

Interaktion von Einzellast und Biegung an Trägern hoher Stegslankheit

Interaction flexion - charge concentrée pour des poutres à âme mince

Schlussbericht

Forschungsauftrag Nr. : 8 / 84; 2426.1

Forschungsstelle: Baustatik und Stahlbau
ETHZ - Hönggerberg, 8093 Zürich
Professor Dr. P. Dubas

Sachbearbeiter: Dr. H. Tschamper dipl. Bau-Ing. ETHZ

Zürich, Mai 1989

Baustatik und Stahlbau, ETH Zürich

Vorwort

Mit der finanziellen Unterstützung des Bundesamtes für Strassenbau konnte, für das Forschungsvorhaben der Interaktion von Einzellast und Biegung an Trägern hoher Stegslankheit, die Beschaffung der Versuchsträger erfolgen und das zur Versuchsdurchführung notwendige Kleinmaterial erstanden werden.

Der privatwirtschaftliche Beitrag an das Forschungsprojekt ist von den beiden Stahlbaufirmen, den Ateliers de Constructions Mécaniques de VeVeY S.A. in Vevey und der Firma Zwahlen & Mayr S.A. in Aigle getragen worden. Die Vorversuchsträger sind von der Firma in Vevey und die Versuchsträger für die Hauptserie von Zwahlen & Mayr S.A. angefertigt und zu einem freundschaftlichen Preis angeboten worden.

Mit dem vorliegenden Bericht wird das Projekt abgeschlossen. Die darin enthaltenen Vorschläge über ein mögliches Tragverhalten der Interaktionsbelastung und die aufgeführten Bemessungshilfen dokumentieren den erfolgreichen Abschluss der Arbeit.

Zu Dank verpflichtet fühlen wir uns bei den Herren Mitarbeitern der Professur für Baustatik und Stahlbau, Herrn H. P. Arm für die messtechnischen Angelegenheiten, die Datenerfassung und die ideenreichen Anregungen zur Lösung versuchstechnischer Ausführungsprobleme, sowie die saubere Darstellung der Zeichnungen, Herrn P. Hefti für die feinmechanische Herstellung der notwendigen Einzelteile und die zahlreiche Bestückung der Versuchsträger mit Dehnmessstreifen und Herrn H. Röllin für die Mithilfe am Aufbau und bei der Durchführung der Versuche.

Weiter geht der Dank an die Herren des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie, die bei der Realisierung der Bilder für die Photogrammetrie mitgewirkt haben. Herrn Z. Parsic danken wir für das Konzept und die Lösung der fototechnischen Angelegenheiten bei den Bildaufnahmen, für die Unterstützung bei der Erstellung der Bilder, bei der Interpretation, sowie bei der Auswertung der Bildplatten, Herrn P. Herter für die Mithilfe bei den Genauigkeitsbetrachtungen für das Einmessen, der für die Photogrammetrie erforderlichen Passpunkte, und Herrn B. Rüedin für das Zurverfügungstellen der hervorragenden Programme zur Datenverarbeitung und zur graphischen Darstellung der ausgewerteten Rohdaten aus den Stereobildern, sowie für die damit verbundene Unterstützung bei deren Anwendung.

Zürich, im Mai 1989

Pierre Dubas
Hans Tschamper

INHALTSVERZEICHNIS

	ZUSAMMENFASSUNG	7
	RÉSUMÉ	9
	BEZEICHNUNGEN	11
1.	EINLEITUNG	13
2.	GRUNDLAGEN	15
2.1.	Stabilität der rippenlosen konzentrierten Lasteinleitung	15
2.2.	Traglast der rippenlosen konzentrierten Lasteinleitung	16
2.3.	Lasteinleitung an längsversteiften Querschnitten	17
2.4.	Biegung an Querschnitten ohne Längssteifen	17
2.5.	Biegung an längsversteiften Querschnitten	18
2.6.	Gleichzeitig wirkende Biegung mit einseitiger Lasteinleitung	18
3.	VERSUCHE	21
3.1.	Allgemeiner Versuchsaufbau	22
3.2.	Auswahl der Querschnitte	28
3.3.	Versuchsprogramm	34
3.4.	Versuchstraglasten	35
3.5.	Vergleich : Traglasten - Norm SIA 161 (1979)	37
3.5.1.	Einfluss der Stegstärke	37
3.5.2.	Einfluss der Lastlänge und Anordnung	38
3.5.3.	Krafteinleitung ohne Biegung	40
3.5.4.	Reine Biegebeanspruchung	43
3.5.5.	Einfluss der Grösse der globalen Längsspannung	43
3.5.6.	Interaktionsversuche	45
3.6.	Querschnitte mit Längssteifen	46
3.6.1.	Einfluss von Längssteifen	46
3.6.2.	Krafteinleitung ohne Biegung	47
3.6.3.	Reine Biegebeanspruchung	49
3.6.4.	Interaktionsversuche	49
3.7.	Verformungen	50

4.	VORSCHLAG FÜR DIE BEMESSUNG	55
4.1.	Biegung	55
4.2.	Lasteinleitung	55
4.3.	Bemessungsvorschlag	57
5.	LITERATUR	61
6.	ANHANG	65
6.1.	Stereometrische Bildaufnahmen und Auswertung	67
6.1.1.	Prinzip der Photogrammetrie	67
6.1.2.	Standpunkt der Kamera, Passpunkte und Objektgrösse	67
6.1.3.	Genauigkeitsbetrachtung für die Passpunkte	68
6.1.4.	Verwendete Einzelbildkamera	70
6.1.5.	Auswertung der Messbilder	71
6.2.	Stegverformungen : Schnitte unter der Last und Ansicht mittels Höhenlinien	75
6.3.	DMS-Verteilung im Steg und Flansch der Versuchsträger	109
6.4.	Anordnung der induktiven Weggeber und der Kraftmessdosen	123
6.5.	Dehnmesswerte / Verschiebungen / Lagerkräfte	129
6.6.	Aufzeichnung der Dehnungsverteilung unter der Lasteinleitung	151

ZUSAMMENFASSUNG

Für Strassen- und Autobahnbrücken stellt die Verbundbauweise eine wirtschaftliche und unterhaltsfreundliche Konstruktion dar. Das meistens angewendete Montageverfahren von Verbundbrücken besteht im vorgängigen Längseinschieben der stählernen Brückenträger und dem nachfolgenden Betonieren der Fahrbahnplatte mit einem Schalwagen oder der Verlegung von vorfabrizierten Betonelementen. Aus topographischen Gründen kommt dieses Verfahren in der Schweiz häufig zur Anwendung, und die aufwendigen Lehrgerüste können damit vermieden werden. Beim Längseinschieben der Stahlkonstruktion tritt im Querschnittsbereich der vordersten Rollenbatterie gleichzeitig eine grosse Auflagerkraft aus den Rollen und ein hohes negatives Biegemoment auf. Ein lokales Versagen an dieser Stelle führt zu einem Kollaps der auskragenden Stahlkonstruktion.

Anhand von Versuchen an 13 Modellträgern, mit ähnlichen Querschnittsverhältnissen wie die Träger von Verbundbrücken, und theoretischen Betrachtungen, wird eine Lösung für die Bemessung der Interaktionsbelastung erarbeitet.

Der Versuchsmassstab ist zu 1:3 bis 1:4 festgelegt. Die Stegslankheit bewegt sich im Bereich zwischen $\lambda_B = 160$ und 250. Das Verhältnis zwischen der Flansch- und der Stegstärke liegt in den Grenzen von $t_f/t_w = 1.6$ und 3.0. Die Versuchsträger sind 6300 mm lang und mit Quersteifen in drei Beulfelder unterteilt. Pro Träger werden jeweils sechs, praktisch unabhängige Versuchsergebnisse ermittelt. Der erste Versuch an einem Träger stellt die Interaktionsbelastung im Innenfeld dar, der zweite ist eine reine Biegebeanspruchung im Mittelfeld am gedrehten Träger und die letzten vier sind reine Lasteinleitungsversuche in den Seitenfelder. Die Last wird als konzentrierte Einzellast, als Doppel- oder als Vierfachlast rippenlos in den Querschnitt eingeleitet. Das grosse Biegemoment wird mit einem zusätzlichen angebrachten Lastpaar über den Quersteifen erzeugt. Vier Versuchsträger sind mit Längssteifen versehen, die im Fünftelpunkt angeordnet sind.

Der Vergleich der Versuchsergebnisse basiert hauptsächlich auf den bekannten Hinweisen und Artikeln in der Stahlbaunorm SIA 161 (1979) [29] und aus der EKS Publikation No. 44 [14]. Die erarbeitete Bemessungsbeziehung für die Interaktionsbelastung ergibt sich in einer einfachen quadratischen Funktion als Bindeglied zwischen der Höhe der Biegebeanspruchung und derjenigen der konzentrierten rippenlosen Lasteinleitung.

RÉSUMÉ

La construction mixte acier-béton constitue, pour les ponts-routes et autoroutes, un mode de réalisation économique et facilitant l'entretien. Le montage se fait le plus souvent par lancement des poutres métalliques, suivi du bétonnage par un équipage mobile ou de la pose d'éléments préfabriqués. Ce procédé est très répandu en Suisse à cause des conditions topographiques; il permet de se passer d'échafaudages, toujours coûteux. Lors du lancement, la région des poutres située au droit de l'appui précédent l'encorbellement est sollicitée à la fois par une réaction d'appui élevée et par des moments de flexion négatifs importants. Une ruine locale à cet endroit entraîne l'effondrement de l'ossature en porte-à-faux.

Des recherches expérimentales entreprises sur 13 poutres d'essais, avec des sections dont les proportions sont semblables à celles des ponts mixtes, ainsi que des considérations théoriques ont permis d'élaborer une solution pour le problème d'interaction précité.

L'échelle adoptée pour les poutres d'essais est de 1:3 à 1:4. L'élançement de l'âme varie entre 160 et 250, le rapport t_f/t_w de l'épaisseur des semelles à celle de l'âme entre 1.6 et 3.0. Les poutres, longues de 6300 mm, comprennent trois panneaux délimités par des raidisseurs transversaux. Chaque poutre fournit six résultats expérimentaux pratiquement indépendants. Le premier essai porte sur l'interaction entre le moment et l'effort concentré dans le panneau médian, le second fournit, après retournement de la poutre, la résistance en flexion pure dans la même région, les quatre autres concernent l'introduction des forces dans les panneaux d'extrémité. Les efforts concentrés sont appliqués isolément, par paires ou par groupes de quatre. Les moments de flexion sont dus en grande partie à des forces supplémentaires agissant au droit des raidisseurs transversaux intermédiaires. Quatre poutres comprennent des raidisseurs longitudinaux, disposés au cinquième supérieur de l'âme.

Pour interpréter les résultats, on a utilisé principalement les données fournies par la norme SIA 161 (1979) [29], et la publication CECM n° 44 [14]. Le procédé proposé pour le contrôle de l'interaction s'exprime sous une équation contenant au carré le rapport du moment effectif à la résistance à la flexion pure et celui de la charge introduite sans raidisseur à la valeur correspondante à la ruine.

BEZEICHNUNGEN

a	Beulfeldlänge, Hebelarm
a _l	Achsabstand der konzentrierten Lasten
A _f	Flanschfläche
A _s	Fläche der Längssteife
A _w	Stegfläche
b	Beulfeldhöhe, Hebelarm
b ₁	Abstand zwischen Längssteife und Flansch
b _f	Flanschbreite
c	Halbe Flanschbreite
D	Plattensteifigkeit $D = E \cdot t^3 / 12 \cdot (1 - \nu^2)$
E	Elastizitätsmodul
F	Konzentrierte Last
F _{cr}	Kritische Last
F _u	Traglast
h _w	Eindringtiefe der lokalen Beule
h ₁	Stegfeldhöhe
I	Trägheitsmoment
I ₀	Effektive Lasteinleitungslänge
I _{tot}	Totale Lasteinleitungslänge
M	Biegemoment allgemein
M _f	Fliessmoment
M _{pl}	Plastisches Moment
M _{red}	Reduziertes Moment
M _u	Traglastmoment, Biege Widerstand
N	Anzahl Lastpunkte
P	Last
t _f	Flanschstärke
t _w	Stegstärke
α	Verhältnis der Beulfeldlänge zur Beulfeldhöhe $\alpha = a/b$
β ₂	Korrekturfaktor für die Steg schlankheit
β ₃	Korrekturfaktor für die Lasteinleitungslänge
γ	Sicherheitsfaktor
γ _{erf}	Erforderlicher Steifigkeitswert der Längssteife
δ _s	Flächenverhältnis der Längssteife $\delta_s = A_s / (b \cdot t_w)$
κ	Beulwert
λ _B	Steg schlankheit
ν	Querdehnungszahl
σ _b	Biegespannung, lokale Normalspannungen
σ _{cr}	Kritische Spannung
σ _e	Eulersche Spannung
σ _f	Fliessspannung allgemein
σ _{f,f}	Fliessspannung im Flansch
σ _{f,w}	Fliessspannung im Steg
σ _{red}	Reduzierte Spannung
σ _u	Traglastspannung

1. EINLEITUNG

Die Verbundbauweise ist eine wirtschaftliche und unterhaltsfreundliche Konstruktion für Strassen- und Autobahnbrücken. Die Bemessung der Brückenträger in Stahl erfolgt für die Lastzustände im Betriebszustand. Die Montagephasen und Bauzustände werden nachträglich betrachtet und können für gewisse Querschnitte massgebend sein.

Die Montage von Stahl- und Verbundbrücken wird durch das Längseinschieben der Hauptträger wesentlich vereinfacht. Dieses Vorgehen ist heute, wenn technisch und topographisch möglich, aus wirtschaftlichen Betrachtungen den Varianten mit Lehrgerüst oder Hilfjochen überlegen. Beim Vorschieben der Hauptträger treten an der Stelle der vordersten Rollenbatterie gleichzeitig hohe negative Biegemomente und grosse Auflagerkräfte auf. Das Stegblech wird so im unteren Trägerbereich in Längsrichtung mit den Druckspannungen aus der Biegung und in Querrichtung mit denjenigen Druckspannungen aus der Auflagerkraft der Rollen beansprucht.

Es tritt beim Längseinschieben der Hauptträger bezüglich der Beulstabilität des Steges ein kritischer Zustand dann ein, wenn die Auflagerkraft nur in das Stegblech eingeleitet wird und die Quersteifen sich weit ausserhalb der Lasteinleitungszone befinden. Mit dem Vorschieben ändert sich am Träger die Lage der angreifenden Lagerkraft aus den Rollen ständig und eine örtliche Verstärkung kann nicht angebracht werden. Es handelt sich dabei um eine kurzzeitige Beanspruchung, welche für die Lebensdauer der Brücke keinen Einfluss hat und es wird gerne auf eine verbleibende Verstärkung verzichtet.

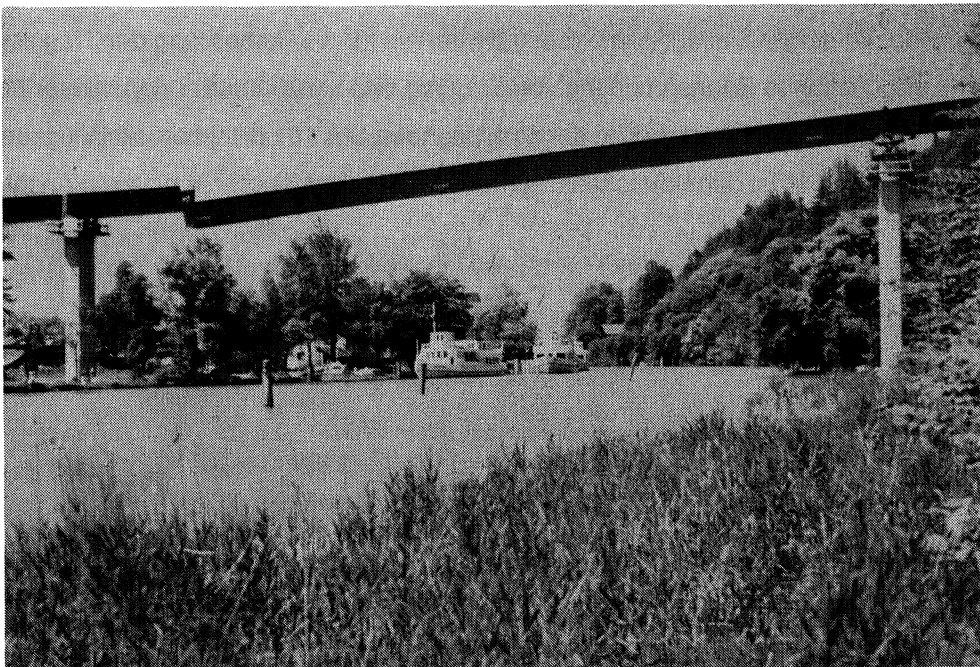


Bild 1.1 Maximale Auskragung beim Einschieben der grössten Spannweite von 81 m des Viaduktes Goldswil bei Interlaken BE

Die Unsicherheit über das tatsächliche Tragverhalten und das fehlende Wissen des Ingenieurs über die effektiv vorhandene Sicherheit gegen ein Versagen kann zu einer Überdimensionierung führen, aber auch zu einer zu geringen Sicherheit. Wird beim Vorschieben die Traglast im lokalen Bereich der Lasteinleitung durch die Rollen überschritten, so führt dies zu einem Kollaps der gesamten auskragenden Konstruktion.

Eine örtliche Verstärkung kann verhältnismässig hohe Kosten verursachen. Als Möglichkeiten für eine lokale Verstärkung sind lastverteilende Zusatzelemente denkbar. So lässt sich ein Vierkantstahl oder ein Walzprofil zur Lastverteilung in Längsrichtung zwischen den Druckgurt und die Verschubrollen temporär einbauen, wobei der Bauablauf dadurch erschwert und verzögert wird. Weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der Tragkapazität bieten sich mit dem Einschweissen eines dickeren Bleches für den Steg im Bereich der hohen Druckspannungen an oder die Verwendung eines stärkeren Flansches mit einer grösseren Verteilwirkung, oder zuletzt eine Verstärkung durch die Anordnung von Längssteifen. Als Parameter der Längssteifen sind deren Höhenlage im Steg und die verschiedenen Steifigkeitsverhältnisse auf Biegung und Torsion zu beachten.

Die Bemessung für eine reine Biegebeanspruchung an einem schlanken Stahlträger wird unter Anwendung der Regeln der Stahlbaunorm SIA 161 (1979) [29] durchgeführt. Die gegenüber der Norm SIA 161 leicht abgeänderten Bemessungshilfen in der Publikation No. 44 der europäischen Konvention für Stahlbau (EKS) "Behaviour and design of steel plated structures" [14] zeigt ähnlich gute Resultate.

Die theoretisch errechnete Traglast der einseitigen konzentrierten rippenlosen Lasteinleitung der Stahlbaunorm SIA 161 [29] wird als einen unteren Grenzwert im Vergleich mit den Resultaten der durchgeführten Traglastversuche erhalten. Auch für diesen Belastungsfall bietet die erwähnte Publikation No. 44 der EKS einige Hinweise und Formeln für die Bemessung der Traglast.

Die gleichzeitig wirkende Beanspruchung von Biegung und konzentrierter rippenloser Lasteinleitung an einem schlanken Träger wird in der Stahlbaunorm SIA 161 nicht berücksichtigt und in der EKS Publikation No. 44 ist dem Interaktionsverhalten ein kleiner Abschnitt mit zwei Ansätzen gewidmet.

2. GRUNDLAGEN

2.1. Stabilität der rippenlosen konzentrierten Lasteinleitung

Im Jahre 1906 untersucht SOMMERFELD [39] als erster das Stabilitätsproblem der allseitig gelenkig gelagerten Rechteckplatte mit zwei gegenseitig angreifenden konzentrierten Lasten. Sein Ansatz führt ihn zu einem mathematischen Randwertproblem, dessen Lösung er mit einer Exponentialfunktion erreicht. Einige Jahre später widmet sich TIMOSHENKO (1910) [40] dem selben Problem und bestätigt SOMMERFELD's Resultat unter Verwendung der Energiemethode. Drei Jahrzehnte danach zeigt LEGGETT (1937) [28] eine weitere und genauere Lösung für die allseitig gelagerte Platte mit zwei gegenseitig angreifenden Kräften. Eine endliche Reihenentwicklung der verwendeten Spannungsfunktion ergibt ihm die Membrankräfte im unterkritischen Zustand. Die erhaltenen Lösungen sind später mit den finiten Elementmethoden nachvollzogen worden.

Zur selben Zeit (1936) untersucht GIRKMANN [23] als erster die Stabilität der rechteckigen allseitig gelenkig gelagerten Platte mit einer **einseitigen** konzentrierten Lasteinleitung, wobei das globale Gleichgewicht über Schub erreicht wird. Die Zerlegung der Last mit einer Fourierreihe ergibt ihm die Verteilung der konzentrierten Last als variable Grösse am Stegblechrand. Die Anwendung der Airy'schen Spannungsfunktion führt zu den Blechspannungen im Steg, und für die Lösung des Stabilitätsproblems benützt er die Energiebilanz. Erst 20 Jahre später (1955) wird dieses Stabilitätsproblem von ZELTIN [44] wieder aufgenommen. Er stellt mittels Energiemethode detaillierte Untersuchungen zur konzentrierten einseitigen Lasteinleitung an der gelenkig gelagerten Platte an und gibt die Resultate für die kritischen Werte κ in Form von Kurven an. PROTTE (1975) [30] zeigt am Beispiel einer unversteiften Scheibe das Konvergenzverhalten einer Methode mit Reihenansätzen und errechnet ganze Kurvenscharen von Beulwerten.

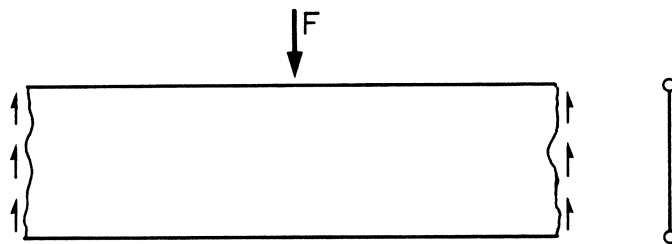


Bild 2.1 Einseitiger Lastangriff nach GIRKMANN

2.2. Traglast der rippenlosen konzentrierten Lasteinleitung

Auf dem Niveau der Traglast stellt GRANHOLM (1961) [24] die erste Formel vor. Sie ist auf den Versuchsergebnissen konzentrierter Lasteinleitung an schlanken I-Träger abgestützt und einzig von der Stegstärke t_w in [mm] abhängig. Das Resultat F_u erscheint in Tonnen.

$$(2.1) \quad F_u = 0.85 \cdot t_w^2 \quad ; [t] , [mm]$$

Eine Dekade später (1971) zeigt BERGFELT [8] ein einfaches analytisches Modell mit der Analogie des elastisch gebetteten Balkens. Der belastete Flansch wirkt als Balken und der Steg stellt die elastische Bettung dar. In der Bestimmung der Federsteifigkeit liegt die grösste Schwierigkeit, welche deren Anwendung praktisch verunmöglicht. Einige Jahre danach (1974) wird das Modell in Anlehnung an die Analogie der elastischen Bettung von BERGFELT und LINDGREN [4] und BERGFELT [5] erweitert und sie erhalten die nachfolgende Formel für die Traglast. Dabei steht $f(c)$ als Funktion für die Federsteifigkeit.

$$(2.2) \quad F_u = 0.68 \cdot t_w^2 \cdot \sqrt{E \cdot \sigma_{f,w}} \cdot \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^{0.6} \cdot f(c)$$

Zur gleichen Zeit (1974) stellen DUBAS und GEHRI [15] unter Verwendung der auf Kräfte erweiterten Aussagen nach vonKARMAN [43] eine Traglastformel vor. Die empirisch korrigierte, theoretisch hergeleitete Formulierung, ist für Träger mit einer Stegslankheit von $\lambda_B > 60 \approx 80$ anwendbar und erscheint in der Stahlbaunorm SIA 161 [29] als Formel (43).

$$(2.3) \quad F_u = 0.5 \cdot t_w^2 \cdot \sqrt{E \cdot \sigma_{f,w}} \cdot \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^{0.5} \cdot \left(\frac{b_f}{10 \cdot t_f} \right)^{0.25} \cdot \beta_2 \cdot \beta_3$$

Ein Jahr später (1975) zeigen SKALOUD und DRDACKY [37] eine empirische abgeleitete Formel für die Lasteinleitung, welche in der tschechoslovakischen Bemessungsnorm wiederzufinden ist und sehr ähnlichen Charakter aufweist wie die schon bekannten Formulierungen.

$$(2.4) \quad F_u = 0.55 \cdot t_w^2 \cdot \sqrt{E \cdot \sigma_{f,w}} \cdot \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^{0.5} \cdot \left[0.9 + 1.5 \left(\frac{l_o}{b} \right) \right]$$

Ende der siebziger und anfangs der achtziger Jahre stellen ROBERTS und ROCKEY (1977,79) [31,32] und ROBERTS (1981,83) [34,33] einen Versagensmechanismus vor und erhalten für die Traglast eine Formel mit einem vergleichbaren Aufbau wie es die Vorschläge von BERGFELT und LINDGREN, von DUBAS und GEHRI oder von SKALOUD und DRDACKY aufweisen.

$$(2.5) \quad F_u = 0.5 \cdot t_w^2 \cdot \sqrt{E \cdot \sigma_{f,w}} \cdot \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^{0.5} \cdot \left[1 + \frac{3 \cdot l_o}{b} \cdot \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right]$$

Den Einfluss verschiedener Flansch-/Stegstärkenverhältnisse und die Änderungen im Verhältnis des Quersteifenabstandes zur Trägerhöhe untersucht BERGFELT (1978,79) [6,7]. Im Vergleich mit Versuchen an unversteiften Trägern ergibt sich eine Vergrösserung der Traglast um 30%. Im Jahre 1983 vergleichen GACHON und GALEA [21] Versuchsergebnisse und finite Elementberechnungen miteinander, mit dem Schwergewicht auf der Abschätzung des Einflusses der Anfangsverformungen auf die Traglast. Die Last-Verschiebungskurve für einen ausgezeichneten Punkt im Stegblech zeigt dabei einen ähnlichen Verlauf im Versuch wie in der Berechnung. Die FE-Traglast ist aber um ca. 50% höher als der Versuchswert.

2.3. Lasteinleitung an längsversteiften Querschnitten

Zwei experimentelle Untersuchungen haben sich mit dem Einfluss von Längssteifen auf die Traglast der Lasteinleitung beschäftigt. KARNIKOVA et al (1979) [25] und SKALoud und KARNIKOVA (1985) [38] untersuchen den Einfluss der Höhenlage der Längssteife auf die Traglast. Für den Abstand der Längssteife vom gedrückten Flansch von $b_1 = 0.1 \cdot b$ der Trägerhöhe, weisen die Versuche an den längsversteiften Querschnitten eine Vergrösserung der Traglast von maximal 45% gegenüber den längs unversteiften Querschnitten auf. Erst kürzlich (1987) haben GALEA et al [22] für den Vergleich von Versuchstraglasten zwischen längs unversteiften Trägern und Querschnitten mit Längssteifen einen Zuwachs bis zu 37% erhalten, was mit den Resultaten von KARNIKOVA et al (1979) und SKALoud und KARNIKOVA (1985) übereinstimmt.

Die Folgerungen von SHIMIZU, YOSHIDA und OKUHARA (1987) [36] aus Traglastversuchen und Verformungsfiguren an Versuchsträgern mit den Variationen in der Anordnung der Längssteifen und der Lasteinleitungslängen beziehen sich auf die zu betrachtenden Blechspannungen. Sie postulieren, dass weder die lineare Beultheorie noch die Mechanismusmodelle von ROBERTS et al immer anwendbar sind und schlagen deshalb vor, die Oberflächenspannungen aus den finiten Elementberechnungen mit grossen Deformationen anstelle der Beulspannungen zu betrachten.

2.4. Biegung an Querschnitten ohne Längssteifen

Die Bemessung von längs unversteiften schlanken Querschnitten bei reiner Biegebeanspruchung kann als bekannt vorausgesetzt werden. Die Stahlbaunorm SIA 161 [29] gibt mit dem Artikel 3.11 "Blechträger" genügend Hinweise auf die zu betrachtenden Punkte in der Bemessung. Im Kapitel 4.2 der EKS Publikation No. 44 [14] ist die Bemessung von schlanken Trägern auf Biegung ebenfalls gebührend dargestellt. In beiden Werken wird die Bemessung anhand der Methode der mitwirkenden Breiten durchgeführt. Die Druckzone des ausbeulenden Steges wird in seiner Mitwirkung abgemindert und der Hauptanteil an der Biegung übernehmen die Flansche. Der Unterschied in der Grösse des Biege widerstandes ist zwischen der Stahlbaunorm SIA 161 und der EKS No. 44 Publikation unbedeutend.

2.5. Biegung an längsversteiften Querschnitten

Der Biege­widerstand von längsversteiften Querschnitten wird in der Stahlbaunorm [29] nicht behandelt. In der Vorlesung "Brückenbau – Balkenbrücken mit vollwandigen Hauptträgern" [20], wie auch in der EKS Publikation No. 44 [14] wird die Bemessung analog zum Verfahren für unverteifte Querschnitte dargestellt, falls die Steifigkeit der Längssteife die Anforderung erfüllt, bis zum vollständigen Flanschfließen als unverschiebliche Stützung wirken zu können. Die Bemessung der erforderlichen Steifigkeit der Längssteife wird in der Vorlesung "Brückenbau – Balkenbrücken mit vollwandigen Hauptträgern" [20] und im Kapitel 5.6 der EKS Publikation No. 44 [14] behandelt und es erübrigt sich an dieser Stelle weiter darauf einzugehen.

