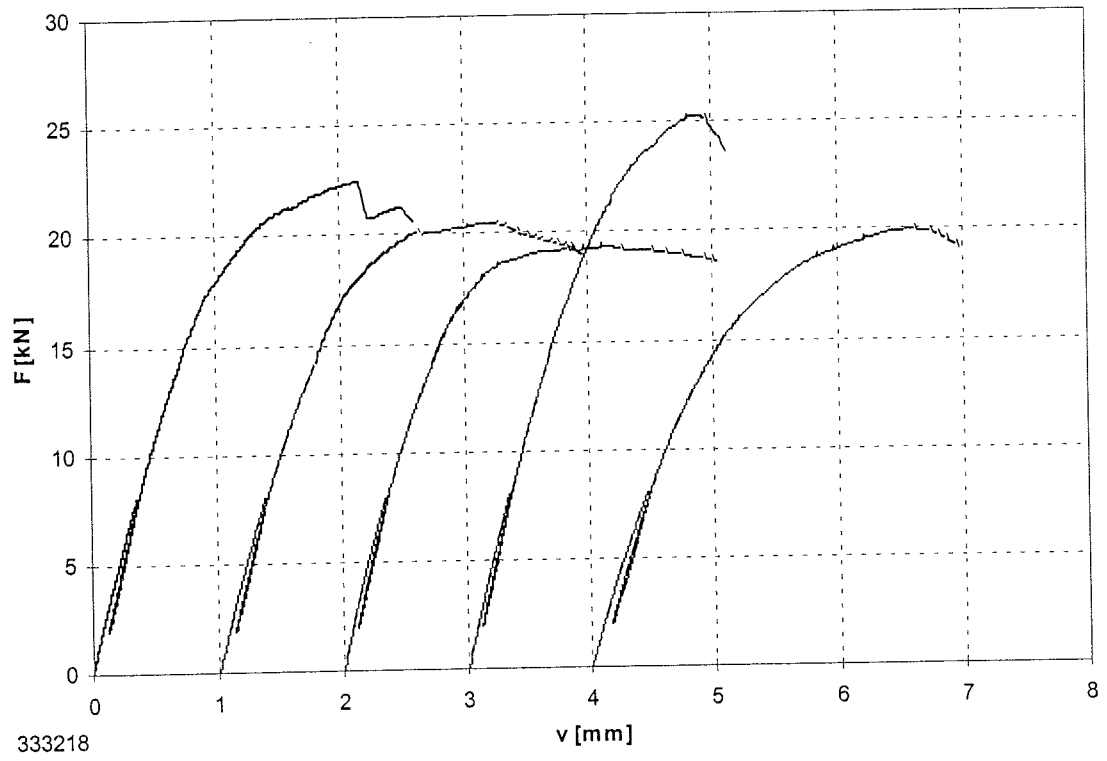


**Bild B-73:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 313218

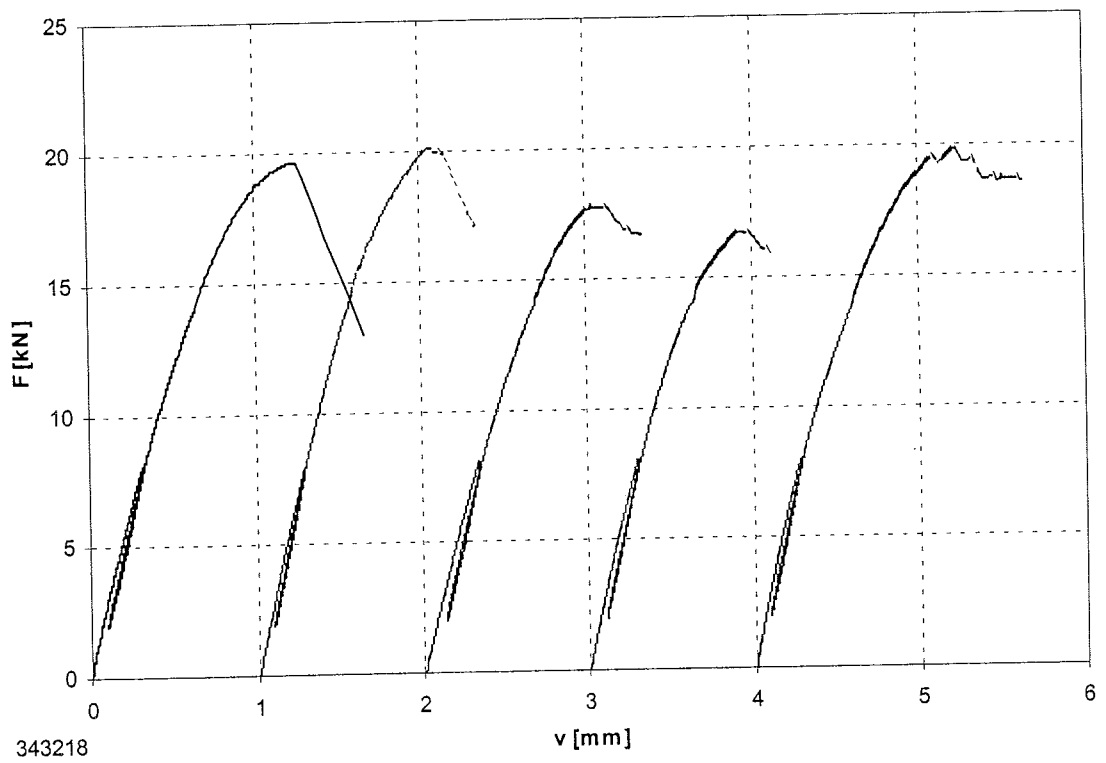


**Bild B-74:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 323218

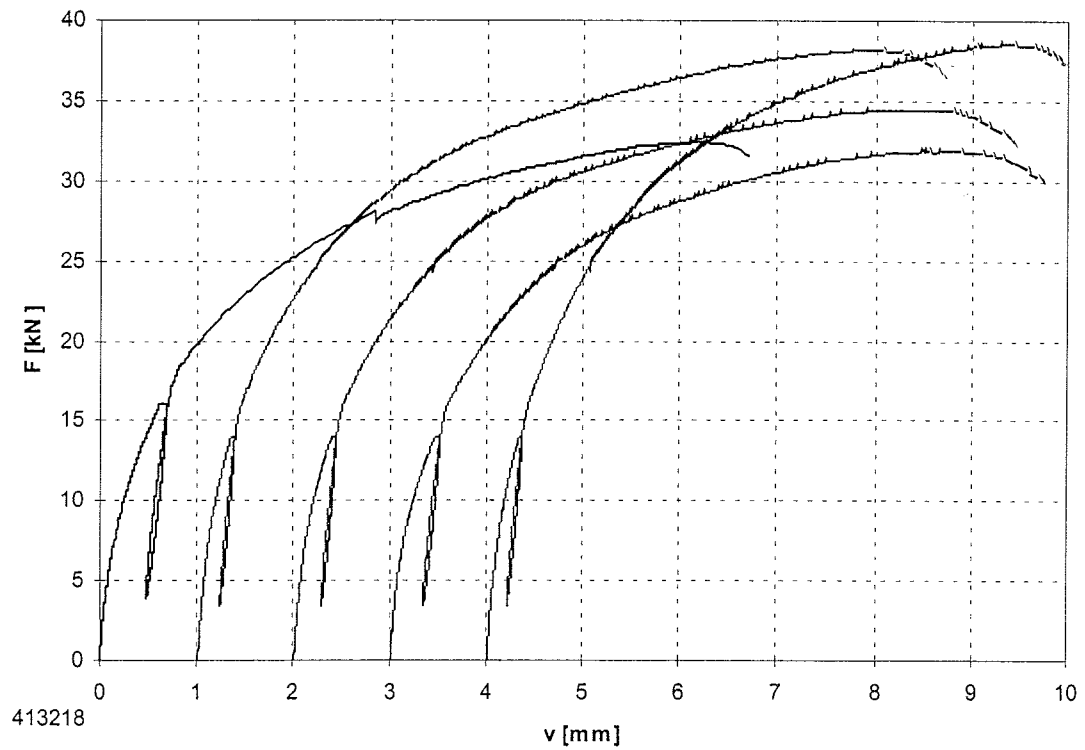




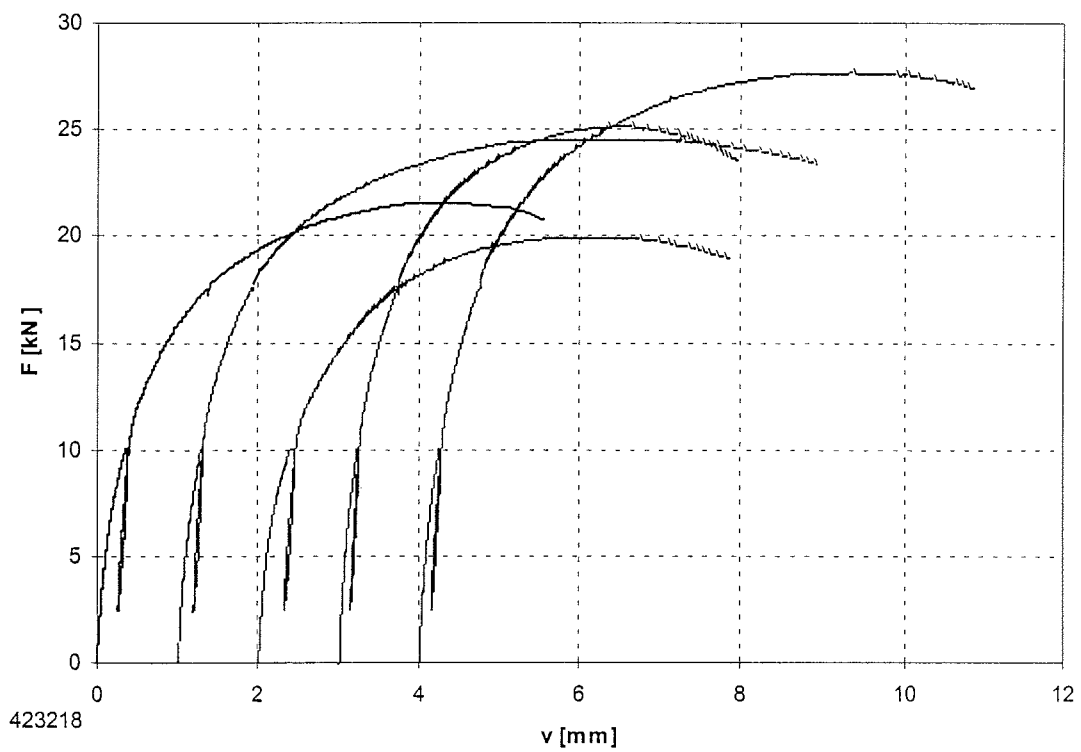
**Bild B-75:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 333218



**Bild B-76:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 343218



**Bild B-77:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 413218



**Bild B-78:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 423218

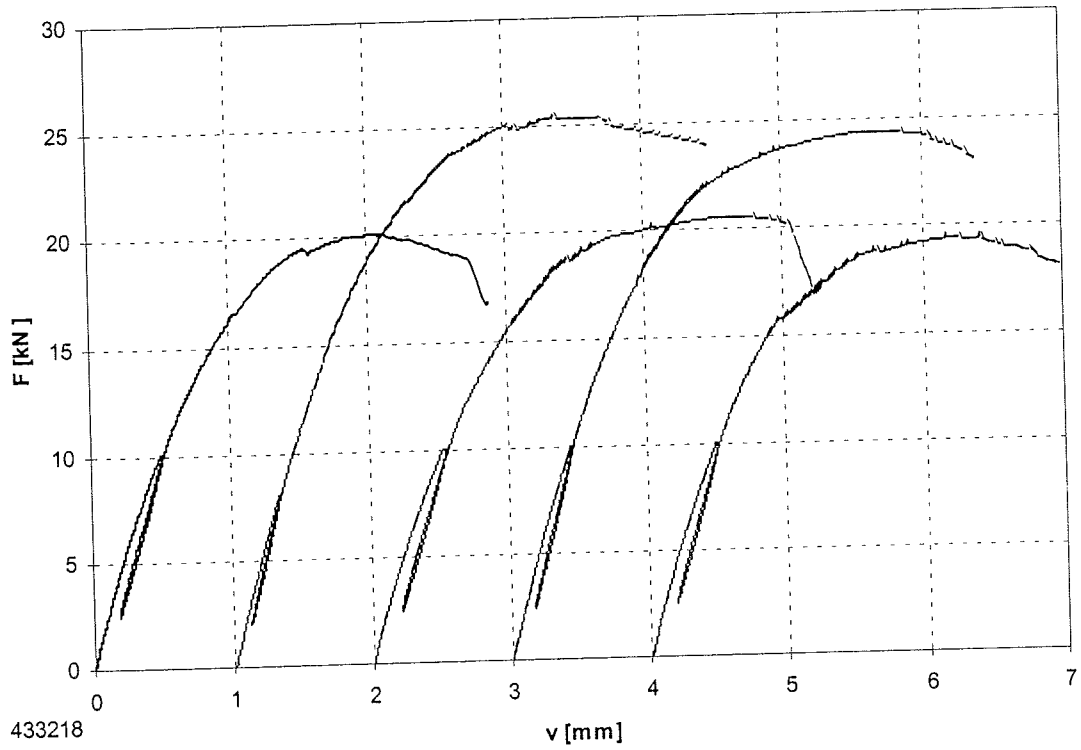


Bild B-79: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 433218

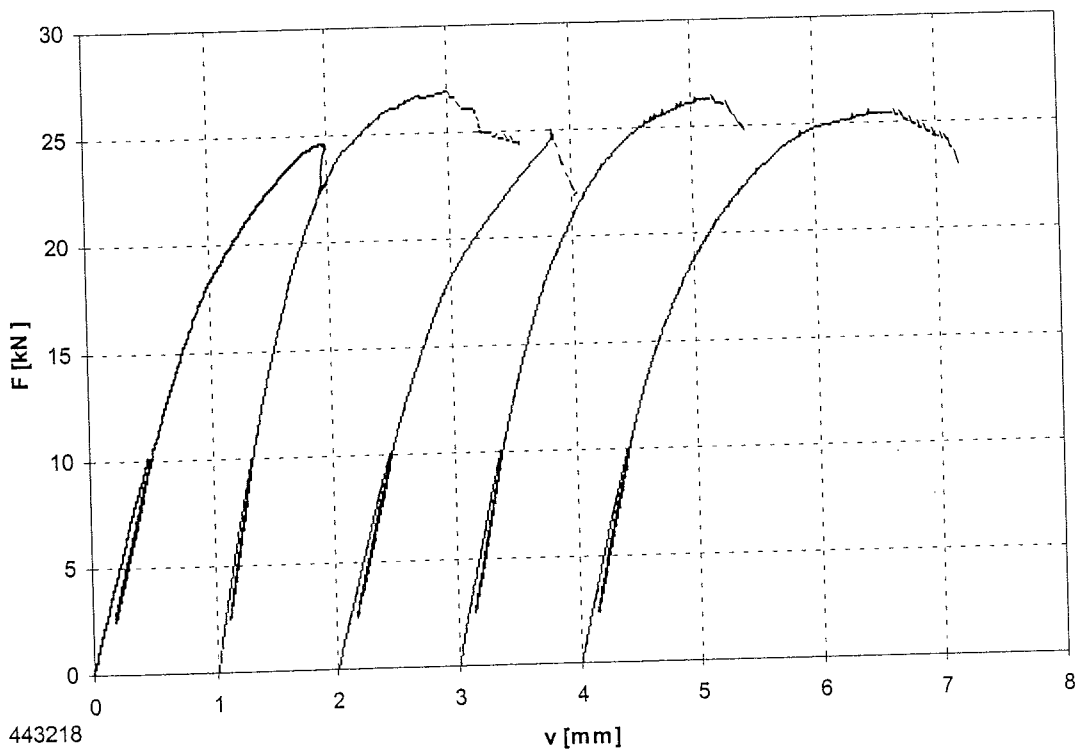
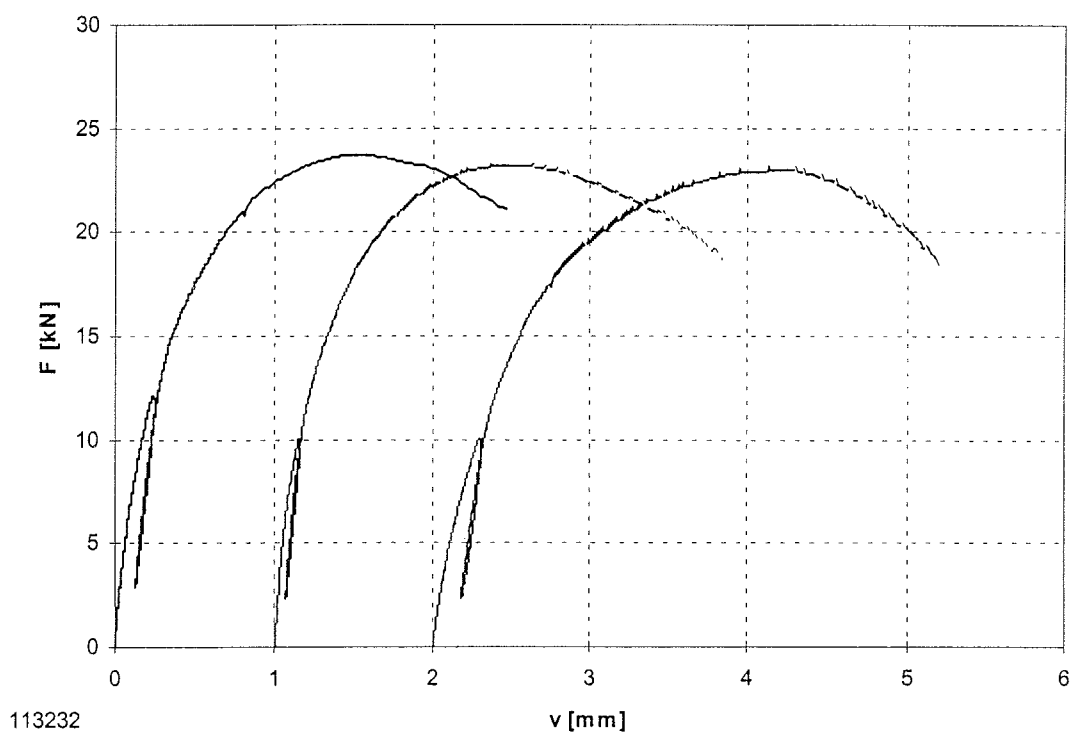
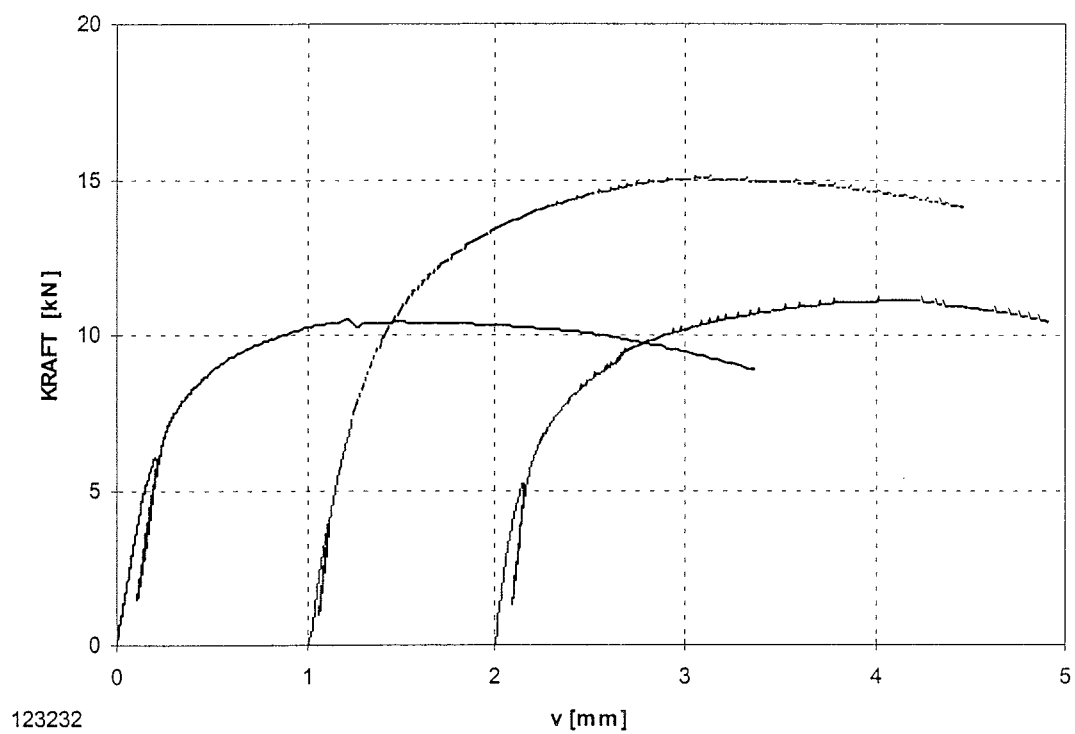