2.6. Gleichzeitig wirkende Biegung mit einseitiger Lasteinleitung

Im Jahre 1936 untersucht GIRKMANN [23] das Stabilitätsverhalten bei gleichzeitiger Wirkung von Biegung und konzentrierter Lasteinleitung an einem schlanken Träger. Das Zusammenspiel der beiden unabhängigen Belastungen erweist sich praktisch als lineare Beziehung. Das Resultat der theoretischen Untersuchung wird als Gerade zwischen dem Punkt $F/F_{cr} = 1.0$ und der Biegung $\sigma_b/\sigma_{b,cr} = 0.0$ und einem weiteren Punkt $F_{cr} = 0.0$ und der Biegespannung $\sigma_b/\sigma_{b,cr} = 1.0$ dargestellt. Dabei bedeutet F_{cr} die kritische Einzellast ohne Biegeeinfluss und $\sigma_{b,cr}$ die kritische Beulspannung im Flansch aus reiner Biegebeanspruchung.

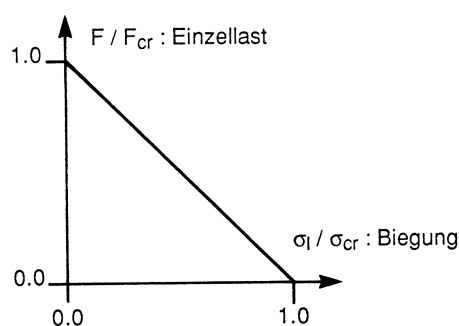


Bild 2.2 Darstellung der kritischen Belastung in gegenseitiger Abhängigkeit von Biegung und konzentrierter Lasteinleitung nach GIRKMANN

Erst 1971 behandeln ROCKEY und EL-GAALY [35] im Rahmen der linearen Beultheorie dieselben Beanspruchungsverhältnisse, wie sie GIRKMANN (1936) behandelt hat. Mit der Anwendung der finiten Element Methode erzielen sie eine sehr ähnliche, praktisch lineare Beziehung für die kritischen Wertepaare F_{cr} der Lasteinleitung und der Biegung $\sigma_{b,cr}$.

Auf dem Niveau der Traglasten stellt BERGFELT (1971) [8] eine erste Interaktionsbeziehung vor. Die konzentrierte Lasteinleitung wird dabei in Abhängigkeit der Höhe der globalen Längsspannung im Flansch σ_b abgemindert. Die Funktion der Abminderung für die Traglast F_u erscheint mit der achten Wurzel. Der Einfluss der gleichzeitig wirkenden Biegespannung auf die Traglast F_u ist damit als sehr klein zu betrachten. Die Formulierung der Abminderungsfunktion basiert einzig auf einer kleinen Anzahl von Versuchsergebnissen.

$$(2.6) \quad \left[1 - \left(\frac{\sigma_b}{\sigma_f} \right)^2 \right]^{1/8} \quad : \text{BERGFELT}$$

$$(2.7) \quad \left[1 - \left(\frac{\sigma_b}{\sigma_f} \right)^2 \right]^{1/2} \quad : \text{ROBERTS}$$

Mit einem theoretischen Ansatz erhält ROBERTS (1981) [34] einen Abminderungsfaktor der ähnlich aufgebaut ist wie derjenige von BERGFELT. Im Vergleich mit den Versuchsergebnissen liegt die Funktion mit der Quadratwurzel auf der sicheren Seite.

Diese Abminderung wurde in der Schweiz zur gleichen Zeit verwendet, indem in der erweiterten von KARMAN'schen Formel die Quetschlast gemäss der plastischen Interaktion Biegung – Normalkraft im Verhältnis $[1 - (\sigma_b / \sigma_f)^2]$ abgemindert wurde (vgl. auch [14] S. 126) .

3. VERSUCHE

Im Wintersemester 1984/85 sind am Institut für Baustatik und Stahlbau der ETH Zürich Vorversuche an drei schlanken Stahlträgern zur Untersuchung der Interaktion zwischen Biegung und rippenloser konzentrierter Lasteinleitung durchgeführt worden. Die ermutigenden Versuchsergebnisse haben uns bewogen einen Forschungsantrag an das Bundesamt für Strassenbau zu richten. Die Kosten für das Material und die Herstellung der 10 Träger der Hauptserie hat das Bundesamt für Strassenbau übernommen. Im Frühjahr 1987 konnten dann die Versuche mit der Hauptserie von 10 Trägern mit unterschiedlichem Querschnitt am Institut für Baustatik und Stahlbau der ETH Zürich durchgeführt werden.

Als Einstimmung in die Grössenordnungen der Versuchskörper sind im Bild 3.1 in der Mitte der Versuchsrahmen mit einem eingebauten längsversteiften Versuchsträger, links die Stative und die Grossbildkameras für die stereometrischen Fotoaufnahmen der Stegverformungen und rechts die Messdatenerfassungsanlage abgebildet.

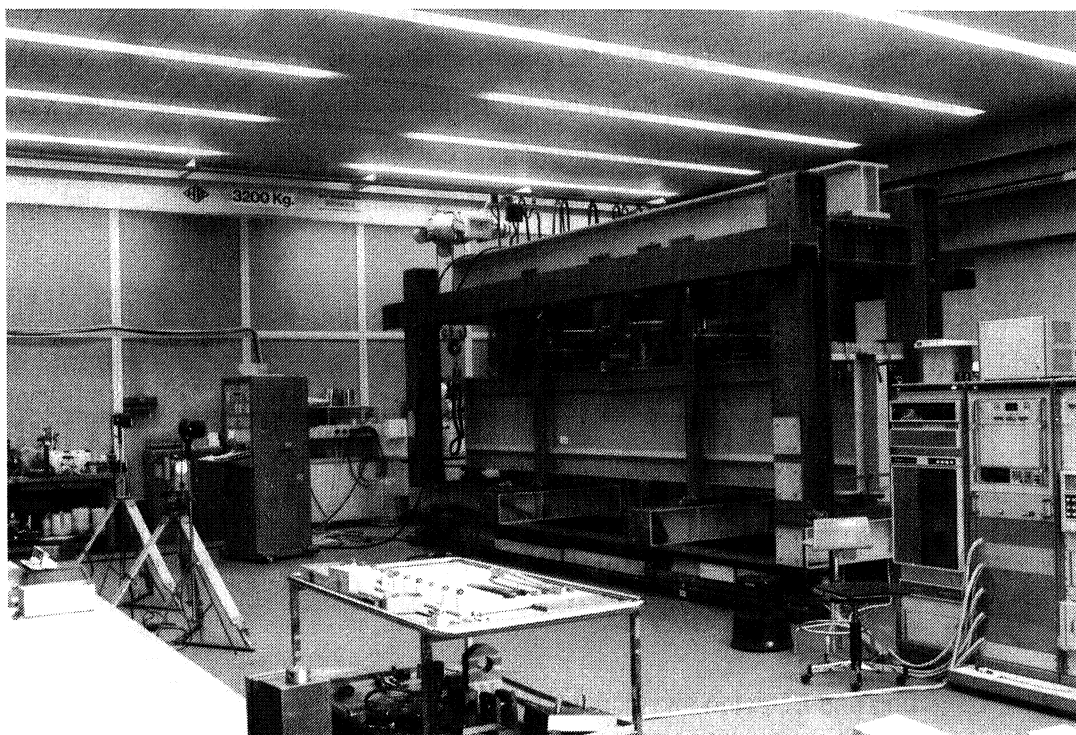


Bild 3.1 Versuchsrahmen mit eingebautem Versuchsträger

3.1. Allgemeiner Versuchsaufbau

Die Versuchsträger der Vor- und der Hauptserie weisen eine Länge von 6300 mm auf. Die Hauptabmessungen der Versuchsträger sind im nachfolgenden Bild 3.2 eingetragen. Die Beulfeldlängen der Vorversuchsträger sind mit $a_1 = 2400$ mm und $a_2 = 1800$ mm gegeben, während für die Hauptserie die Längen mit $a_1 = 2480$ mm und $a_2 = 1760$ mm definiert sind. Die Träger weisen eine Höhe von $h_1 = 800$ mm und $h_1 = 1000$ mm auf und die Stegslankheiten liegen zwischen den Werten $\lambda_B = 160$ und 250 vor.

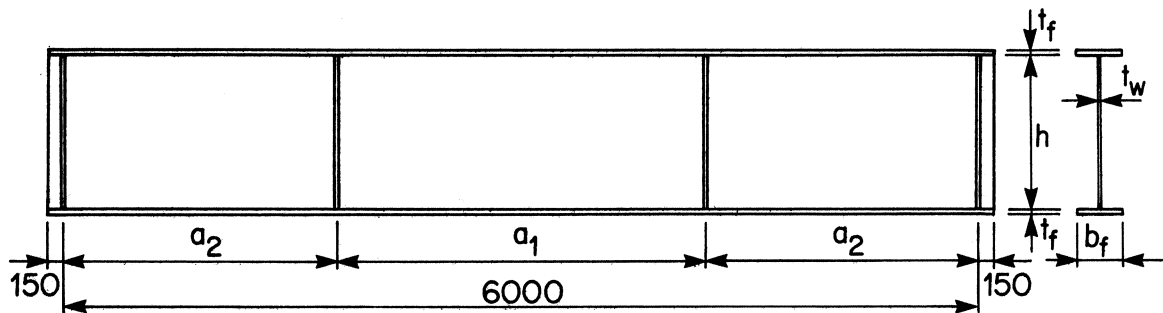


Bild 3.2 Hauptabmessungen der Versuchsträger

Jeder Träger liefert im Minimum sechs Versuchstraglasten. Für jeden ermittelten Traglastwert ist der Versuchsträger anders gelagert und die Belastung wirkt in einem noch praktisch unangetasteten Beulfeld oder Teilfeld des Trägers. Zuerst wird der Interaktionsversuch als Hauptbelastungsfall nach Bild 3.3 durchgeführt, wobei die rippenlose konzentrierte Lasteinleitung F in der Mitte des Mittelfeldes angreift und das zusätzliche grosse Biegemoment mit dem Lastpaar P erzeugt wird, welche über den Quersteifen angesetzt sind.

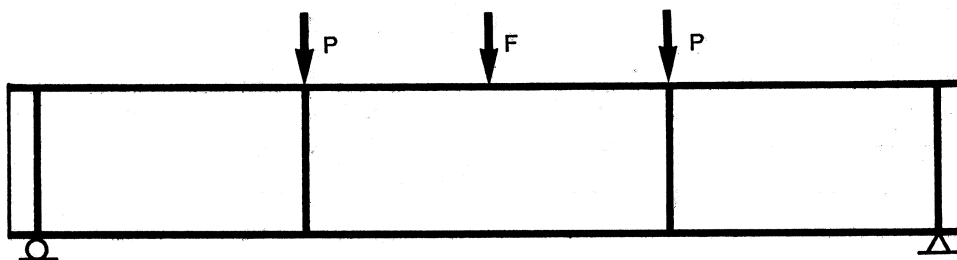


Bild 3.3 Lagerung und Belastung für den Interaktionsversuch

Die restlichen fünf Testresultate sind in der Regel als Referenzwerte für den ersten Versuch von Bedeutung. Für den zweiten Versuch wird der Träger gedreht. Dabei wird der plastifizierte Druckgurt des ersten Versuchs zum Zuggurt und beeinflusst die Höhe der Traglasten des nachfolgenden Versuchs kaum. Im zweiten Versuch wird meistens der Tragwiderstand bei reiner Biegebean-

spruchung gesucht. Die Belastung erscheint, wie sie im Bild 3.4 dargestellt ist, mit dem Lastpaar P über den Quersteifen angreifend und es wird der reine Biegewiderstand M_U ermittelt.

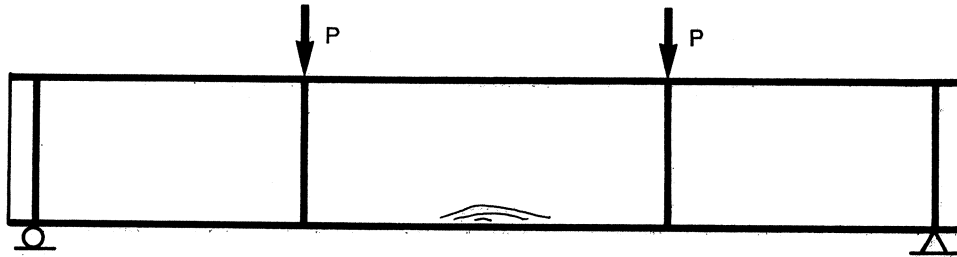


Bild 3.4 Lagerung und Belastung für den Biegeversuch

Es bleiben die Randfelder bis hierhin unangetastet. Pro Beulfeld und Gurtung sind somit total noch vier Randfeldversuche nach Bild 3.5 möglich. Der Träger wird jeweils in der Mitte des Randfeldes belastet und über den beulfeldbegrenzenden Quersteifen gelagert. Dabei ergeben sich vier unabhängige Traglastwerte für die konzentrierte Lasteinleitung ohne oder mit nur sehr geringem, vernachlässigbarem Momentenanteil.

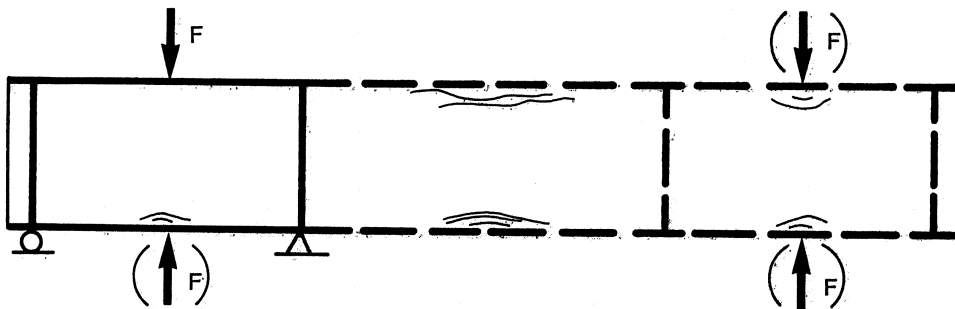


Bild 3.5 Lagerung und Belastung für die Lasteinleitungsversuche

Alle Versuche sind im gleichen unveränderten Versuchsrahmen durchgeführt worden. Einzig die Lage der Pressen und der Lager musste jeweils dem Versuchstyp angepasst und umgesetzt werden.

Als Lager dienten zwei Kraftmessdosen mit einer zulässigen Beanspruchung von 450 kN. Die äussere Konstruktion der Dose ist im Bild 3.6 aufskizziert. Mit einer Kalotte auf der Oberseite zur Lasteinleitung und einer gehärteten Konterplatte wirkt die Dose als allseitig verdrehbares Punktlager. Eine Kraftmessdose ist mit dem Versuchsrahmen fest verbunden und dient in Trägerlängsrichtung als Festhaltepunkt, das heisst als unbewegliches Lager. Zur Behinderung der Verschie-

bung des Trägers in Trägerlängsrichtung auf dem Lager, ist oberhalb des Lagerpunktes eine Stahlstange durch den Träger und den Versuchsrahmen eingezogen worden. In Trägerlängsrichtung ist das Lochspiel zwischen dem Träger, der Stange und dem Rahmen genügend gross, um die Lagerrotation frei zuzulassen. Im Bild 3.7 ist das unverschiebbliche Lager abgebildet. Die Kraftmessdose mit der darunterliegenden Futterplatte ist in der Mitte des Bildes ersichtlich und die durch den Steg des Versuchsträgers durchgeführte Stahlstange ist oberhalb des Lagers gut sichtbar. Die seitliche Halterung im Lagerpunkt ist mit den beidseitig eingesetzten Holzstücken als "Keile" wirkend erfüllt.

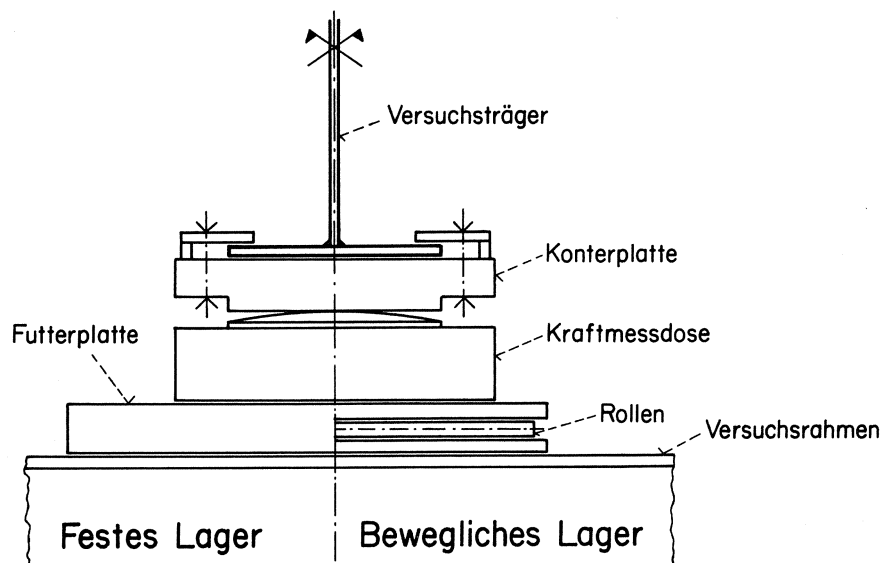


Bild 3.6 Schematische Darstellung der Lagerpunkte mit den Kraftmessdosen

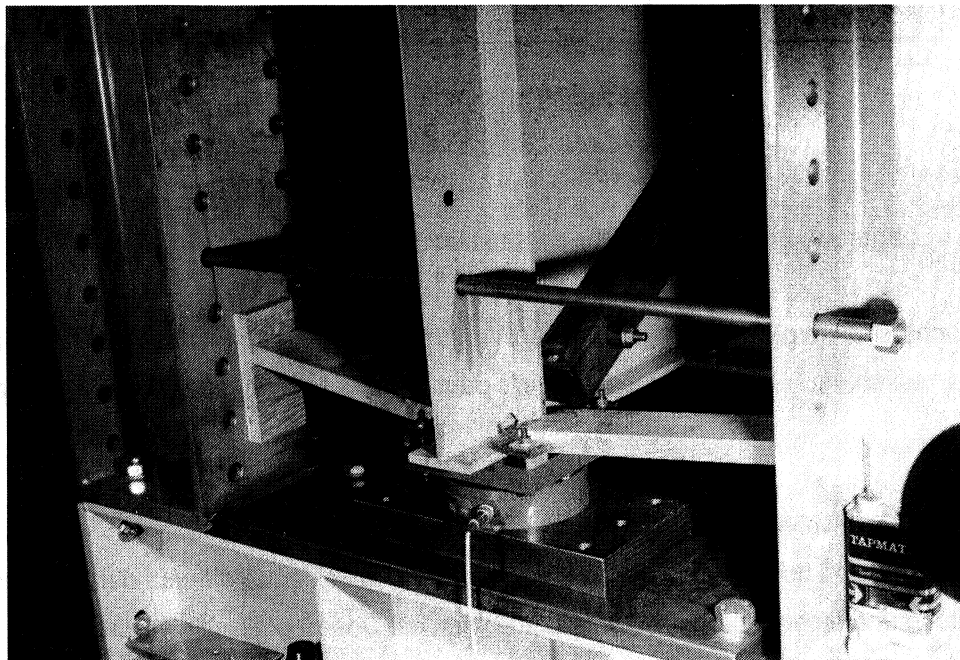


Bild 3.7 Ausführung des unbeweglichen Punktlagers

Die zweite Kraftmessdose ist als bewegliches Lager ausgebildet worden. Unter der Messdose ist eine Rollenbatterie zwischen gehärteten Stahlplatten eingesetzt. Im Bild 3.6 ist in der linken Hälfte die Konstruktion des festen Lagers und rechts diejenige des beweglichen Lagers aufgezeichnet. Das verschiebbliche Lager, die Dose mit der Rolleneinrichtung sowie die seitlichen Halterungen sind im Bild 3.8 gut erkennbar.

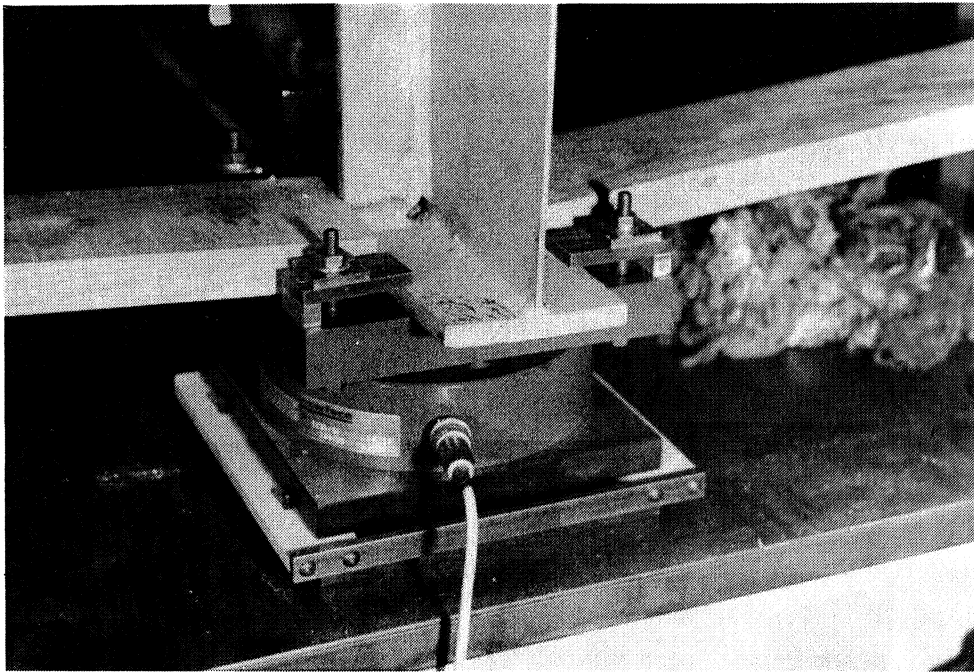


Bild 3.8 Verschiebliches Lager mit den seitlichen Halterungen aus Holz als "Keile" wirkend

Die Lasten sind mit einem oelhydraulischen Drucksystem aufgebracht worden. Zur Steuerung des Oeldruckes für die Einzellast F und das Lastpaar P sind zwei voneinander unabhängige Aggregate zum Einsatz gekommen. Alle Versuche wurden lastgesteuert gefahren, was auch der Wirklichkeit beim Einschieben von Brücken entspricht. Der maximale Oeldruck war auf zirka 360 bar begrenzt. Je nach erwartetem Lastniveau im Versagenszustand mussten die Pressen vorgängig angepasst werden. Insgesamt sind für die Versuche drei verschiedene Druckzylinder zum Einsatz gekommen. Die jeweiligen Maximalkräfte der verwendeten Pressen lagen bei 180 kN, 290 kN und 450 kN.

Die Lasteinleitung der Seitenkräfte P erfolgte über speziell gefertigte Stahlplatten. Die Unterseite der Platte wurde so aufgefräst, dass der Oberflansch in seiner Breite b_f eingepasst war und durch zwei Nasen seitlich festgehalten wurde. Im Bild 3.9 ist die Stahlplatte, der Obergurt und der Pressenfuss dargestellt. Die Pressen waren am Fusspunkt und oben an der Verbindung mit dem Versuchsrahmen mit Gelenken angeschlossen.

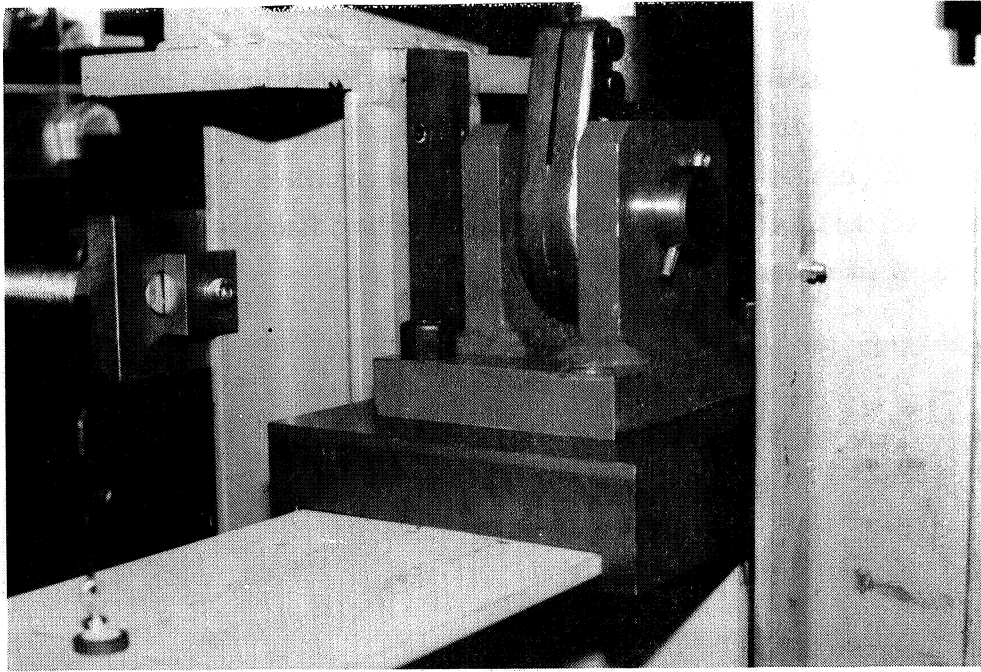


Bild 3.9 Lasteinleitung und seitliche Führung der Lasten P über den Quersteifen

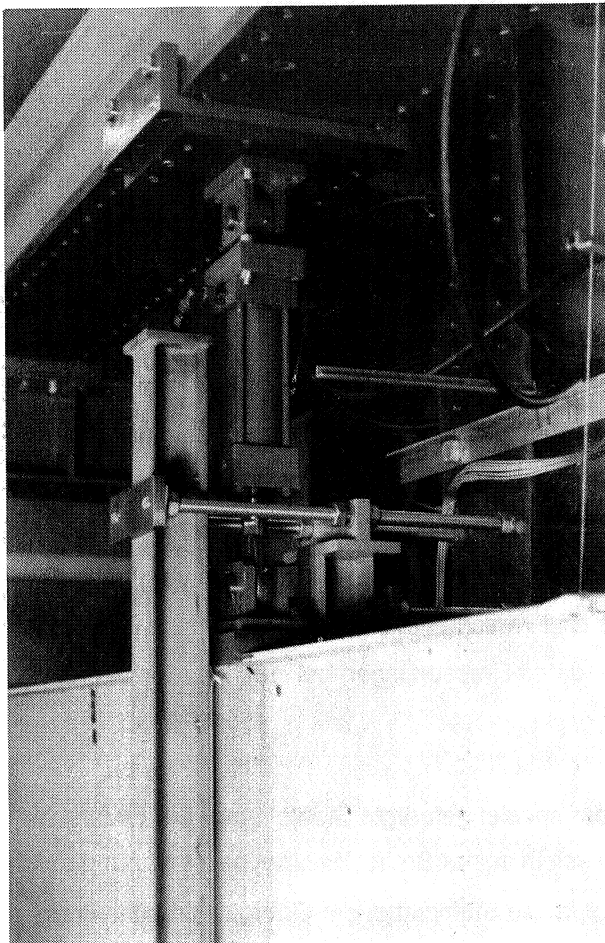


Bild 3.10 Seitenlast P und Führungsprofile

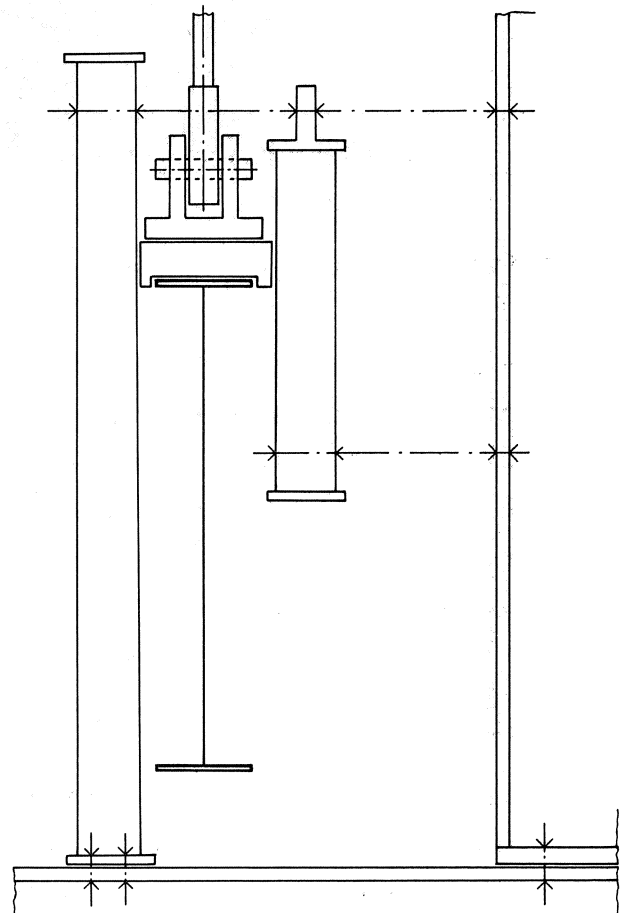


Bild 3.11 Skizze der seitlichen Führung

Die seitliche Halterung der Lastpunkte P aus der Ebene der Versuchsträger, ist mit stehenden Walzprofilen HEA 100 erzwungen worden. In den Bildern 3.10 und 3.11 ist die Konstruktion abgebildet. Die Verbindung der HEA-Profile zwischeneinander und der Anschluss an den Versuchsrahmen oberhalb des Pressenfusses erfolgte mit zwei Gewindestangen mit einem Durchmesser von $\varnothing = 24 \text{ mm}$. Der Fusspunkt des vorne stehenden HEA-Profiles ist am Querriegel des Versuchsrahmens unterhalb des Versuchsträgers mit Schrauben angeschlossen. Das hintere Profil ist oben und unten mit zwei Gewindestangen $\varnothing = 24 \text{ mm}$ direkt am Versuchsrahmen befestigt. Der Obergurt ist zusätzlich auch über den Lagerpunkten seitlich mit Holzverspriessungen gegen ein Ausweichen aus der Trägerebene im Versuchsrahmen gehalten.