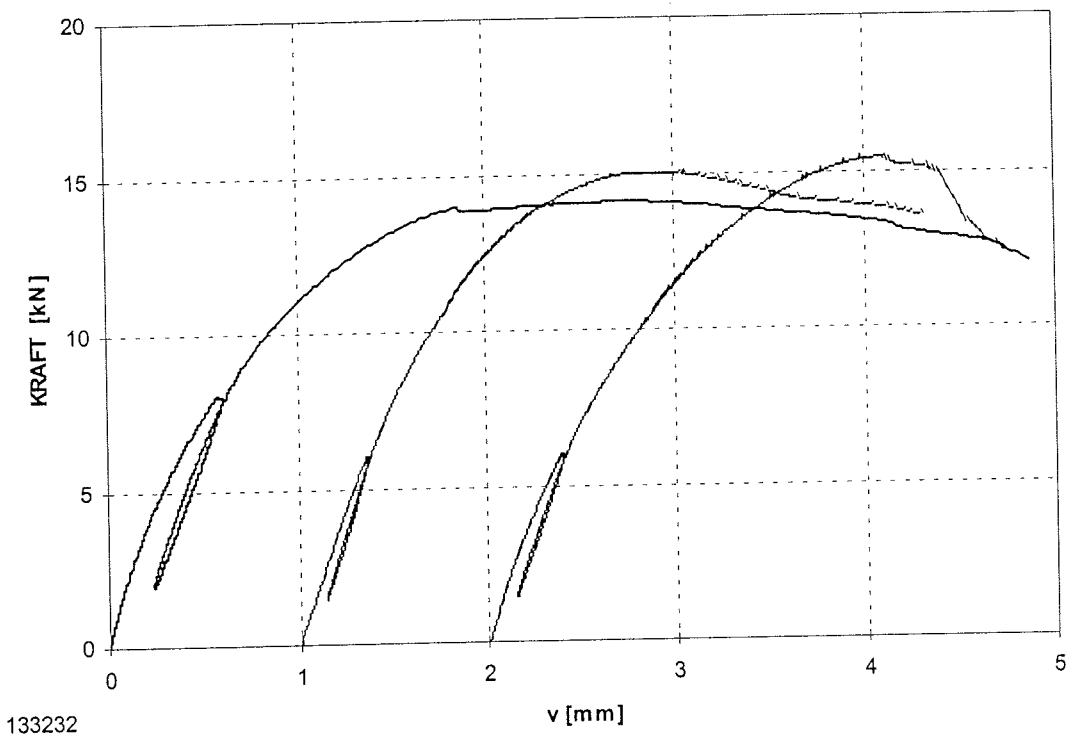
Bild B-80: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 443218



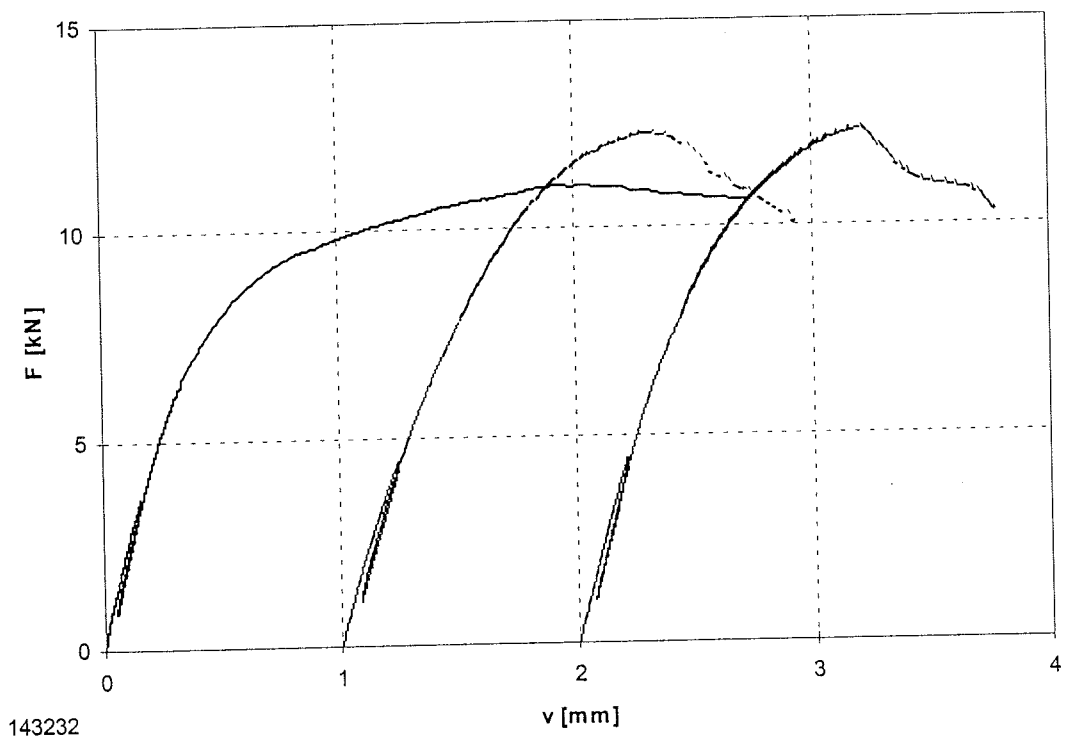
**Bild B-81:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 113232



**Bild B-82:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 123232



**Bild B-83:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 133232



**Bild B-84:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 143232

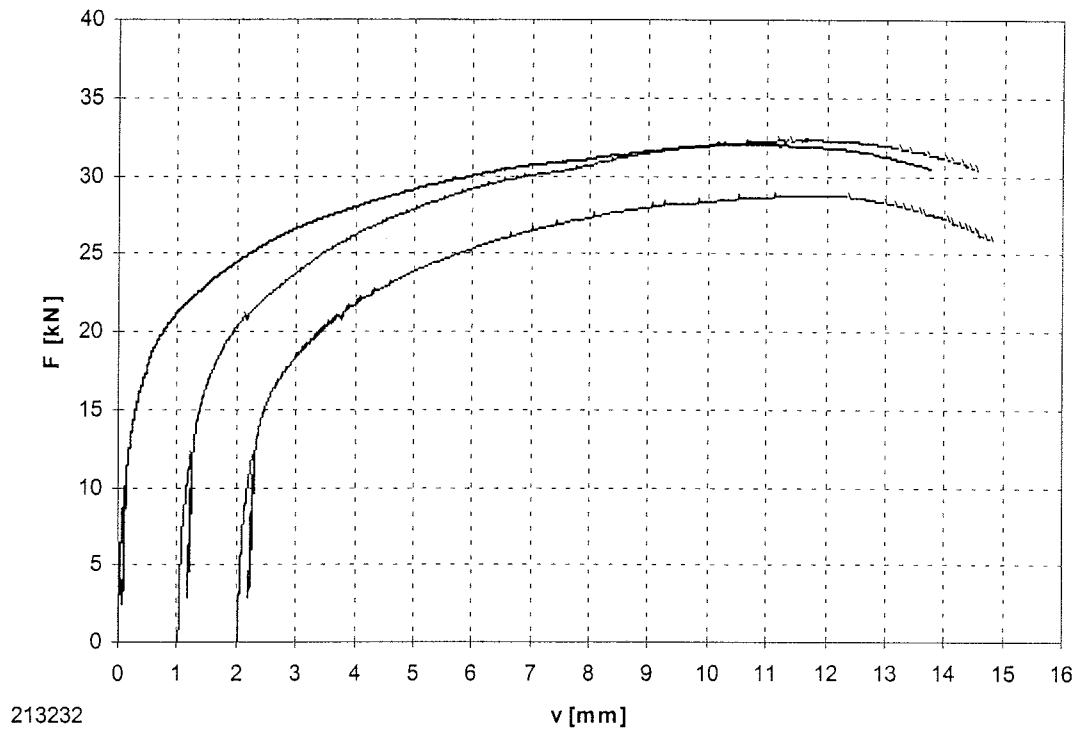


Bild B-85: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 213232

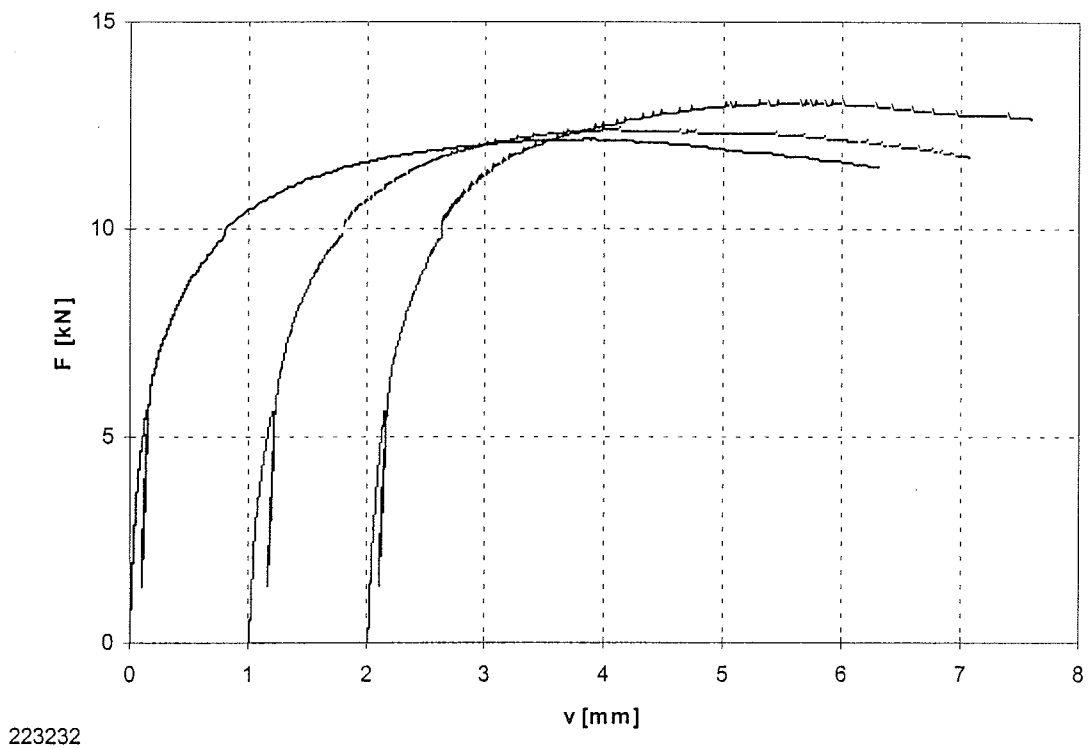
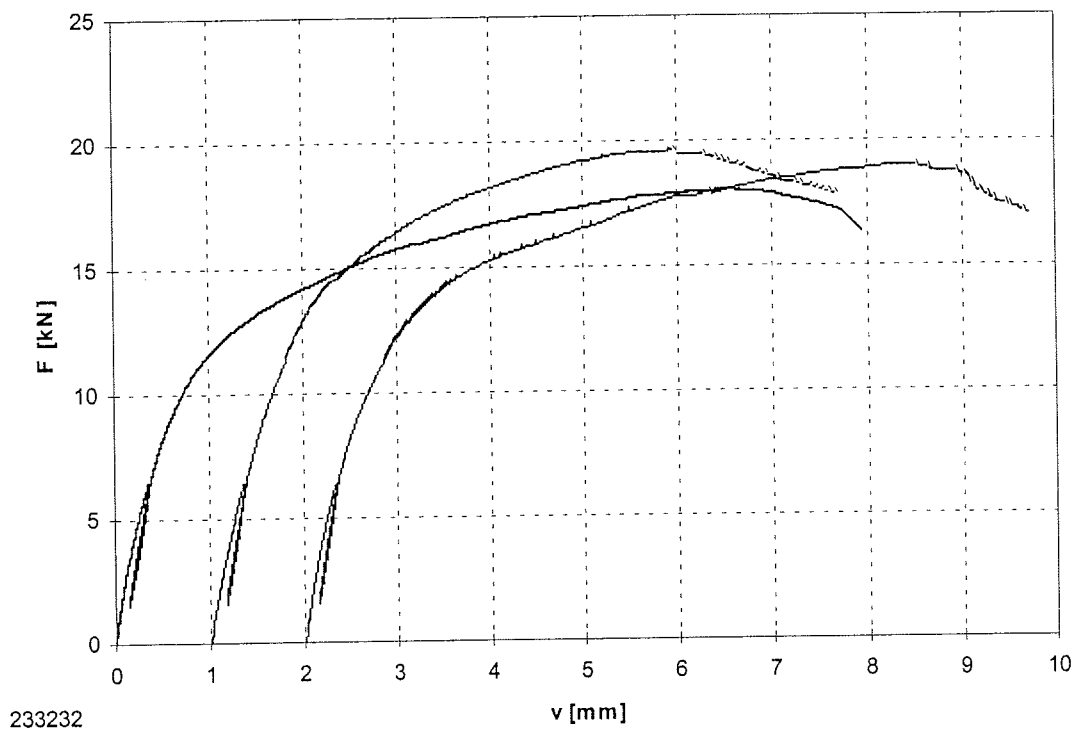
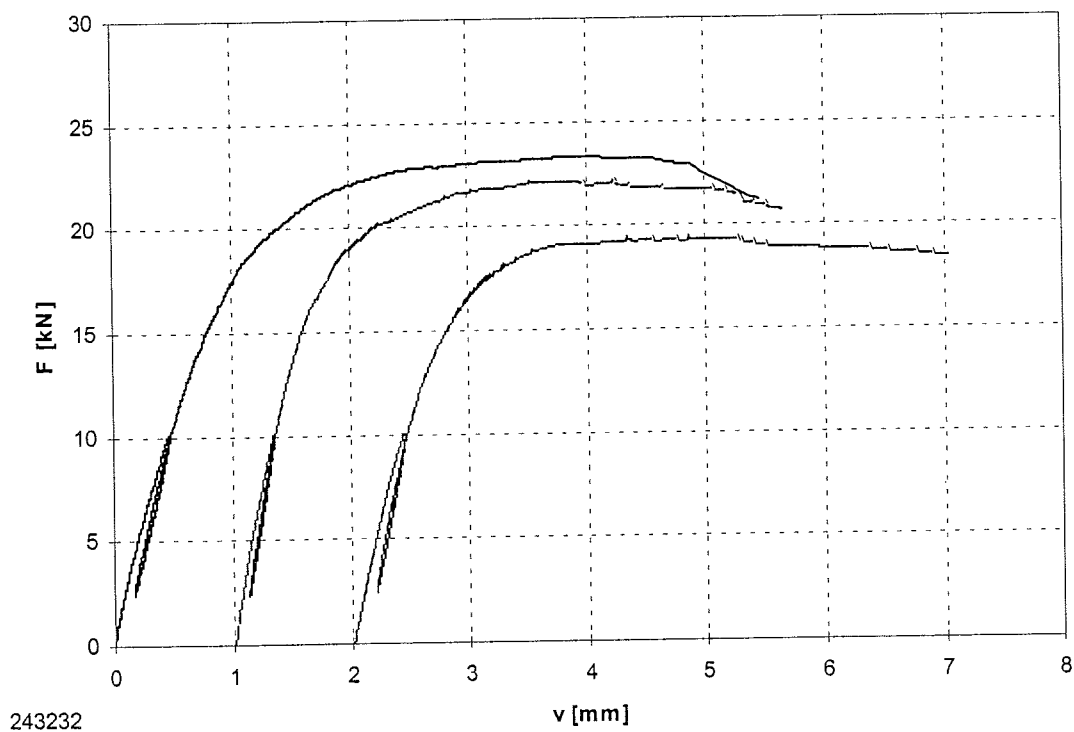


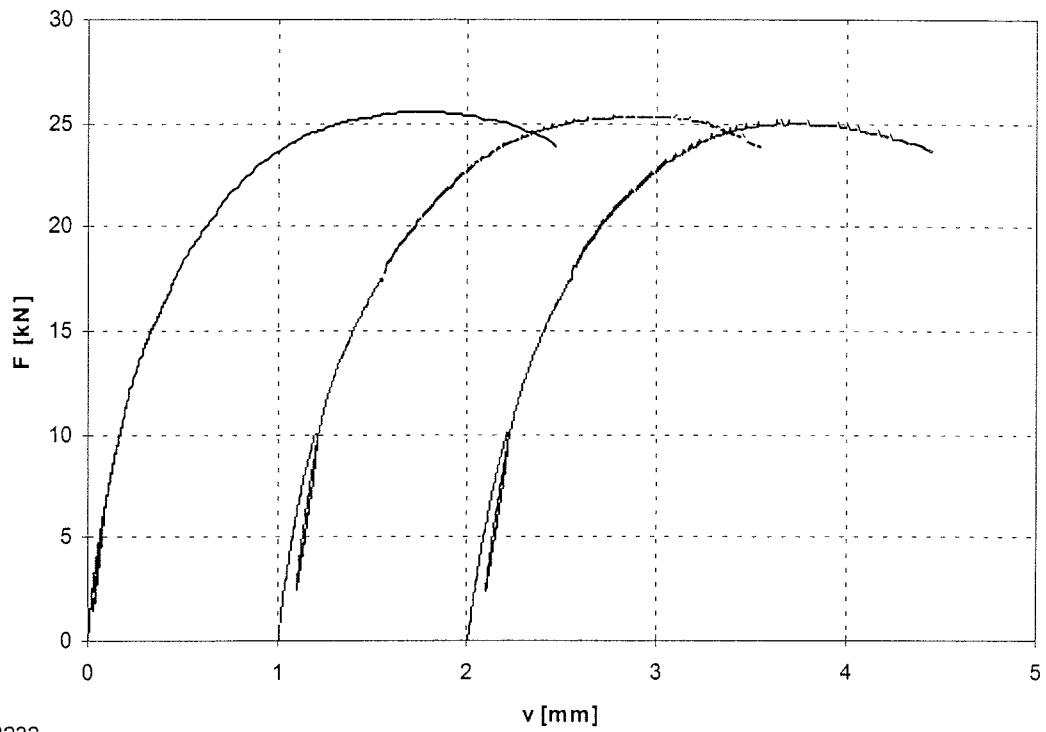
Bild B-86: Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 223232



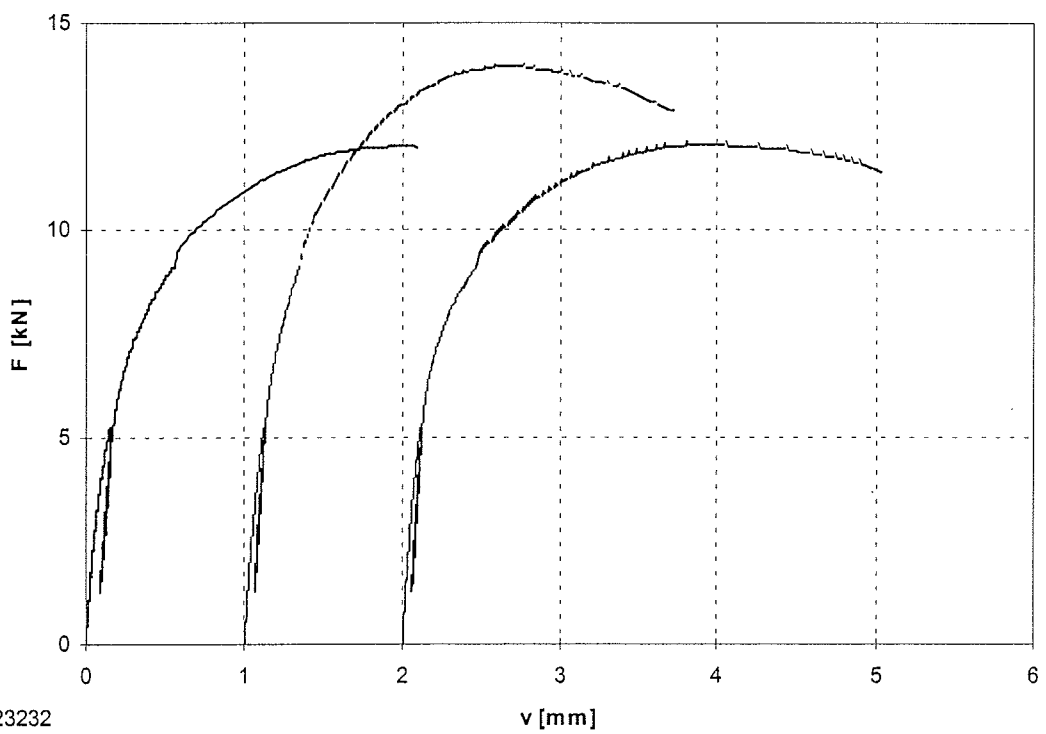
**Bild B-87:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 233232



**Bild B-88:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 243232



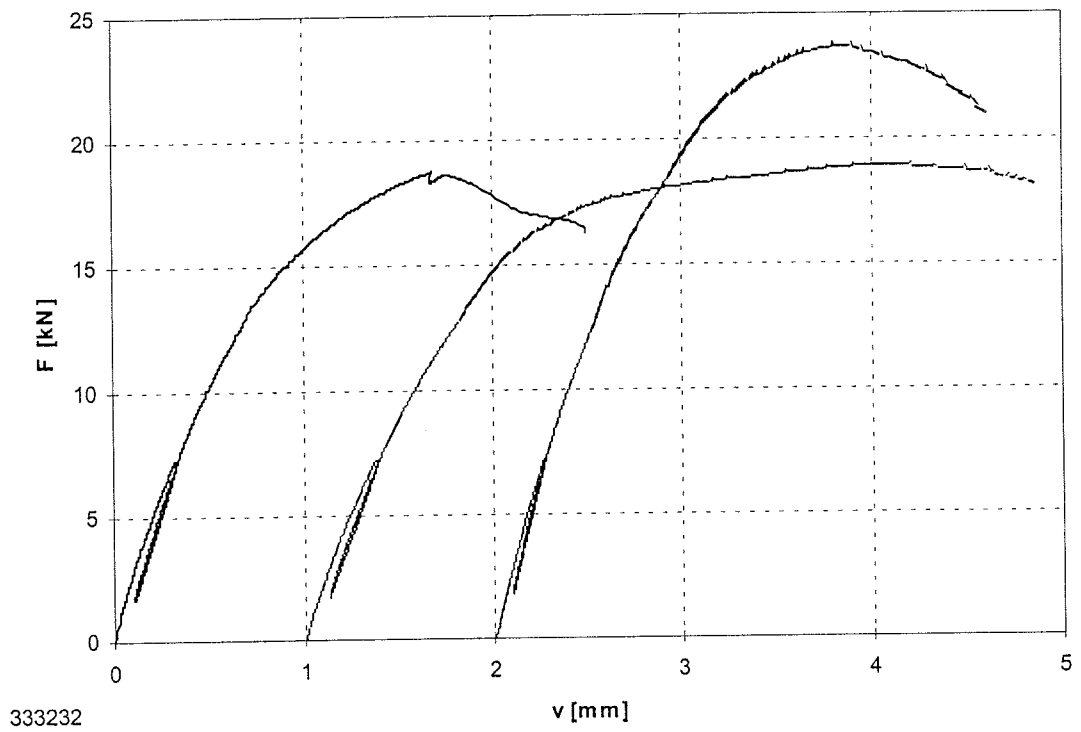
313232

**Bild B-89:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 313232

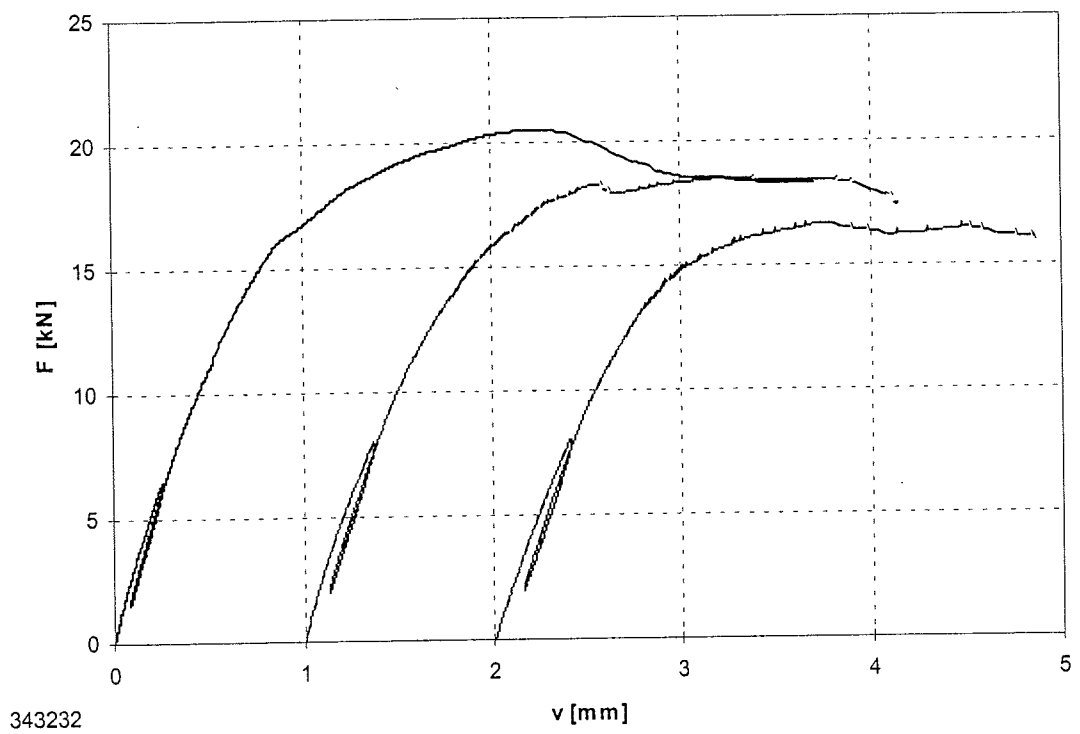
323232

**Bild B-90:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 323232

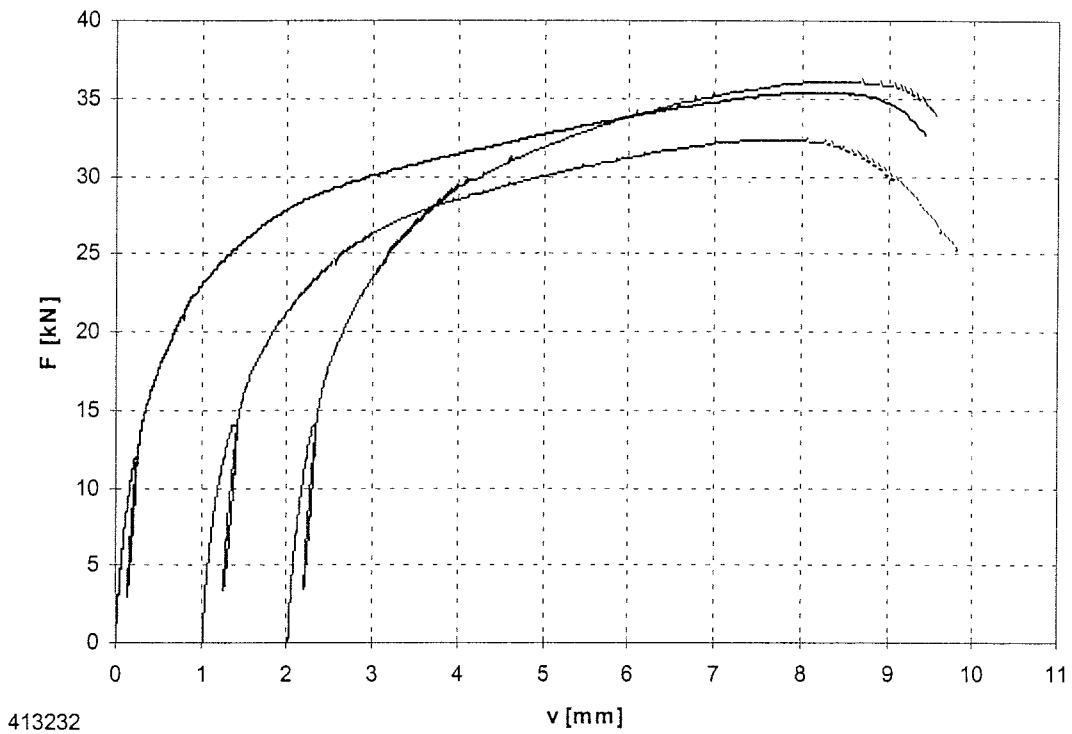
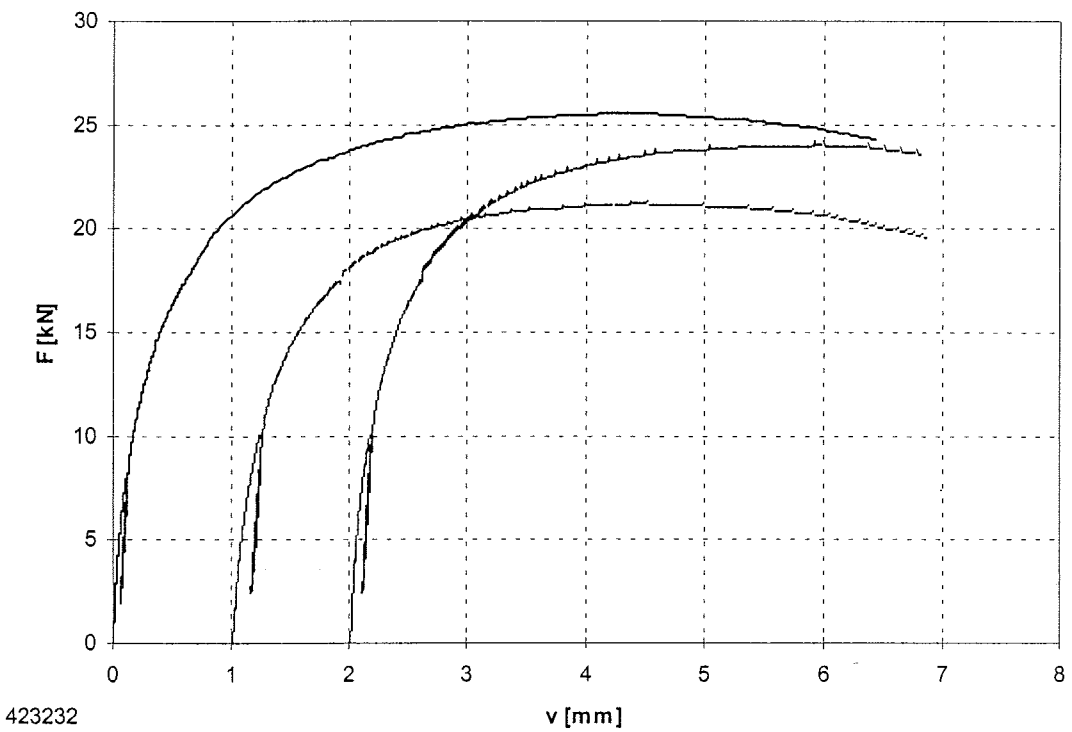


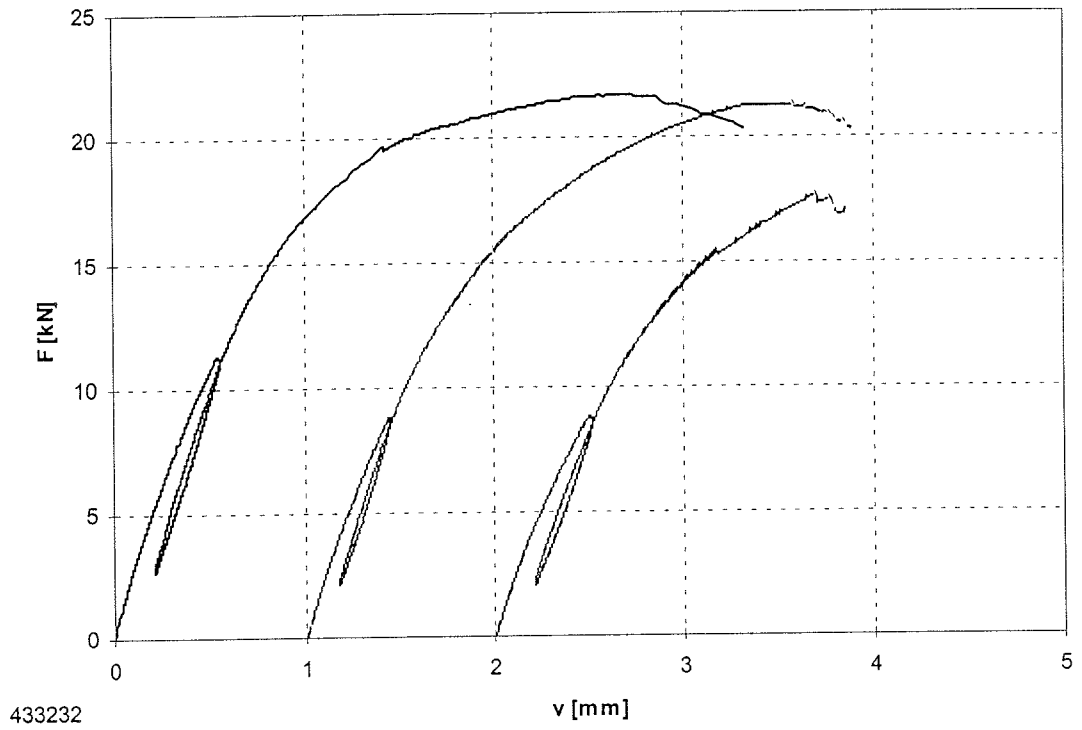


**Bild B-91:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 333232

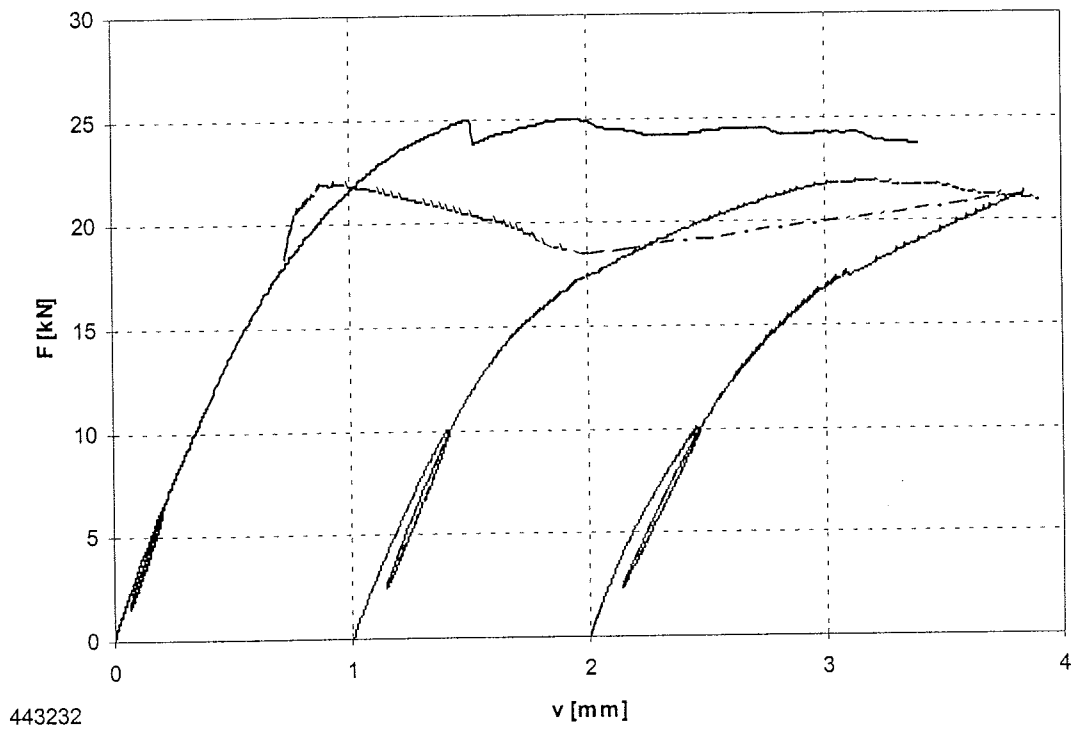


**Bild B-92:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 343232

**Bild B-93:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 413232**Bild B-94:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 423232



**Bild B-95:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 433232



**Bild B-96:** Last-Verschiebungsdiagramm der Versuchsreihe 443232

**Tabelle C-1:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 1 und Winkelkombination 1 (0°, 0°)

	F	F <sub>cor</sub> (c= 0,386)	f <sub>a,0,0</sub>	Einpress- feuchte	Prüf- Feuchte	Rohdichte	K <sub>s</sub>
	[kN]	[kN]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[N/mm /cm <sup>2</sup> ]
111212-1	33,7	31,9	309	11,8	11,8	439	1279
111212-2	31,7	31,2	302	13,6	13,6	395	1054
111212-3	28,9	27,4	265	12,7	12,7	438	1193
111212-4	31,7	31,3	303	12,2	12,2	392	1312
111212-5	33,5	33,1	321	11,9	11,9	392	1168
Mittelwert	31,9	31,0	300	12,4	12,4	411	1201
111812-1	32,1	30,3	293	19,2	13,9	443	1178
111812-2	29,0	27,5	266	19,4	12,8	436	1002
111812-3	28,3	26,8	259	19,0	12,7	438	1027
111812-4	30,1	29,4	285	20,7	11,0	404	899
111812-5	25,5	25,6	248	20,7	10,9	378	763
Mittelwert	29,0	27,9	270	19,8	12,3	420	974
113212-1	33,2	30,8	298	27,9	13,6	463	1036
113212-2	29,5	28,9	280	46,6	13,3	401	837
113212-3	28,3	27,9	270	39,9	13,6	396	810
Mittelwert	30,3	29,2	283	38,1	13,5	420	894
111218-1	26,1	25,7	249	12,5	19,0	395	920
111218-2	31,1	30,1	291	12,5	19,0	414	1224
111218-3	26,1	25,5	247	12,4	19,4	402	920
111218-4	27,7	26,4	256	13,5	19,3	430	1046
111218-5	25,6	25,8	250	11,3	19,1	372	922
Mittelwert	27,3	26,7	259	12,4	19,2	403	1007
113218-1	29,5	29,2	283	46,5	19,7	391	895
113218-2	32,3	31,6	306	80,8	20,6	403	-
113218-3	29,9	28,9	280	29,5	20,0	416	1054
113218-4	26,8	26,7	259	53,0	20,1	384	837
113218-5	25,1	25,1	243	52,0	19,6	379	812
Mittelwert	28,7	28,3	274	52,4	20,0	395	899
113232-1	23,7	23,6	228	35,7	21,4	385	1019
113232-2	23,3	22,9	222	47,0	29,8	398	1160
113232-3	23,0	22,5	218	42,7	40,9	400	587
Mittelwert	23,3	23,0	223	41,8	30,7	394	922

**Tabelle C-2:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 1 und Winkelkombination 2 (90°, 0°)

	F	F <sub>cor</sub> (c= 0,388)	f <sub>a,90,0</sub>	Einpress- feuchte	Prüf- feuchte	Rohdichte	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
	[kN]	[kN]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[kg/m <sup>3</sup> ]	
121212-1	15,4	15,6	230	11,8	11,8	370	1093
121212-2	17,8	17,6	261	11,9	11,9	389	1081
121212-3	16,5	16,6	246	11,8	11,8	372	1093
121212-4	19,0	18,9	279	12,0	12,0	385	1220
121212-5	18,9	17,6	260	12,4	12,4	457	1117
Mittelwert	17,5	17,3	255	12,0	12,0	395	1121
121812-1	17,2	16,1	238	22,1	12,8	448	833
121812-2	16,9	16,4	242	19,5	12,9	413	806
121812-3	16,9	16,1	237	19,4	12,9	433	863
121812-4	15,2	14,9	221	20,7	11,0	397	576
121812-5	15,9	15,7	231	20,6	11,1	395	688
Mittelwert	16,4	15,8	234	20,5	12,1	417	753
123212-1	15,2	14,7	217	26,5	13,5	413	665
123212-2	15,4	14,7	217	30,2	13,6	430	733
123212-3	13,5	12,9	190	27,9	13,1	431	538
Mittelwert	14,7	14,1	208	28,2	13,4	425	645
121218-1	12,9	12,6	187	12,5	18,9	401	774
121218-2	15,7	15,1	223	11,4	19,1	418	1229
121218-3	15,1	14,7	217	14,2	19,3	406	1093
121218-4	12,7	12,0	177	14,2	18,8	443	806
121218-5	14,7	13,9	205	12,0	19,0	439	998
Mittelwert	14,2	13,7	202	12,9	19,0	421	980
123218-1	10,6	10,7	157	57,3	19,1	375	632
123218-2	11,6	11,5	170	65,9	19,6	388	573
123218-3	14,1	13,3	196	48,2	20,1	443	865
123218-4	11,8	11,6	172	66,4	20,7	396	845
123218-5	12,1	12,0	178	56,8	20,4	386	685
Mittelwert	12,0	11,8	175	58,9	20,0	398	720
123232-1	10,5	9,9	147	37,8	36,4	438	963
123232-2	15,1	14,8	218	34,8	13,9	401	1031
123232-3	11,1	11,0	162	42,7	31,0	391	981
Mittelwert	12,2	11,9	176	38,4	27,1	410	991

**Tabelle C-3:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 1 und Winkelkombination 3 (0°, 90°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,491) [kN]	f <sub>a,0,90</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
131212-1	26,4	25,8	194	11,4	11,4	399	221
131212-2	25,5	24,7	186	11,6	11,6	406	242
131212-3	24,6	24,9	187	11,8	11,8	371	229
131212-4	26,9	27,5	207	11,9	11,9	363	225
131212-5	24,9	24,4	184	11,7	11,7	395	188
Mittelwert	25,7	25,5	192	11,7	11,7	387	221
131812-1	23,4	21,8	165	18,8	12,0	437	201
131812-2	26,0	24,3	183	18,6	12,1	435	181
131812-3	24,6	23,1	174	18,9	12,4	431	182
131812-4	26,8	26,4	199	20,6	10,9	393	181
131812-5	23,4	22,9	172	21,1	10,4	398	163
Mittelwert	24,8	23,7	179	19,6	11,6	419	182
133212-1	23,1	21,5	162	26,6	13,1	439	176
133212-2	19,3	18,1	137	28,9	13,0	431	160
133212-3	20,1	19,2	145	25,7	12,9	415	166
Mittelwert	20,8	19,6	148	27,1	13,0	428	167
131218-1	20,0	18,9	143	10,3	18,7	425	155
131218-2	24,2	23,8	179	10,6	18,9	392	169
131218-3	22,2	20,4	153	12,5	18,7	453	186
131218-4	20,8	19,1	144	10,3	18,9	454	163
131218-5	24,8	23,1	174	11,5	19,3	439	191
Mittelwert	22,4	21,1	159	11,0	18,9	433	173
133218-1	20,0	18,8	142	66,7	21,0	429	154
133218-2	18,2	17,8	134	79,9	21,1	397	138
133218-3	20,7	19,9	150	47,6	20,3	411	158
133218-4	21,2	20,0	150	59,5	20,5	430	156
133218-5	22,1	20,7	156	45,5	20,2	433	165
Mittelwert	20,4	19,5	146	59,8	20,6	420	154
133232-1	14,1	13,6	102	64,6	41,5	410	112
133232-2	15,1	14,2	107	40,1	20,9	429	123
133232-3	15,5	15,1	114	-	29,1	400	108
Mittelwert	14,9	14,3	108	52,4	30,5	413	115