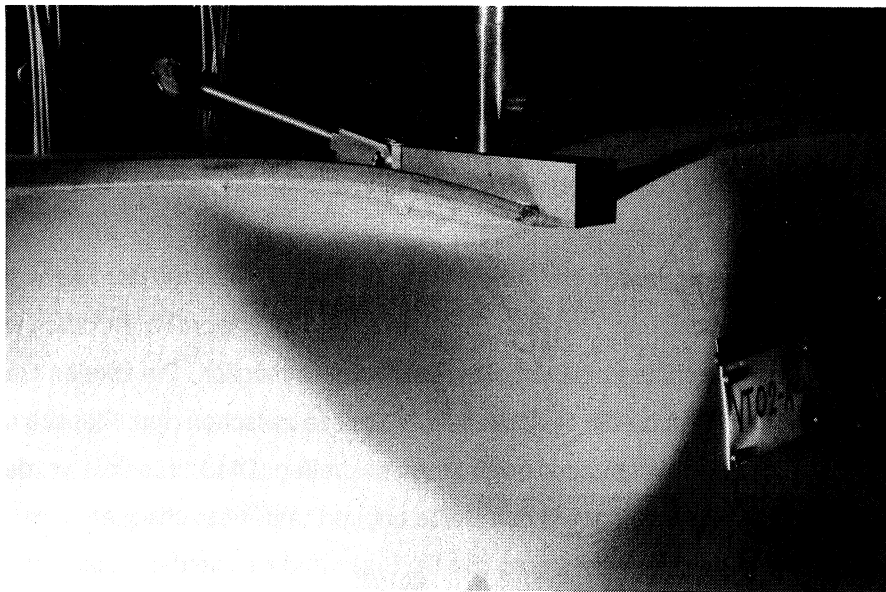


Bild 3.12 Konzentrierte rippenlose Lasteinleitung mit seitlicher Halterung

Das Verschieben eines Brückenträgers erfolgt über Rollen oder über Teflonplatten. Die Rollen sind relativ breit. Ihre Tragkonstruktion ist fest im dem Fundament oder auf der Stütze verankert. Das Teflonkissen liegt flach auf einer Verschiebeebene, die mit dem Fundament fest verbunden ist. Beide Konstruktionen sind seitlich unverschieblich gehalten und können um die Achse in Trägerlängsrichtung als rotationsfest betrachtet werden. Der Träger ist somit durch die Art der Lasteinleitung seitlich unverschieblich und um die Achse in Trägerlängsrichtung rotationsfest gehalten. Im Versuch müssen folglich dieselben Bedingungen erfüllt werden. Im Bild 3.12 ist die konstruktive Ausführung für die Lasteinleitung der konzentrierten Einzellast abgebildet. Im Bild 3.13 sind die statischen Systeme zur Einleitung einer Einzel- sowie einer Doppellast in Längsrichtung und im Schnitt aufgezeichnet. Für die Einleitung einer Vierfachlast wird zweimal das System für die Doppellast angesetzt.

Die effektiven Lastpunkte sind mit Vierkantstählen der Seitenlänge 40 mm ausgebildet. In Querrichtung sind die Vierkantstähle derart bearbeitet, dass der Flansch in seiner Breite genau hinein

passt und gleichzeitig noch zwei Nasen vorstehen um den Flansch beim seitlichen Ausweichen aus der Ebene zurück zu halten.

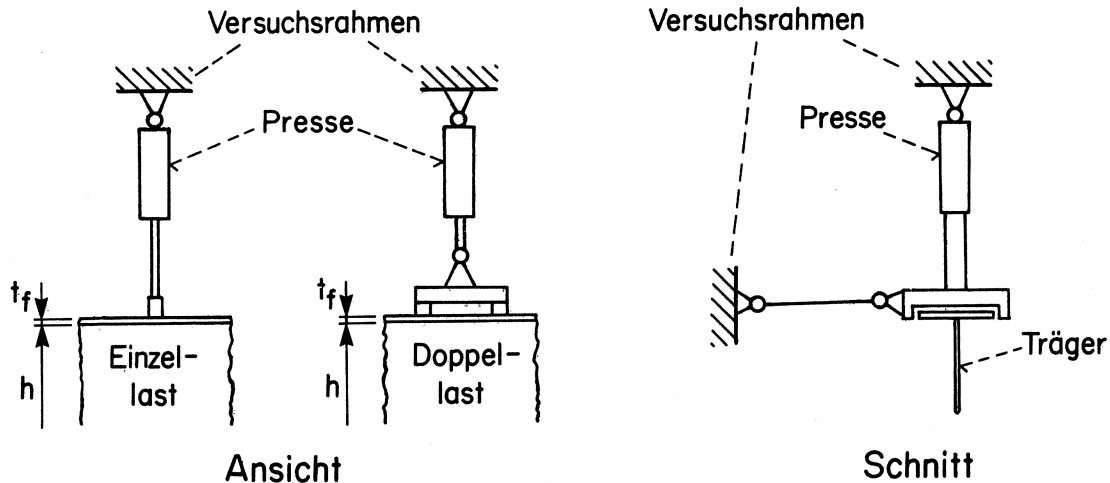


Bild 3.13 Darstellung der realisierten statischen Systeme für die rippenlose Lastenleitung

An einigen Versuchsträgern, insbesondere bei den Hauptversuchen mit der Interaktionsbelastung, sind induktive Weggeber am Unter- und am Obergurt angeordnet worden. Dadurch war die Kontrolle über das globale Durchbiegungsverhalten des Trägers möglich. Die lokalen Durchbiegungen am Obergurt stellen ein Mass für die Steifigkeitsverhältnisse zwischen dem Flansch und dem Steg dar. Es sind auch einige Versuchsträger mit Dehnmessstreifen (DMS) bestückt worden. Die Verteilung und die Anzahl der DMS war je nach Belastungsart und Versuchsquerschnitt unterschiedlich. Die genaue Verteilung und Anordnung der DMS sowie die Lage der induktiven Weggeber sind für die einzelnen Versuche im Anhang 6.3. und 6.4. zusammengestellt.

3.2. Auswahl der Querschnitte

Die Abmessungen der Versuchskörper sind im Massstab von 1:3 bis 1:4 gegenüber der wirklichen Grösse von Brückenträgern definiert worden. Die Trägerhöhen ergeben sich folglich zu rund einem Meter. Mit Trägern dieser Grösse lässt sich im Versuchslabor noch mit vernünftigem Aufwand hantieren, und es können die erforderlichen Traglastkräfte für die Belastung im Versuch noch problemlos erbracht werden. Die Bestimmung der weiteren Querschnittsabmessungen folgt aus dem Vergleich mit Trägerquerschnitten von effektiv gebauten Stahlverbundbrücken in der Schweiz [1,2,3,16,19]. Die untersuchten Parameter sind die Stegslankheit, das Verhältnis zwischen der Flanschstärke und der Stegstärke und die Flächenverhältnisse zwischen Flansch und Steg. In der Tabelle 3.1 sind vier Brücken mit je zwei Querschnitten A und B und den zugehörigen Verhältnissen dargestellt. Die Querschnitte A und B liegen im Bereich der kleinsten Stegstärken t_w und der kleinsten Flanschstärken im Untergurt t_f der Träger und befinden sich beim Längseinschieben im Zustand der grössten Auskragung in der Umgebung der vordersten Vorschubrollen.

Brücke	QS	$\lambda_B = b/t_w$	t_f/t_w	Längssteifen	$b_f/2 \cdot t_f$	A_w/A_f	Erstellt
Bergbach (SG)	A	250	2.7	2	10	1.7	1973
	B	270	2.9	2	10	2.1	
Saane (FR)	A	280*	1.9	4	11	3.0	1964
	B	380*	3.6	4	8	1.8	
Goldswil (BE)	A	130	1.1	-	36**	1.4	1983
	B	160	2.9	-	18**	0.7	
Napoléon (VS)	A	230	1.2	-	10	3.4	1982
	B	190	2.5	-	12	1.3	

Tabelle 3.1 *Steg mit unterschiedlicher Stärke über die Trägerhöhe ** Kastenquerschnitt

Die Stegslankheiten der Versuchsträger haben zwischen $\lambda_B = 130$ und 280 zu liegen. Die nominelle Blechstärke ist für die dünneren Stegbleche auf die Minimalstärke von $t_{\min} = 4$ mm zu beschränken. Dies vor allem um die Materialfestigkeit, als Funktion der Anzahl der Walzdurchgänge des Bleches, nicht in einer massstabverzerrenden Höhe zu erhalten. Die gewählten nominellen Stegabmessungen, das heisst die Stegblechstärke und die Steghöhe sind in der Tabelle 3.2 zusammengestellt.

Stegstärke		4 [mm]	5 [mm]
Steghöhe	1000 [mm]	$\lambda_B = 250$	$\lambda_B = 200$
	800 [mm]	---	$\lambda_B = 160$

Tabelle 3.2

Mit dem Stärkenverhältnis von Flansch und Steg der aufgeführten Brücken zwischen $t_f/t_w = 1.1$ bis 3.6 und dem Flächenverhältnis von Stegfläche und Flanschfläche zwischen $A_w/A_f = 1.3$ bis 3.4 können in Verbindung mit dem Modellmassstab von 1:3 bis 1:4 die Abmessungen der Flanschquerschnitte der Versuchsträger bestimmt werden. Die nominellen Querschnittswerte sind in der Tabelle 3.3 zusammengefasst.

Flanschstärke	8 [mm]	10 [mm]	12 [mm]
Flanschbreite	100 [mm]	150 [mm]	

Tabelle 3.3

Bei der Zusammenstellung des Materials für die einzelnen Versuchsträger ist in der Fabrikationsanlage darauf geachtet worden, gleiche Blechschüsse zu verwenden, um die Streuung der Festigkeiten der Stege und Flansche in Grenzen zu halten. Damit sollte es möglich sein dem Parameter Materialfestigkeit eine untergeordnete oder sogar eine vernachlässigbare Rolle zuzuschreiben.

Mit der Auswahl der Querschnitte für die Vorversuchsträger konnte ein gutes Testfeld abgesteckt werden, um weitere Versuche mit anderen Querschnitten darin einzubetten. Die nominellen Abmessungen der Vorversuchsträger sind in der Tabelle 3.4 in [mm] zusammengestellt. Die Abmessungen der Querschnitte der Hauptserie ohne Längssteifen sind anschliessend in der Tabelle 3.5 in [mm] wiedergegeben.

Träger	h_1	t_w	b_f	t_f	λ_B	t_f/t_w	A_w/A_f
T01	990	4	150	10	250	2.5	2.7
T02	990	4	150	8	250	2.0	3.3
T03	990	5	150	8	200	1.6	4.1

Tabelle 3.4

Träger	h_1	t_w	b_f	t_f	λ_B	t_f/t_w	A_w/A_f
VT01	1000	4	150	8	250	2.0	3.3
VT02	1000	4	100	12	250	3.0	3.3
VT03+04	1000	5	150	12	200	2.4	2.8
VT05	800	5	150	8	160	1.6	3.3
VT06	800	5	150	12	160	2.4	2.2

Tabelle 3.5

Weitere vier Träger sind mit Längssteifen versehen worden. Damit soll in den Versuchen qualitativ der Einfluss vom Vorhandensein von Längssteifen ermittelt werden. Die Unterschiede in der Torsionssteifigkeit und der Höhenlage der Steife am Träger sind dabei als Hauptparameter zu betrachten. Mit der kleinen Anzahl von vier längsversteiften Trägern wird es aber schwierig sein, eine gesicherte Aussage zu formulieren. Je zwei der vier Träger weisen dieselben Querschnittsabmessungen auf. Die nominellen Daten sind in der Tabelle 3.6 in [mm] aufgeführt.

Träger	h_1	t_w	b_f	t_f	λ_B	t_f/t_w	A_w/A_f
VT07+08	1000	4	150	8	250	2.0	3.3
VT09+10	1000	4	150	12	250	3.0	2.2

Tabelle 3.6

Die Lage der Längssteifen ist nach [11] für die reine Biegebeanspruchung optimal im Fünftelpunkt der Steghöhe anzuordnen. Die Ermittlung der geforderten Steifigkeit für eine torsionsweiche und eine torsionssteife Ausführung ist nach [26] und [12,14,17,18] erfolgt. Die offene, torsionsweiche Steife besteht aus einem Flachblech mit den Abmessungen 90·6 mm. Für die geschlossene, torsionssteife Ausführung mit dem ähnlichen Steifigkeitsverhalten ergibt sich ein V-Querschnitt mit 2 mm Wandstärke dessen Form im Bild 3.14 ersichtlich ist.

Die erforderliche Biegesteifigkeit der Längssteife ergibt sich aus der Formel $I_{\text{erf}} = 0.092 \cdot \gamma_{\text{erf}} \cdot b \cdot t_w^3$ mit $\gamma_{\text{erf}} \approx 83$ aus den Tabellen II/1.3 [26] mit $\delta_s \approx 0.14$ und $\alpha = 2.5$ als Festwerte und gilt für eine reine Biegebeanspruchung. Damit die torsionsweiche Steife im überkritischen Bereich voll wirksam bleibt, ist die errechnete Steifigkeit nach [12,14] um einen Faktor von $m \approx 3.5$ zu vergrössern. Die vorhandene Steifigkeit wird mit einer mitwirkenden Breite des Steges als $b_e = 1.9 \cdot t_w \sqrt{E / \sigma_{\text{vorh}}}$ gerechnet, wobei für die vorhandene Spannung auf der Höhe der Steife $\sigma_{\text{vorh}} = 0.6 \cdot \sigma_{f,t}$ 60% der Fließgrenze im Flansch zu betrachten ist. Die offene Steife weist eine Steifigkeit von $I \approx 1140 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$ auf und es ergibt sich ein Vergrößerungsfaktor von $m \approx 2.7$ anstelle der geforderten Grösse von $m \approx 3.5$. Die Bemessung der geschlossenen Steife erfolgt analog, wobei aber nur ein Faktor von $m \approx 2.0$ für den überkritischen Tragbereich einzusetzen ist.

Die Lage der offenen Steifen ist bei den Trägern VT09 und VT10 vom Fünftelpunkt weg um 50 mm gegen den Flansch hin verschoben angeordnet worden, um einen Anhaltspunkt über den Einfluss der Höhenlage auf die Traglast der Lasteinleitung zu erhalten.

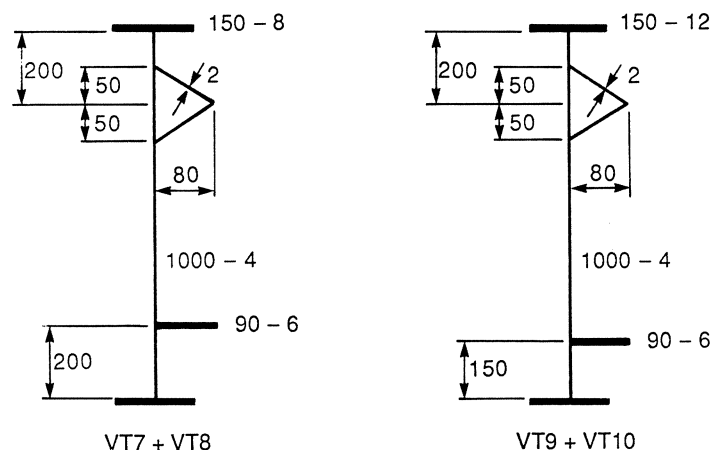


Bild 3.14 Querschnitte der längsversteiften Versuchsträger

Die Herstellung der Versuchsträger erfolgte in einer Stahlbaufirma unter normalen Werkstattverhältnissen. Von einem Richten der Träger nach der Fertigung, zum Erfüllen der zulässigen Vorverformungsvorschriften der Stahlbaunorm SIA 161 [29] wurde abgesehen. Die Massnahme des Richtens bringt allenfalls Vorteile bei Bauteilen, für Versuchsträger ist es jedoch unangenehm, weil damit unnötige und vorallem relativ grosse und unbekannte Eigenspannungszustände zusätzlich in die Querschnitte eingebracht werden.

Die photogrammetrisch festgehaltenen Anfangsauslenkungen des Stehbleches aus der Ebene sind im Anhang 6.2. zusammengefasst. Die ermittelte maximale Unebenheit ist für den Versuchsträger T01 im Mittelfeld mit $\approx 14 \text{ mm}$ registriert worden. Der minimale Wert der Auslenkung ist für den Träger VT06 im Mittelfeld in der Grösse von $\approx 5 \text{ mm}$ festgehalten worden. Im Mittel ist die Anfangsauslenkung der Stehbleche in der Grössenordnung von ≈ 6 bis $\approx 10 \text{ mm}$ aufgetreten. Die erste Bilderserie im Anhang 6.2. zeigt jeweils den Querschnitt durch den Versuchsträger direkt unterhalb der Lasteinleitung bei verschiedenen Laststufen. Die Anfangsauslenkungen sind mit

einem durchgezogenen Strich eingezeichnet. In der zweiten Bilderserie im selben Anhang 6.2. sind die Auslenkungen in der Frontalansicht mit Höhenlinien mit einer Äquidistanz von 1 mm erkennbar.

Aus jedem Flansch- und Stegblech sind vor dem zusammenschweissen der Blechteile je zwei Materialproben ausgeschnitten und bezeichnet worden. Die Bearbeitung der Materialproben auf die endgültige Geometrie für die Zugproben ist nach den Angaben der DIN 50125 Form E [10] erfolgt. Im Bild 3.15 ist der Verlauf eines typischen Kraft-Verformungs-Diagramms einer Zugprobe aufgezeichnet. Es handelt sich dabei um einen Ausschnitt aus dem Flanschmaterial mit einer Blechstärke von nominell 10 mm.

Die Blechstärken t_f und t_w sind als Mittelwert aus 4 Messungen festgehalten. Die vier Messungen sind an den bearbeiteten Zugproben mit Schublehren durchgeführt worden. Die Streuung bei der Ausmessung der Materialstärken war immer kleiner als 0.02 mm. Die Stehblechhöhe h_1 ist mit einem Messband kontrolliert worden. Die Fehler an der Trägerhöhe h_1 , resultierend aus der Fabrikation, konnten mit einem maximalen Wert von ± 1 mm festgehalten werden. Die Messungen wurden an beiden Enden der Träger durchgeführt. Am Innenfeld konnte die Messung nicht durchgeführt werden, da die Behinderung durch die Flansche keine verlässlichen Resultate erlaubte. Für die weiteren Betrachtungen ist somit das Sollmass der Trägerhöhe h_1 in die Rechnung eingegangen. Die Flanschbreiten b_f sind über den Quersteifen mit einer Schublehre gemessen worden und zeigten keine Abweichungen von den Sollmassen.

Die Materialproben sind auf einer älteren Amsler-Prüfmaschine (Amsler & Co., Schaffhausen/CH) getestet worden. Die Kraftmessung erfolgte über ein Pendelmanometer. Je nach Probengrösse und Kraftaufwand stehen dabei sechs Messbereiche zur Verfügung. Die Messbereiche sind auf die Laststufen von 6, 15, 30, 60, 150 und 300 kN begrenzt. Während der Belastung der Proben ist der Traversenweg der Prüfmaschine und die Kraft vom Pendelmanometer mechanisch in einem x-y-Diagramm aufgezeichnet worden. Die abgelesenen Lastgrössen sind von Hand in das Diagramm übertragen und die Fließgrenze σ_f des Materials ist als unterer "stabiler" Fließwert im Diagramm festgehalten worden. Die Bruchgrenze σ_u ist als höchster erreichter Anstieg im Last-Verformungs-Diagramm definiert und ausgemessen worden. Die Materialkennwerte sind aus dem Mittelwert von zwei Zugproben ermittelt worden. Die maximale Abweichung vom Mittelwert der Fließgrenze ist für alle getesteten Bleche im Streubereich von 5% aufgetreten und hat mit 5% für das Stegblech des Trägers VT07 ($t_w = 3.8$ mm) den grössten Wert angenommen.

Die effektiven Querschnittsabmessungen und die ermittelten Materialfestigkeiten der Versuchsträger sind in der Tabelle 3.7 zusammengetragen. Die geometrischen Daten sind in [mm] und die Materialkennwerte in $[N/mm^2]$ angegeben. In der ersten Kolonne steht die Trägerbezeichnung und anschliessend jeweils in einem Viererblock sind die Daten für den Steg, den Oberflansch und den Unterflansch eingetragen.

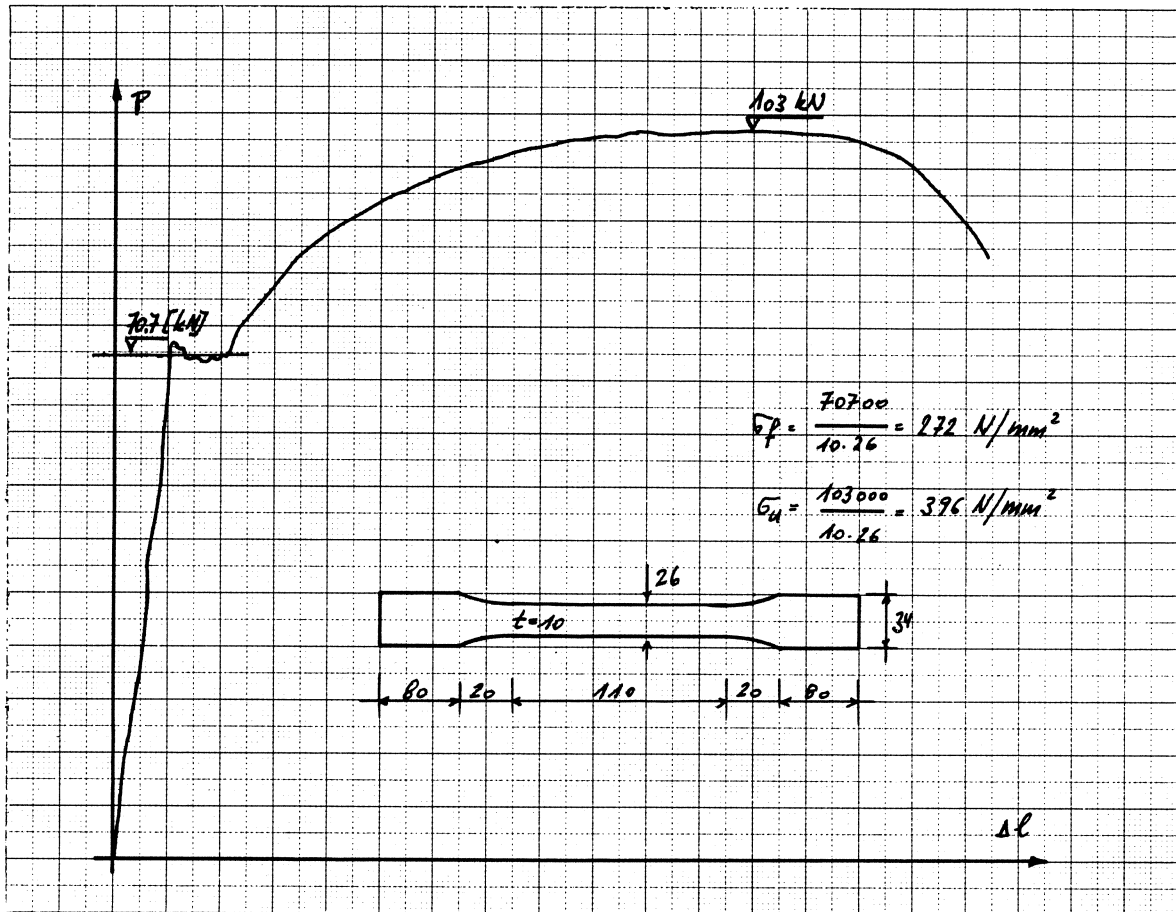


Bild 3.15 Typisches Kraft-Verformungs-Diagramm an einer Zugprobe

Träger	Steg				Oberflansch				Unterflansch			
	h_1	t_w	$\sigma_{f,w}$	$\sigma_{u,w}$	b_f	t_f	$\sigma_{f,f}$	$\sigma_{u,f}$	b_f	t_f	$\sigma_{f,f}$	$\sigma_{u,f}$
T01	990	4.0	360	437	150	10.0	281	398	150	10.0	274	396
T02	990	4.0	349	438	150	8.0	293	431	150	8.0	298	429
T03	990	5.0	317	425	150	8.0	294	425	150	8.0	294	427
VT01	1000	3.8	369	421	150	8.35	293	400	150	8.45	327	474
VT02	1000	3.8	352	414	100	11.9	292	411	100	11.9	292	409
VT03	1000	5.2	305	421	150	12.0	286	390	150	12.0	277	393
VT04	1000	5.2	300	417	150	12.0	279	390	150	12.0	284	394
VT05	800	5.0	292	365	150	8.40	300	403	150	8.40	305	400
VT06	800	5.0	301	371	150	12.0	291	397	150	12.0	286	398
VT07	1000	3.8	375	430	150	8.35	296	422	150	8.35	281	396
VT08	1000	3.8	358	419	150	8.30	292	400	100	8.30	328	477
VT09	1000	3.8	371	422	150	12.0	286	395	150	12.0	283	392
VT10	1000	3.8	380	428	150	12.0	282	393	150	12.1	275	400

Tabelle 3.7

3.3. Versuchsprogramm

Die Querschnitte und die Materialfestigkeiten sind nun bekannt und es bleibt noch die Art und Weise der Belastung als freier Parameter bei der Versuchsdurchführung zu bestimmen. Die Belastung muss in Bezug auf die Beanspruchung des Trägers einerseits lokal und andererseits global betrachtet werden. Mit der lokalen Betrachtung wird die Art der Lasteinleitung als Einzellast, als Doppellast oder als Vierfachlast bezeichnet. Unter der globalen Belastungsanordnung wird erstens die Interaktion mit einem Biegeanteil und der konzentrierten Lasteinleitung, zweitens die reine Biegebeanspruchung und drittens die konzentrierte Lasteinleitung ohne Biegung verstanden. In der Tabelle 3.8 sind die im Versuch durchgeführten Kombinationen von Belastungen zusammengestellt und die Zuweisung zu den Querschnitten definiert.

Die Versuchsträger sind in 6 bzw. 8 Lastbereiche eingeteilt. Jeder Bereich entspricht einem Stegfeldabschnitt mit dem zugehörigen belasteten Flanschanteil. Die Einteilung ist im Bild 3.16 gekennzeichnet. Die Träger mit Längssteifen werden im Mittelfeld je viermal belastet. Im ersten und zweiten Belastungsfall geht es um die Bestimmung der Traglast der Interaktionsbelastung mit dem Lastangriff in den Bereichen 1 bzw. 4 nach Bild 3.16, während für den dritten und vierten Belastungsfall der reine Biege widerstand in den Bereichen 7 bzw. 8 nach Bild 3.16 gesucht wird. Es ist klar, dass die zweite ermittelte Traglast vom Verformungszustand nach dem Interaktionsversuch stark abhängt, und die Resultate entsprechend vorsichtig in die Vergleiche einzugehen haben.

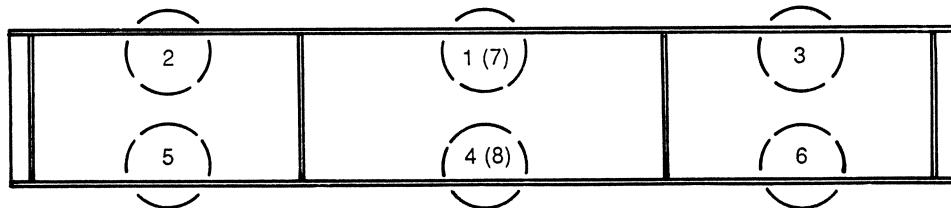


Bild 3.16 Einteilung der Träger in die jeweiligen Belastungsbereiche

Die notwendigen Definitionen zum Verständnis der Tabelle 3.8 sind anschliessend beschrieben. Bei der globalen Belastung sind drei Möglichkeiten vorhanden, die mit den entsprechenden Buchstaben bezeichnet sind.

- F ≡ Rippenlose konzentrierte Lasteinleitung
- M ≡ Momentenbelastung
- I ≡ Interaktionsbelastung

Für die lokale Belastung sind die Buchstaben wie nachstehend zu interpretieren:

- K ≡ Keine konzentrierte Lasteinleitung – im Anhang ohne Bezeichnung
- E ≡ Einzellast – im Anhang mit "A" bezeichnet
- D ≡ Doppellast – im Anhang mit "B" bezeichnet
- V ≡ Vierfachlast – im Anhang mit "C" bezeichnet

Träger	λ_B	t_f/t_w	Versuchsbereich nach Bild 3.16							
			1	2	3	4	5	6	7	8
T02	250	2.0	IE	FE	FE	MK	FE	FE	-	-
T01	250	2.5	IE	FE	FE	MK	FE	FE	-	-
VT02	250	3.0	IE	FE	FE	IE	FE	FD	-	-
VT01	250	2.0	ID	FE	FD	ID	FD	FE	-	-
T03	200	1.6	IE	FE	FE	MK	FE	FE	-	-
VT03	200	2.4	IE	FE	FD	MK	FE	FD	-	-
VT04	200	2.4	ID	FE	FV	IV	FE	FV	-	-
VT05	160	1.6	IE	FE	FD	MK	FE	FD	-	-
VT06	160	2.4	IE	FE	FD	ID	FE	FV	-	-
VT07	250	2.0	IE	FE	FE	IE	FE	FE	ME	ME
VT08	250	2.0	ID	FD	FD	ID	FD	FD	MK	MK
VT09	250	3.0	IE	FE	FE	IE	FE	FE	-	MK
VT10	250	3.0	ID	FD	FD	ID	FD	FD	MK	-

Tabelle 3.8

3.4. Versuchstraglasten

Die nachfolgenden Tabellen 3.9 bis 3.21 enthalten die Versuchsergebnisse. Die Lasten P und F sind in ihrer Kombination als Traglasten zu betrachten. Das angegebene Moment ist das berechnete Biegemoment in der Mitte des Versuchsträgers, erzeugt durch das Lastpaar P und durch die konzentrierte Lasteinleitung F . Die Berechnung von M erfolgt mit der nachstehenden Formel.

$$M = M(P) + M(F) \quad \text{mit} \quad M(P) = P \cdot a \quad \text{und} \quad M(F) = F \cdot b/2$$

Dabei ist für die Vorversuche $a = 1.80 \text{ m}$ und für die Hauptversuche $a = 1.76 \text{ m}$ einzusetzen. Zusätzlich muss für die Belastung mit der Einzellast $b = 3.00 \text{ m}$, für die Doppellast $b = 2.90 \text{ m}$ und für die Vierfachlast $b = 2.80 \text{ m}$ verwendet werden. Die lokalen Verhältnisse der Lasteinleitungszone mit der effektiven Lasteinleitungslänge l_0 für die Einzellast und den Achsabständen a_l zwischen den Lastpunkten für die Doppel- und Vierfachlast sind im Bild 3.17 ersichtlich.