**Tabelle C-4:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 1 und Winkelkombination 4 (90°, 90°)

	F	F <sub>cor</sub> (c= 0,742)	f <sub>a,90,90</sub>	Einpress- feuchte	Prüf- feuchte	Rohdichte	K <sub>s</sub>
	[kN]	[kN]	[N/cm <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[N/mm /cm <sup>2</sup> ]
141212-1	14,0	14,1	198	12,0	12,0	376	317
141212-2	15,1	15,0	210	12,1	12,1	385	343
141212-3	13,9	13,9	195	12,4	12,4	380	305
141212-4	15,4	14,3	201	11,6	11,6	420	330
141212-5	17,4	16,5	232	11,6	11,6	407	385
Mittelwert	15,2	14,8	207	11,9	11,9	394	336
141812-1	13,5	12,0	169	17,4	12,1	443	322
141812-2	17,5	16,1	226	19,1	12,2	426	354
141812-3	15,6	13,3	187	16,1	12,4	470	302
141812-4	13,5	13,4	189	20,9	10,5	382	344
141812-5	16,1	15,3	215	19,4	11,0	408	333
Mittelwert	15,2	14,0	197	18,6	11,6	426	331
143212-1	14,8	14,8	208	28,0	13,1	380	267
143212-2	13,7	13,2	185	28,4	12,8	400	306
143212-3	16,1	15,9	223	27,0	13,6	388	305
Mittelwert	14,9	14,6	205	27,8	13,2	389	293
141218-1	13,5	14,3	201	11,8	18,7	352	246
141218-2	15,2	13,0	183	11,9	19,1	467	256
141218-3	13,8	13,2	185	12,0	18,9	404	282
141218-4	14,5	13,4	188	13,2	18,5	424	295
141218-5	13,2	12,4	174	12,5	18,6	413	251
Mittelwert	14,0	13,3	186	12,3	18,8	412	266
143218-1	13,9	13,1	185	54,4	18,5	410	288
143218-2	15,7	15,1	213	45,2	18,9	399	263
143218-3	13,8	12,9	181	74,0	20,9	417	250
143218-4	14,6	12,8	180	50,1	20,5	453	299
143218-5	14,1	13,5	190	57,5	20,7	402	263
Mittelwert	14,4	13,5	190	56,2	19,9	416	272
143232-1	11,0	10,8	152	76,2	40,0	389	285
143232-2	12,3	12,3	173	42,9	28,8	378	239
143232-3	12,3	11,9	168	42,6	42,1	396	288
Mittelwert	11,9	11,7	164	53,9	37,0	388	271

**Tabelle C-5:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 2 und Winkelkombination 1 (0°, 0°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,572) [kN]	f <sub>a,0,0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
211212-1	40,8	38,0	268	12,6	12,6	431	449
211212-2	36,1	34,6	244	11,8	11,8	410	350
211212-3	35,7	33,9	239	11,8	11,8	417	266
211212-4	34,3	32,7	231	11,7	11,7	414	264
211212-5	38,4	37,1	262	12,1	12,1	403	370
Mittelwert	37,1	35,2	249	12,0	12,0	415	340
211812-1	38,4	36,0	254	17,8	12,9	425	270
211812-2	42,5	39,8	281	20,7	13,1	427	347
211812-3	40,3	37,0	261	22,3	12,7	442	356
211812-4	38,4	37,3	263	20,9	11,1	400	263
211812-5	34,8	33,6	237	20,7	11,1	405	230
Mittelwert	38,9	36,7	259	20,5	12,2	420	293
213212-1	43,7	42,7	302	37,2	13,6	395	271
213212-2	40,8	38,8	274	37,9	13,4	414	230
213212-3	41,1	37,9	268	26,4	13,5	437	260
Mittelwert	41,9	39,8	281	33,8	13,5	415	254
211218-1	32,6	31,0	219	13,8	19,5	416	422
211218-2	29,5	28,5	201	11,9	19,1	403	266
211218-3	33,0	31,6	223	12,8	18,7	410	339
211218-4	30,0	30,2	213	13,5	19,3	375	294
211218-5	32,5	32,1	227	13,1	19,1	388	388
Mittelwert	31,5	30,7	217	13,0	19,1	398	342
213218-1	31,6	31,2	220	38,5	18,8	389	215
213218-2	32,9	30,2	213	41,6	18,7	442	222
213218-3	30,1	28,9	204	35,0	19,1	407	210
213218-4	34,9	33,2	235	36,3	19,3	414	261
213218-5	34,2	33,1	234	37,4	19,0	402	243
Mittelwert	32,7	31,3	221	37,8	19,0	411	230
213232-1	32,0	31,8	225	40,0	31,9	384	836
213232-2	32,4	29,3	207	40,6	38,8	454	692
213232-3	38,4	38,7	273	31,3	30,9	375	575
Mittelwert	34,3	33,3	235	37,3	33,9	404	701



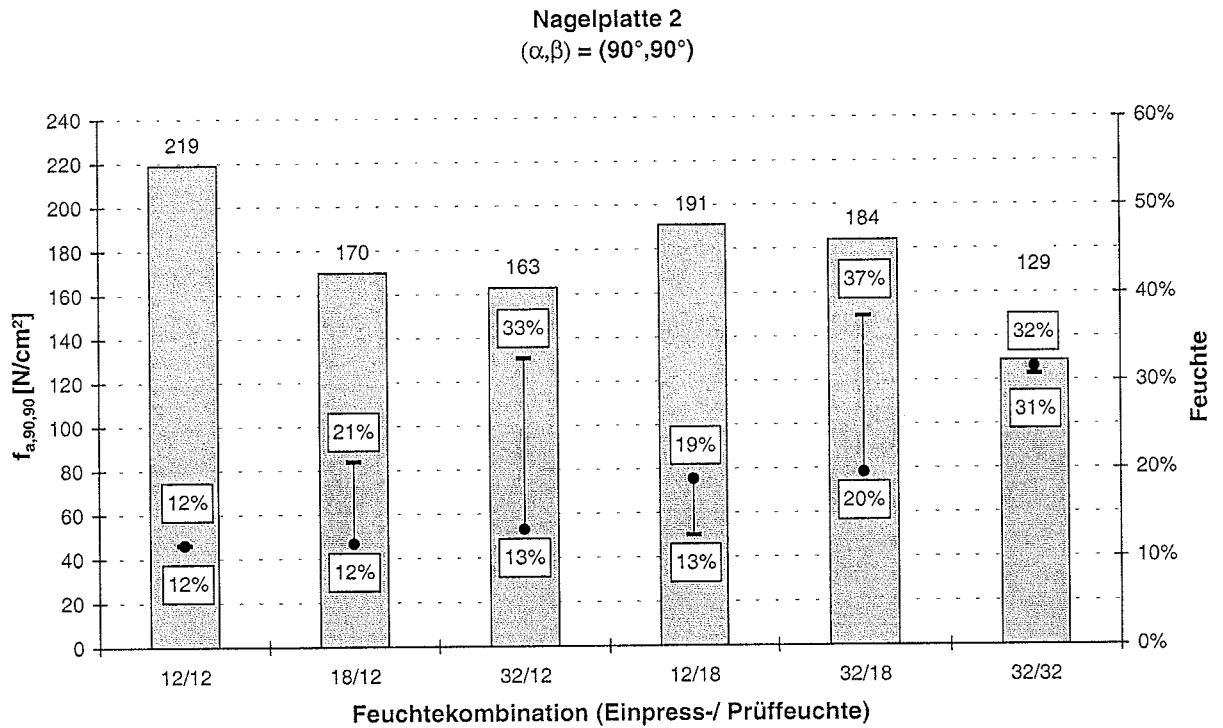
**Tabelle C-6:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 2 und Winkelkombination 2 (90°, 0°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,872) [kN]	f <sub>a,90,0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
221212-1	19,8	19,0	232	11,9	11,9	399	901
221212-2	17,2	18,0	220	11,9	11,9	361	630
221212-3	18,1	16,1	197	12,0	12,0	434	745
221212-4	16,9	16,9	206	12,7	12,7	380	681
221212-5	15,7	16,5	201	11,7	11,7	359	642
Mittelwert	17,5	17,3	211	12,0	12,0	387	720
221812-1	18,5	17,1	209	19,2	12,6	415	527
221812-2	15,8	14,5	177	22,0	12,7	420	408
221812-3	18,4	16,3	199	18,8	12,8	437	510
221812-4	17,3	17,3	211	20,7	11,2	381	366
221812-5	20,1	19,2	234	21,5	11,3	401	537
Mittelwert	18,0	16,9	206	20,4	12,1	411	470
223212-1	16,8	15,8	193	59,5	14,4	407	317
223212-2	16,4	15,1	184	37,0	13,7	418	271
223212-3	16,2	16,7	204	35,4	13,9	366	269
Mittelwert	16,5	15,9	194	44,0	14,0	397	286
221218-1	13,2	12,7	154	12,9	18,9	399	525
221218-2	13,9	13,3	162	13,7	19,3	400	635
221218-3	12,2	12,5	153	12,0	18,8	369	479
221218-4	14,6	15,1	184	12,7	19,4	366	867
221218-5	14,5	13,9	170	11,8	19,3	399	569
Mittelwert	13,7	13,5	165	12,6	19,1	387	615
223218-1	12,6	13,4	164	33,3	19,2	354	283
223218-2	15,1	15,2	186	37,5	19,2	377	327
223218-3	13,5	13,4	164	36,5	19,4	383	276
223218-4	16,3	15,2	186	37,7	19,0	411	654
223218-5	13,7	13,8	168	36,3	19,5	377	520
Mittelwert	14,2	14,2	173	36,3	19,3	380	412
223232-1	12,2	12,0	147	36,1	35,1	386	860
223232-2	12,4	12,1	147	41,8	39,5	392	628
223232-3	13,1	11,8	144	44,3	29,0	428	860
Mittelwert	12,6	12,0	146	40,7	34,5	402	782

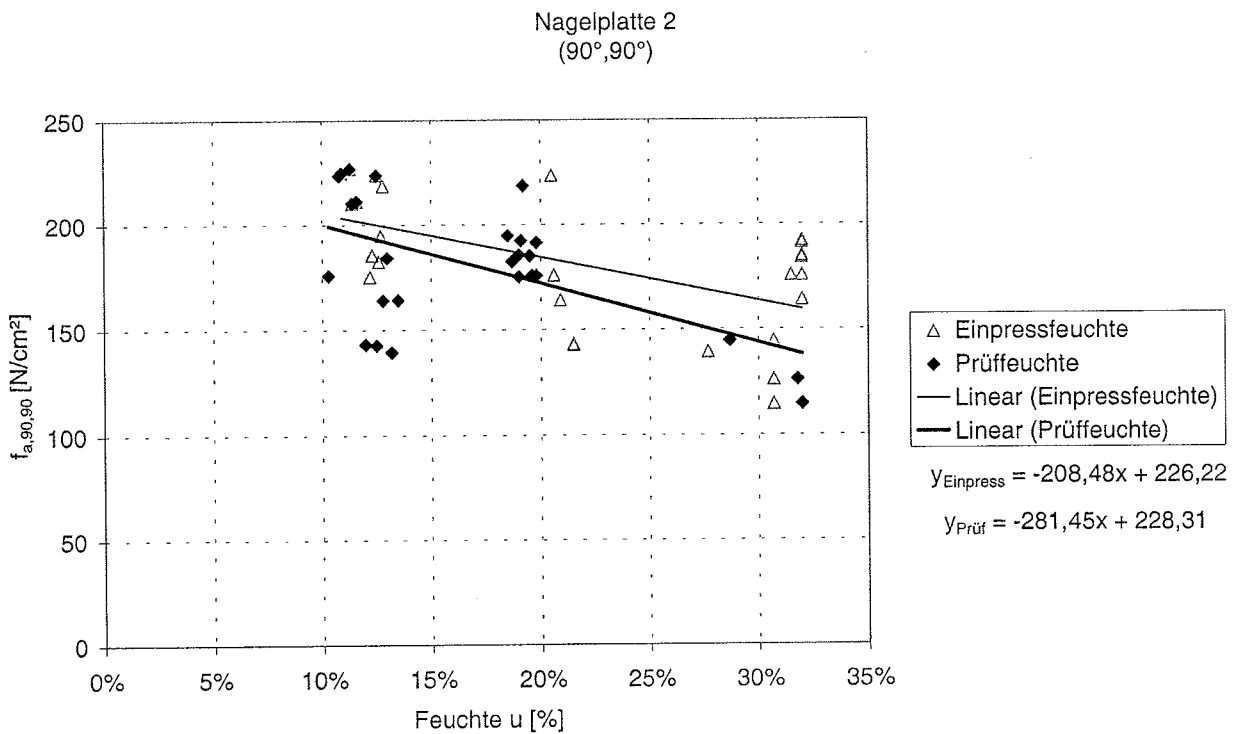
**Tabelle C-7:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 2 und Winkelkombination 3 (0°, 90°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,973) [kN]	f <sub>a,0,90</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
231212-1	24,7	24,5	191	11,4	11,4	383	171
231212-2	20,9	19,5	153	11,5	11,5	407	160
231212-3	22,7	23,3	182	11,2	11,2	370	151
231212-4	25,0	22,4	175	11,5	11,5	425	205
231212-5	24,1	24,7	193	11,4	11,4	371	188
Mittelwert	23,5	22,9	179	11,4	11,4	391	175
231812-1	22,5	21,7	170	19,8	12,4	394	128
231812-2	25,5	22,0	172	19,8	12,3	442	152
231812-3	24,5	17,3	135	38,1	14,0	543	169
231812-4	25,6	24,1	188	20,0	10,5	404	119
231812-5	23,1	22,6	177	20,2	10,6	388	122
Mittelwert	24,2	21,6	168	23,6	12,0	434	138
233212-1	22,9	22,4	175	27,4	13,1	389	113
233212-2	24,6	21,1	165	27,7	12,9	445	120
233212-3	22,7	19,4	152	33,6	12,5	446	127
Mittelwert	23,4	21,0	164	29,6	12,8	427	120
231218-1	21,8	21,2	166	12,4	18,7	391	145
231218-2	22,2	21,0	164	12,7	18,8	402	189
231218-3	19,1	18,3	143	12,0	18,8	398	131
231218-4	23,2	24,0	187	10,8	18,9	367	158
231218-5	21,1	21,2	165	11,9	18,8	379	173
Mittelwert	21,5	21,1	165	12,0	18,8	387	159
233218-1	17,3	17,0	132	33,7	19,3	388	98
233218-2	23,5	19,5	152	36,7	19,6	460	127
233218-3	22,8	21,1	165	39,4	20,0	411	141
233218-4	22,4	20,5	160	37,3	19,1	417	132
233218-5	19,1	19,1	149	36,4	19,8	381	113
Mittelwert	21,0	19,4	152	36,7	19,6	411	122
233232-1	18,1	17,7	139	38,6	32,9	388	131
233232-2	19,7	19,3	150	36,4	29,3	389	132
233232-3	19,0	15,6	122	47,6	42,1	465	139
Mittelwert	18,9	17,5	137	40,9	34,8	414	134

Zu Bild C-8 (Anlage C-20)



Zu Bild C-24 (Anlage C-28)



**Tabelle C-9:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 3 und Winkelkombination 1 (0°, 0°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,336) [kN]	f <sub>a,0,0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
311212-1	29,6	28,6	351	11,3	11,3	420	1701
311212-2	31,2	29,7	363	11,3	11,3	442	1922
311212-3	31,1	31,3	384	11,1	11,1	372	1515
311212-4	31,5	31,0	380	11,6	11,6	399	1483
311212-5	26,9	25,7	315	11,4	11,4	434	1657
Mittelwert	30,1	29,3	359	11,3	11,3	413	1655
311812-1	27,6	27,0	331	19,4	12,7	405	1417
311812-2	31,7	30,1	369	21,4	12,8	444	1561
311812-3	27,9	27,1	332	22,8	12,7	414	1189
311812-4	31,3	30,4	372	21,6	11,8	416	1444
311812-5	24,3	23,9	292	21,5	11,3	401	1098
Mittelwert	28,6	27,7	339	21,3	12,3	416	1342
313212-1	31,6	29,7	364	31,4	13,9	457	1213
313212-2	28,6	27,2	333	31,6	13,8	441	1088
313212-3	31,6	29,7	364	35,0	13,8	457	1248
Mittelwert	30,6	28,9	354	32,7	13,8	452	1183
311218-1	23,9	23,8	292	11,5	18,5	385	2162
311218-2	26,3	24,4	299	12,8	18,9	475	1431
311218-3	22,9	23,7	291	11,9	18,9	341	1049
311218-4	26,7	26,7	327	13,3	19,3	381	1475
311218-5	29,8	29,0	356	12,2	19,1	410	1461
Mittelwert	25,9	25,5	313	12,3	18,9	398	1516
313218-1	29,9	29,4	361	52,7	19,8	398	968
313218-2	26,3	25,9	317	46,3	19,7	398	934
313218-3	31,0	31,6	388	51,6	19,8	358	1069
313218-4	24,6	23,6	289	66,1	20,0	432	909
313218-5	28,1	27,9	342	70,5	20,0	388	1098
Mittelwert	28,0	27,7	339	57,4	19,9	395	996
313232-1	25,6	25,5	312	15,8	38,0	386	1324
313232-2	25,4	23,6	290	31,5	28,7	470	1150
313232-3	25,0	24,0	294	37,8	30,1	431	1105
Mittelwert	25,3	24,4	299	28,4	32,3	429	1193

**Tabelle C-10:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 3 und Winkelkombination 2 (90°, 0°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,478) [kN]	f <sub>a,90,0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
321212-1	14,3	14,7	266	11,4	11,4	361	959
321212-2	16,6	16,1	293	11,2	11,2	404	1456
321212-3	19,5	19,1	347	11,9	11,9	397	1859
321212-4	16,0	15,3	278	11,0	11,0	417	1565
321212-5	13,1	13,2	239	11,4	11,4	376	1206
Mittelwert	15,9	15,7	284	11,4	11,4	391	1409
321812-1	19,8	18,6	337	22,8	13,0	435	1129
321812-2	18,0	16,9	307	21,8	12,9	433	959
321812-3	17,1	15,8	288	21,6	12,8	446	988
321812-4	15,7	15,6	283	21,9	11,9	385	733
321812-5	14,1	13,1	237	21,6	11,8	445	675
Mittelwert	16,9	16,0	290	21,9	12,5	429	897
323212-1	16,0	15,5	282	46,1	13,7	404	810
323212-2	15,6	14,5	264	32,1	13,9	440	1038
323212-3	13,9	13,1	239	37,3	13,4	427	875
Mittelwert	15,2	14,4	262	38,5	13,7	424	908
321218-1	13,2	13,3	242	12,3	19,1	373	1042
321218-2	13,6	14,1	255	12,2	18,6	354	1169
321218-3	16,2	15,2	276	12,3	18,9	433	1304
321218-4	13,7	14,0	254	12,2	18,9	365	744
321218-5	13,7	13,6	247	11,9	18,8	385	1053
Mittelwert	14,1	14,0	255	12,2	18,9	382	1062
323218-1	13,8	13,7	248	55,5	20,0	387	1006
323218-2	16,3	15,5	281	40,7	19,6	423	1554
323218-3	13,2	13,0	235	63,8	20,3	395	955
323218-4	11,4	11,1	201	57,0	19,6	405	864
323218-5	10,6	10,4	188	51,5	19,7	398	737
Mittelwert	13,1	12,7	231	53,7	19,8	402	1023
323232-1	12,1	12,4	224	36,8	30,4	364	1158
323232-2	14,0	13,1	237	36,7	31,0	439	1478
323232-3	12,1	11,8	214	35,1	34,2	402	1550
Mittelwert	12,7	12,4	225	36,2	31,9	402	1396

**Tabelle C-11:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 3 und Winkelkombination 3 (0°, 90°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,372) [kN]	f <sub>a,0,90</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
331212-1	24,1	23,1	190	10,9	10,9	426	211
331212-2	24,5	25,3	208	11,2	11,2	347	228
331212-3	22,1	23,0	189	10,9	10,9	343	242
331212-4	22,1	21,1	174	11,6	11,6	428	212
331212-5	23,4	23,2	191	11,3	11,3	390	174
Mittelwert	23,2	23,1	190	11,2	11,2	387	213
333212-1	23,2	22,9	189	28,7	13,1	392	208
333212-2	23,0	22,3	184	28,0	13,1	411	224
333212-3	29,2	28,1	231	43,1	13,0	420	220
Mittelwert	25,1	24,5	201	33,3	13,1	408	217
331812-1	27,9	26,7	220	18,4	12,5	428	240
331812-2	25,2	25,3	208	19,8	11,9	375	222
331812-3	21,1	21,4	176	20,5	12,1	367	202
331812-4	24,6	24,2	199	21,8	10,5	396	217
331812-5	21,8	21,8	180	21,2	11,2	378	174
Mittelwert	24,1	23,9	196	20,3	11,6	389	211
331218-1	22,2	21,8	179	12,0	18,6	400	172
331218-2	21,1	20,2	166	11,0	19,3	425	148
331218-3	22,4	21,6	178	11,1	19,4	418	197
331218-4	21,8	21,6	178	12,4	18,3	390	169
331218-5	24,1	23,8	196	11,0	19,0	391	230
Mittelwert	22,3	21,8	179	11,5	18,9	405	183
333218-1	22,4	22,2	183	65,3	19,6	387	177
333218-2	20,5	19,7	162	66,6	19,7	423	168
333218-3	19,4	19,1	157	57,5	19,7	395	178
333218-4	25,3	24,7	203	46,0	20,0	405	187
333218-5	20,0	19,7	162	116,5	20,2	398	137
Mittelwert	21,5	21,1	173	70,4	19,8	402	169
333232-1	18,8	18,0	148	-	29,4	424	174
333232-2	19,0	18,4	152	51,9	33,5	412	148
333232-3	23,7	23,2	191	35,7	45,3	404	220
Mittelwert	20,5	19,9	164	43,8	36,1	413	181

**Tabelle C-12:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 3 und Winkelkombination 4 (90°, 90°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,680) [kN]	f <sub>a,90,90</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
341212-1	25,7	27,6	260	11,3	11,3	342	335
341212-2	24,8	23,9	225	12,3	12,3	402	326
341212-3	17,2	16,3	154	10,7	10,7	410	289
341212-4	25,4	25,9	244	11,0	11,0	369	307
341212-5	24,2	22,0	207	11,7	11,7	438	378
Mittelwert	23,5	23,1	218	11,4	11,4	392	327
341812-1	24,5	23,9	225	20,2	12,5	394	290
341812-2	25,1	23,1	218	19,0	12,3	429	338
341812-3	23,1	23,1	217	18,4	12,1	381	283
341812-4	23,4	23,4	221	21,9	11,3	379	305
341812-5	19,4	19,5	184	21,7	11,4	378	254
Mittelwert	23,1	22,6	213	20,2	11,9	392	294
343212-1	23,5	22,2	209	35,3	13,0	413	306
343212-2	25,6	24,2	228	28,7	13,0	412	313
343212-3	28,5	26,0	245	55,4	13,3	435	342
Mittelwert	25,9	24,1	228	39,8	13,1	420	321
341218-1	18,5	17,1	161	12,4	18,9	428	222
341218-2	22,6	21,3	201	12,2	18,8	414	297
341218-3	20,4	20,4	192	12,2	19,0	381	237
341218-4	21,8	21,7	204	10,7	18,9	383	259
341218-5	18,2	18,5	174	11,9	18,9	372	228
Mittelwert	20,3	19,8	186	11,9	18,9	396	248
343218-1	19,6	19,3	182	50,5	14,7	388	231
343218-2	20,2	17,7	167	58,7	25,6	460	261
343218-3	17,8	16,9	159	77,5	20,1	411	221
343218-4	16,8	15,8	149	86,6	14,2	417	248
343218-5	19,9	19,9	187	56,8	18,3	381	259
Mittelwert	18,9	17,9	169	66,0	18,6	411	244
343232-1	20,5	19,0	179	35,5	29,5	426	207
343232-2	18,6	17,9	168	34,4	29,1	403	193
343232-3	16,7	15,4	145	65,4	38,2	429	179
Mittelwert	18,6	17,4	164	45,1	32,3	419	193

**Tabelle C-13:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 4 und Winkelkombination 1 (0°, 0°)

	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,704) [kN]	f <sub>a,0,0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
411212-1	48,2	43,9	331	11,3	11,3	434	596
411212-2	38,5	40,6	306	11,5	11,5	352	475
411212-3	44,2	43,7	330	11,1	11,1	386	526
411212-4	39,3	36,0	271	11,3	11,3	431	443
411212-5	40,6	37,2	280	11,2	11,2	431	484
Mittelwert	42,2	40,3	304	11,3	11,3	407	505
411812-1	51,0	45,5	343	19,2	12,8	447	526
411812-2	47,5	44,2	333	20,0	12,7	421	508
411812-3	45,4	42,2	319	19,0	12,6	421	465
411812-4	37,2	36,1	273	20,7	10,0	396	370
411812-5	38,7	36,7	277	20,7	11,7	410	341
Mittelwert	44,0	40,9	309	19,9	12,0	419	442
413212-1	42,8	38,2	288	43,3	14,0	446	401
413212-2	44,2	39,1	295	36,2	14,0	452	400
413212-3	36,0	31,9	240	47,2	13,5	452	338
Mittelwert	41,0	36,4	275	42,2	13,8	450	380
411218-1	32,2	31,0	234	12,0	19,2	401	372
411218-2	33,1	32,6	246	13,8	19,2	389	363
411218-3	32,6	31,0	234	13,8	19,5	408	372
411218-4	31,5	30,2	228	13,0	19,0	403	369
411218-5	34,5	34,8	263	11,9	19,0	375	368
Mittelwert	32,8	31,9	241	12,9	19,2	395	369
413218-1	32,4	32,5	245	53,6	19,3	378	373
413218-2	38,3	36,7	277	53,5	19,5	403	517
413218-3	34,5	33,8	255	82,8	19,7	391	460
413218-4	32,0	29,7	224	57,5	19,7	423	383
413218-5	38,6	34,9	263	46,7	19,3	438	551
Mittelwert	35,2	33,5	253	58,8	19,5	407	457
413232-1	35,4	33,1	250	42,7	35,2	418	597
413232-2	32,4	30,8	232	35,1	34,4	409	510
413232-3	36,2	33,0	249	30,4	26,3	434	632
Mittelwert	34,7	32,3	243	36,1	32,0	420	580



**Tabelle C-14:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 4 und Winkelkombination 2 (90°, 0°)

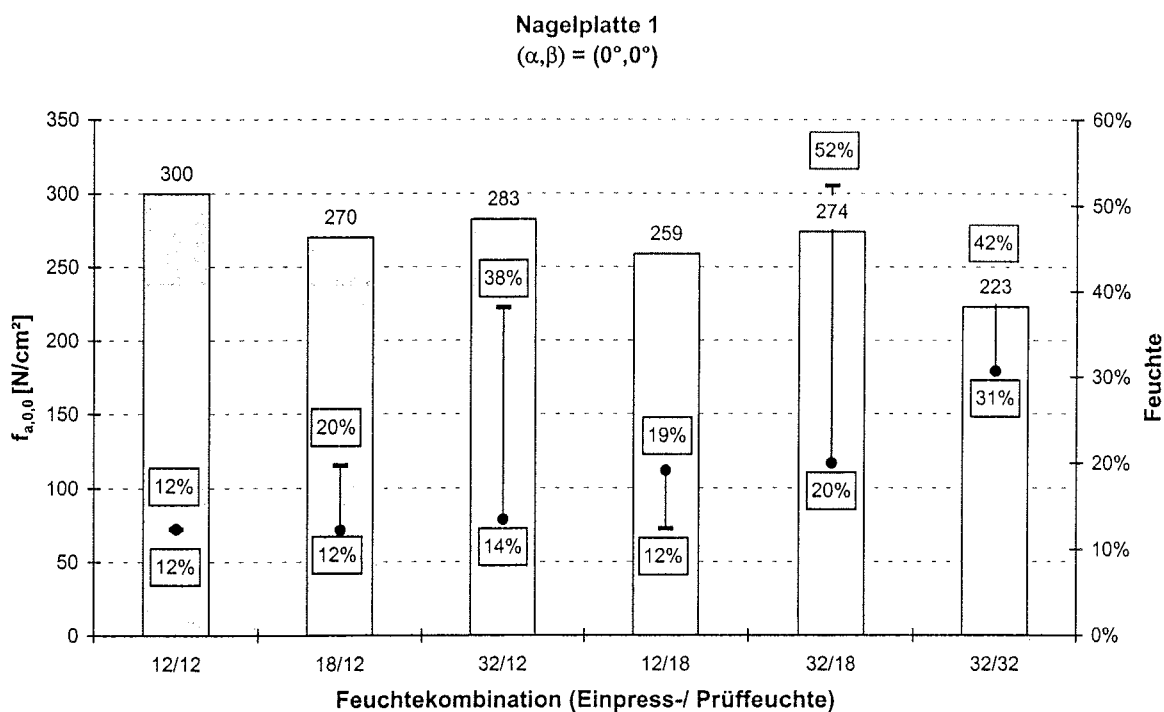
	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,751) [kN]	f <sub>a,90,0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
421212-1	26,3	23,0	213	10,5	10,5	454	1128
421212-2	27,9	27,1	251	11,5	11,5	395	1345
421212-3	22,3	21,1	196	11,3	11,3	408	895
421212-4	20,3	21,6	200	11,3	11,3	350	742
421212-5	26,7	24,2	224	11,1	11,1	433	1139
Mittelwert	24,7	23,4	217	11,1	11,1	408	1050
421812-1	23,2	22,1	204	20,2	12,4	406	599
421812-2	24,7	22,7	210	18,7	12,6	424	786
421812-3	28,2	24,4	226	21,9	13,0	461	914
421812-4	24,4	23,9	221	20,3	11,2	391	716
421812-5	24,7	23,1	213	20,8	11,1	416	692
Mittelwert	25,0	23,2	215	20,4	12,1	420	741
423212-1	24,5	24,3	225	48,2	13,6	384	553
423212-2	21,3	20,5	190	40,8	13,6	399	435
423212-3	24,4	22,3	206	31,6	13,8	428	605
Mittelwert	23,4	22,4	207	40,2	13,7	404	531
421218-1	22,8	22,3	206	11,2	19,3	392	1027
421218-2	23,1	23,1	214	11,0	19,2	379	1080
421218-3	19,9	21,0	194	11,4	19,2	354	853
421218-4	22,5	23,3	215	11,1	19,4	363	929
421218-5	25,8	24,7	229	13,6	18,8	402	1073
Mittelwert	22,8	22,9	212	11,7	19,2	378	992
423218-1	21,6	20,3	188	67,5	19,8	413	459
423218-2	24,6	23,8	220	71,4	20,0	397	588
423218-3	20,0	20,8	192	76,5	19,5	361	398
423218-4	25,2	22,2	205	61,7	24,6	450	720
423218-5	27,7	25,4	235	54,5	19,4	427	659
Mittelwert	23,8	22,5	208	66,3	20,7	410	565
423232-1	25,5	23,2	215	36,7	30,3	431	942
423232-2	21,3	20,9	193	38,5	32,1	390	727
423232-3	24,0	21,4	197	36,4	29,8	444	993
Mittelwert	23,6	21,8	202	37,2	30,7	422	887

**Tabelle C-15:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 4 und Winkelkombination 3 (0°, 90°)

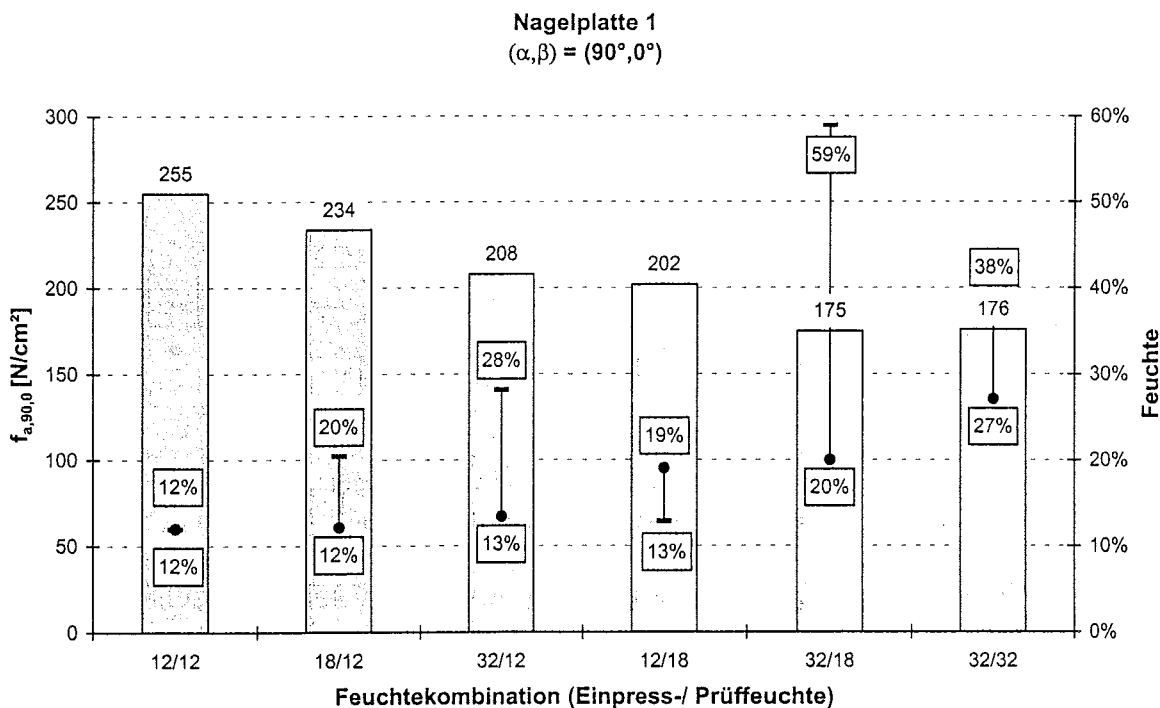
	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,809) [kN]	f <sub>a,0,90</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
431212-1	22,7	22,4	184	10,3	10,3	386	229
431212-2	23,8	22,6	186	11,2	11,2	405	238
431212-3	22,2	23,9	197	10,7	10,7	346	192
431212-4	24,8	24,2	199	10,8	10,8	391	224
431212-5	22,2	21,9	180	11,1	11,1	386	169
Mittelwert	23,1	23,0	189	10,8	10,8	383	211
431812-1	25,9	24,7	203	21,6	12,5	403	201
431812-2	26,3	24,6	202	20,9	12,2	413	194
431812-3	23,1	21,2	175	20,2	12,2	422	178
431812-4	23,8	21,4	176	20,5	10,4	434	179
431812-5	24,3	22,7	187	20,7	10,7	413	225
Mittelwert	24,7	22,9	188	20,8	11,6	417	196
433212-1	21,7	19,9	164	36,2	13,8	423	164
433212-2	26,3	22,8	187	28,1	13,3	454	180
433212-3	26,3	25,2	207	37,9	13,3	401	173
Mittelwert	24,8	22,6	186	34,1	13,5	426	172
431218-1	24,6	23,4	192	11,9	18,6	405	184
431218-2	22,6	24,3	200	12,5	19,0	347	220
431218-3	25,4	23,7	195	12,5	18,9	413	205
431218-4	20,3	20,9	172	12,4	19,1	367	141
431218-5	24,6	22,2	182	12,2	19,0	432	239
Mittelwert	23,5	22,9	188	12,3	18,9	393	198
433218-1	20,1	20,6	170	71,5	19,3	368	160
433218-2	25,4	22,7	187	74,6	19,8	437	182
433218-3	20,6	18,5	152	55,9	19,8	433	147
433218-4	24,5	23,6	194	62,8	19,7	399	180
433218-5	19,4	18,2	150	72,1	19,6	411	160
Mittelwert	22,0	20,7	170	67,4	19,6	410	166
433232-1	21,7	19,5	160	33,1	28,7	435	173
433232-2	21,3	20,1	165	35,3	30,4	409	155
433232-3	17,6	17,3	142	42,3	30,4	389	136
Mittelwert	20,2	18,9	156	36,9	29,8	411	155

**Tabelle C-16:** Ergebnisse der Versuchsreihen mit Nagelplatte 4 und Winkelkombination 4 (90°, 90°)

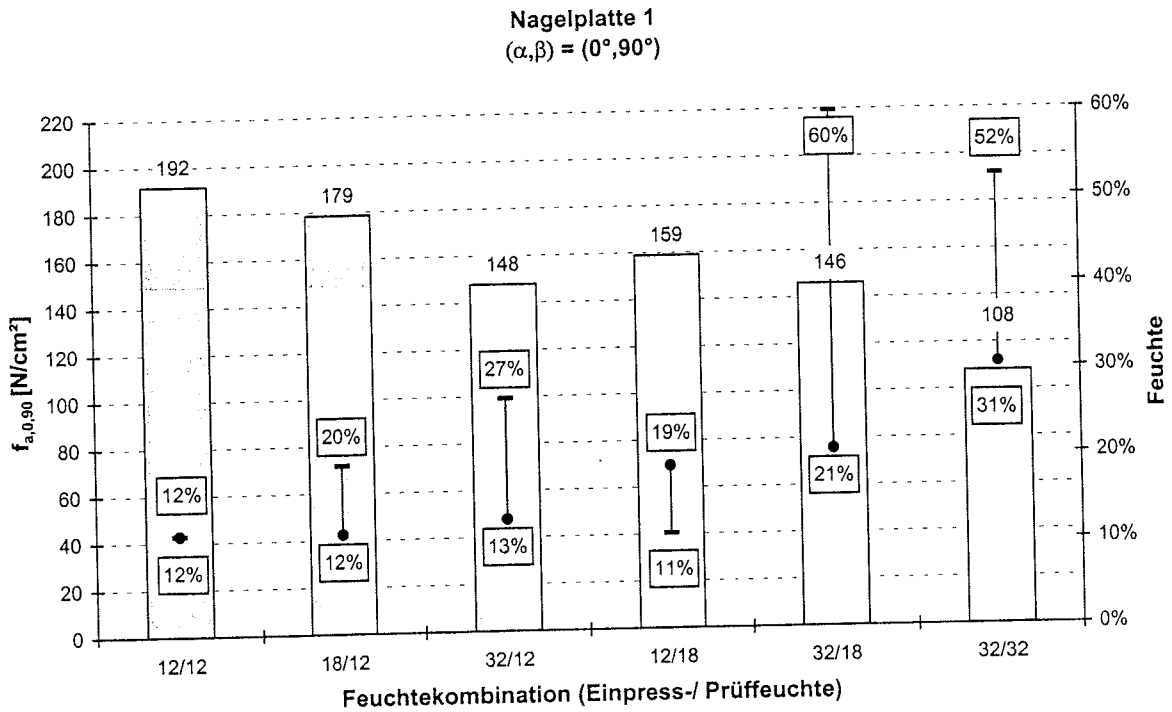
	F [kN]	F <sub>cor</sub> (c= 0,519) [kN]	f <sub>a,90,90</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Einpress- feuchte [%]	Prüf- feuchte [%]	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub> [N/mm /cm <sup>2</sup> ]
441212-1	30,5	30,8	216	11,0	11,0	373	278
441212-2	26,7	25,9	181	11,6	11,6	403	266
441212-3	30,4	28,0	196	10,8	10,8	444	222
441212-4	31,0	31,5	220	10,9	10,9	369	251
441212-5	28,5	27,7	194	10,8	10,8	401	278
Mittelwert	29,4	28,8	202	11,0	11,0	398	259
441812-1	31,0	29,8	209	21,7	12,2	409	256
441812-2	28,9	28,6	200	21,6	12,1	387	210
441812-3	29,4	29,4	206	20,8	12,1	379	264
441812-4	26,1	25,5	178	20,9	11,7	398	254
441812-5	29,9	29,4	206	20,8	10,3	393	213
Mittelwert	29,1	28,6	200	21,2	11,7	393	239
443212-1	24,5	23,8	166	44,3	12,9	403	167
443212-2	30,3	30,7	215	35,8	13,2	371	248
443212-3	29,3	27,4	192	39,8	13,2	433	232
Mittelwert	28,0	27,3	191	40,0	13,1	402	215
441218-1	26,0	26,0	182	12,0	19,1	379	169
441218-2	24,2	25,0	175	11,9	18,9	358	213
441218-3	25,4	24,9	174	13,0	19,3	395	254
441218-4	24,8	24,6	172	11,6	19,2	387	165
441218-5	26,2	25,8	181	10,8	19,0	391	200
Mittelwert	25,3	25,3	177	11,9	19,1	382	200
443218-1	24,6	23,5	165	72,4	19,8	415	144
443218-2	26,9	26,1	183	56,9	19,0	403	218
443218-3	24,9	23,9	167	56,5	19,7	411	148
443218-4	26,3	25,8	181	63,0	19,3	395	183
443218-5	25,5	23,5	165	55,6	19,6	445	165
Mittelwert	25,6	24,6	172	60,9	19,5	414	172
443232-1	25,0	22,9	161	34,4	31,8	449	192
443232-2	22,0	21,2	148	32,1	46,1	409	167
443232-3	22,0	21,5	151	30,9	31,8	396	142
Mittelwert	23,0	21,9	153	32,5	36,6	418	167



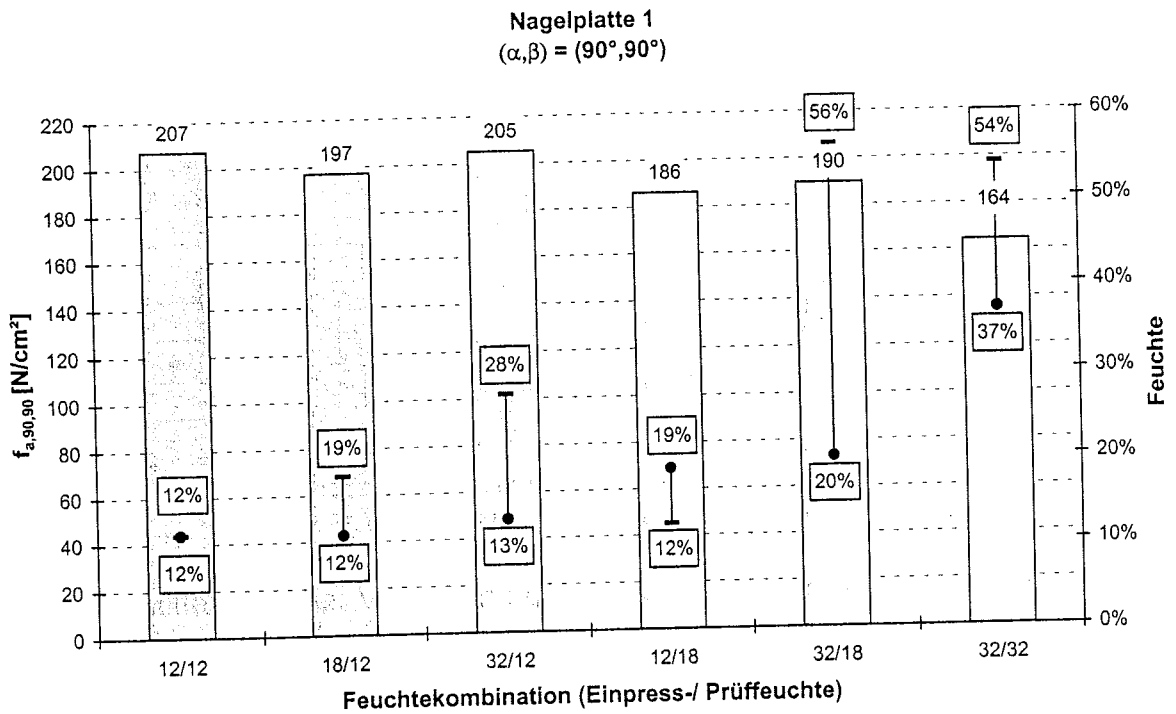
**Bild C-1:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 1 mit Winkelkombination 1