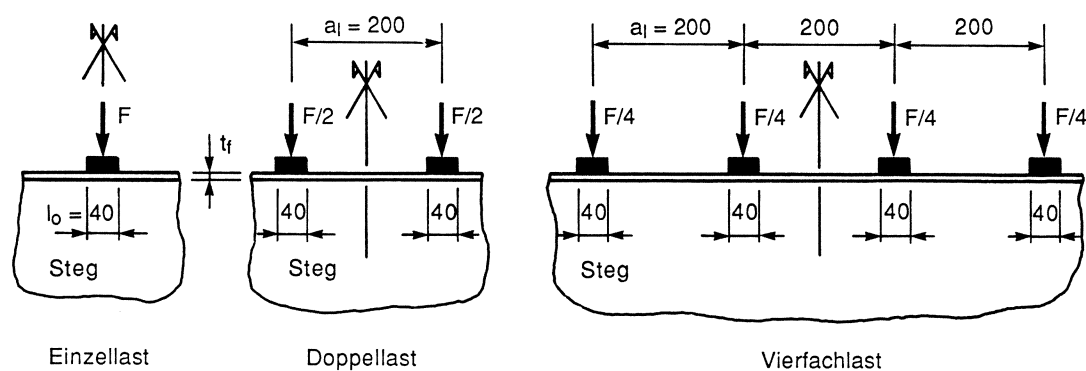


Bild 3.17 Geometrie der Lasteinleitung

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
T01-1	I - E	150	120	450
T01-2	E	-	177	-
T01-3	E	-	174	-
T01-4	M	297	-	535
T01-5	E	-	173	-
T01-6	E	-	165	-

Tabelle 3.9

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
T02-1	I - E	60	134	309
T02-2	E	-	157	-
T02-3	E	-	154	-
T02-4	M	267	-	480
T02-5	E	-	150	-
T02-6	E	-	161	-

Tabelle 3.10

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
T03-1	I - E	170	107	466
T03-2	E	-	196	-
T03-3	E	-	194	-
T03-4	M	278	-	500
T03-5	E	-	197	-
T03-6	E	-	197	-

Tabelle 3.11

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT01-1	I - D	70	125	305
VT01-2	E	-	146	-
VT01-3	D	-	193	-
VT01-4	I - D	163	124	466
VT01-5	D	-	191	-
VT01-6	E	-	146	-

Tabelle 3.12

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT02-1	I - E	120	97	356
VT02-2	E	-	143	-
VT02-3	E	-	145	-
VT02-4	I - E	70	125	310
VT02-5	E	-	144	-

Tabelle 3.13

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT03-1	I - E	260	140	668
VT03-2	E	-	259	-
VT03-3	D	-	353	-
VT03-4	M	406	-	715
VT03-5	E	-	231	-
VT03-6	D	-	333	-

Tabelle 3.14

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT04-1	I - D	180	187	588
VT04-2	E	-	243	-
VT04-3	V	-	421	-
VT04-4	I - V	125	292	628
VT04-5	E	-	246	-
VT04-6	V	-	427	-

Tabelle 3.15

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT05-1	I - E	120	114	382
VT05-2	E	-	179	-
VT05-3	D	-	250	-
VT05-4	M	233	-	410
VT05-5	E	-	187	-
VT05-6	D	-	255	-

Tabelle 3.16

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT06-1	I - E	60	172	364
VT06-2	E	-	211	-
VT06-3	D	-	266	-
VT06-4	I - D	80	217	455
VT06-5	E	-	216	-
VT06-6	V	-	388	-

Tabelle 3.17

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT07-1	I - E	220	130	582 g
VT07-2	E	-	176	--- g
VT07-3	E	-	172	--- g
VT07-4	I - E	170	135	502 o
VT07-5	E	-	165	--- o
VT07-6	E	-	170	--- o
VT07-7	M - E	290	79	629 g
VT07-8	M - E	290	70	615 o

Tabelle 3.18

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT08-1	I - D	185	160	558 g
VT08-2	D	-	280	--- g
VT08-3	D	-	300	--- g
VT08-4	I - D	150	199	553 o
VT08-5	D	-	229	--- o
VT08-6	D	-	235	--- o
VT08-7	M	325	-	572 g
VT08-8	M	360	-	634 o

Tabelle 3.19

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT09-1	I - E	250	130	635 g
VT09-2	E	-	198	--- g
VT09-3	E	-	210	--- g
VT09-4	I - E	190	145	552 o
VT09-5	E	-	184	--- o
VT09-6	E	-	180	--- o
VT09-8	M	421	-	741 o

Tabelle 3.20

Träger	Art	P [kN]	F [kN]	M [kNm]
VT10-1	I - D	147	247	617 g
VT10-2	D	-	330	--- g
VT10-3	D	-	315	--- g
VT10-4	I - D	240	161	655 o
VT10-5	D	-	275	--- o
VT10-6	D	-	288	--- o
VT10-7	M	447	-	787 g

Tabelle 3.21

In den Tabellen 3.18 bis 3.21 der Träger mit Längssteifen sind die zusätzlichen Angaben über die Steifenart mit "o" für die offene und "g" für die geschlossene Ausführung gekennzeichnet.

3.5. Vergleich : Traglasten - Norm SIA 161 (1979)

Der Vergleich der ermittelten Traglasten aus den Versuchen wird nun mit den in der Stahlbaunorm SIA 161 [29] vorhandenen Bemessungsformeln und Vorschriften verglichen. Im Vergleich treten die Belastungen aus der konzentrierten Lasteinleitung einerseits und der reinen Biegung andererseits auf. Für die Interaktionsbelastung ist aus den bekannten Gründen kein Vergleich mit der Norm möglich. Die Interaktionstraglasten werden daher lediglich in einer aussagekräftigen graphischen Darstellung als Bemessungsgrundlage aufgezeichnet. Aus der graphischen Darstellung werden dann mögliche Folgerungen für die Bemessung formuliert.

3.5.1. Einfluss der Stegstärke

Die Stegstärke bildet den Hauptparameter für die Traglast der konzentrierten Lasteinleitung und die Grösse der Versagensform. Die Beulgrössen sind in den Bildern 3.18 mit $t_w = 4$ mm und 3.19 mit $t_w = 5$ mm eingezeichnet. Die Änderung der Stegstärke beträgt +25% . Bei einem unveränderten Flanschquerschnitt und der Lasteinleitung von $l_0 = 40$ mm dringt die Beule entsprechend tiefer in den Steg hinein und die Traglast erhöht sich um rund +27% unter Berücksichtigung der Unterschiede in den Materialfestigkeiten. Die Änderung der Stegslankheit zeigt in den Bereichen von $\lambda_B = 160$ bis 250 , weder auf die Art der Verformung beim Versagen noch auf die Traglast einen Einfluss. Diese Phänomen ist schon im Jahre 1961 von GRANHOLM [24] mit der Formel (2.1) mit der einzigen Abhängigkeit von t_w^2 festgehalten worden. DUBAS und GEHRI [15] zeigen 1974 eine untere Grenze mit $\lambda_B = 60$ und setzen diese entsprechend in die Traglastformel (2.3) ein.

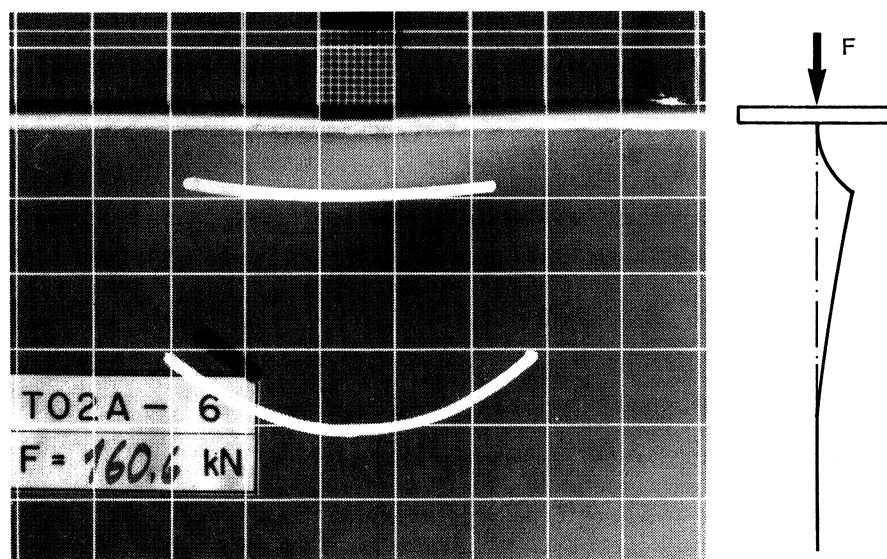


Bild 3.18 Versuchsträger T02-6 / E

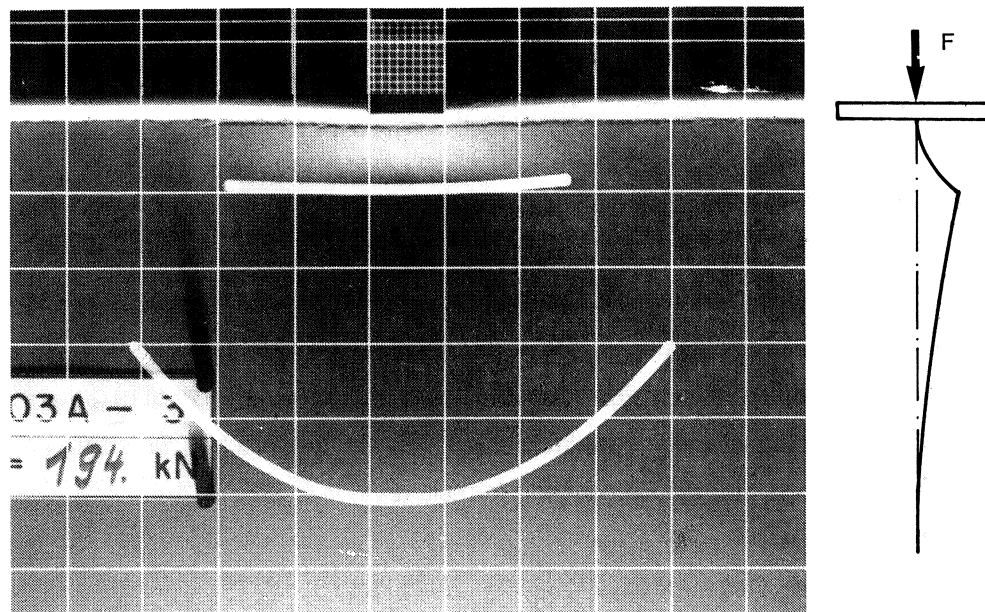


Bild 3.19 Versuchsträger T03-3 / E

In den Versuchen ist die Normal-Lasteinleitung mit $l_0 = 40 \text{ mm}$ definiert. Die Grösse des aufgelegten Rasters über die Photographien, weist in Wirklichkeit auch eine Distanz von 40 mm auf. Für einzelne Bilder ist der Raster aus Gründen der Grössenverhältnisse auf 80 mm angelegt. Diese Abbildungen sind speziell gekennzeichnet. Die Lasteinleitung wird mit einem engen quadratischen Raster hervorgehoben.

3.5.2. Einfluss der Lastlänge und Anordnung

Die DIN 120 [9] gibt für die Länge der Aufstandsfläche der Kranräder auf der Schiene, unabhängig vom Raddurchmesser, die Grösse von 50 mm an. Beim Einschieben von Brückenträgern weisen die Rollen einen Durchmesser von $\approx 500 \text{ mm}$ bis $\approx 800 \text{ mm}$ auf und sind damit in der Grössenordnung der Raddurchmesser von Kranen. Die Ausgangslänge der Lasteinleitung ist für alle Versuche auf $l_0 = 40 \text{ mm}$ angesetzt, womit einem kleinen Teil des Versuchsmassstabes von $1/3$ bis $1/4$ Rechnung getragen wird. Gleichzeitig kann mit der gewählten Abmessung für die Lasteinleitungslänge l_0 die Nachahmung von Teflonkissen betrachtet werden. Der Achsabstand zwischen den konzentrierten Lasten beträgt $a_l = 200 \text{ mm}$, was in Wirklichkeit einem Rollenabstand von 600 mm bis 800 mm entspricht.

In den Bildern 3.20 bis 3.22 ist dreimal derselbe Träger mit Seitenfeldversuchen abgebildet. Der Raster auf dem Bild 3.20 mit der Einzellast beträgt 40 mm , derjenige auf den Bildern 3.21 und 3.22 mit der Doppellast und der Vierfachlast beträgt 80 mm . Die Grösse der Beule wächst in Längsrichtung im gleichen Masse wie die totale Lasteinleitungslänge, welche als Summe der Lastabstände a_l und Einleitungslängen l_0 zu betrachten ist. Die Eindringung der Beule in den Steg nimmt relativ schwach zu. Die Traglasten nehmen dabei zu und vergrössern sich von der Einzellast zur Doppellast und zur Vierfachlast im Verhältnis von $1.00/1.23/1.80$.

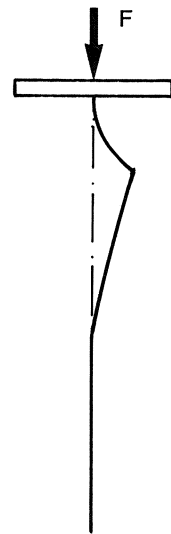
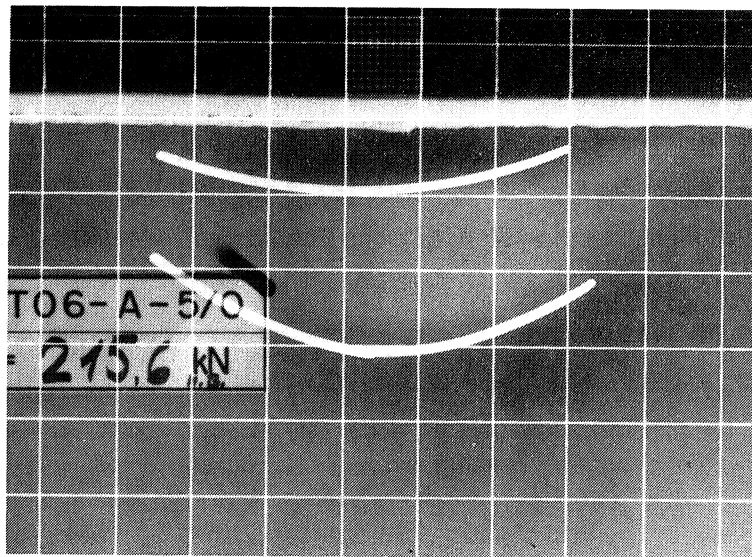
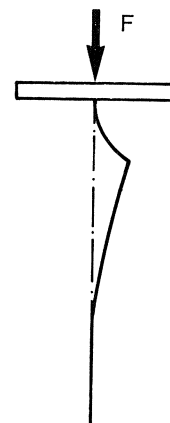
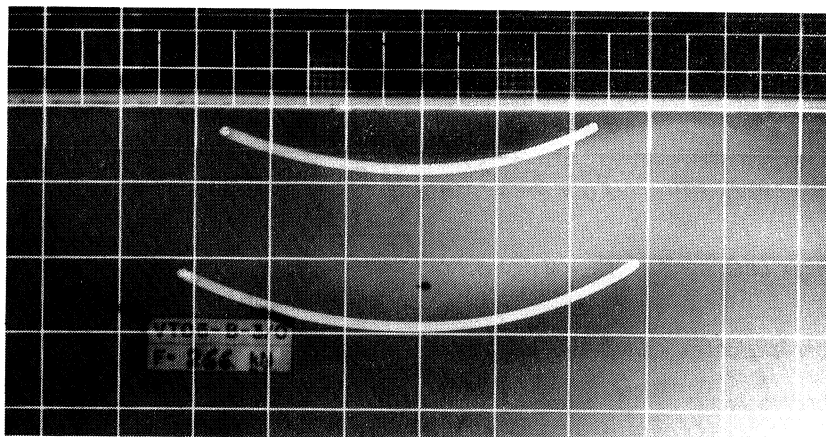
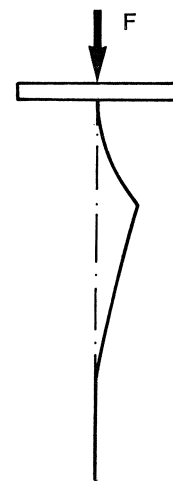
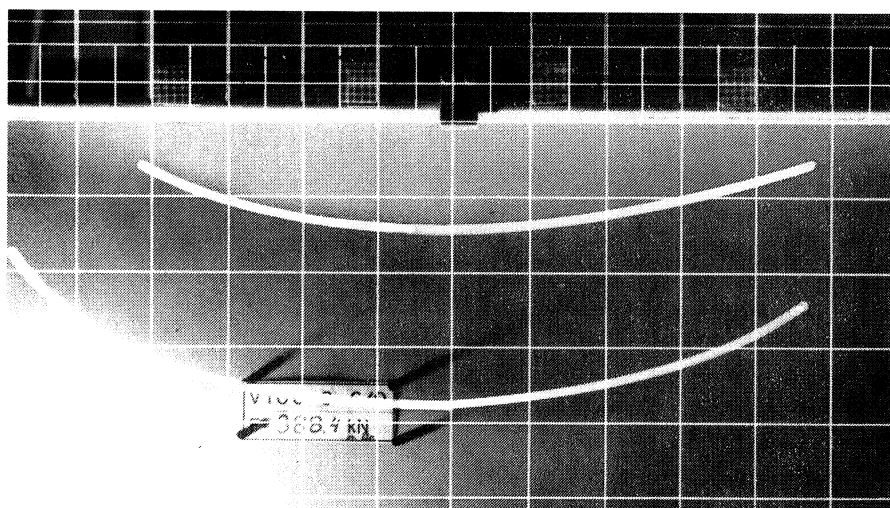


Bild 3.20 Versuchsträger VT06-5 / E

Bild 3.21 Versuchsträger VT06-3 / D (Rastergrösse ≈ 80 mm)Bild 3.22 Versuchsträger VT06-6 / V (Rastergrösse ≈ 80 mm)

3.5.3. Krafteinleitung ohne Biegung

Der Vergleich der einseitigen konzentrierten Lasteinleitung ist anhand des nachfolgend im Bild 3.23 wiedergegebenen Artikels der Stahlbaunorm SIA 161 3 153 [29] durchzuführen.

Der erste Satz in 3 153 1 ist dabei durch die zusätzliche Rotationsbehinderung des Flansches um dessen Längsrichtung zu ergänzen. Mit einem Fehlversuch, bei seitlich gehaltener Anordnung, aber freier Rotationsmöglichkeit des Flansches und der Last konnte nur eine wesentlich tiefere Traglast versuchsmässig ermittelt werden, welche unterhalb des Wertes der Formel (43) in [29] zu liegen kommt.

3 153 Stabilitätskriterien für rippenlose Krafteinleitung

3 153 1 Wird das seitliche Ausweichen gemäss Ziffer 3 151 3 verhindert, so ist bei konzentrierter Krafteinleitung gemäss Figur 33 der aus Stabilitätskriterien sich ergebende Tragwiderstand F_U durch die Formeln (43) und (44) gegeben.

$$\text{Einseitiger Lastangriff: } F_U = 0.5 d^2 \cdot \sigma_f \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_f} \cdot \frac{t}{d}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \quad (43)$$

$$\text{Beidseitiger Lastangriff: } F_U = 3 d^2 \cdot \sigma_f \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_f} \cdot \frac{t}{d}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_3 \quad (44)$$

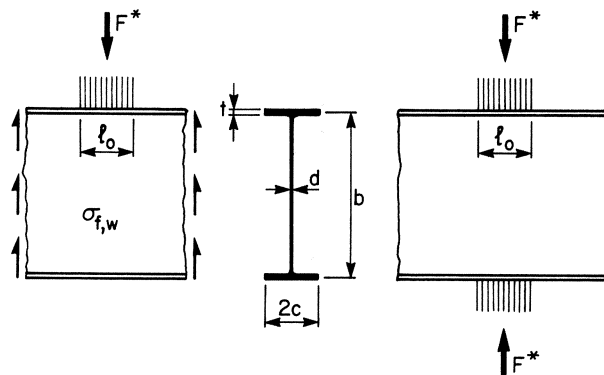
Dabei berücksichtigen die β -Werte folgende Einflüsse:

$$\text{Flanschschlankheit: } \beta_1 = (c/(5t))^{1/4} \leq 1.25$$

$$\text{Stegschlankheit: } \beta_2 = \sqrt{60 d/t} \geq 1 \quad (\text{einseitiger Lastangriff})$$

$$\text{Lastangriffslänge } l_o: \quad \beta_3 = 1 + l_o/b \leq 1.5$$

3 153 2 Bei Lastangriff am Trägerende ist mit dem halben Wert von F_U zu rechnen, bei einem Endabstand $\geq b/2$ mit dem vollen Wert. Für Zwischenstellungen darf linear interpoliert werden.



Figur 33
Einseitiger und beidseitiger
Lastangriff

Der E-Modul ist für alle Querschnitte zu $E = 210 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$ angenommen. Für die Fliessspannung σ_f ist in der für einseitige Lasten gültige Formel (43) die Stegflussspannung $\sigma_{f,w}$ eingesetzt worden. Die Fliessspannung im Steg ist mehrheitlich grösser als diejenige im Flanschmaterial, und die Auswertung der Formel (43) ergibt folglich zu hohe rechnerische Traglasten. In Zusammenhang mit der nachfolgend angeführten Erläuterung über die Erhöhung des vorangestellten numerischen Faktors in der Formel (43) wird auf den Einfluss der Höhe der Fliessgrenze eingegangen.

Mit dem Korrekturfaktor β_3 wird der Einfluss der Lastlänge definiert. Die Funktion von β_3 steht für verteilte Lastenleitungen der Einzellast mit der Lastlänge l_0 . Die Beziehung wird nun für die Doppel- und Vierfachlasten entsprechend erweitert. Die nichtbelasteten Abstände zwischen den konzentrierten Lastpunkten der Lastenleitungen werden zu den effektiven Lastlängen zugeschlagen. Aus der Betrachtung der Verformungsfiguren im Versagenszustand scheint diese Korrektur möglich zu sein, da die Grösse und Ausdehnung der Gelenklinien und deren Lage nur eine Gesamtbeule unter der Last zeigen, welche eine durchgehende Lastanordnung vermuten lässt. Der Abstand der Lasten a_l bewegt sich dabei etwa in der gleichen Grössenordnung wie die Eindringtiefe der Beule in den Steg hinein.

Der Korrekturfaktor β_3 wird somit um die Terme der Achsabstände vergrössert und lässt sich in der nachstehenden Form darstellen:

$$\begin{array}{lll} \text{Doppellast:} & \beta_3 = 1 + (l_0 + a_l) / b & \leq 1.5 \\ \text{Vierfachlast:} & \beta_3 = 1 + (l_0 + 3 \cdot a_l) / b & \leq 1.5 \end{array}$$

Es werden nun die folgenden Parameter zur allgemeinen Bestimmung von β_3 für die Stahlbaunorm [29] neu definiert:

- Die Einheitslänge des effektiven Lastangriffs der Einzellast: l_0 (hier mit $l_0 = 40 \text{ mm}$)
- Die Anzahl der angreifenden Lastpunkte: N
d. h. für die Einzellast E : $N = 1$; Doppellast D : $N = 2$; Vierfachlast V : $N = 4$
- Die Gesamtausdehnung des Lastangriffs: $l_{\text{tot}} = l_0 + (N - 1) \cdot a_l$

Der allgemeine Ausdruck für den Einfluss der Lastangriffslänge ergibt sich dann mit der einfachen Formulierung zu:

$$\begin{array}{lll} \text{Totale Lastangriffslänge } l_{\text{tot}} : & \beta_3 = 1 + [l_0 + (N - 1) \cdot a_l] / b & \leq 1.5 \\ & \beta_3 = 1 + l_{\text{tot}} / b & \leq 1.5 \end{array}$$

Die durchgeführten Lastenleitungsversuche an den Trägern in den Seitenfeldern werden nun mit den Resultaten der Formel (43) der Stahlbaunorm [29] verglichen. Unter der Berücksichtigung der effektiven Materialfestigkeiten im Steg und der vorhandenen Querschnittsabmessungen aus der Tabelle 3.7, sowie der dargestellten Lastanordnung nach dem Bild 3.17, wird die Auswertung mit

der Formel (43) durchgeführt. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass der dimensionslose Faktor von **0.5** in der Formel (43) um 20% auf **0.6** angehoben werden kann. Die 5% Fraktile kann eingehalten werden. Es unterschreitet dabei nur ein einziger Versuchswert den Sollwert der Formel gerechnet mit **0.6** um 3.2%. In der Versuchsreihe sind total 35 unabhängige Resultatwerte enthalten. Würde anstelle der Stegflussgrenze $\sigma_{f,w}$ diejenige des Flanschmaterials $\sigma_{f,f}$ in der Auswertung eingesetzt, so müsste eine zusätzliche Erhöhung des numerischen Faktors in der Formel (43) um $\approx 10\%$ bis 15% registriert werden, das heisst der Faktor könnte zu ≈ 0.7 angesetzt werden und die Versuchstraglasten wären immer noch auf der sicheren Seite. Mit der Auswertung der Formel (43) unter Berücksichtigung der Stegflussgrenze ergibt sich somit eine Erhöhung des vorangestellten numerischen Faktors auf **0.6**, und die rechnerisch ermittelte Traglast wird dabei nicht überbewertet für den Fall von gleich hohen Festigkeiten im Steg und im Flansch.

In Bild 3.24 ist der Vergleich der Traglasten aus den Versuchen mit der 1.2-fachen Formel (43) gebildet, das heisst es ist das Verhältnis $F_{u,Test} / [1.2 \cdot F(43)]$ dargestellt. Der Einfluss der Verteilung der Last in Trägerlängsrichtung mit dem Korrekturfaktor β_3 ist für alle eingezeichneten Punkte berücksichtigt. Die ersten 25 Werte, von links nach rechts, entsprechen den Einzellastversuchen mit $l_{tot} = l_0 = 40 \text{ mm}$, die Werte 26 bis 32 stehen für die Doppellastversuche mit $l_{tot} = 240 \text{ mm}$ und die Werte 33 bis 35 für die Vierfachlastversuche mit $l_{tot} = 640 \text{ mm}$.

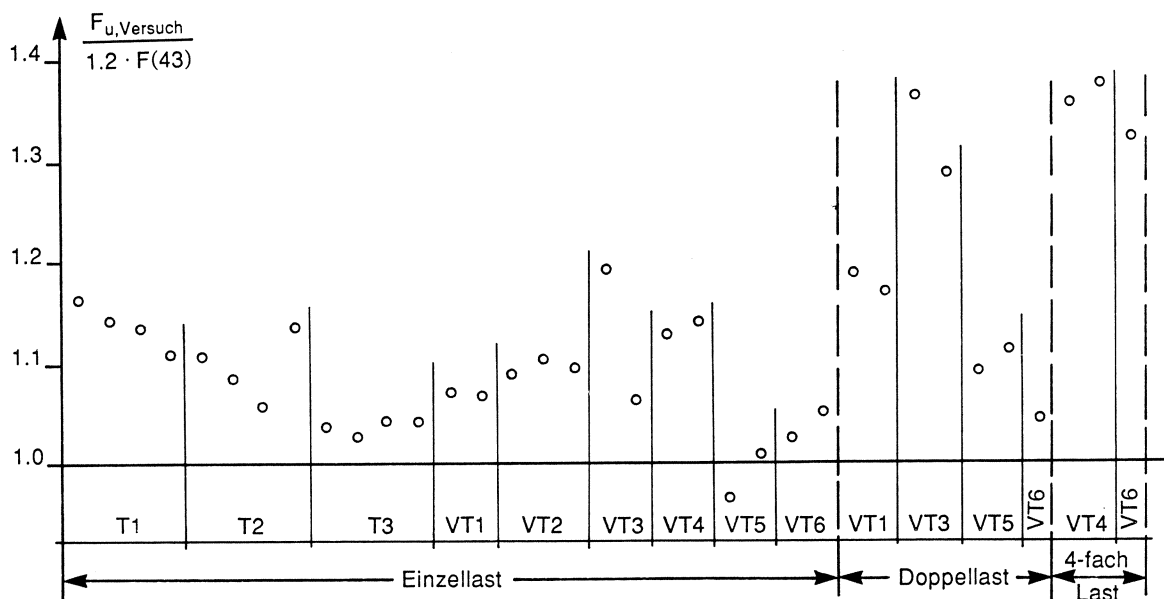


Bild 3.24 Vergleich der Versuchsergebnisse mit der Stahlbaunorm: Lasteinleitung

Das kleinste in den Versuchen untersuchte Verhältnis t_f/t_w (Flansch-/Stegstärke) wird für die Querschnitte der Träger T03 und VT05 mit dem Wert 1.6 beziffert. Der Vergleich der Versuchstraglaste $F_{u,Test}$ mit der um 20% erhöhten Formel (43) der Norm im Bild 3.24 zeigt, dass die Versuchsergebnisse an diesen Querschnitten in der Grössenordnung von ≈ 1.0 liegen. Alle weiteren Verhältnisse t_f/t_w der Querschnitte dieser Versuchsreihe sind grösser als 1.6 und dementsprechend auch die Versuchstraglasten und das dazugehörige Verhältnis mit dem rechnerischen Wert

der 1.2-fachen Formel (43) der Stahlbaunorm. Für kleinere Flansch- zu Stegstärkenverhältnisse wie $t_f/t_w = 1.6$ wird die Verteilwirkung des Flansches ebenfalls kleiner und eine Erhöhung des numerischen Faktors in der Formel (43) der Norm SIA 161 [29] ist mit den Versuchen nicht abgedeckt.