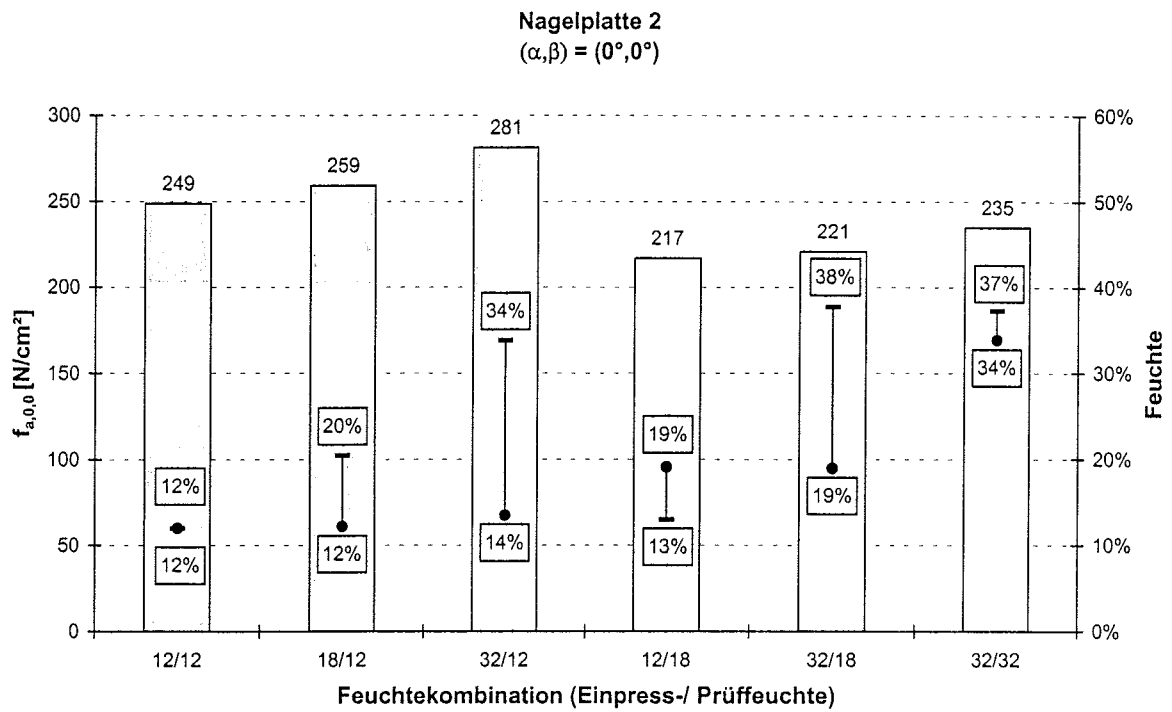
**Bild C-2:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 1 mit Winkelkombination 2



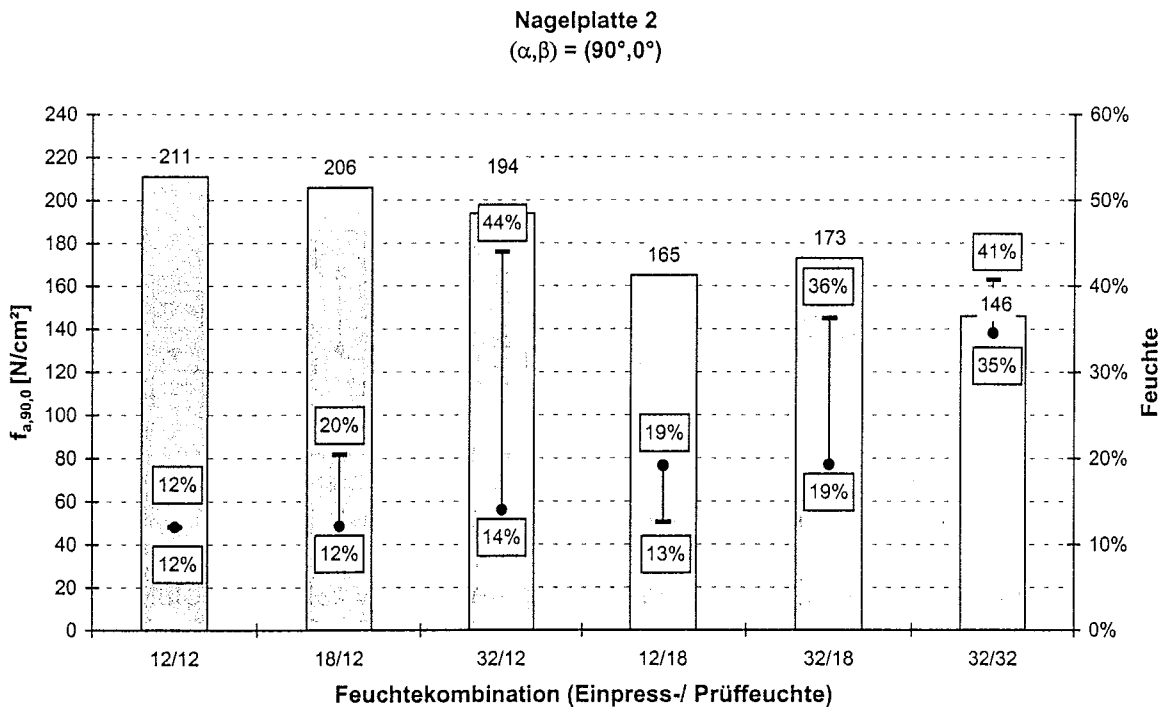
**Bild C-3:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 1 mit Winkelkombination 3



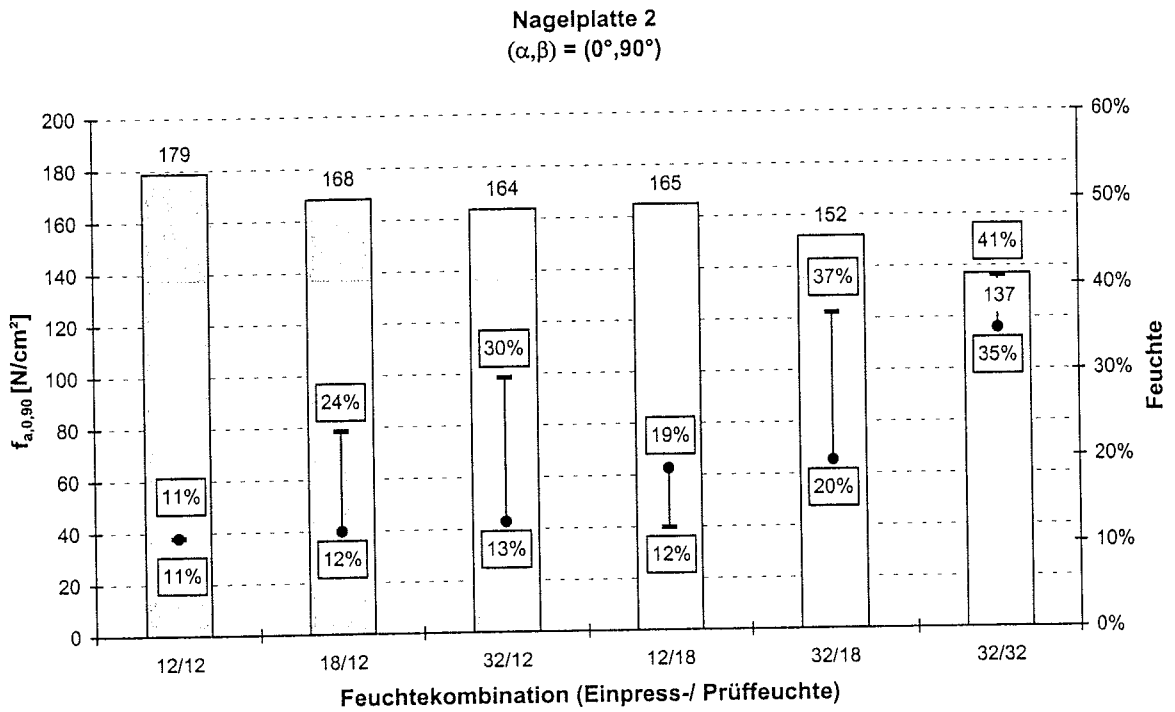
**Bild C-4:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 1 mit Winkelkombination 4



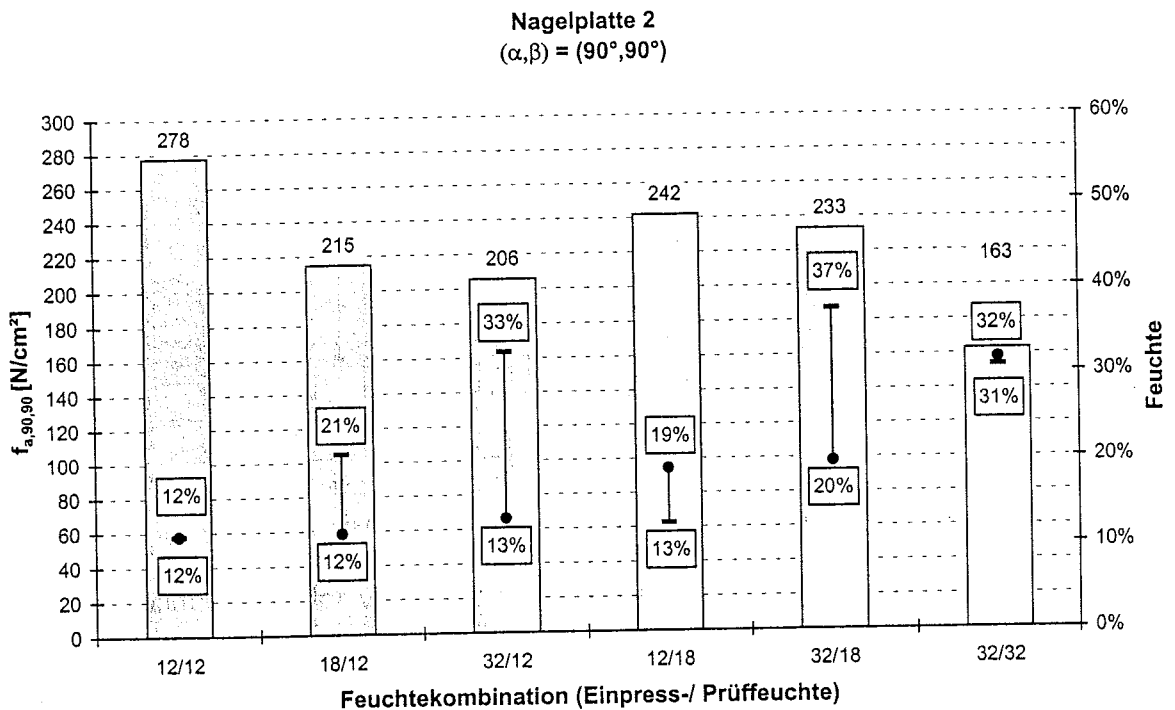
**Bild C-5:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 2 mit Winkelkombination 1



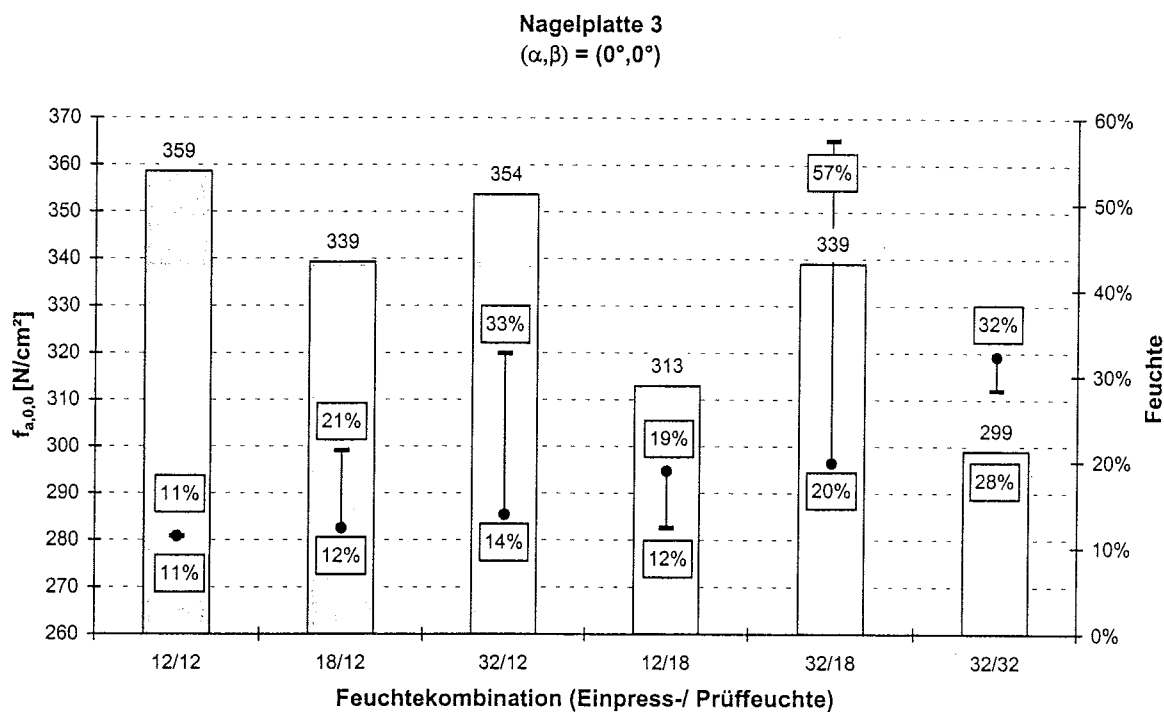
**Bild C-6:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 2 mit Winkelkombination 2



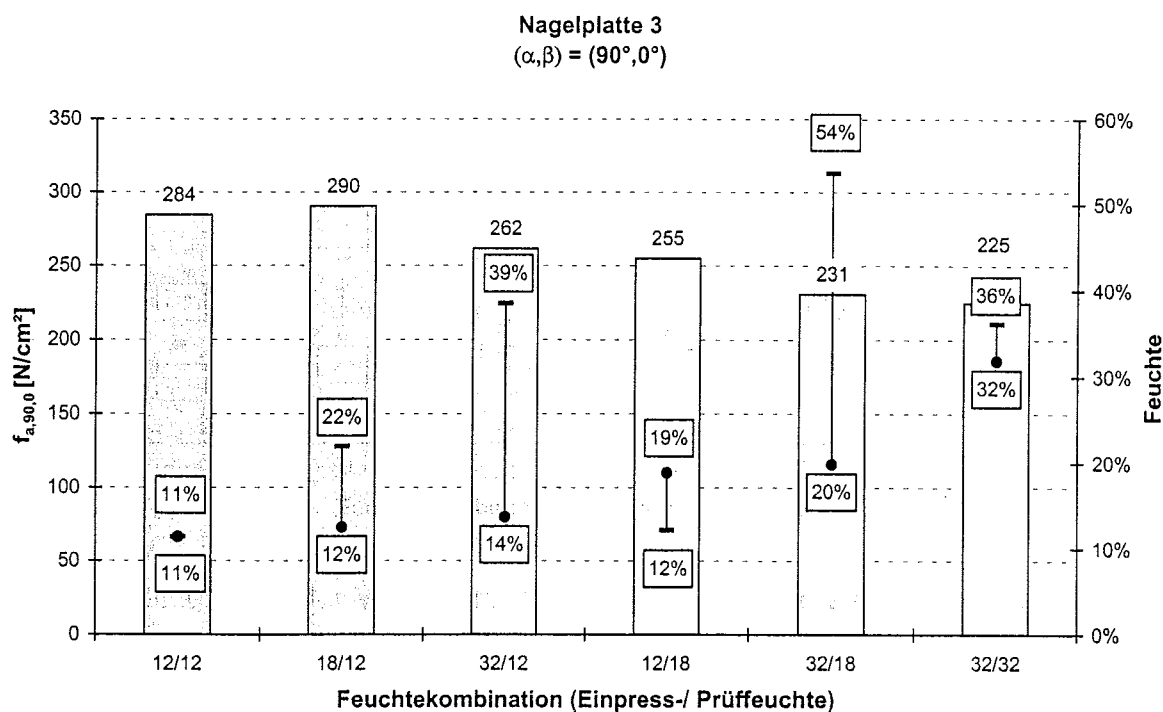
**Bild C-7:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 2 mit Winkelkombination 3



**Bild C-8:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 2 mit Winkelkombination 4



**Bild C-9:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 3 mit Winkelkombination 1



**Bild C-10:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 3 mit Winkelkombination 2



Nagelplatte 3  
 $(\alpha, \beta) = (0^\circ, 90^\circ)$

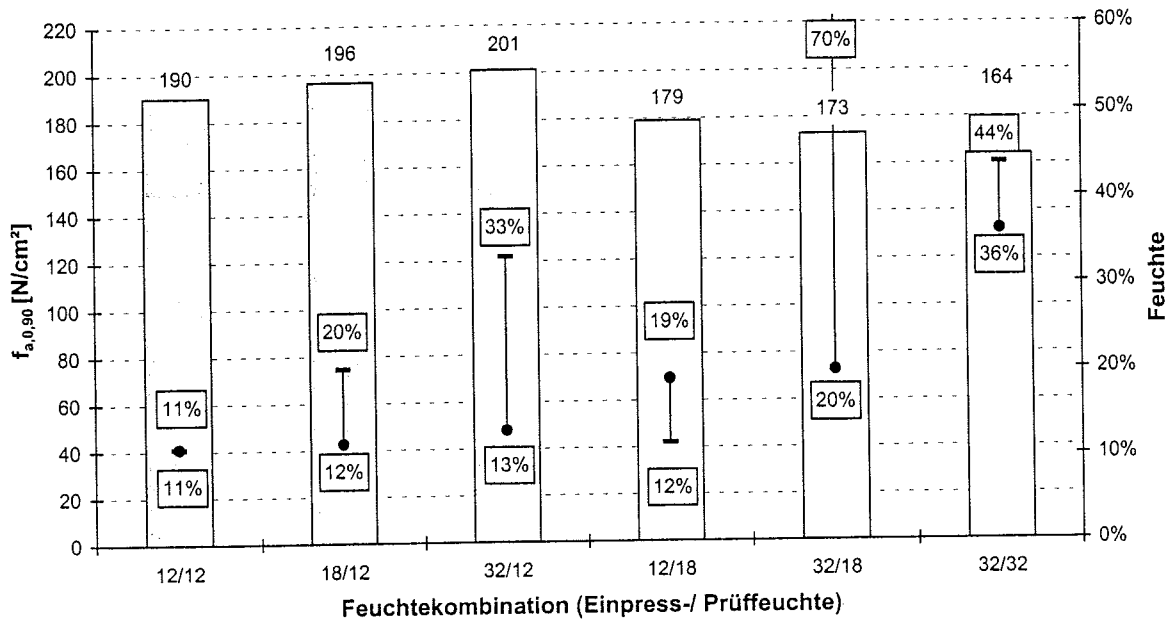


Bild C-11: Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 3 mit Winkelkombination 3