Die Herleitung der Formel (43) beruht auf den Arbeiten von DUBAS und GEHRI [15]. Für die Festlegung der effektiv mitwirkenden Stegtiefe h_w ist eine Grenze von $h_w/t_w \leq 60$ angesetzt worden. Für Verhältnisse mit höheren Stegslankheiten ist folgedessen die Eindringtiefe zu $h_{w,Grenz} = 60 \cdot t_w$ begrenzt. Die meisten Versuche zeigen aber eine kleine Eindringtiefe der Verformung in den Steg hinein. Wird die Grenze mit den im Mittel ausgemessenen Höhen von $h_w/t_w \sim 40$ angenommen und $h_{w,Grenz} = 40 \cdot t_w$ bestimmt, so erhöht sich die Eulersche Knicklast eines sich gedachten Stabes der Knicklänge $h_{w,Grenz}$ grob um den Faktor 2.0 und die Traglastformel (43) erhält einen globalen dimensionslosen Faktor von 0.75 anstelle von 0.5. Setzt man direkt die Grenzhöhe von $h_{w,Grenz} = 40 \cdot t_w$ in die Herleitungen nach [15] ein, ergibt sich ein numerischer Faktor von 0.63 unter der Berücksichtigung aller weiteren nach [15] gemachten Voraussetzungen.

3.5.4. Reine Biegebeanspruchung

Die Berechnung des Biegewiderstandes nach Artikel 3 11 der Stahlbaunorm SIA 161 [29] ergibt im Vergleich mit den Versuchsergebnissen eine gute Übereinstimmung. Der klassische Beulwert ist für alle Vergleichsrechnungen mit $\kappa = 24$ angenommen. Für die Grenzspannungen σ_f werden in den Formeln die Flanschfliessspannungen $\sigma_{f,f}$ eingesetzt. Die Traglast ist erreicht wenn der Flanschquerschnitt voll ausgeschöpft ist, das heisst die Mittelpunktsspannung im Flansch ist gleich der Fließspannung $\sigma_{f,f}$. In den meisten Fällen weist der Steg eine höhere Fließspannung $\sigma_{f,w}$ als der Flansch auf. Die daraus noch bleibenden kleinen Reserven können aber nicht mehr ausgenützt werden, da die Traglast für den Gesamtquerschnitt mit dem Flanschfließen mit $\sigma_{f,f}$ erreicht ist.

Träger	M _{Versuch} [kNm]	M _{SIA} [kNm]	(M _{Versuch} - M _{SIA}) / M _{SIA} in %
T01-4	535	505	+ 5.9
T02-4	480	459	+ 4.6
T03-4	500	508	- 1.6
VT03-4	715	663	+ 7.8
VT05-4	410	415	- 1.2

Tabelle 3.22

3.5.5. Einfluss der Grösse der globalen Längsspannung

Die Traglast der konzentrierten rippenlosen Lasteinleitung wird mit dem Vorhandensein einer globalen Längsspannung aus der Biegebeanspruchung abgemindert. Die Abminderung ist stark abhängig von der relativen Grösse der Längsspannung zur absoluten Fließgrenze im Flansch.

Die Beulform wird beim Vorhandensein der Biegespannung im Versagenszustand in Längsrichtung zusammengedrückt und pflanzt sich dafür tiefer in den Steg hinein fort. In den Bildern 3.25 und 3.26 ist jeweils derselbe Träger abgebildet. Verglichen werden dabei ein Doppellastversuch in einem Seitenfeld ohne Biegung (Bild 3.25) und ein Doppellast-Interaktionsversuch im Mittelfeld mit einem Moment das etwa 84% des reinen Biegewiderstandes M_u beträgt (Bild 3.26).

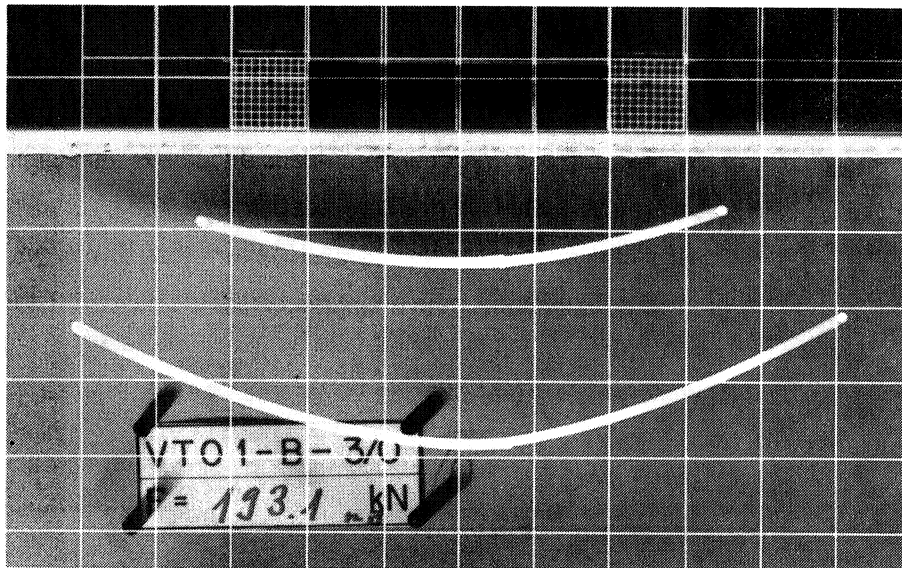


Bild 3.25 Versuchsträger VT01-3 / D

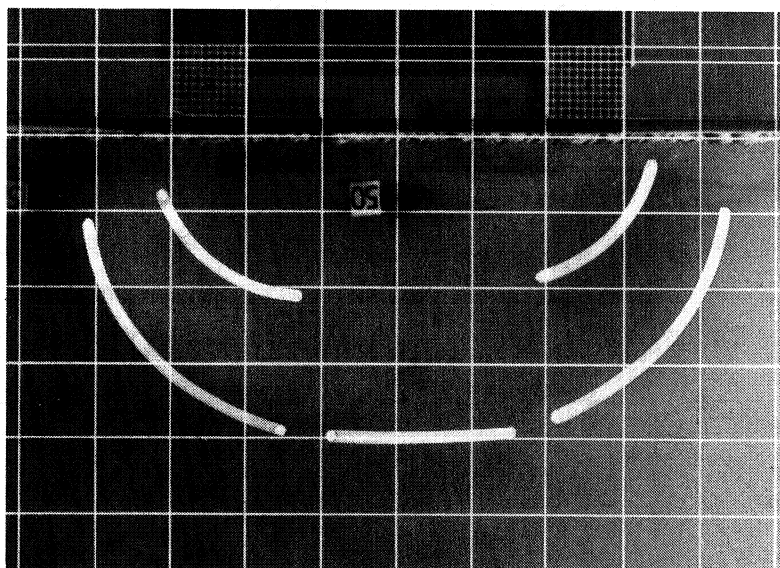


Bild 3.26 Versuchsträger VT01-4 / D

Im Anhang 6.6. sind je in einem Querschnitt in der Mitte unter der Lasteinleitung die mit den DMS in Längsrichtung über die Trägerhöhe gemessenen Dehnungen und Stauchungen dargestellt. Zahlenmässig sind die bereinigten gemessenen DMS-Werte im Anhang 6.5. für alle Laststufen der mit DMS bestückten Versuche zusammengetragen. Die graphische Auswertung der Längsspannungen im Steg hat gezeigt, dass jeweils in nächster Nähe zum gedrückten Flansch unter der Lasteinleitung, die normalerweise hohe Druckspannungen in Längsrichtung im Steg abgebaut werden und zum Teil sogar als Zugspannungen erscheinen. In den Bildern im Anhang 6.6. sind diese

Spannungsumlagerungen gut erkennbar. In [42] ist diese "zickzack" Spannungsverteilung über die Trägerhöhe als Summe aus den Längsspannungen aus der globalen Biegung im überkritischen Tragbereich und den durch die Lasteinleitung erzeugten Längsspannungen als lokale Belastungskomponente zum Inhalt eines Tragmodells geworden. Die Abnahme der Druckspannungen unterhalb des gedrückten Flansches ist abhängig von der relativen Höhe der Gesamtbiegung M zum reinen Biege Widerstand M_U und vergrößert sich entsprechend je kleiner der Anteil der Gesamtbiegung an der Kombination der Interaktionsbelastung auftritt. Diese Aussage lässt sich mit dem Vergleich der Bilder im Anhang 6.6 für die Träger VT03 und VT06 veranschaulichen. Die Interaktionstraglast wurde im Versuch am Träger VT03-1 mit einem Biegemoment in der Grösse von 90.5% von M_U (Tabelle 3.23) und derjenige am Träger VT06-1 mit einem Moment in der Höhe von 67% von M_U erreicht. Die Abnahme der erwähnten Druckspannungen im Steg ist dementsprechend für den Versuch am Träger VT06-1 grösser und wechselt sogar das Vorzeichen zu einer Zugspannung hin.

3.5.6. Interaktionsversuche

Die Aufzeichnung der Interaktionsversuche erfolgt am besten in einer dimensionslosen Darstellung. Auf der Abszisse ist das Verhältnis des vorhandenen Biegemomentes zum reinen Traglastmoment M/M_U abgebildet, während auf der Ordinate das Verhältnis der konzentrierten Last zur entsprechenden reinen Traglast F/F_U aufgezeichnet wird. Die im Diagramm eingetragenen Kurven sind die bereits erwähnten, vorgeschlagenen Interaktionsbeziehungen von BERGFELT 1971 [8] und von ROBERTS 1981 [34]. Ein Interaktionspunkt aus den durchgeführten Versuchen liegt unterhalb beider Kurven [8] und [34]. Dieser Punkt zeigt das Resultat des Versuches ohne Rotationsbehinderung in Längsrichtung für die Lasteinleitung. Die Daten zur Erstellung der Grafik von Bild 3.27 sind in der Tabelle 3.23 zusammengefasst.

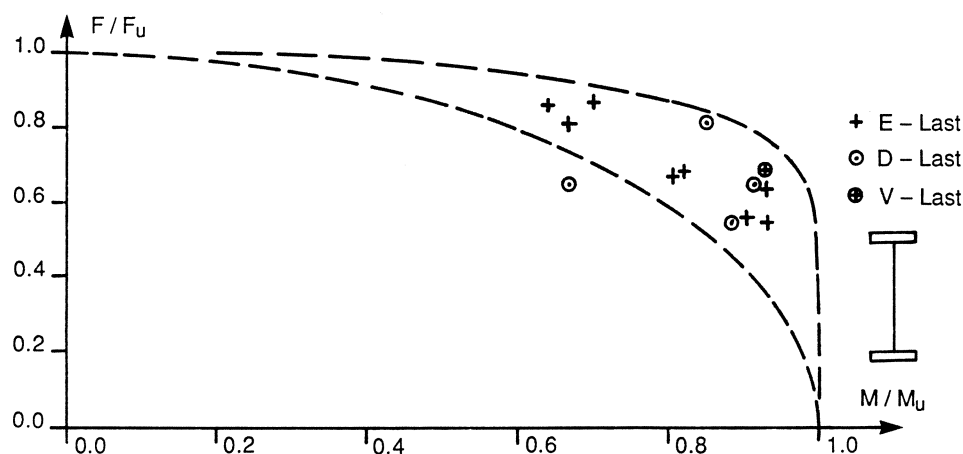


Bild 3.27 Dimensionslose Darstellung der Interaktionsresultate der längs unversteiften Träger

Versuch	Art	F [kN]	M [kNm]	F_u [kN]	M_u [kNm]	F / F_u	M / M_u
T01-1	I - E	120	450	176	548	0.682	0.821
T02-1	I - E	134	309	156	472	0.859	0.644
T03-1	I - E	107	466	196	500	0.546	0.932
VT02-1	I - E	97	356	144	440	0.672	0.809
VT02-4	I - E	125	310	144	440	0.866	0.705
VT03-1	I - E	140	668	250	738	0.560	0.905
VT05-1	I - E	114	382	180	410	0.631	0.932
VT06-1	I - E	172	364	213	543	0.808	0.670
VT01-1	I - D	125	305	192	458	0.651	0.666
VT01-4	I - D	123	466	192	509	0.638	0.916
VT04-1	I - D	187	588	343	666	0.545	0.883
VT06-4	I - D	217	455	266	535	0.814	0.851
VT04-4	I - V	292	628	425	676	0.686	0.929

Tabelle 3.23

3.6. Querschnitte mit Längssteifen

Die Bemessung von längsversteiften schlanken Stahlträgern ist in der Stahlbaunorm SIA 161 [29] nicht geregelt. Hinweise auf Bemessung sind im Kapitel 5 der EKS Publikation No. 44 [14] und in der Vorlesung "Brückenbau – Balkenbrücken mit vollwandigen Hauptträgern" [20] zu finden. Ebenfalls in [14] und [20] sind Hilfen zur Bemessung der Längssteifen und deren erforderliche Steifigkeiten enthalten, um im überkritischen Zustand voll wirksam zu sein.

3.6.1. Einfluss von Längssteifen

Die offene Längssteife wirkt als gelenkiges Lager für das Stegblech. Das Ausweichen des Steges aus der Stegblechebene, rotierend um diese gelenkige Lagerlinie, ist durch die relativ kleine Torsionssteifigkeit der Steife gedämpft möglich. Das Versagen tritt verhältnismässig weich und vorhersehbar ein. Während des Versuches ist die Zunahme der Beulauslenkung und die Verdrehung der Längssteife von blossen Auge sichtbar.

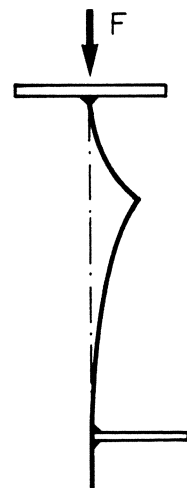
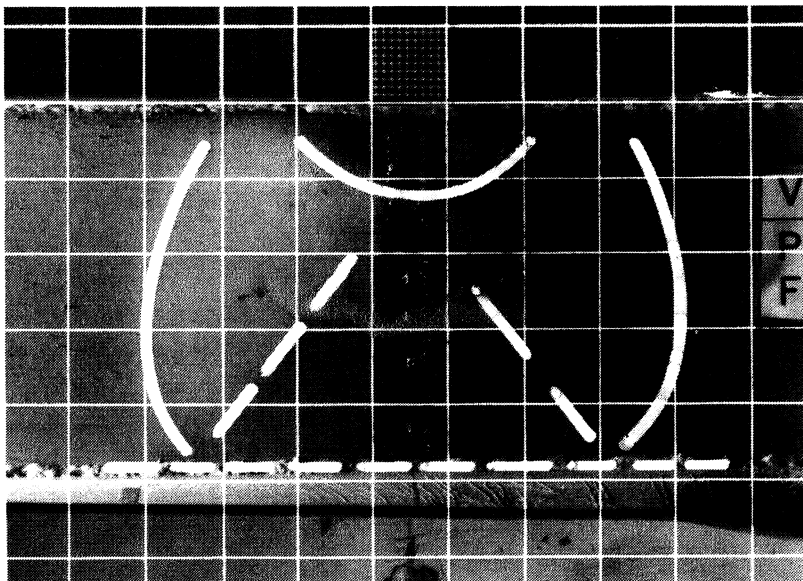


Bild 3.28 Versuchsträger VT07-1 / E

Die lokale Beule direkt unterhalb der Last, zwischen dem gedrückten Flansch und der Längssteife, ist durch die Steifenlage im fünftels Punkt in der Ausdehnung in den Steg hinein schwach behindert. Die Gelenklinien sind in diesem Bereich markant gezeichnet und im Bild 3.28 gut sichtbar. Unterhalb der Steife ist nur eine leichte Ausbeulung erfassbar, die sich bis zum Zugflansch hin fortsetzt und von bloßem Auge kaum erkennbar ist.

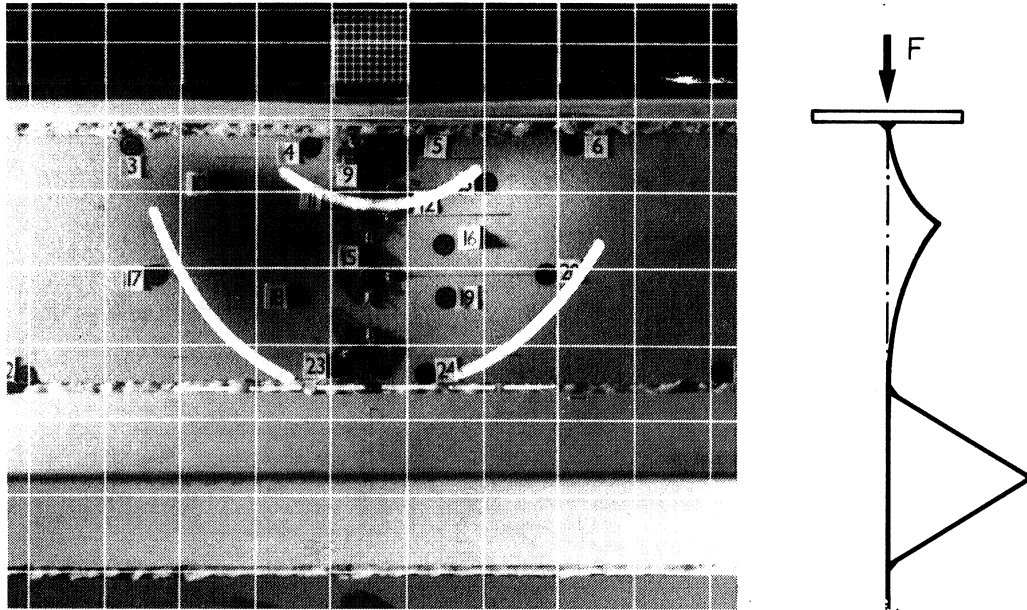


Bild 3.29 Versuchsträger VT09-1 / E

Die geschlossene Längssteife bildet mit ihrer Verbindung zum Steg, mit den zwei Halsnähten im Abstand von 100 mm, eine teilweise Einspannung für das Stegblech (Bild 3.29 rechts). Die Torsionssteifigkeit der Steife ist recht hoch und erlaubt keine grossen (sichtbaren) Stegdeformationen aus der Ebene. Das Versagen tritt plötzlich und praktisch ohne Vorankündigung ein. Die Traglast kann damit aber im wesentlichen gesteigert werden. Die Erhöhung der Traglast in Funktion der Steifigkeit und der Lage der Längssteifen ist qualitativ im Bild 3.30 dargestellt.

3.6.2. Krafteinleitung ohne Biegung

Die Parameter, welche die Traglast beeinflussen, sind die Lage der Längssteife, deren Biege- und Torsionssteifigkeit, die Schlankheit des direkt belasteten Stegfeldes, die Flanschstärke und die Lasteinleitungslänge. Bis heute ist noch keine befriedigende Formulierung zur Bemessung der Krafteinleitung an längsversteiften Trägern vorgestellt worden.

Die Resultate der Träger VT01 und VT07 bis VT10 zeigen ähnliche Gesetzmässigkeiten, wie die Versuche von KARNIKOVA et al [25]. Die eigenen Versuche werden für den Vergleich umgerechnet und im Bild 3.30 wiedergegeben. Für die Umrechnung in die Verhältnisse von [25] wird der Einfluss der Stegstärke mit t_w^2 , der Festigkeit mit $(\sigma_{f,w})^{0.5}$, des Flanschverteilungsfaktors mit β_1 nach [29] sowie die Korrektur der Lasteinleitungslänge mit β_3 nach [29] berücksichtigt.

Die Lage der Längssteife ist, wie in [25] und [14] festgehalten, nicht weiter entfernt als $b/5$ vom gedrückten Flansch weg anzuordnen. Es zeigt sich für die offene Steife im Abstand $b_1 = 0.2 \cdot b$ von Flansch ein nur unbedeutender Anstieg in der Traglast. Wird der Abstand zu $b_1 = 0.15 \cdot b$ verkleinert, so vergrößert sich die Traglast um 9% für eine Einzellast und 20% für die Doppellast. Diese Zahlen sind mit Vorsicht zu geniessen, da es sich um eine zu kleine Anzahl von Versuchsergebnissen handelt.

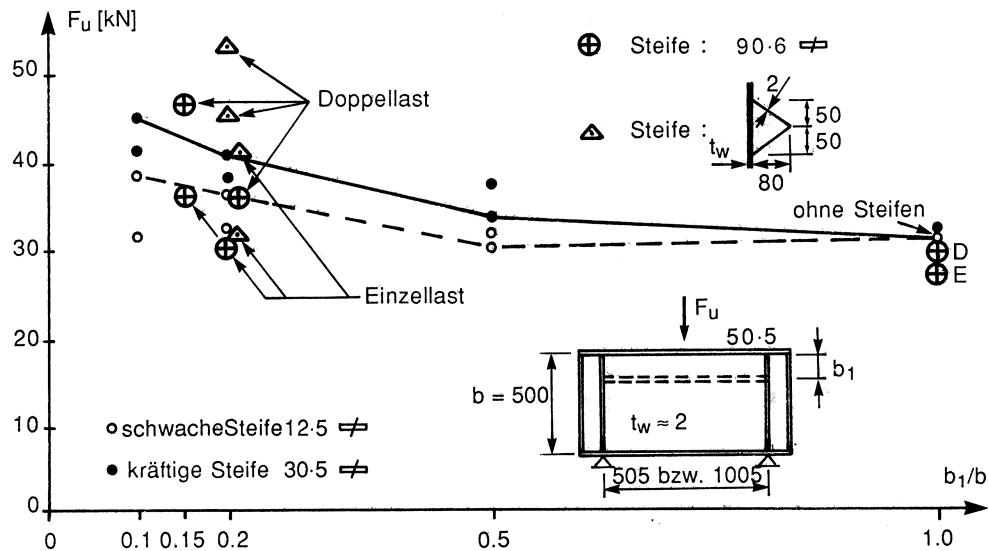


Bild 3.30 Traglast der rippenlosen Lasteinleitung an längsversteiften Querschnitten

Die Längssteifen sind für reine Biegebeanspruchung (vgl. Tab. 3.24) genügend stark ausgebildet. Für die konzentrierte Lasteinleitung ist ein merklicher Unterschied der Traglasten zwischen der Ausführung mit einer torsionsweichen und derjenigen mit einer torsionssteifen Längssteife festzustellen. Die Randbedingungen, des direkt belasteten Stegfeldes b_1 , kann in vertikaler Richtung für die offene Steife als gelenkig-gelenkig und für die geschlossene Steife gelenkig-eingespannt betrachtet werden, und demzufolge ist eine höhere Traglast zu erwarten. Die Verhältnisse b_1/t_w liegen für die Versuchsquerschnitte zwischen 40 und 50 für die torsionsweichen Längssteifen. Bei den geschlossenen Steifen ist das Verhältnis b_1/t_w für den Achsabstand der Steife mit 50 gegeben. Bezieht sich b_1 bei den geschlossenen Steifen auf die Distanz der Schweissnähte so ergibt sich auch hier einen Wert von $b_1/t_w = 40$. Geht man von dieser Betrachtung aus, so darf für die Traglast unter Einzellast festgehalten werden, dass sowohl für eine torsionsweiche wie auch eine torsionssteife Ausführung der Längssteife mit einem Verhältnis von b_1/t_w grösser als 40 eine Erhöhung der Traglast nicht als gesichert angesehen werden kann.

3.6.3. Reine Biegebeanspruchung

Die Längssteifen weisen eine genügende Steifigkeit auf, um bis zum Versagen als feste Lagerung des Steges zu funktionieren. Das Traglastmoment ist danach rechnerisch gleich gross wie das Flieissmoment $M_U = M_f$ des Vollquerschnittes, was der Vergleich in der Tabelle 3.24 durchaus bestätigt.

Träger	$M_{\text{Versuch}} [\text{kNm}]$	$M_f [\text{kNm}]$	$(M_{\text{Versuch}} - M_f) / M_f$ in %	Steife
VT07-1	629	579	+ 8.6	torsions-steif
VT08-1	572	590	- 3.1	torsions-steif
VT10-1	787	723	+ 8.9	torsions-steif
VT07-4	615	579	+ 6.2	torsions-weich
VT08-4	634	590	+ 7.5	torsions-weich
VT09-4	741	733	+ 1.1	torsions-weich

Tabelle 3.24

3.6.4. Interaktionsversuche

Die Aufzeichnung der Interaktionsresultate der längsversteiften Querschnitte ist wie für die Versuche an den unversteiften Querschnitten in einer dimensionslosen Darstellung abgebildet. Die numerischen Resultate befinden sich einiges über der Funktionskurve von ROBERTS [34]. Der Einfluss der Längssteife bewirkt hauptsächlich eine Erhöhung der Biegetragfähigkeit. Von einer Zunahme der Traglast der Lasteinleitung ist mit Vorsicht zu sprechen. Im Bild 3.31 befinden sich die Interaktionspunkte weiter in Richtung der positiven Momentenachse M / M_U verschoben und bleiben in der Höhenlage in Richtung F / F_U unverändert, im Vergleich mit den Interaktionsresultaten an den längs unversteiften Trägern. Die Daten zur Erstellung der Grafik von Bild 3.31 sind in der Tabelle 3.25 zusammengefasst.

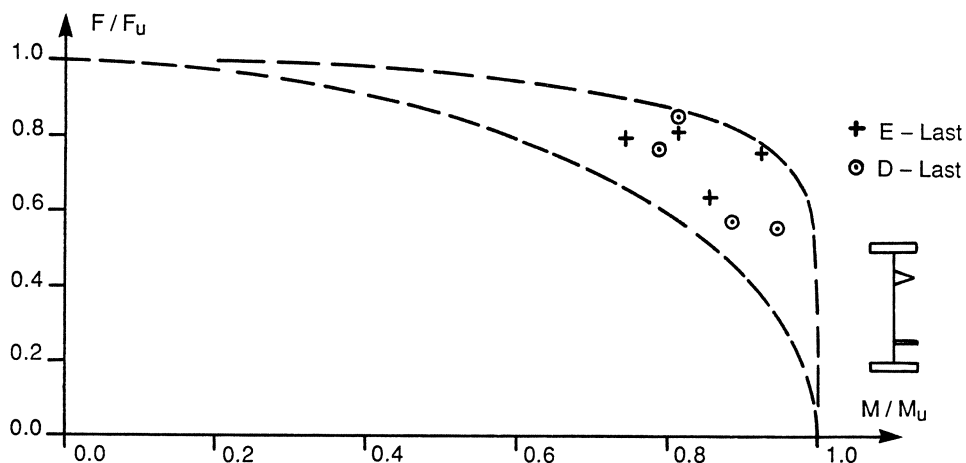


Bild 3.31 Dimensionslose Darstellung der Interaktionsresultate der längsversteiften Träger

Versuch	Art	F [kN]	M [kNm]	F_U [kN]	M_U [kNm]	F / F_U	M / M_U
VT07-1	I - E	130	582	174	629	0.747	0.925
VT07-4	I - E	135	502	167	615	0.810	0.816
VT09-1	I - E	130	635	204	742	0.637	0.856
VT09-4	I - E	145	552	182	741	0.797	0.745
VT08-1	I - D	160	558	290	589	0.553	0.947
VT08-4	I - D	199	553	232	678	0.858	0.816
VT10-1	I - D	247	616	323	787	0.765	0.784
VT10-4	I - D	161	655	281	741	0.572	0.885

Tabelle 3.25

3.7. Verformungen

Zur Kontrolle der aufgetragenen Lasten während eines Versuches sind die Lagerkräfte mit Druckmessdosen, die globalen Durchbiegungen am Zuggurt und die lokalen Verformungen am gedrückten Gurt mit induktiven Weggebern gemessen worden. Die genaue Lage der Weggeber ist im Anhang 6.4. zusammengestellt.

Mit dem Versuch am Träger VT03-4 in der vierten Belastungslage nach Bild 3.16 ist der reine Biege widerstand M_U gesucht worden. Im Bild 3.32 ist der Verlauf der im Versuch gemessenen Durchbiegung, sowie die Lage der Lastangriffspunkte der Pressen und der Lagerpunkte dargestellt. Es sind insgesamt vier Pressen angesetzt worden um die notwendige Versagenslast für das Traglastmoment von $M_U \approx 715$ kNm zu erreichen.

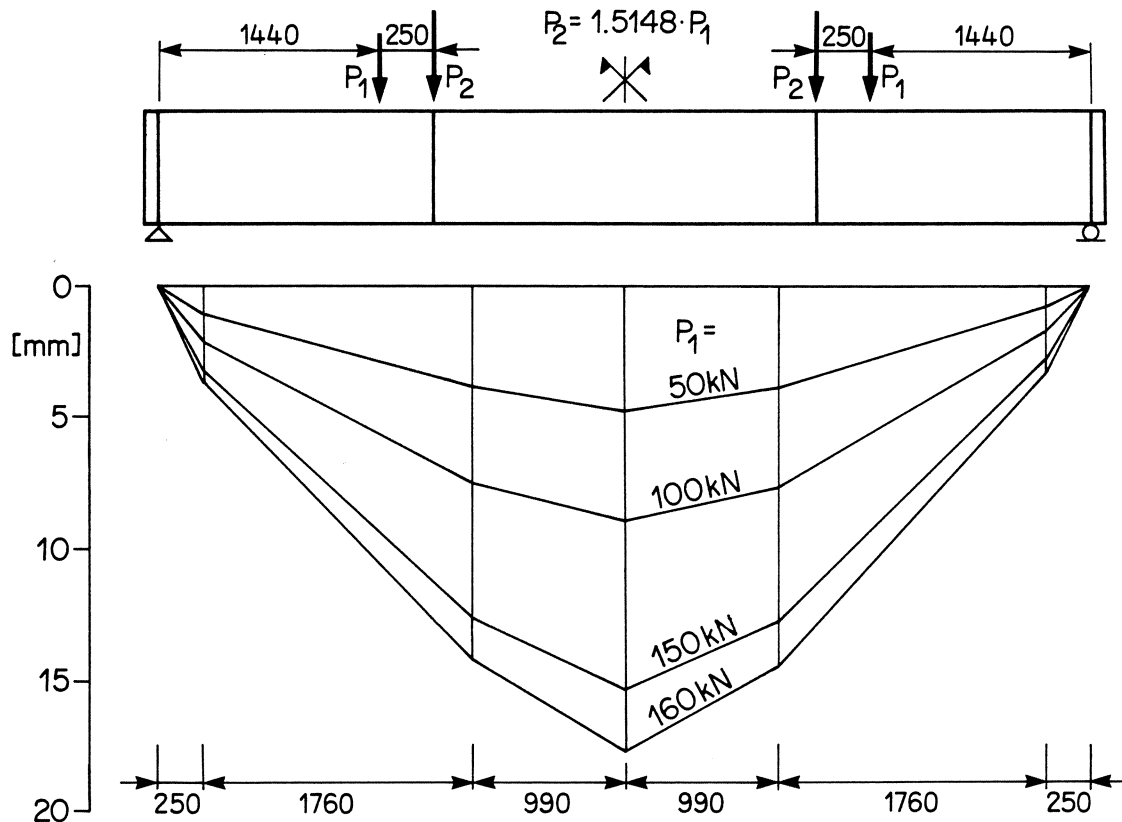


Bild 3.32 Globale Durchbiegungen des Zuggurtes am Versuchsträger VT03-4

Für die Laststufe $P_1 = 160 \text{ kN}$ des Versuches VT03-4 sind die Durchbiegungen rechnerisch bestimmt worden. Das errechnete Trägheitsmoment für diese Laststufe ergibt sich im überkritischen Tragbereich zu $I = 1273 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$. Der Schubwiderstand im Seitenfeld nimmt nach Artikel 3 112 der Stahlbaunorm SIA 161 [29] die Grösse von $V_u \approx 360 \text{ kN}$ an. Die Querkraft ergibt sich für den Zustand $P_1 = 160 \text{ kN}$ aus dem Versuch zu $V \approx 410 \text{ kN}$ und übersteigt den theoretischen Widerstand um $\approx 14\%$. Die gemessenen Durchbiegungen sind so mit einem plastischen Anteil aus der Schubbelastung behaftet und ein Vergleich der Durchbiegungen aus der reinen Biegung wird erschwert. Setzt man ein rein elastisches Verhalten voraus, so ist die Summe der rechnerischen Durchbiegungen aus dem Biege- und dem Schubanteil um rund $\approx 60\%$ zu klein. Dieser Unterschied ist in der plastischen Schubverformung der Seitenfelder zu suchen.

Die gemessenen Durchbiegungen (vgl. Anhang 6.5.) der Versuchsträger VT05 und VT06 sind mit einer zusätzlichen Absenkung der Lagerpunkte behaftet und daher nicht direkt verwendbar. Diese beiden Träger VT05 und VT06 sind im Gegensatz zu allen anderen Versuchsträger nur 800 mm hoch. Da der Versuchsrahmen mit den eingemessenen Passpunkten für die Auswertung der Photogrammetrie nicht verändert werden darf, musste für die Einpassung der zwei Träger in den Versuchsrahmen die Fehlhöhe von 200 mm kompensiert werden. Mit je einem Buchenholz der Höhe 155 mm sind die Lagerpunkte angehoben worden. Die restlichen 45 mm sind mit einem weiteren Ausfahren der Zylinderkolben der Pressen realisiert worden. Die gemessenen Durchbiegungen enthalten somit die Zusammendrückung dieser 155 mm starken Ausgleichslagen in Holz.

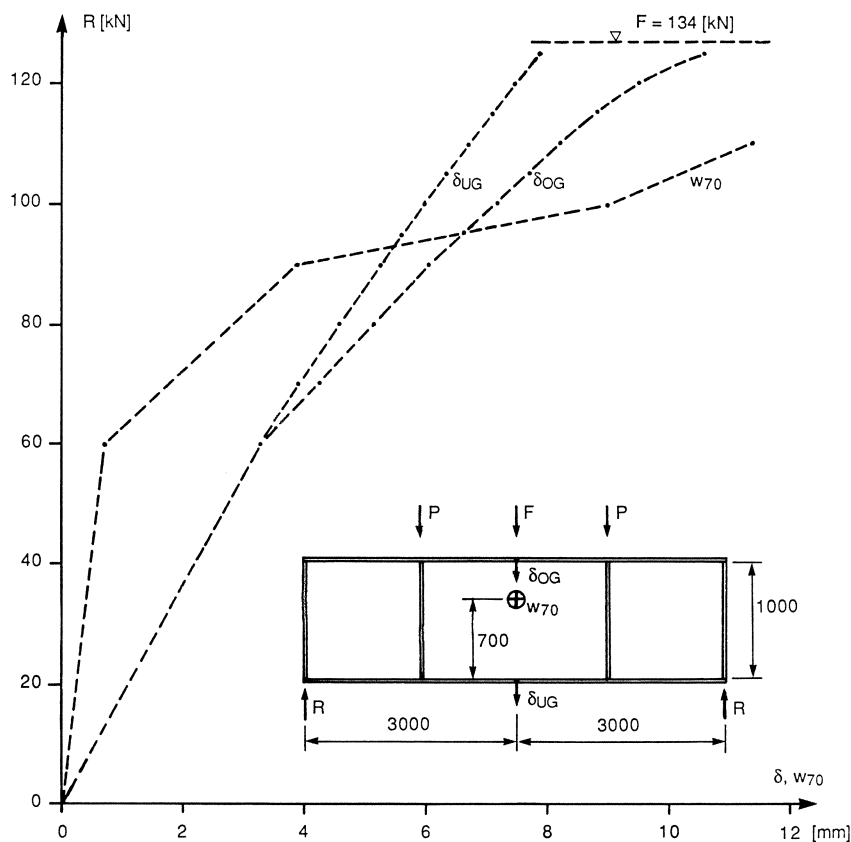


Bild 3.33 Last - Verformungsdiagramm am Versuch T02-1

Die Auslenkung der Stegebene in Funktion der Belastung kann aus der photogrammetrischen Auswertung der Bildaufnahmen für einzelne Lastzustände dargestellt werden. Die Verformung eines definierten Stegpunktes ist für den Versuchsträger T02-1 mit der Einzellast- und für den Versuchsträger VT04-1 mit der Doppellastbeanspruchung in den Bildern 3.33 und 3.34 aufgezeichnet. In der gleichen Darstellung sind zusätzlich die lastabhängigen Durchbiegungen am Zuggurt und am Druckgurt eingetragen.

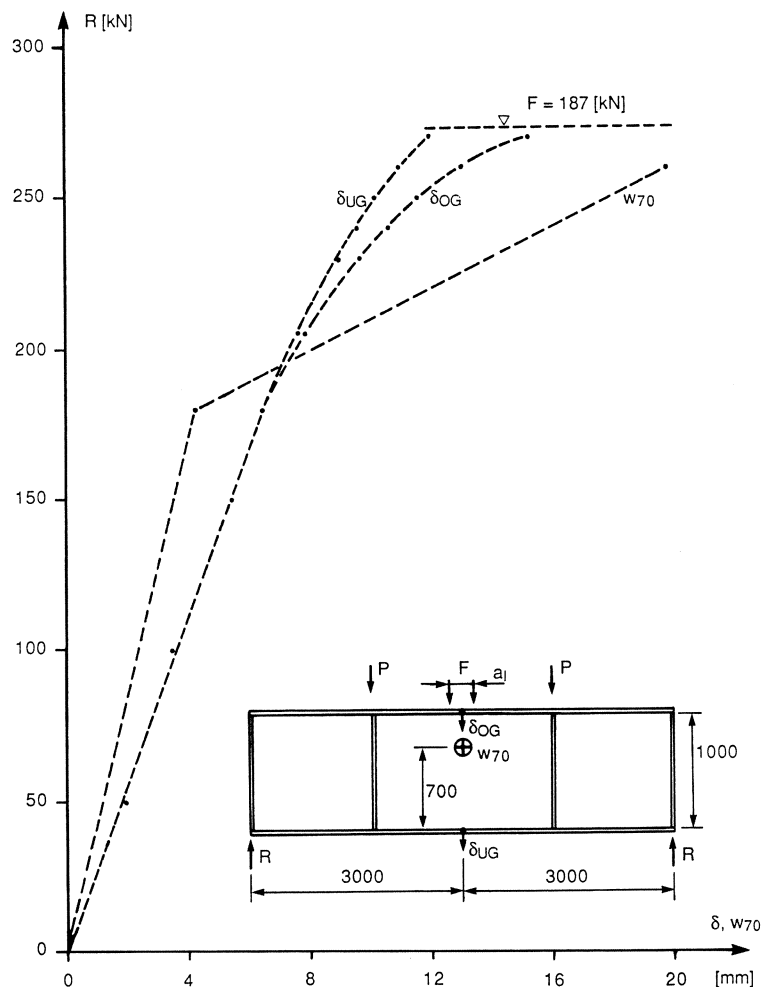


Bild 3.34 Last - Verformungsdiagramm am Versuch VT04-1

Aus den Bildern 3.33 und 3.34 ist das Verformungsverhalten für die drei jeweils ausgewählten Punkte am Träger gut erkennbar. In den unteren Lastbereichen verhält sich der Steg eher linear, wie auch die Durchbiegungen beider Gurtungen. Mit zunehmender Last beginnt der Steg immer schneller aus der Ebene auszuweichen und die Flanschdurchbiegungen vergrößern sich entsprechend. Der Unterschied in den Durchbiegungen am Zugflansch und am Druckgurt bei gleicher Lasthöhe, ist auf die lokale konzentrierte Durchbiegungszunahme am Druckflansch infolge der konzentrierten Lasteinleitung zu erklären.

Beim Erreichen der Traglast ist jeder Versuch sofort abgebrochen worden. Der Verlauf der Verformungen in Funktion der Belastung nach dem Erreichen der Traglast, wie auch der dazugehörige Lastabfall, ist nie gesucht worden. Es war nicht erwünscht die Versuchsträger so zu deformieren, dass sie für die weiteren Versuche nicht mehr verwendet werden konnten. Die Versuchsträger sind somit nach dem Erreichen der Traglast unverzüglich entlastet worden.

Dies entspricht nicht ganz der Wirklichkeit. Bei einem Kollaps der Auskragung beim Verschieben wird die Beanspruchung aus der Vertikallast und dem dazugehörigen Biegemoment nicht abnehmen. Die Traglast ist jedoch erreicht und der Abfall des Widerstandes im überkritischen Bereich nicht aufhaltbar. Der längs gedrückte Flansch wird in den Steg hinein verschoben und einer lokalen starken Krümmung unterworfen. Daraus resultiert für den Flansch in Trägerlängsrichtung die Form einer Schlangenlinie, für welche die direkte Weiterleitung der Druckkraft aus dem Biegemoment nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Der Tragwiderstand für die Biegebeanspruchung wird damit stark verkleinert. Die Resttragkapazität nach dem Versagen ist zudem von kleinem Interesse und bewegt sich mit Sicherheit nur noch im Bereich von Bruchteilen des Tragwiderstandes des ursprünglichen Querschnittes.

4. VORSCHLAG FÜR DIE BEMESSUNG

Der Vorschlag für eine handliche Bemessungsformel für den Ingenieur in der Praxis darf an dieser Stelle nur für die Interaktionsbelastung an längs unversteiften schlanken Trägern formuliert werden. Sowohl die reine Biegebeanspruchung wie auch die konzentrierte rippenlose Lasteinleitung ohne Biegeeinfluss können mit den bereits bekannten Ansätzen und Vorschriften in der Stahlbaunorm SIA 161 (1979) [29] genügend genau bemessen werden. Basierend auf diesen Bemessungsformeln kann die Traglastkombination der Interaktion einfach formuliert werden.

Die Bemessung eines längs versteiften schlanken Trägers kann anhand der EKS Pub. No. 44 [14] oder der Vorlesung "Brückenbau - Balkenbrücken mit vollwandigen Hauptträgern" [20] durchgeführt werden. Es sind dazu die notwendigen Bedingungen über die Steifigkeit der Längssteifen zu berücksichtigen, damit diese bis zum Versagen im überkritischen Tragbereich nicht massgebend werden. Für die Bemessung der Lasteinleitung an längs versteiften Querschnitten ist bis heute noch keine Bemessungsformel bekannt und es kann somit keine entsprechende Formulierung für die Interaktionsbelastung aufgestellt werden.

4.1. Biegung

Die Berechnung des Biegewiderstandes M_U eines schlanken längs unversteiften Trägers wird nach dem Artikel 3.11 der Stahlbaunorm SIA 161 (1979) "Blechträger" [29] durchgeführt. Mit ähnlichen Resultaten für den Biegewiderstand können die Aussagen im Abschnitt 4.22 der EKS Pub. No. 44 [14] angewendet werden.

4.2. Lasteinleitung

Der Tragwiderstand für die rippenlose Lasteinleitung F_U wird mit der einfachen Formel (43) in der Stahlbaunorm [29] berechnet. Die Bestimmung der Lasteinleitungslänge für Mehrfachlasten ist mit dem erweiterten Korrekturfaktor β_3 für die Lastangriffslänge durchzuführen. Die Achsabstände der Lastpunkte dürfen nicht grösser sein als die Eindringtiefe der Beule in den Steg, das heisst a_l ist kleiner oder in der gleichen Grössenordnung wie h_w mit 40 bis 50 mal die Stegstärke t_w . Der Korrekturfaktor für die Lastlänge β_3 in der Formel (43) erhält damit die nachfolgende Form.

Die Gesamtausdehnung des Lastangriffs wird mit l_{tot} definiert, und schreibt sich als Summe der effektiven Lasteinleitungslängen l_0 und dem direkt unbelasteten Abstand zwischen den effektiven Lastpunkten

$$l_{\text{tot}} = l_0 + (N - 1) \cdot a_l \quad \text{mit} \quad \begin{aligned} l_0 &: \text{Effektive Lastlänge eines Lastpunktes} \\ N &: \text{Anzahl der Lastpunkte} \\ a_l &: \text{Abstand zwischen den Lastpunkten} \end{aligned}$$

Der allgemeine Ausdruck für den Einfluss der Lastangriffslänge ergibt sich dann mit der einfachen Formulierung zu:

$$\begin{aligned} \text{Totale Lastangriffslänge } l_{\text{tot}} : \quad \beta_3 &= 1 + [l_0 + (N - 1) \cdot a_l] / b \leq 1.5 \\ \beta_3 &= 1 + l_{\text{tot}} / b \leq 1.5 \\ \text{mit } b &: \text{Stegfeldhöhe des schlanken Trägers} \end{aligned}$$

Der Vergleich zwischen den Versuchsergebnissen der Lasteinleitung ohne Biegeeinfluss und der Formel (43) der Stahlbaunorm [29] zeigt, dass eine Erhöhung des, der Formel vorangestellten, numerischen Korrekturfaktors von **0.5** um 20% auf **0.6** durchaus möglich ist. Es können somit zwei Vorschläge für die Interaktionsbeziehung zwischen der Biegung und der rippenlosen Lasteinleitung vorgestellt werden, welche den Unterschied im numerischen Faktor in der Formel (43) [29] einerseits mit **0.5** und andererseits mit **0.6** berücksichtigen.

Der erste Vorschlag ist mit **A** bezeichnet und die Formulierung für die Lasteinleitung wird darin mit dem Faktor **0.6** festgehalten. Im Grenzbereich der Interaktionsbelastung, wo das Biegemoment Null ist $M \approx 0$ und verschwindet, ist die Traglast der Lasteinleitung mit der angegebenen Formulierung begrenzt.

$$\text{Vorschlag A : } F_u = 0.6 \cdot t_w^2 \cdot \sigma_{f,w} \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_{f,w}} \cdot \frac{t_f}{t_w}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \quad \text{mit } F \leq F_u$$

Im zweiten Vorschlag **B** wird die Formel (43) der Stahlbaunorm SIA 161 [29] unverändert mit dem Faktor **0.5** angewendet und sie gilt ebenfalls als Grenzwert für den Tragwiderstand der Lasteinleitung wenn die Biegung vernachlässigbar klein wird.

$$\text{Vorschlag B : } F_u = 0.5 \cdot t_w^2 \cdot \sigma_{f,w} \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_{f,w}} \cdot \frac{t_f}{t_w}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \quad \text{mit } F \leq F_u$$

Auf der entgegengesetzten Seite der Interaktionsbeanspruchung, bei praktisch erreichtem Biege-
widerstand M_u durch die Biegebeanspruchung M , stellt sich die Frage der Resttragkapazität des Querschnittes für die Belastung mit einer rippenlosen Lasteinleitung.

Der Flansch ist durch die Biegung mit $M \approx M_u$ ausgenützt und die Biegespannungen sind in der Grössenordnung der Fließspannung des Flanschmaterials. Der Steg ist in vertikaler Richtung infolge der Biegebeanspruchung, in Richtung der Wirkungslinie der Lasteinleitung, theoretisch noch frei von Normalspannungen. Die Lasteinleitung F verursacht in erster Linie Vertikalspannungen. Mit der Annahme, dass der Steg in vertikaler Richtung noch nicht ausgeschöpft ist und daher noch Lasten abtragen kann, sollte also bei erreichtem Biege Widerstand noch eine nicht vernachlässigbare Grösse an vertikaler Last F in den Querschnitt eingeleitet werden können.

Das rundum gelenkig gelagerte Stegbleche mit einer konzentrierten Last beansprucht, trägt im kritischen Zustand einen Bruchteil der Versuchstraglasten $F_{u,Versuch}$. Die Formulierung für die kritische Beullast F_{cr} ist in [13] dargestellt. Mit dem minimalen Beulwert nach TIMOSHENKO [41] für den ungünstigsten Fall, ergibt sich die kritische Beullast F_{cr} zu:

$$F_{cr} = 2.31 \cdot E \frac{t_w^3}{b}$$

Das Verhältnis der Lasten $F_{cr} / F_{u,Versuch}$ bewegt sich dabei in einem Bereich zwischen 20% und 40%. Im erwähnten Bereich der Interaktion, bei 100%iger Biegung, könnte somit noch ein Anteil für die konzentrierte Lasteinleitung von 20% bis 40% der Versuchstraglast angesetzt werden.

4.3. Bemessungsvorschlag

ROBERTS [34] leitet 1981 aus dem Mechanismusmodell im Bild 4.1 die Traglastformel (2.5) ab. In der gleichen Publikation stellt er den theoretischen Gedankengang für seine Interaktionsfunktion $[1 - (\sigma_b / \sigma_f)^2]^{0.5}$ vor, der zur Abminderung der Traglast der Lasteinleitung führt.

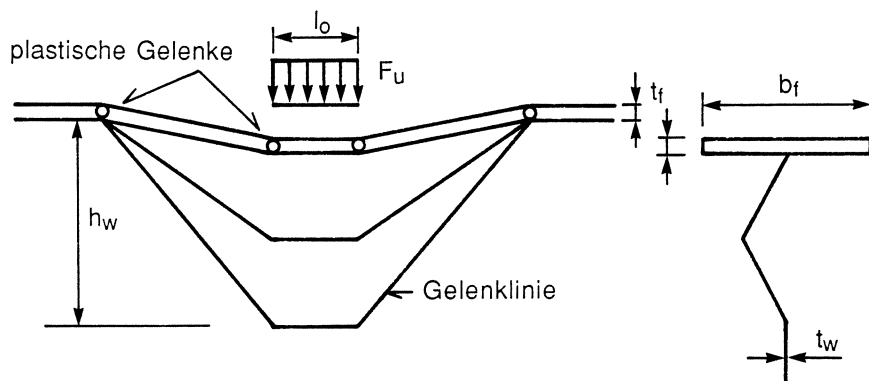


Bild 4.1 Versagensmechanismus nach ROCKEY & ROBERTS [31,32]

Das im Mechanismus eingeführte plastische Moment des Flanschquerschnittes wird durch das Vorhandensein der Normalkraft, der Flanschdruckkraft aus der globalen Biegung, abgemindert. Die Reduktion des Biegemomentes erfolgt nach dem für Rechteckquerschnitte bekannten Ansatz $[1 - (\sigma / \sigma_f)^2]$, wobei σ die Spannung aus der Normalkraft und σ_f die Fließspannung darstellt. Das reduzierte plastische Moment heisst dann $M_{red} = M_{pl} \cdot [1 - (\sigma / \sigma_f)^2]$ und die Spannung entsprechend

$\sigma_{\text{red}} = \sigma_f [1 - (\sigma / \sigma_f)^2]$. Die Spannung aus der Normalkraft σ kann durch die Schwerpunktsspannung σ_b im Flansch aus der globalen Biegung ersetzt werden. Nimmt man an, dass die Flie遝sspannungen im Flansch- und im Stegmaterial gleich sind, so darf für σ_f die Komponente von $\sigma_{f,w}$ des Stegmaterials eingesetzt werden, und die Abminderung heisst dann $\sigma_{\text{red}} = \sigma_{f,w} [1 - (\sigma_b / \sigma_{f,w})^2]$. Setzt man anschliessend die reduzierte Spannung in der Traglastformel (2.5) an Stelle der Stegflie遝sspannung ein, so ergibt sich nach der Umformung der eingangs angeführte Korrekturfaktor von $[1 - (\sigma_b / \sigma_f)^2]^{0.5}$, wobei $\sigma_{f,w}$ ganz allgemein mit der Flie遝sspannung σ_f dargestellt wird. Die Reduktion der Traglast für die Lasteinleitung wird dann nach ROBERTS [34] als einfachen Term zu $F = F_u \cdot [1 - (\sigma_b / \sigma_f)^2]^{0.5}$ geschrieben. Durch das Ersetzen der Spannungen σ_b und σ_f in der Formel mit den entsprechenden Biegebeanspruchungen M und M_u und einer anschliessenden kurzen Umformung, erhält man den Formelausdruck (4.1).

$$(4.1) \quad \left(\frac{F}{F_u} \right)^2 + \left(\frac{M}{M_u} \right)^2 = 1.0 \quad : \text{ ROBERTS}$$

Die Formulierung (4.1) stellt den Vorschlag von ROBERTS [34] in einer geänderten Schreibweise dar und erweist sich im Vergleich mit den durchgeführten Versuchen, wie es im Bild 4.2 ersichtlich ist, als guter Ansatz, der sich auf der konservativen Seite befindet.

Im Bild 4.2 sind die Versuchstraglasten der Querschnitte ohne Längssteifen mit Kreuzen eingetragen. Diejenigen Resultate der Querschnitte mit Längssteifen sind mit einem Kreis eingezeichnet. Die eben erwähnte Interaktionskurve von ROBERTS [34] und die früher vorgestellte Funktion von BERGFELT [8] sind gestrichelt eingetragen. Zudem sind die angedeuteten Vorschläge **A** und **B** mit den zwei ausgezogenen Kurven dargestellt.

Die Versuchswerte der Interaktionsversuche, d.h. die 12 "verwertbaren" Traglastkombinationen von Biegung und Lasteinleitung an den längs unversteiften Querschnitten und die 8 Resultate von den längs versteiften Versuchsträgern, sind in der grafischen Darstellung jeweils mit den ebenfalls aus den Versuchen ermittelten Traglasten der Einzelbeanspruchungen der Biegung einerseits und der Lasteinleitung andererseits verglichen.

Die theoretisch bestimmte Biegetraglast $M_{u,\text{Theorie}}$ zeigt im Vergleich mit den versuchsmässig erhaltenen Traglasten $M_{u,\text{Versuch}}$ eine gute Übereinstimmung (vgl. Abschnitte 3.5.4. und 3.6.3.). Damit lässt sich die Abszisse im Bild 4.2 mit M / M_u sowohl als Verhältnis mit dem theoretischen Wert $M_{u,\text{Theorie}}$, als auch mit den Versuchsergebnissen $M_{u,\text{Versuch}}$ definieren und es ändert sich an der Interaktionsbeziehung praktisch nichts.

Die Versuchsergebnisse $F_{u,\text{Versuch}}$ der reinen Lasteinleitung für die Einzellast, die Doppellast oder die Vierfachlast, stimmen im Vergleich mit den theoretisch bestimmten Traglasten $F_{u,\text{Theorie}}$ eher mit der um 20% angehobenen Formel (43) der Stahlbaunorm SIA 161 [29] überein (vgl. Abschnitt 3.5.3 und Bild 3.24). Die Ordinate F / F_u im Bild 4.2 ist somit einerseits für die Interaktionsresultate mit den Versuchswerten der reinen Lasteinleitung $F_{u,\text{Versuch}}$ definiert und andererseits für die bei-

den Bemessungsvorschläge **A** und **B** auf den 1.2-fachen Wert der Formel (43) der Stahlbaunorm normiert.

Wird der Grenzwert von 1.0 in der Formel (4.1) um 10% auf 1.10 erhöht liegt die Kurve annähernd für alle Versuchswerte auf der sicheren Seite. Die Beziehung für die Interaktion schreibt sich dann gemäss Formel (4.2), wobei der Bezugswert für F_U mit dem numerischen Faktor von 0.6 in der Formel (43) [29] versehen ist. Die Resttragkapazität für die Lasteinleitung bei einer Biegebeanspruchung in der Höhe des Traglastmomentes $M / M_U = 1.0$ ergibt sich zu $F / F_U = 32\%$ und erfüllt damit das vorgängig erwähnte Verhältnis von F_{cr} / F_U recht gut, indem es in der Mitte der vorgegebenen Grenzen zwischen 20% und 40% liegt.

$$(4.2) \quad \left(\frac{F}{F_U} \right)^2 + \left(\frac{M}{M_U} \right)^2 \leq 1.10 \quad : \text{Vorschlag A}$$

Im Bereich der Momentenverhältnisse M / M_U kleiner als 32%, darf mit guter Näherung die Höhe der Lasteinleitung F mit F_U bewertet werden. In diesem Bereich zeigt das Zusammenspiel eines Biegemomentes mit einer Lasteinleitung praktisch keinen Interaktionseinfluss mehr. Zumindest lassen sich aus den Versuchen keine Schlüsse für eine Abminderung ziehen.

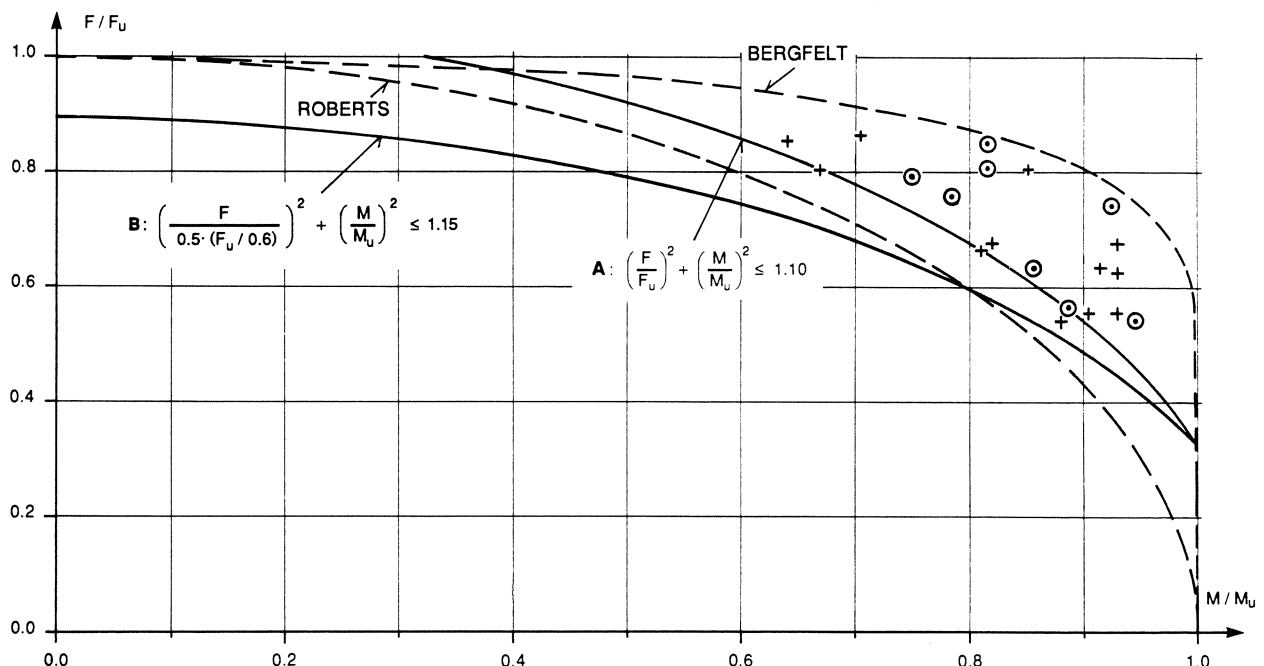


Bild 4.2 Interaktionsdiagramm mit Vorschlägen für die Bemessung

Der Vorschlag **B** ist analog aufgebaut wie der Vorschlag **A** und wird mit der Formel (4.3) ausgedrückt. Beim Vorschlag **B** ist die Grösse der reinen Lasteinleitung F_U mit der unveränderten Trag-

lastformel (4.3) aus der Stahlbaunorm SIA 161 [29] mit dem numerischen Faktor von **0.5** zu bestimmen. Der Grenzwert in der Formel (4.1) wird gegenüber dem Vorschlag **A** aber um 15% von 1.0 auf 1.15 erhöht. Alle Resultate der Interaktionsversuche sind bei diesem Vorschlag **B** auf der sicheren Seite angesiedelt.

$$(4.3) \quad \left(\frac{F}{F_u} \right)^2 + \left(\frac{M}{M_u} \right)^2 \leq 1.15 \quad : \text{Vorschlag B}$$

In der grafischen Darstellung wird im Bild 4.2 die Ordinate des Vorschlages **B** für den direkten Vergleich mit dem Vorschlag **A** und den Versuchsergebnissen auf den erwähnten normierten Traglastwert der reinen Lasteinleitung mit dem numerischen Faktor von **0.6** umgerechnet und entsprechend eingezeichnet.