Nagelplatte 3  
 $(\alpha, \beta) = (90^\circ, 90^\circ)$

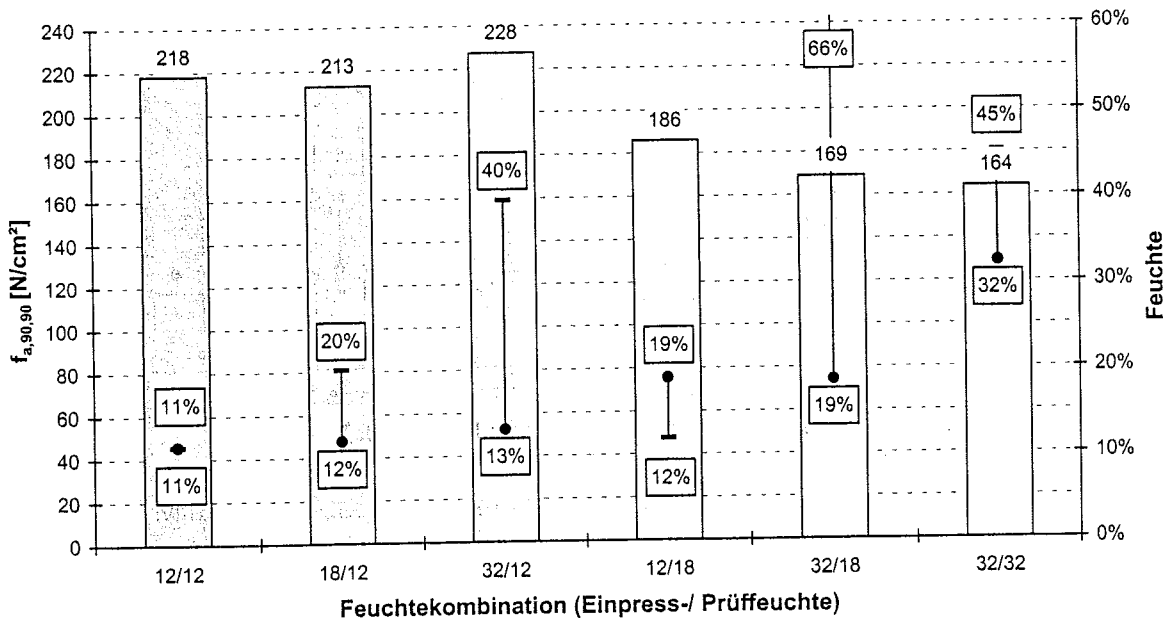
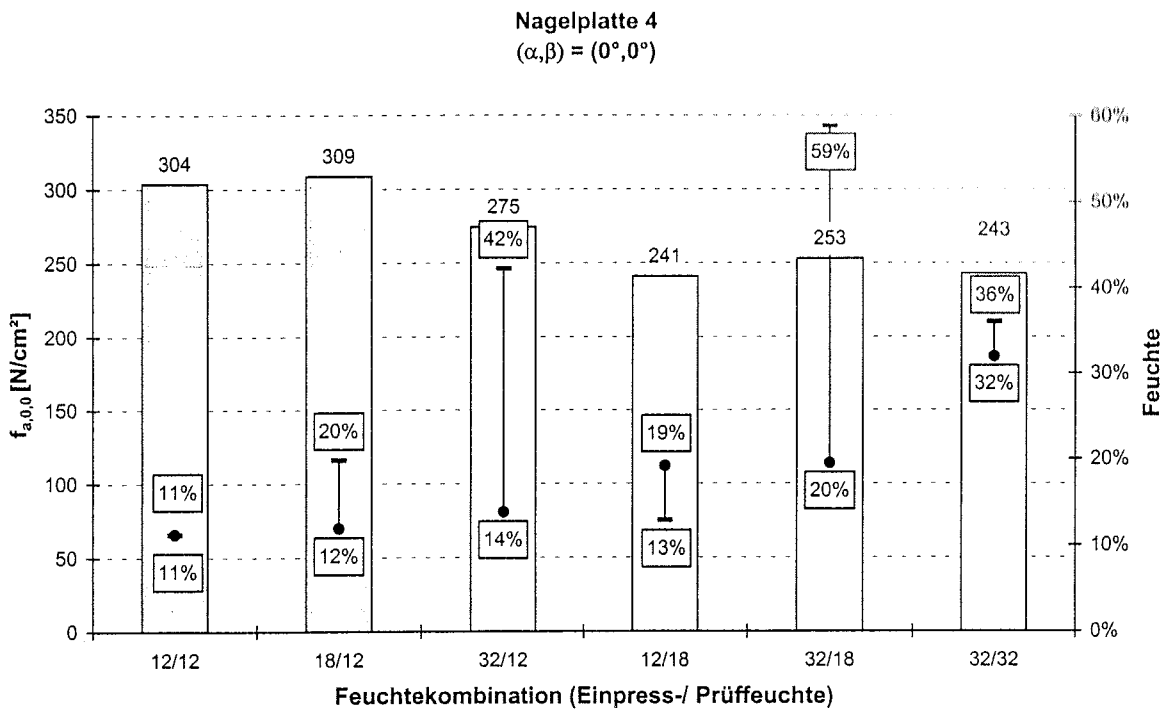
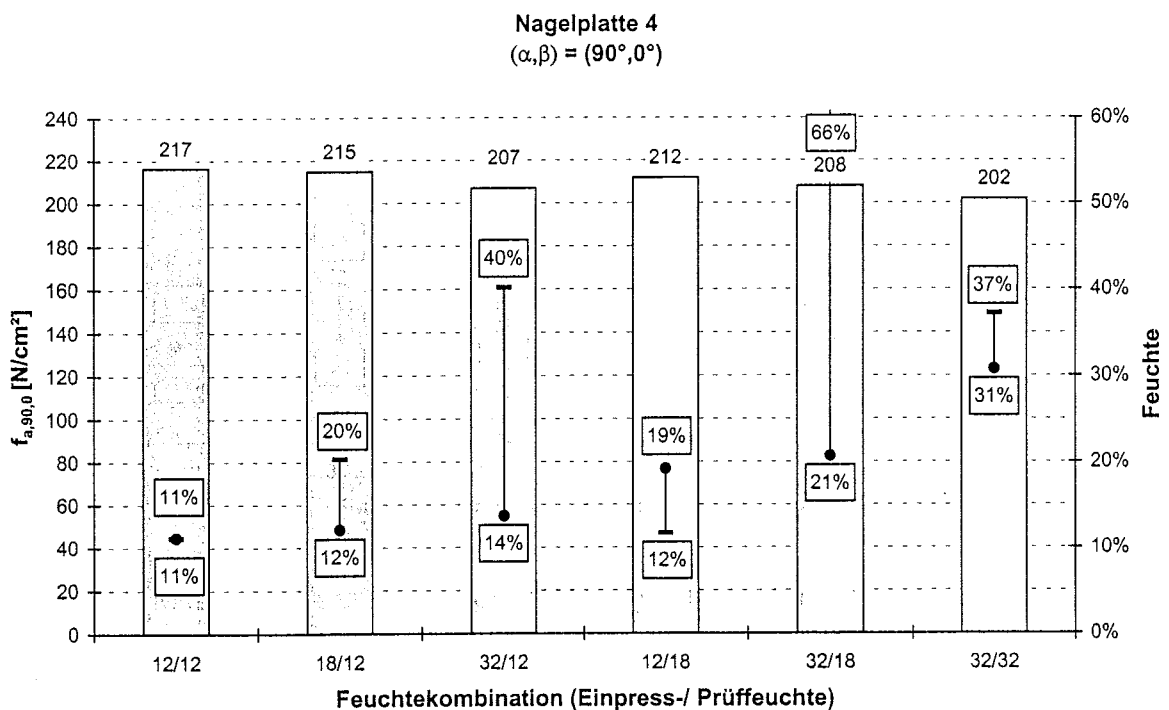


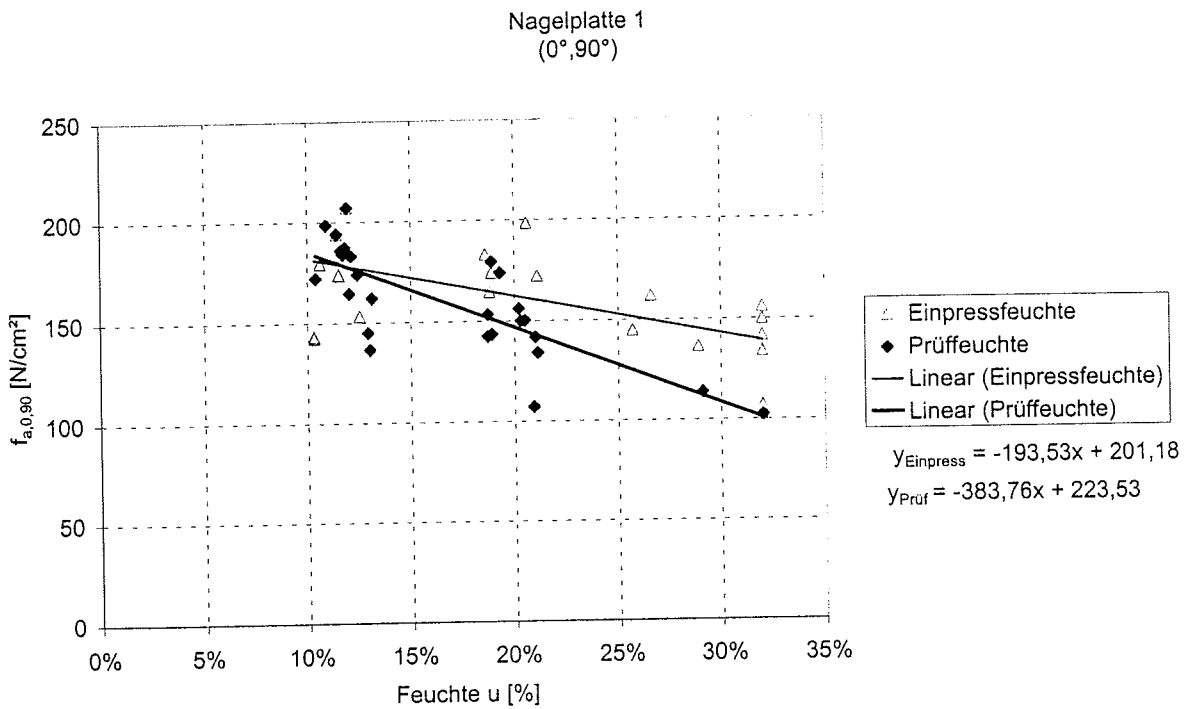
Bild C-12: Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 3 mit Winkelkombination 4



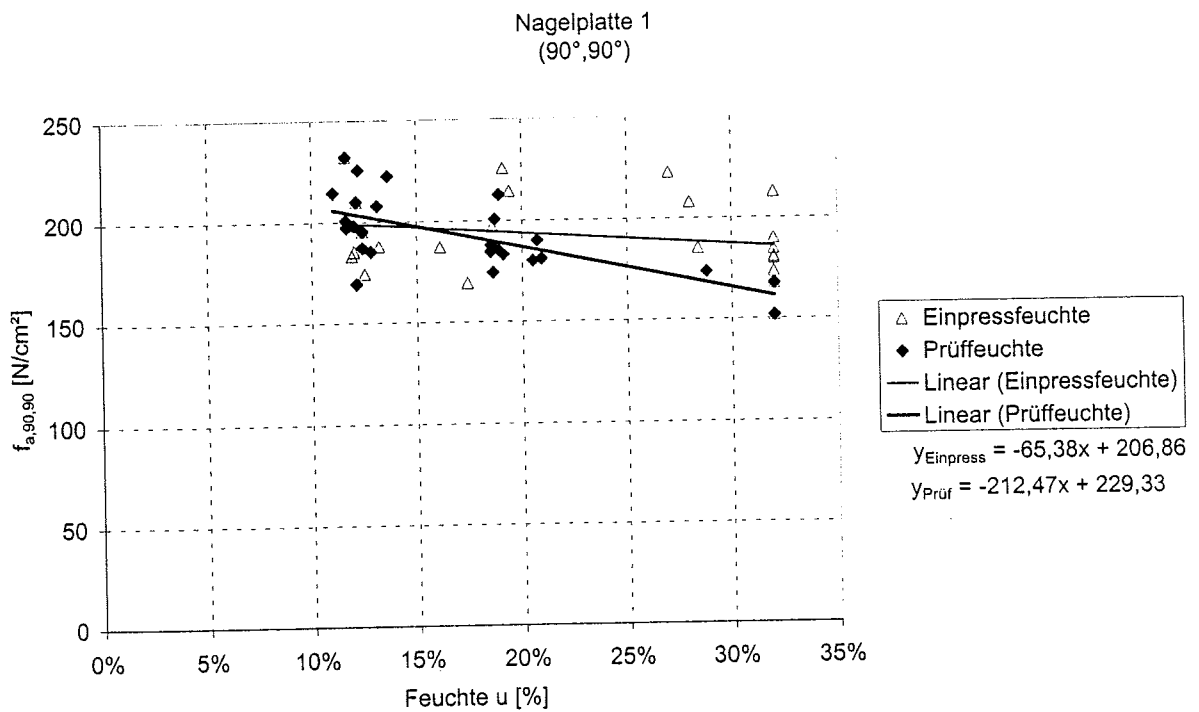
**Bild C-13:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 4 mit Winkelkombination 1



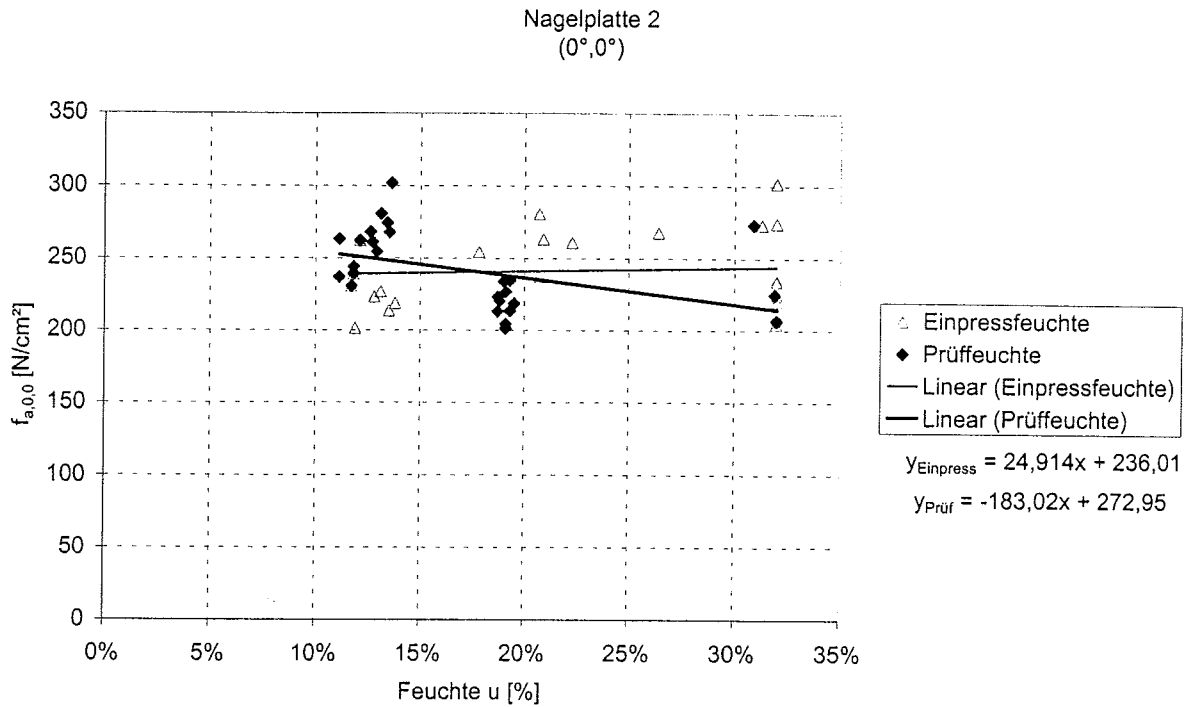
**Bild C-14:** Mittelwerte der Verankerungsfestigkeit, der Einpress- und Prüffeuchte der Nagelplatte 4 mit Winkelkombination 2



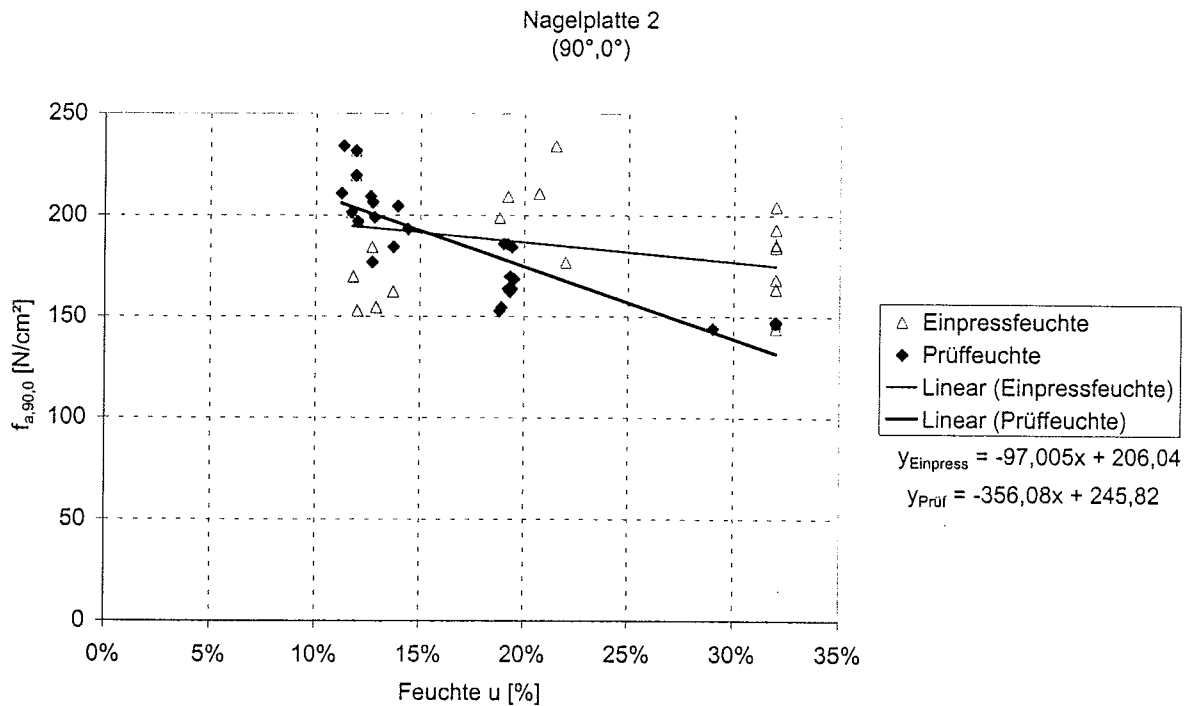
**Bild C-19:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 1, Winkelkombination 3



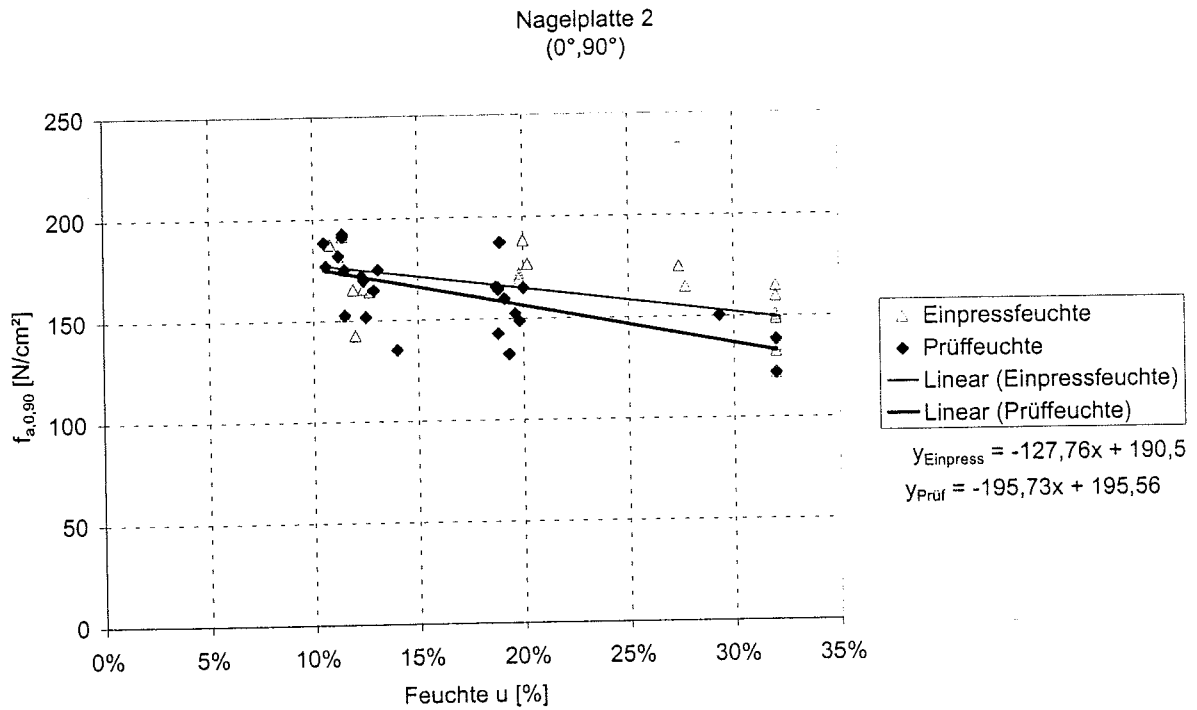
**Bild C-20:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 1, Winkelkombination 4



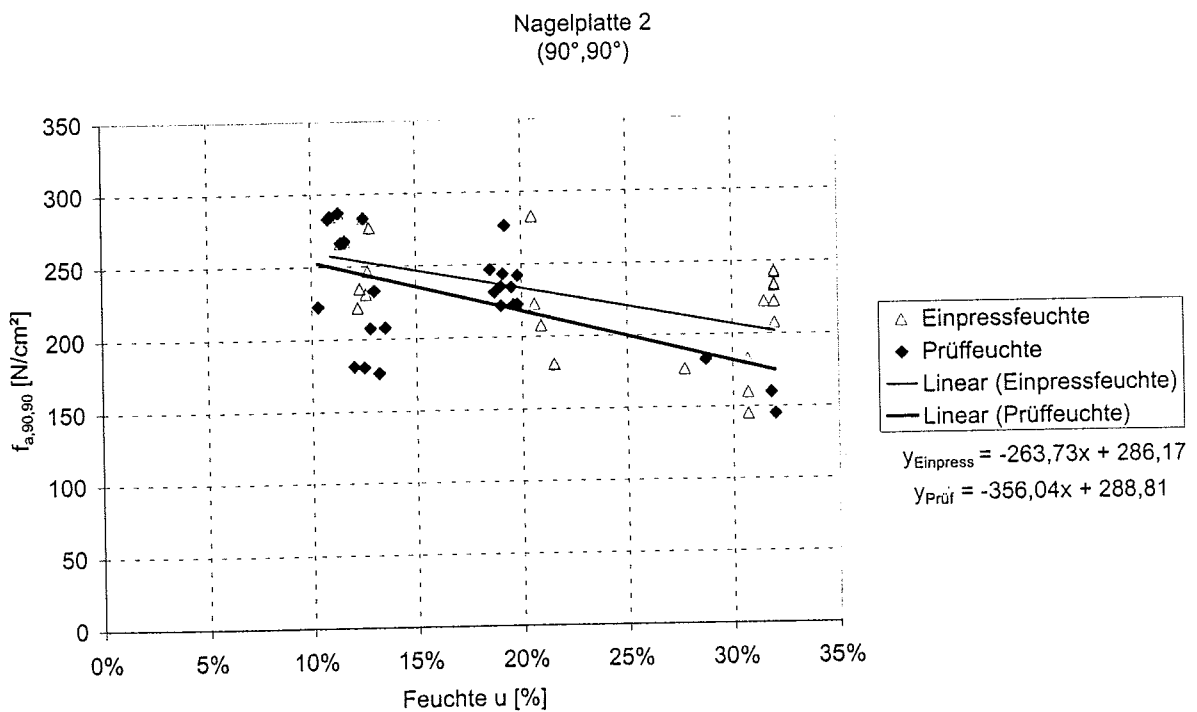
**Bild C-21:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 2, Winkelkombination 1