Im Bereich mit einem grossem Biegeanteil an der Interaktionsbelastung, d.h. für die Verhältnisse von $M / M_u \geq 0.80$, liegt der Vorschlag **B** oberhalb des Ansatzes von ROBERTS [34] und erhält für den Grenzwert $M / M_u = 1.0$ den gleichen Ordinatenwert F / F_u mit 32% wie für den Vorschlag **A**. Für kleinere Verhältniswerte $M / M_u \leq 0.80$ zeigt sich der Vorschlag **B** als konservativere Beziehung und erreicht im Grenzfall ohne Biegeanteil $M / M_u = 0.0$ nur 89% für den Anteil der reinen Lasteinleitung im Vergleich zum Vorschlag **A**.

Implizit ist die Annahme für beide Vorschläge **A** und **B** getroffen, dass die alleine vorkommenden Einzelbeanspruchungen dabei natürlich nicht grösser als die entsprechenden Traglastwiderstände F_u und M_u sein dürfen, das heisst es gilt immer $F \leq F_u$ und $M \leq M_u$, wobei die geforderte Sicherheit $\gamma = 1.6$ nach der Stahlbaunorm SIA 161 (1979) [29] entsprechend Artikel 3 02 enthalten sein muss.

5. LITERATUR

- [1] — : Bauen in Stahl 14, Viadukt Goldswil bei Interlaken; Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau SZS, Zürich 1983.
- [2] — : Bauen in Stahl 23, Napoleonsbrücke Brig; Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau SZS, Zürich 1985.
- [3] — : Principaux ouvrages réalisés par **Vevey** depuis 1960; Bulletin Technique **Vevey** des Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S.A. à Vevey/CH, 38^e année 1978.
- [4] BERGFELT A., LINDGREN S.: Local web crippling in thin-walled plate girders under concentrated loads; Chalmers University of Technology, Publ. 74/5, Göteborg 1974.
- [5] BERGFELT A.: Design of plate girders without stiffeners; ECCS TWG 8.3, Paper 5.3, 1974.
- [6] BERGFELT A.: Patch loading on slender plates - Influence of horizontal and vertical web stiffeners on the load carrying capacity; Chalmers University of Technology, Division of Steel and Timber Structures, Publ. 78/15, Göteborg 1978.
- [7] BERGFELT A.: Patch loading on slender plates - Influence of horizontal and vertical web stiffeners on the load carrying capacity; Chalmers University of Technology, Division of Steel and Timber Structures, Publ. 79/1, Göteborg 1979.
- [8] BERGFELT A.: Studies and tests on slender plate girders without stiffeners shear strength and local web crippling; IABSE Colloquium London, Report of the Working Commissions, Vol. 11, 1971.
- [9] DIN 120 Blatt 1 : Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Krahnbahnen; November 1936/1942.
- [10] DIN 50125 : Prüfung metallischer Werkstoffe, Zugproben; Richtlinien für die Herstellung; April 1951.
- [11] DUBAS CH.: Contribution à l'étude du voilement des tôles raidies; Publication Préliminaire du troisième Congress AIPC, Liège 13 - 18 Septembre 1948.
siehe auch
STÜSSI F., DUBAS CH., DUBAS P. : Le voilement de l'âme des poutres fléchies, avec raidisseur au cinquième supérieur; Mémoires AIPC, vol. 17+18, Zürich 1957 & 58.
- [12] DUBAS P.: Beuluntersuchung an längsversteiften Stehblechen; Brücken in Stahl, Übungsunterlage 6. Semester, Professur für Baustatik und Stahlbau, Eidg. Techn. Hochschule Zürich, Zürich 1988.
- [13] DUBAS P. ed.: Einführung in die Norm SIA 161 (1979) Stahlbauten; Autographie zum Fortbildungskurs für Bauingenieure 4.-9. April an der ETH-Zürich 1979.
- [14] DUBAS P., GEHRI E. eds: Behaviour and design of steel plated structures; ECCS Publ. No. 44, TWG 8.3, Baustatik und Stahlbau ETHZ, Zürich 1986.
- [15] DUBAS P., GEHRI E.: Behaviour of webs under concentrated loads acting between vertical stiffeners; ECCS TWG 8.3, Paper 5.4, 1974.

- [16] DUBAS P., HAURI H.: Die Autobahnbrücke über die Saane bei Freiburg; Schweizerische Bauzeitung, 84. Jahrgang, Heft 1, Zürich 6. Januar 1966.
- [17] DUBAS P.: Essais sur le comportement post-critique de poutres en caisson raidies; IVBH Seminar, Berichte der Arbeitskommissionen, Band 11, London 1971.
- [18] DUBAS P.: Plated Structures with Closed-Section Stiffeners; Paper presented at International Conference on Steel Plated Structures, Imperial College, London July 1976; Applied Statics and Steel Structures, Swiss Federal Institute of Technology, Zürich.
- [19] DUBAS P.: Problèmes relatifs à la conception et à la réalisation des ponts mixtes acier-béton; Revue Technique Luxembourgeoise, no. 4 octobre-décembre 1978.
- [20] DUBAS P.: Vorlesung Brückenbau - Balkenbrücken mit vollwandigen Hauptträgern; Baustatik und Stahlbau ETHZ, Zürich 1989.
- [21] GACHON H., GALEA Y.: Effets des imperfections initiales sur la charge de flambage et sur le comportement d'une plaque; Stabilité des structures métalliques, rapport préliminaire; troisième coll. international, Paris, 16-17 novembre 1983.
- [22] GALEA Y., GODART B., RADOUANT I., RAOUL J.: Tests of buckling panels subjected to in-plane patch loading; Stability of Plate and Shell Structures, ed. P. Dubas, D. Vandepitte; Proc. International Coll., Ghent, Belgium 6-8 April 1987.
- [23] GIRKMANN K.: Stegblechbeulung unter örtlichem Lastangriff; Sitzungsberichte der Akad. der Wissenschaften in Wien, math.-naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung IIa, Band 145, Heft 1+2, Wien 1936.
- [24] GRANHOLM C. A.: Provning av balkar med extremt tunt liv (Tests on girders with extremely thin web plates); CTH Inst. för Byggnadsteknik, Report 202, Göteborg 1961.
- [25] KARNIKOVA I., NOVAK P., SKALLOUD M.: Ultimate load behaviour of longitudinally stiffened steel webs subjected to partial edge loading; Stavebnicky Casopis Oktober 1979, wie auch Stavebnicky Casopis November/Dezember 1981.
- [26] KLÖPPEL K., SCHEER J.: Beulwerte ausgesteifter Rechteckplatten, Kurventafeln zum direkten Nachweis der Beulsicherheit für verschiedene Steifenanordnungen und Belastungen; Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1960.
- [27] KRAUS K.: Photogrammetrie Band 1, Grundlagen und Standardverfahren; Institut für Photogrammetrie der Technischen Universität Wien, Dümmler Verlag, Bonn 1982.
- [28] LEGGETT D. M. A.: The effect of two isolated forces on the elastic stability of flat rectangular plate; Proc. of the Cambridge Philosophical Society, Vol. 33, 1937.
- [29] Norm Stahlbauten SIA 161 Ausgabe 1979; SIA Zürich 1979.
- [30] PROTTE W.: Zum Scheiben- und Beulproblem längsversteifter Stegblechfelder bei örtlicher Lasteinleitung und bei Belastung aus Haupttragwirkung; Techn. Mitteilung. Krupp, Forsch.-Bericht, Band 33, Heft 2, 1975.
- [31] ROBERTS T. M., ROCKEY K. C.: A method for predicting the collapse load of a plate girder when subjected to patch loading in the plane of the web; University College, Dept. Civil and Struct. Eng. Report, Cardiff 1977.
- [32] ROBERTS T. M., ROCKEY K. C.: A mechanism solution for predicting the collapse loads of slender plate girders when subjected to in-plane patch loading; Proc. Inst. Civil Engrs, Part 2, Vol. 67, 1979.
- [33] ROBERTS T. M.: Patch loading on plate girders; Plated Structures Stability and Strength, ed. by R. Narayanan, Applied Science Publ., London and New York 1983.

- [34] ROBERTS T. M.: Slender plate girders subjected to edge loading; Proc. Inst. Civil Engrs, Part 2, Vol. 71, 1981.
- [35] ROCKEY K.C. EL-GAALY M.A.: Ultimate strength of plates subjected to in-plane patch loading; Labse Coll. London, Report of the working commissions, Vol. 11, 1971.
- [36] SHIMIZU S., YOSHIDA S., OKUHARA H.: An experimental study on patch-loaded web plates; Stability of Plate and Shell Structures, ed. P. Dubas, D. Vandepitte; Proc. International Coll., Ghent, Belgium 6-8 April 1987.
- [37] SKALoud M., DRDACKY M.: Ultimate load design of webs of steel plate girders, Part 3. Webs under concentrated loads; Staveb Cas. 23 c 3 VEDA, Bratislava 1975.
- [38] SKALoud M., KARNIKOVA I.: Experimental research on the limit states of plate elements of steel bridges; Transactions of the Czechoslovak Academy of Sciences, Series "Technical Sciences", No. 1, 1985.
- [39] SOMMERFELD A.: Ueber die Knicksicherheit der Stege von Walzwerkprofilen; Zeitschrift f. Math. u. Physik, Organ f. angewandte Math., Band 54, Leipzig 1907.
- [40] TIMOSHENKO S.P.: Einige Stabilitätsprobleme der Elastizitätstheorie; Zeitschrift f. Math. u. Physik, Organ f. angewandte Math., Band 58, Leipzig 1910.
- [41] TIMOSHENKO S.P.: Theory of Elastic Stability; First Edition, McGraw-Hill Publishing Company Ltd., Aldwych House, London 1936.
- [42] TSCHAMPER H.: Interaktion zwischen Biegung und konzentrierter rippenloser Last-einleitung an schlanken Trägern; Diss. ETH Nr. 8837, Zürich 1989; od. Publ. Nr. 89-1, Baustatik und Stahlbau ETHZ, Zürich 1989.
- [43] von KARMAN Th., SECHLER E. E., DONNELL L. H.: The Strength of Thin Plates in Compression; Transactions of ASME, Vol. 54/5-53, 1932.
- [44] ZETLIN A.M.: Elastic instability of flat plates subjected to partial edge loads; Proc. American Society of Civil Engineers, Vol. 81, New York 1955.

6. ANHANG

- 6.1. Stereometrische Bildaufnahmen und Auswertung**
- 6.2. Stegverformungen : Schnitte unter der Last und Ansicht mittels Höhenlinien**
- 6.3. DMS-Verteilung im Steg und Flansch der Versuchsträger**
- 6.4. Anordnung der induktiven Weggeber und der Kraftmessdosen**
- 6.5. Dehnmesswerte / Verschiebungen / Lagerkräfte**
- 6.6. Aufzeichnung der Dehnungsverteilung unter der Lasteinleitung**

6.1. Stereometrische Bildaufnahmen und Auswertung

6.1.1. Prinzip der Photogrammetrie

Unter der Photogrammetrie versteht man ein Messverfahren, mit welchem die Form, die Grösse und die Lage von Objekten aus photographischen Aufnahmen ermittelt werden kann. Die Rekonstruktion der Objekte und die Feststellung ihrer Eigenschaften erfolgt ohne direkte Berührung der Gegenstände. Die Ergebnisse einer photogrammetrischen Auswertung können

- Koordinaten einzelner Objektpunkte in einem dreidimensionalen Koordinatensystem (Punktbestimmung) oder
- Karten (Grundriss- und Höhenlinien) oder
- entzerrte photographische Bilder (Orthophotos) sein.

Durch die Konstruktion von terrestrischen Universalkammern für den Nahbereich (minimale Aufnahmeentfernung ca. 1 m) sind weitere Anwendungsbereiche für die Photogrammetrie dazu gekommen. Dabei handelt es sich um Architekturbildmessungen, die Präzisionsvermessung von Bauten, Messungen zur Bauüberwachung, Bauschadendokumentation, das Ausmessen künstlerischer und ingenieurtechnischer Modelle, sowie Deformationsmessungen und die Vermessung von kinematischen Vorgängen [27].

6.1.2. Standpunkt der Kamera, Passpunkte und Objektgrösse

Das grösste auszumessende Beulfeld eines Versuchsträgers ist mit der Breite von 2.5 m und der Höhe von 1.0 m gegeben. Die notwendigen Passpunkte zur Orientierung der Bilder sind alle auf dem Versuchsrahmen angebracht und wie im nachfolgenden Bild 6.1 ersichtlich in einer oberen Linie auf ca. 2.9 m vom Boden und einer unteren mit ca. 0.5 m vom Boden entfernt aufgeklebt. Beim Aufbringen der Versuchslast mit den hydraulischen Pressen konnte zu keinem Zustand eine Änderung der Lage der Passpunkte festgestellt werden. Das Ausmessen der Passpunkte ist mit einem Theodoliten von zwei Stationen aus durchgeführt worden. Die Bestimmung der gegenseitigen Lage der Passpunkte erfolgte mit einem einfachen Vorwärtseinschnitt.

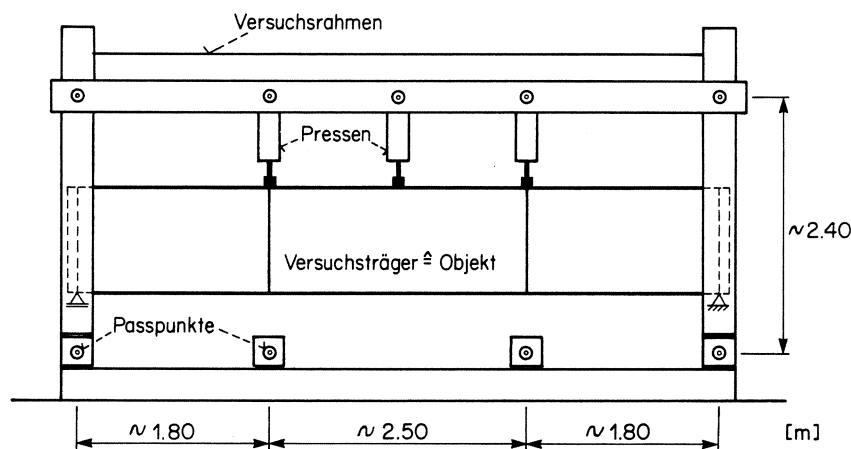


Bild 6.1 Ansicht des Versuchsrahmens mit einem eingebauten Versuchsträger und mit Kreisen markierten Passpunkten

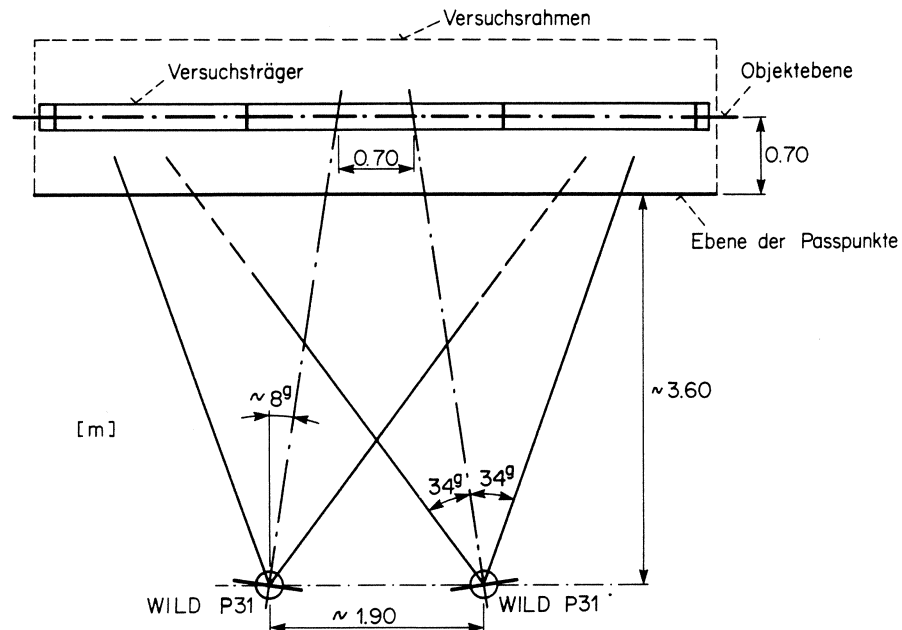


Bild 6.2 Grundriss des Versuchsrahmens mit dem Versuchsträger und Standorte der terrestrischen Kameras WILD P31

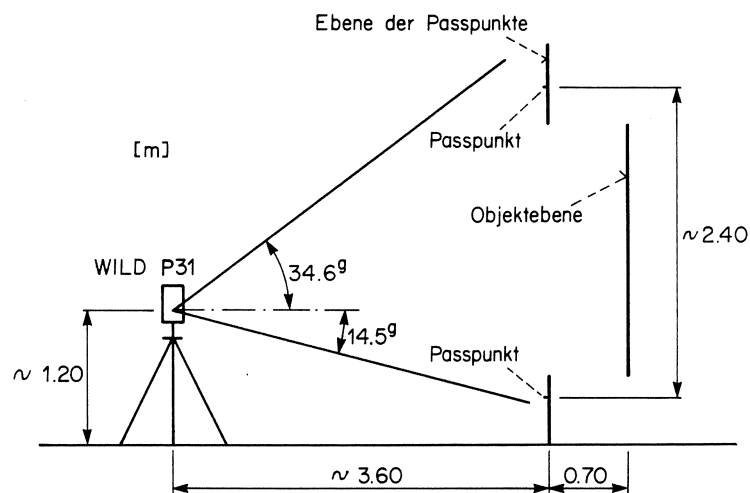


Bild 6.3 Schematische Seitenansicht

Die Distanz der terrestrischen Kamern von der abzulichtenden Objekzebene ist auf ca. 4.4 m gewählt. Die Basis zwischen den Kamern beträgt ca. 1.9 m (Bild 6.2). Die Kamern sind um einen Winkel von ca. 8° leicht gegen Innen gedreht. Die terrestrischen Kamern befinden sich in einer Höhe von 1.2 m ab Boden (Bild 6.3). Für die Aufnahmen ist eine zusätzliche Beleuchtung mit zwei Scheinwerfern mit einer Leistung von je 1000 Watt installiert worden.

6.1.3. Genauigkeitsbetrachtung für die Passpunkte

Für die Richtungsbestimmung der neun Passpunkte sind pro Station und Fernrohrlage des Theodoliten insgesamt 11 Messungen durchgeführt worden, wobei der Teilkreis jeweils um 20° ($400 \text{ Gon} \equiv 2\pi$) weitergedreht wurde. Die Fehler des horizontalen Teilkreises sind damit grösstenteils eliminiert. Der mittlere

Fehler an einer Richtung in beiden Fernrohrlagen ist mit $m_R = 4.5''$ aus den Beziehungen der Fehlertheorie bestimmt worden.

$$m_R = \sqrt{\frac{[vv]}{(R-1) \cdot (S-1)}} = \sqrt{\frac{1800}{(10-1) \cdot (11-1)}} = 4.5''$$

In der obigen Formel für den mittleren Fehler an der Richtung steht $[vv]$ für die Summe der Quadrate aller Verbesserungen zum jeweiligen Mittelwert einer Richtung. Der Buchstabe "R" entspricht der Anzahl angezielter Richtungen und "S" gibt Auskunft über die Anzahl der durchgeführten Satzmessungen. Der mittlere Fehler einer Richtung am Gesamtmittel $M_R = m_R / \sqrt{S}$ beträgt $M_R = 4.5'' / \sqrt{11} = 1.4''$. Zur Ermittlung des Höhenwinkels ist jeder Passpunkt je sechs Mal in beiden Fernrohrlagen von jedem Standort (A und B) aus angezielt worden. Der mittlere Fehler an einer Höhenwinkelmessung wird analog wie die Richtungsmessungen mit $[vv]$ für die Summe der Quadrate aller Verbesserungen, mit "R" = 10 (Anzahl Zielpunkte) und mit "S" = 6 (Anzahl Sätze) zu $m_{\beta,A} = 2.1''$ und $m_{\beta,B} = 1.7''$ bestimmt. Der mittlere Fehler einer Höhenwinkelmessung am Gesamtmittel ergibt sich je nach Standort mit $M_{\beta} = m_{\beta} / \sqrt{S}$ zu $M_{\beta,A} = 0.9''$ und $M_{\beta,B} = 0.7''$.

Die Ausmessung der Distanz zwischen den Theodolitenstandorten ist mit dem Anzielen einer geeichten Basislatte aus Invar der Länge $b = 1000.081$ mm durchgeführt worden. Mit 16 Zielmessungen ist der errechnete mittlere Fehler an einer Richtungsmessung mit $m_R = 4.5''$ und der Fehler am Gesamtmittel für die Messung an der Richtung mit $M_R = 1.1''$ definiert. Der Abstand der Standorte kann mit dem Wert von $a = 4321.9844$ mm angegeben werden. Der mittlere Fehler in der Distanzmessung beträgt nach der Formel $m_a = (a^2 / b) \cdot M_R = (4321.9844^2 / 1000.081) \cdot 1.1 / (400 \cdot 10^4 / 2\pi) = 32 \mu\text{m}$.

Schliesslich wird der Fehler für die Lage der Passpunkte berechnet. Als Referenzpunkt wird der mittlere Passpunkt in der oberen Reihe (Bild 6.1) betrachtet. Im Bild 6.4 sind die Theodolitenstandorte A und B und der Zielpunkt PP5 (Passpunkt 5), sowie die den gemessenen Richtungen und Distanzen zugehörigen berechneten mittleren Fehler eingetragen.

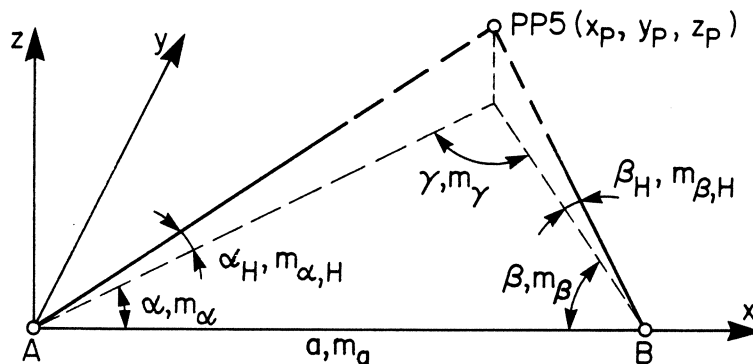


Bild 6.4 Geometrische Lage der betrachteten Punkte A, B, PP5

Der mittlere Fehler am eingeschlossenen Winkel α ist aufgrund der Fehlertheorie mit der Wurzel aus der Summe der Quadrate der Richtungsfehler $m_\alpha = \sqrt{M_R^2 + M_R^2}$ bestimmt. Da die Richtungsfehler gleich gross sind wird der Fehler am Winkel α mit $M_R = 1.4''$ zu $m_a = \sqrt{2} \cdot M_R = \sqrt{2} \cdot 1.4'' = 2''$. Der Fehler am Winkel β ergibt sich mit dem zugehörigen Fehler an der Richtung von $M_R = 1.7''$ zu $m_b = 2.4''$. Der Ursprung des Koordinatensystems befindet sich im Standort A und die x-Achse führt durch den Standort B. Die Koordinaten des Zielpunktes PP5 (X_P, Y_P, Z_P) lassen sich mit den folgenden Beziehungen ermitteln.

$$X_P = a \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} \cdot \cos \alpha ; \quad Y_P = a \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} \cdot \sin \alpha ; \quad Z_P = a \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} \cdot \operatorname{tg} \alpha_H$$

Für die Berechnung der mittleren Fehler der Lage nach der x-, y- oder z-Richtung sind die Bestimmungsgleichungen partiell nach den fehlerbehafteten Variablen abzuleiten und die Wurzel aus der Summe der Quadrate zu bilden. Für den Fehler in der x-Richtung ist die Formel nachfolgend angegeben und für die y- und z-Richtung ist sie entsprechend anzupassen.

$$m_{X,P} = \sqrt{\left(\frac{\partial X_P}{\partial a}\right)^2 \cdot m_a^2 + \left(\frac{\partial X_P}{\partial \alpha}\right)^2 \cdot m_\alpha^2 + \left(\frac{\partial X_P}{\partial \beta}\right)^2 \cdot m_\beta^2 + \left(\frac{\partial X_P}{\partial \gamma}\right)^2 \cdot m_\gamma^2}$$

Der mittlere Fehler für den geometrischen Ort des Passpunktes ergibt sich somit für die x-Richtung zu $m_{X,P} = 30 \mu\text{m}$. Die Fehler in y- und z-Richtung sind entsprechend zu $m_{Y,P} = 55 \mu\text{m}$ und $m_{Z,P} = 15 \mu\text{m}$ errechnet.

6.1.4. Verwendete Einzelbildkamera

Die verwendete terrestrische Universalkammer ist eine WILD P31. Die Kammern sind für die meisten Versuche in der gleichen Anordnung, mit "links" und "rechts" verwendet worden. Die Kamerakonstante beträgt für die linke Kammer $C_k = 101.69 \text{ mm}$ und für die rechte $C_k = 102.32 \text{ mm}$. Die Kamerakonstante ist eine Rechengröße, die im allgemeinen annähernd gleich der Bildweite (Brennweite) ist, und so festgelegt wird, dass für das gesamte Bild der Einfluss der Verzeichnung ein Minimum wird. Die Verzeichnung des Objektivs der WILD P 31 beträgt maximal einen Wert von $\pm 4 \mu\text{m}$. Beim verwendeten Objektiv handelt es sich um ein Weitwinkel mit einem horizontalen Öffnungswinkel von $\pm 34^\circ$. Die Vertikalöffnung beträgt maximal 49.1° , wobei $+34.6^\circ$ nach oben und -14.5° nach unten geöffnet sind (Bild 6.2 und 6.3).

Das Bildmaterial besteht aus beschichteten Glasplatten, welche auf eine Genauigkeit von $10 \mu\text{m}$, fabrikmässig geschliffen sind. Die Belichtungsempfindlichkeit der photoaktiven Beschichtung ist mit 100 ASA angegeben. Die Glasplatten weisen eine Grösse von $102 \times 127 \text{ mm}$ und eine Stärke von ca. 2 mm auf. Das nutzbare Bildformat beträgt $84 \times 117 \text{ mm}$. Auf der Platte werden bei der Belichtung die Rahmenmarken (fünf Fadenkreuze) fixiert. Es sind dies die Lage des Zentralpunktes der Projektion sowie die vier achsbegrenzenden Punkte der nutzbaren Bildfläche (Bild 6.6).

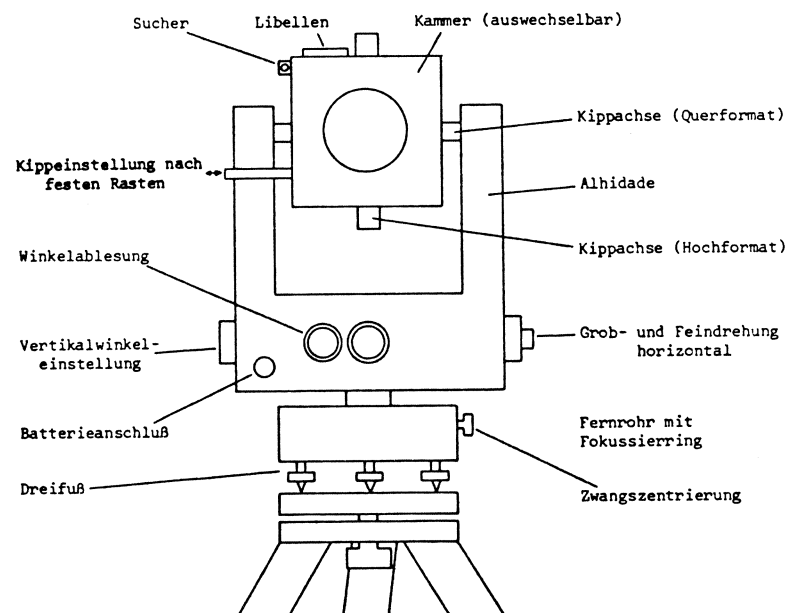


Bild 6.5 Schematische Darstellung der terrestrischen Universalkammer WILD P31 nach [27]

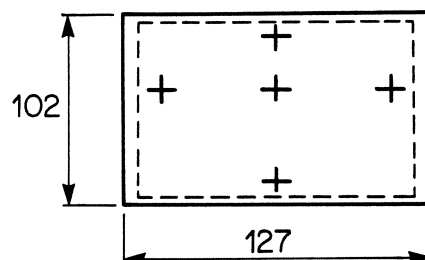


Bild 6.6 Abgebildete Rahmenmarken auf den photographischen Bildern

6.1.5. Auswertung der Messbilder

Die Auswertung der Messbilder erfolgte auf einem analytischen Auswertegerät WILD AC1 am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH-Zürich. Die Oberfläche der Versuchsträgerstege zeigt keine markante Strukturierung. Zum richtigen Erfassen der Stegeebene sind diskrete Punkte mit Zielmarken in einem bestimmten Muster auf der Ebene aufgeklebt worden. Die Marken bestehen aus konzentrischen Kreisen in alternierender schwarzer und weisser Farbe. Im Bild 6.7 sind die verwendeten Zielpunkte massstabsgetreu wiedergegeben. Im Bild 6.8 ist ein Träger mit diesen Markierungen abgebildet.