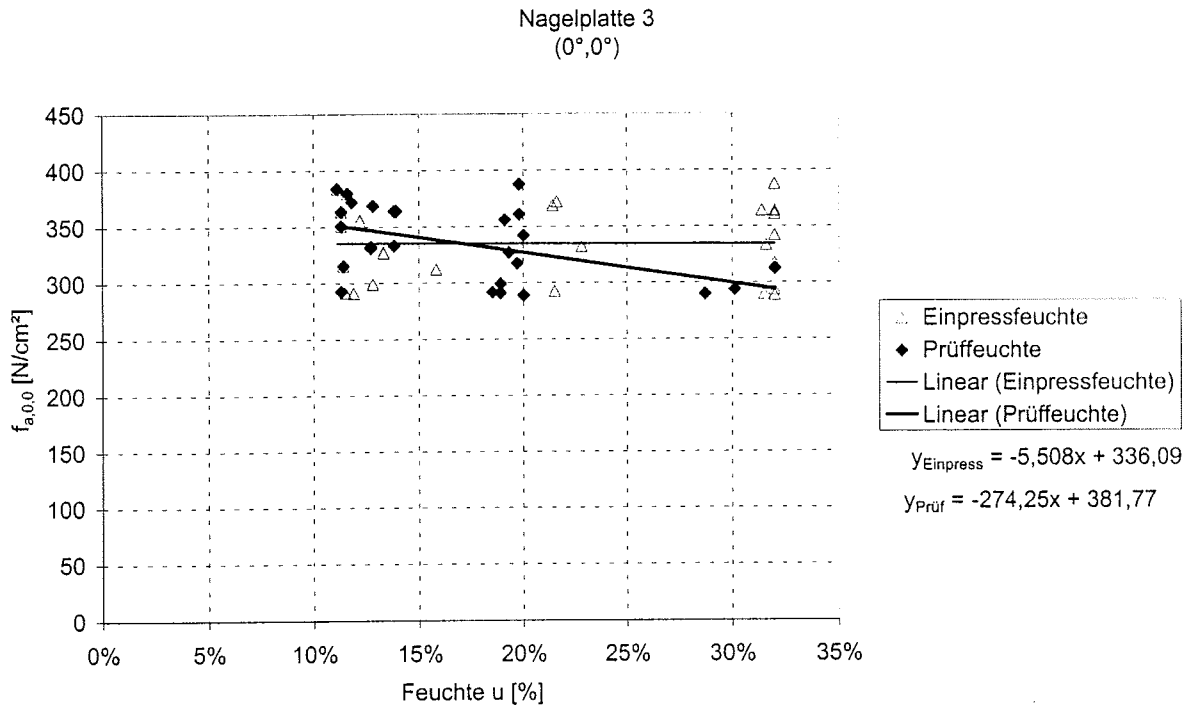
**Bild C-22:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 2, Winkelkombination 2



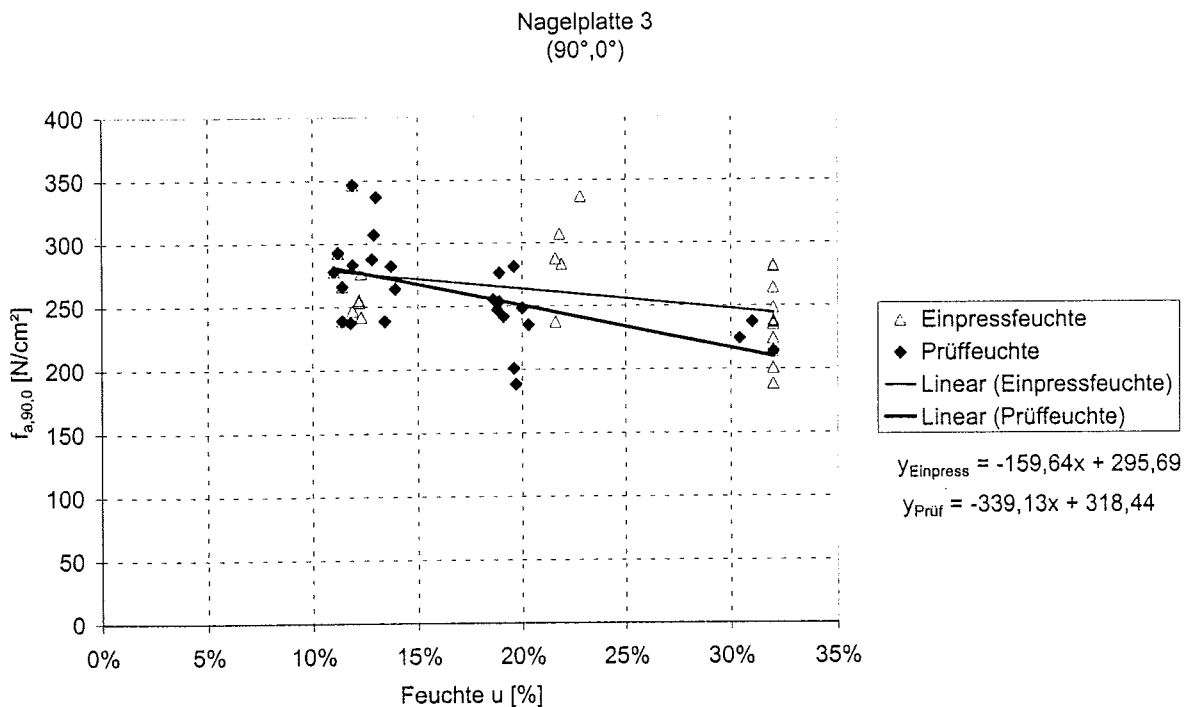
**Bild C-23:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 2, Winkelkombination 3



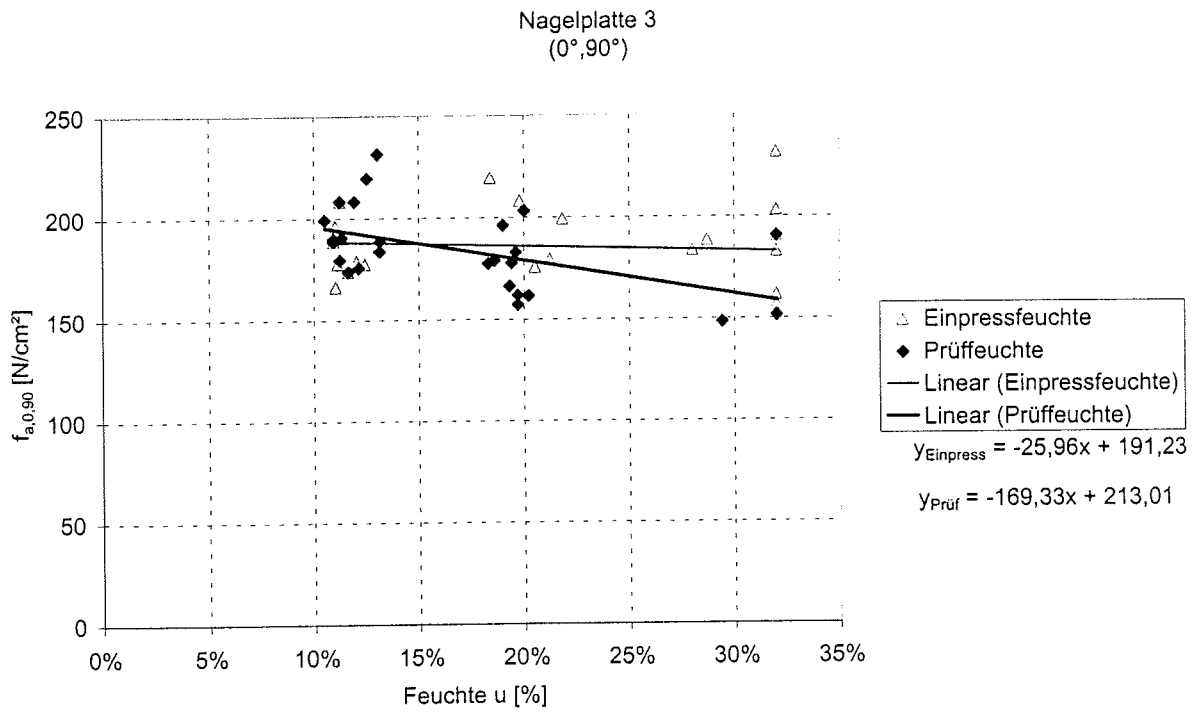
**Bild C-24:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 2, Winkelkombination 4



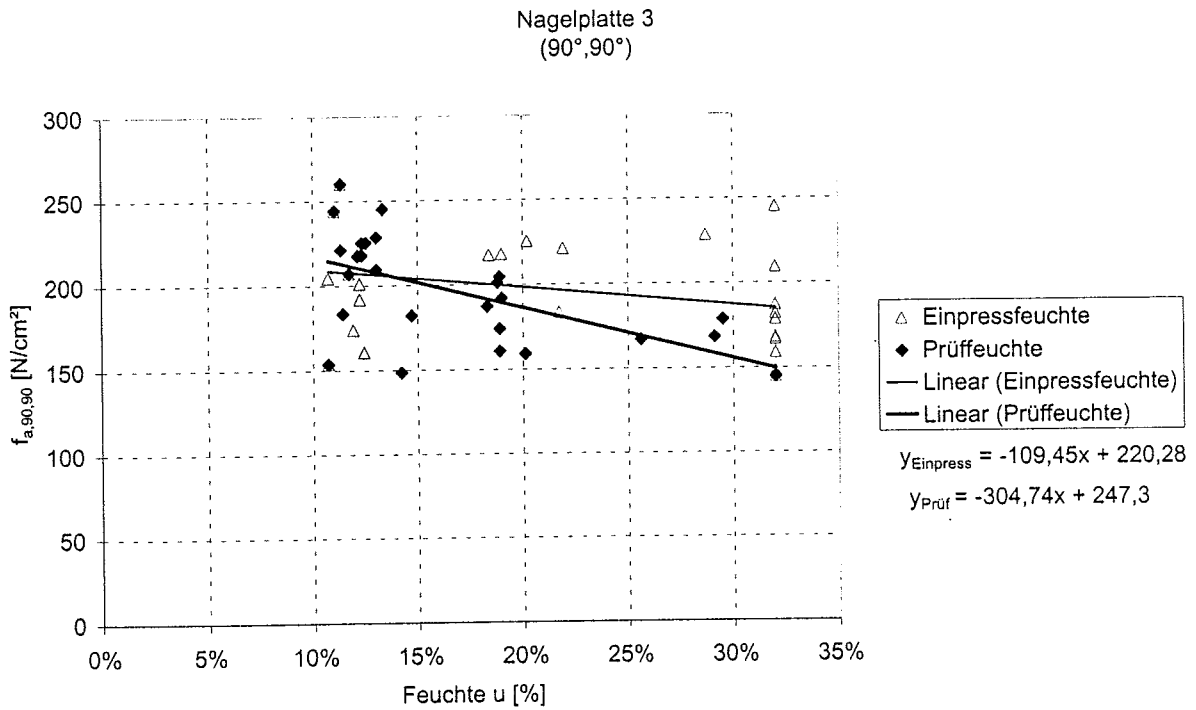
**Bild C-25:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 3, Winkelkombination 1



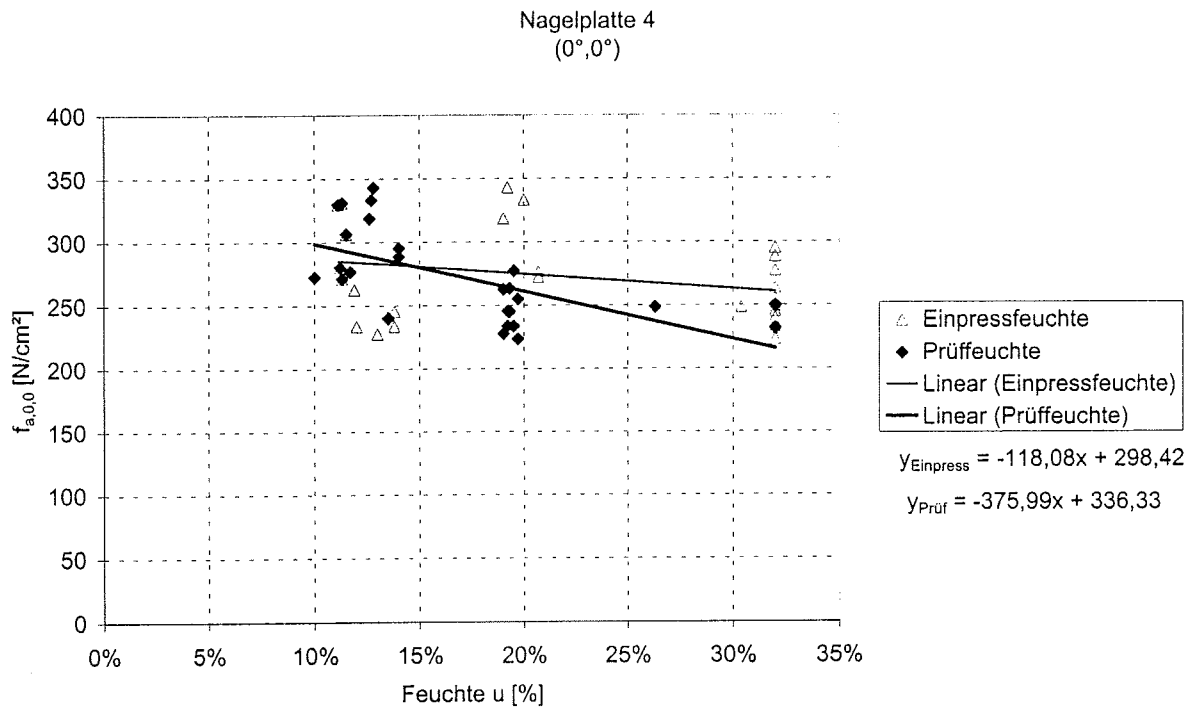
**Bild C-26:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 3, Winkelkombination 2



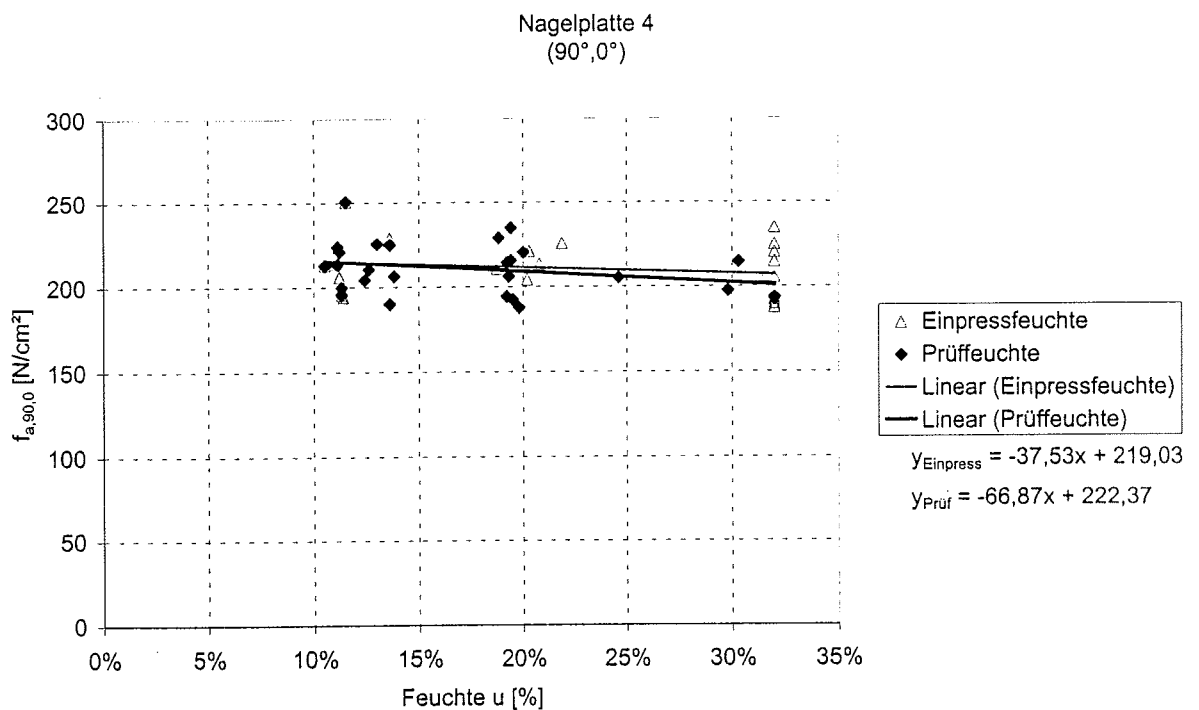
**Bild C-27:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 3, Winkelkombination 3



**Bild C-28:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 3, Winkelkombination 4

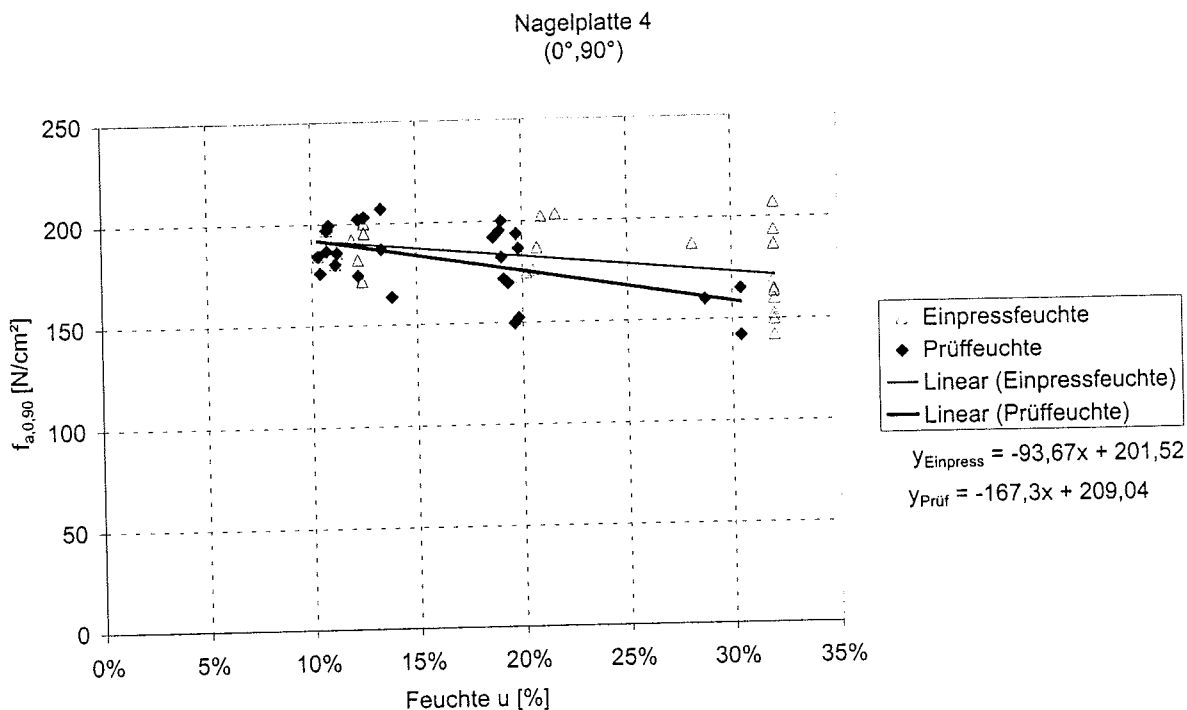


**Bild C-29:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 4, Winkelkombination 1

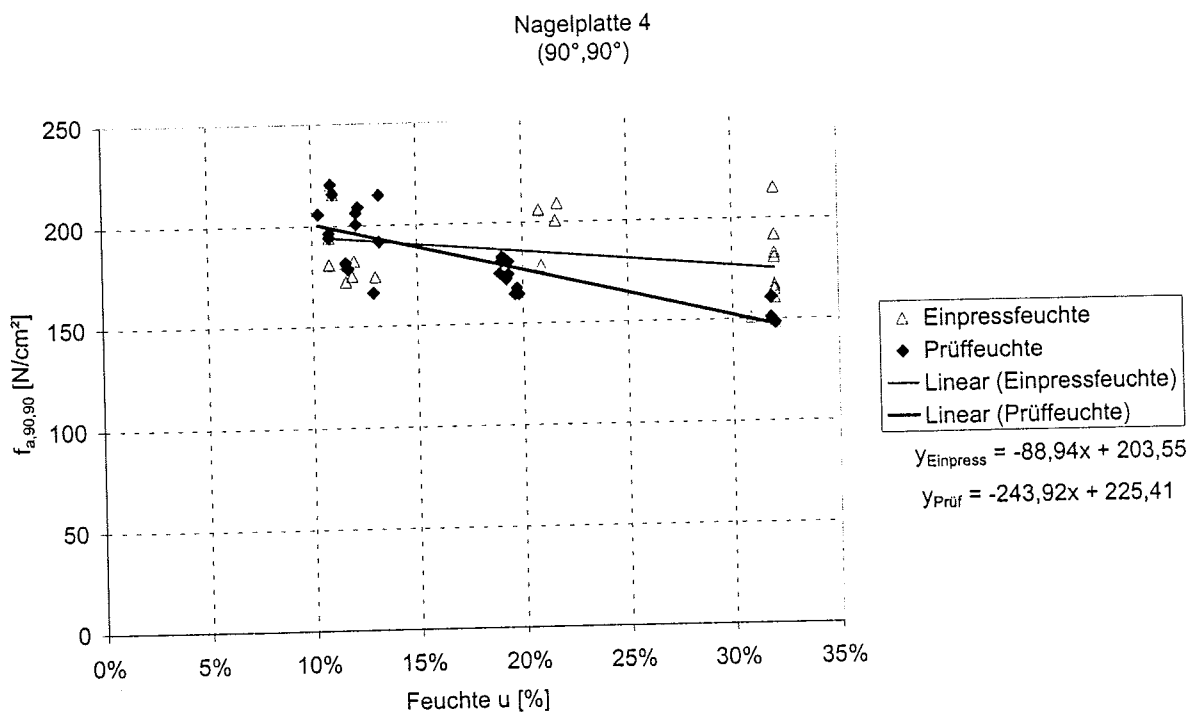


**Bild C-30:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 4, Winkelkombination 2





**Bild C-31:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 4, Winkelkombination 3



**Bild C-32:** Einzelwerte der Verankerungsfestigkeit mit der Einpress- bzw. Prüffeuchte, Nagelplatte 4, Winkelkombination 4