Bild 6.7 Zielpunkte im Massstab 1:1 zur genauen Auswertung der Messbilder

Vorgängig zur effektiven Auswertung der Bilder, sind die Glasplatten im Auswertegerät so zu orientieren, dass der Beobachter in den Genuss einer dreidimensionalen Darstellung kommt. Es handelt sich dabei um eine innere, relative Orientierung und die absolute Orientierung mit der Bestimmung der 12 Orientierungsparameter beider Messkammern. Für die absolute Orientierung sind mindestens 7 Grössen notwendig (2 Lagepasspunkte mit je einer X- und Y-Koordinate, und 3 Passpunkte in der Höhe). Bei der einstufigen Orientierung, d. h. die relative und die absolute Orientierung werden in einem Schritt durchgeführt, werden alle 12 Parameter in einer Gesamtausgleichung bestimmt und sie liefert theoretisch bei ausreichend genauen Passpunkten die besten Orientierungsparameter.

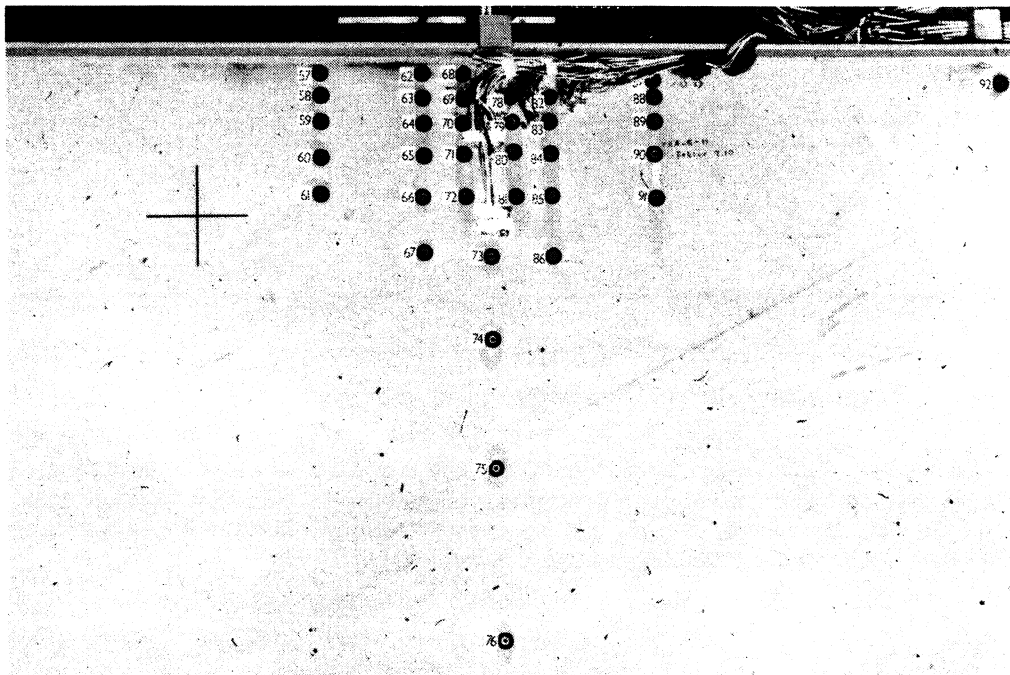


Bild 6.8 Ansicht eines Trägers mit den Markierungspunkten zur Auswertung der Messbilder; Das Kreuz in der linken oberen Bildhälfte entspricht dem Zentralpunkt der Projektion.

Der Zentralpunkt ist dann für jedes Bild mit den effektiven Lagekoordinaten X_Z , Y_Z und Z_Z und den drei Winkeln κ_Z , ϕ_Z und ω_Z gegeben.

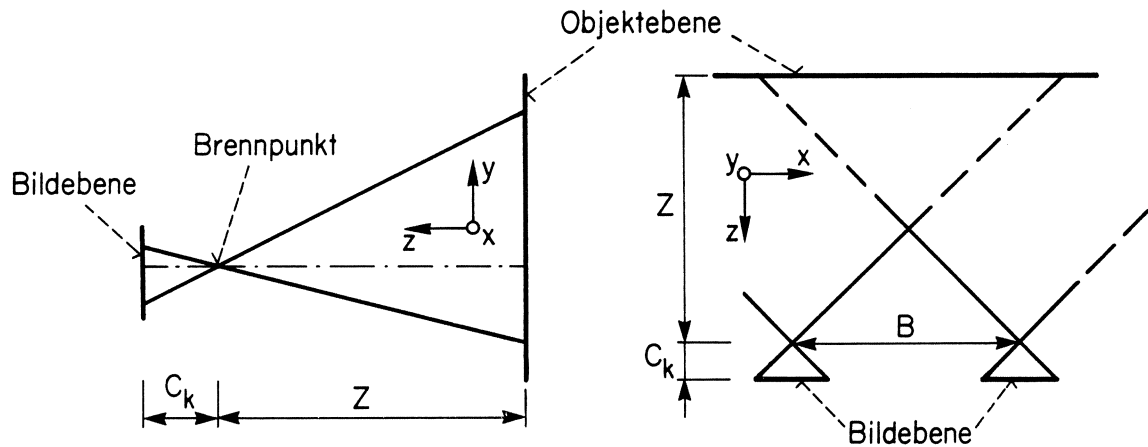


Bild 6.9 Schematische Seitenansicht zur Bestimmung des Abbildungsmaßstabes und Grundriss mit Koordinatensystem für die Bildauswertung

Der Faktor des Abbildungsmaßstabes m_b kann aus dem Bild 6.9 mit der nachfolgenden Beziehung als $m_b = Z / C_k$ bestimmt werden. Mit der Kamerakonstanten $C_k \approx 100 \text{ mm}$ und dem Abstand des Objektes zum Brennpunkt von $Z \approx 4400 \text{ mm}$ ergibt sich der Bildmaßstab zu $m_b \approx 44$.

Das Koordinatensystem, welches als Bezugssystem für die Stahlträger zu betrachten ist, zeigt mit seiner X-Achse in Trägerlängsrichtung und mit der Y-Achse rechts drehend in Richtung der Trägerhöhe. Die Z-Richtung weist senkrecht vom Stegbleche weg und der positive Ast zeigt gegen die Aufnahmekammern hin (Bild 6.9).

Die Genauigkeit bei der Auswertung der Stereobilder ist einerseits vom Operateur und andererseits von der gesamten internen Feinmechanik des Auswertegerätes vorgegeben. Die maximal mögliche Genauigkeit liegt bei $3 \mu\text{m}$ im Bildmaßstab.

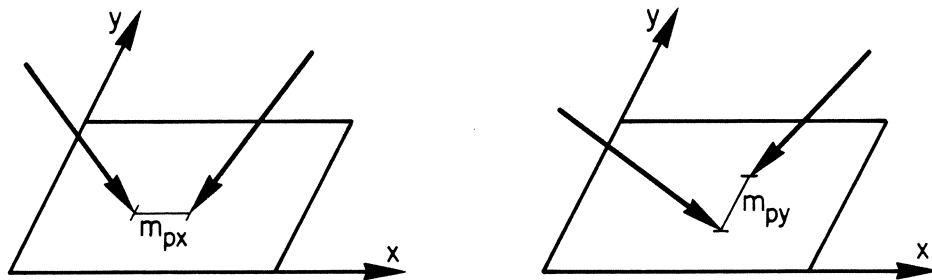


Bild 6.10 Parallaxfehler in X- und Y-Richtung

Der Fehler als Versatz der Lichtstrahlen auf der Objekzebene wird als Parallaxfehler bezeichnet (Bild 6.10).

Die Fehler sind in X-Richtung mit m_{px} und Y-Richtung mit m_{py} definiert und mit dem Wert von $3 \mu\text{m}$ angenommen. Die endgültigen Fehler m_x , m_y und m_z an einem beliebigen Punkt im Abbildungsfeld können dann mit den nachfolgenden Beziehungen berechnet werden.

$$m_z = \frac{Z^2}{C_k \cdot B} m_{px}$$

$$m_x = \sqrt{\left(\frac{x'}{C_k} m_b \frac{Z}{B} m_{px}\right)^2 + (m_b \cdot m_{px})^2}$$

$$m_y = \sqrt{\left(\frac{y'}{C_k} m_b \frac{Z}{B} m_{py}\right)^2 + (m_b \cdot m_{py})^2}$$

In den Formeln entspricht "Z" dem Abstand zwischen dem Brennpunkt und der Objektebene, "C_k" steht für die Kamerakonstante und "B" ist die Basis, d.h. die Distanz zwischen den Aufnahmekammern (Bild 6.9). Die Variablen m_{px} und m_{py} stehen für die Parallaxfehler in beiden Richtungen und m_b stellt den Massstabsfaktor dar. Die Koordinaten x' und y' entsprechen einem Punkt auf den Bildplatten. Als Extremalwerte für x' kann die halbe Breite der Bildplatte mit 53 mm und für y' der grössere Abstand von 56 mm für die Höhe eingesetzt werden. Als Resultat für die Genauigkeit des gemessenen Punktes erhält man m_x = 0.2 mm, m_y = 0.2 mm und m_z = 0.3 mm. Die Passpunkte müssen eine Genauigkeit aufweisen, die mindestens zwei bis drei mal strenger ist als diejenige für die Punkte aus der eben erwähnten Auswertung. Damit ist ein Einfluss der Passpunkte auf die Genauigkeit der Auswertung der Bildpunkte nicht zu erwarten. Der Vergleich der ermittelten Genauigkeiten weist im schlechtesten Fall einen Faktor von 3.6 und im besten einen von 30 auf. Die Genauigkeit von m ≈ 0.3 mm darf somit für die Bestimmung der Stegdeformationen als bestimmend betrachtet werden. Will man die Vorverformung und die lastbedingten Verformungen des Steges qualitativ und quantitativ erfassen, so genügt diese Genauigkeit vollkommen, bewegen sich doch die Verformungen in der Nähe der Traglast in der Grössenordnung von bis zu 10 mm.

6.2. Stegverformungen : Schnitte unter der Last und Ansicht mittels Höhenlinien

Die nachfolgenden Schnitte zeigen die Stegverformung in der Mitte unter der Last. Dargestellt sind die Versuche:

T01A08	T02A01	T03A02	VT01B1
VT01A2	VT02A1	VT03A1	VT03A2
VT04B1	VT05A1	VT06A1	
VT07A1	VT07A2	VT07A4	VT07A5
VT08B1	VT09A1	VT09A4	VT10B4

Bei den Bildern mit Höhenlinien handelt es sich um eine Frontalansicht der Stegebene, die links und rechts mit je einer Quersteife und oben und unten durch die Gurtungen begrenzt wird. Die Höhenlinien sind mit einer Äquidistanz von 1 mm eingezeichnet. Auf den Bildern ist jeweils die Versuchsnummer die Laststellung und der Lastzustand bei der Bildaufnahme angegeben. Dargestellt sind die hier aufgelisteten Versuche:

Versuchsnummer	Zustand
T01A08	/ 1 / 2 / 3 / 4 /
T02A01	/ 1 / 2 / 3 / 4 /
T03A02	/ 1 / 2 / 3 /
VT01A1	/ A / B / C /
VT01A2	/ A / B /
VT02A1	/ A / B / C /
VT03A1	/ A / B / C / D /
VT03A2	/ A / B /
VT04B1	/ A / B / C / D /
VT05A1	/ A / B / C / D /
VT06A1	/ A / B / C /
VT07A1	/ A / B / C /
VT07A2	/ A / B /
VT07A4	/ A / B /
VT07A5	/ A / B /
VT08B1	/ A / B / C /
VT09A1	/ A / B / C / D /
VT09A4	/ A / B /
VT10B4	/ A / B / C / D /

INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
T01A08 MITTE

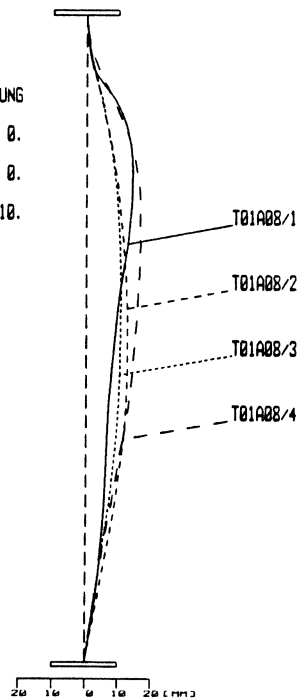
LASTDATEN

T01A08/1 : VORVERFORMUNG

T01A08/2 : $P=90$, $F=0$.

T01A08/3 : $P=150$, $F=0$.

T01A08/4 : $P=150$, $F=110$.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
T02A01 MITTE

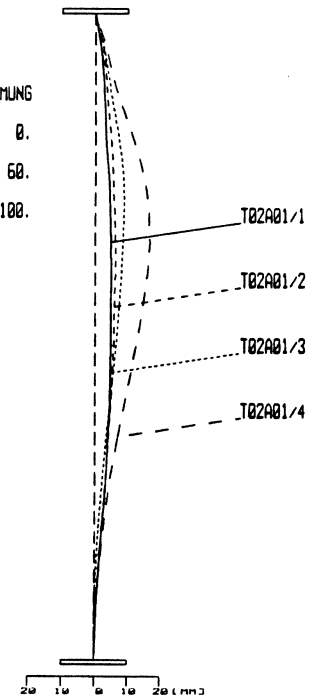
LASTDATEN

T02A01/1 : VORVERFORMUNG

T02A01/2 : $P=60$, $F=0$.

T02A01/3 : $P=60$, $F=60$.

T02A01/4 : $P=60$, $F=100$.



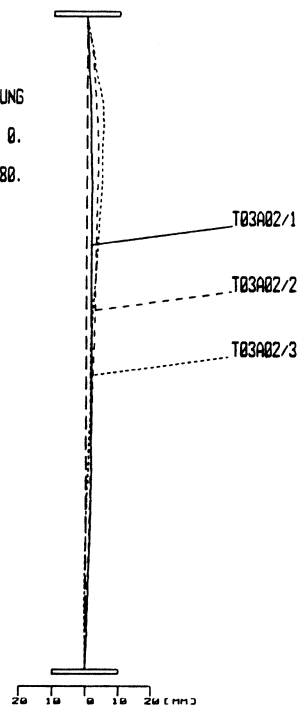
INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
T03A02 MITTE

LASTDATEN

T03A02/1 : VORVERFORMUNG

T03A02/2 : $P=170$, $F=0$.

T03A02/3 : $P=170$, $F=80$.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT01B1/1 MITTE

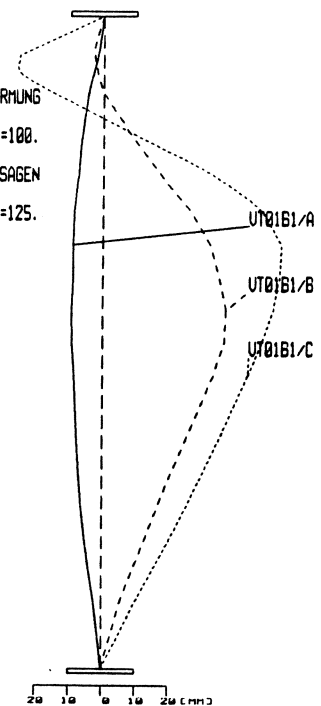
LASTDATEN

UT01B1/A : VORVERFORMUNG

UT01B1/B : $P=70$, $F=100$.

UT01B1/C : NACH VERSAGEN

$P=70$, $F=125$.



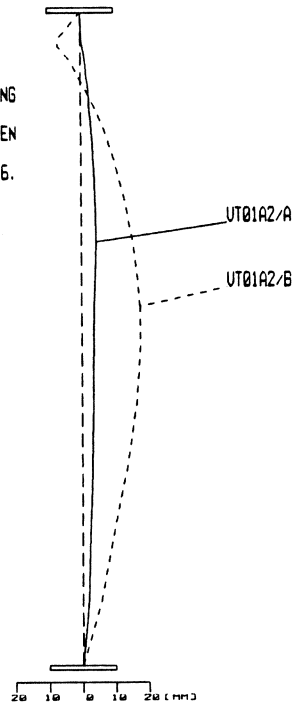
INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRAEGERN
UT01A2/0 MITTE

LASTDATEN

UT01A2/A : VORVERFORMUNG

UT01A2/B : NACH VERSAGEN

P= 0. F=146.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRAEGERN
UT02A1/0 MITTE

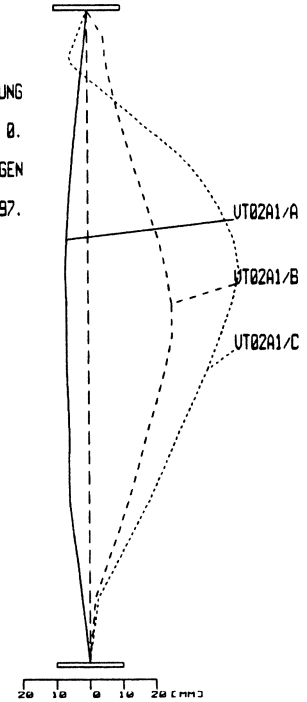
LASTDATEN

UT02A1/A : VORVERFORMUNG

UT02A1/B : P=120. F= 0.

UT02A1/C : NACH VERSAGEN

P=120. F= 97.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRAEGERN
UT03A1/0 MITTE

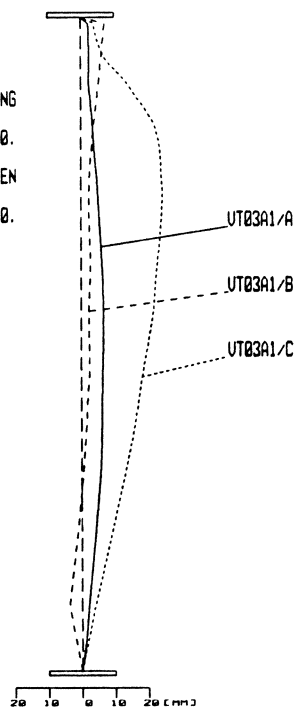
LASTDATEN

UT03A1/A : VORVERFORMUNG

UT03A1/B : P=260. F= 0.

UT03A1/C : NACH VERSAGEN

P=260. F=140.



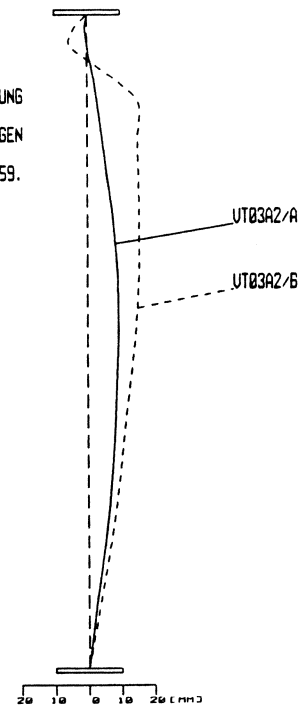
INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRAEGERN
UT03A2/0 MITTE

LASTDATEN

UT03A2/A : VORVERFORMUNG

UT03A2/B : NACH VERSAGEN

P= 0. F=259.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT04B1/0 MITTE

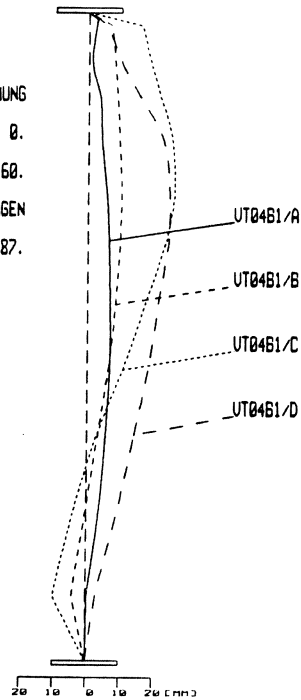
LASTDATEN

UT04B1/A : VORVERFORMUNG

UT04B1/B : $P=180$, $F=0$.

UT04B1/C : $P=180$, $F=160$.

UT04B1/D : NACH VERSAGEN
 $P=180$, $F=187$.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT05A1/0 MITTE

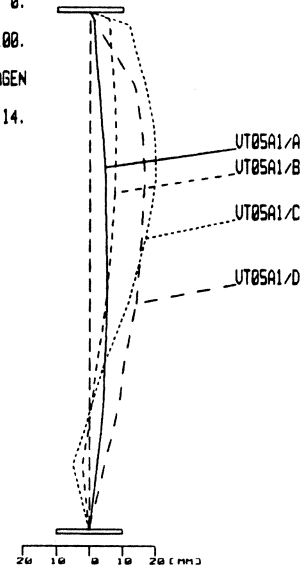
LASTDATEN

UT05A1/A : VORVERFORMUNG

UT05A1/B : $P=120$, $F=0$.

UT05A1/C : $P=120$, $F=100$.

UT05A1/D : NACH VERSAGEN
 $P=120$, $F=114$.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT06A1/0 MITTE

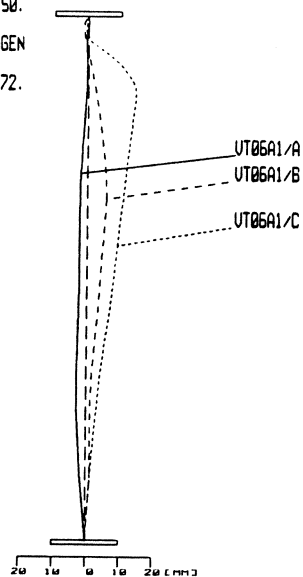
LASTDATEN

UT06A1/A : VORVERFORMUNG

UT06A1/B : $P=60$, $F=150$.

UT06A1/C : NACH VERSAGEN

$P=60$, $F=172$.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT07A1/0 MITTE

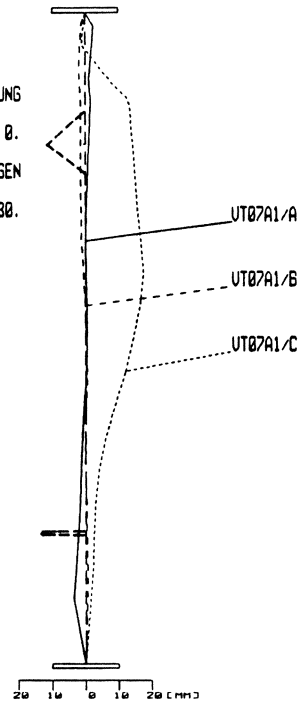
LASTDATEN

UT07A1/A : VORVERFORMUNG

UT07A1/B : $P=220$. $F=0$.

UT07A1/C : NACH VERSAGEN

$P=220$. $F=130$.



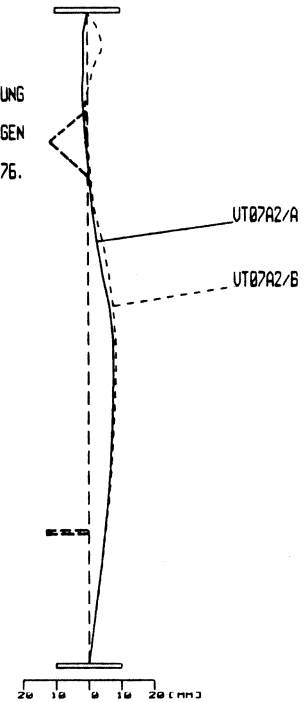
INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT07A2/0 MITTE

LASTDATEN

UT07A2/A : VORVERFORMUNG

UT07A2/B : NACH VERSAGEN

$P=0$. $F=176$.



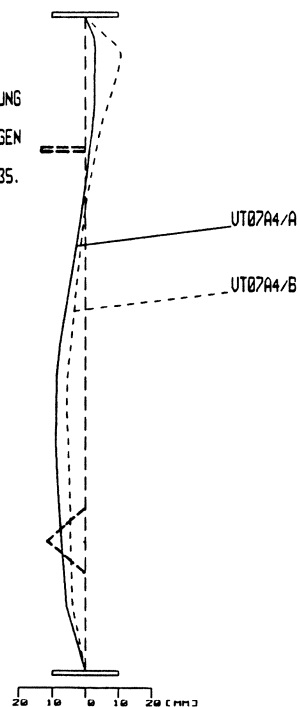
INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT07A4/0 MITTE

LASTDATEN

UT07A4/A : VORVERFORMUNG

UT07A4/B : NACH VERSAGEN

$P=170$. $F=135$.



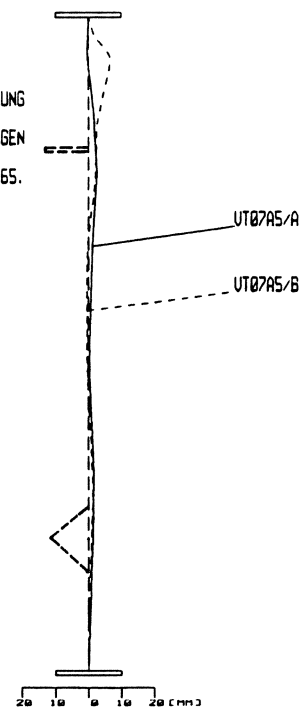
INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT07A5/0 MITTE

LASTDATEN

UT07A5/A : VORVERFORMUNG

UT07A5/B : NACH VERSAGEN

$P=0$. $F=165$.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT0861/0 MITTE

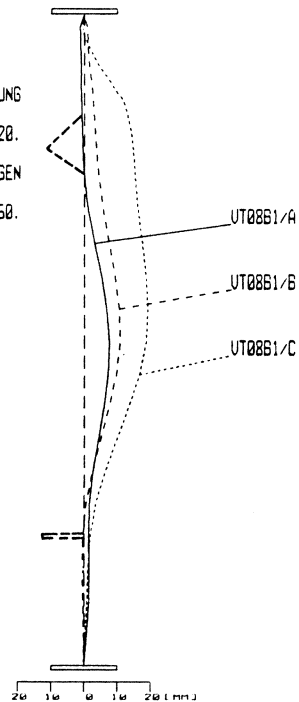
LASTDATEN

UT0861/A : VORVERFORMUNG

UT0861/B : P=185. F=120.

UT0861/C : NACH VERSAGEN

P=185. F=160.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT09A1/0 MITTE

LASTDATEN

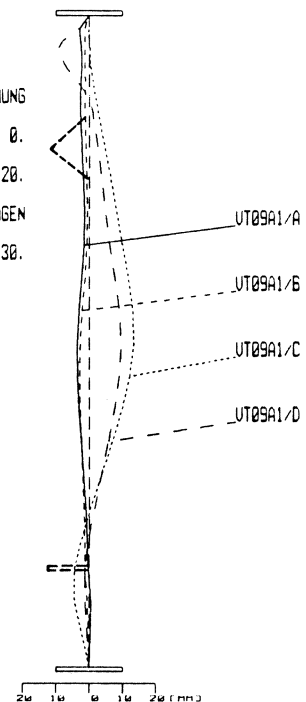
UT09A1/A : VORVERFORMUNG

UT09A1/B : P=250. F= 0.

UT09A1/C : P=250. F=120.

UT09A1/D : NACH VERSAGEN

P=250. F=130.



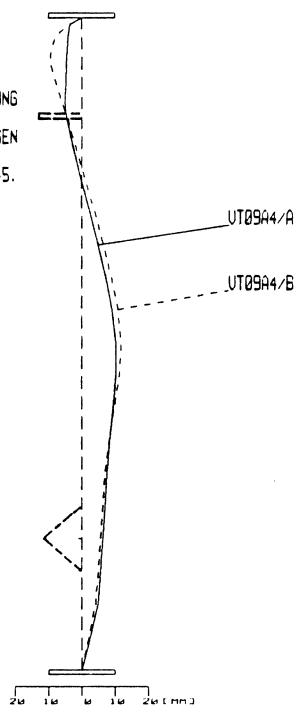
INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT09A4/0 MITTE

LASTDATEN

UT09A4/A : VORVERFORMUNG

UT09A4/B : NACH VERSAGEN

P=190. F=145.



INTERAKTION EINZEL-LAST UND BIEGUNG AN SCHLANKEN TRÄGERN
UT1064/0 MITTE

LASTDATEN

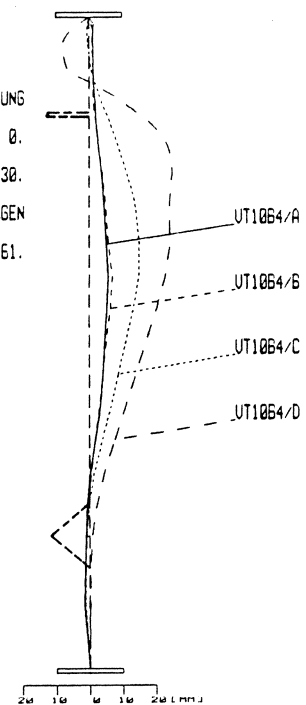
UT1064/A : VORVERFORMUNG

UT1064/B : P=240. F= 0.

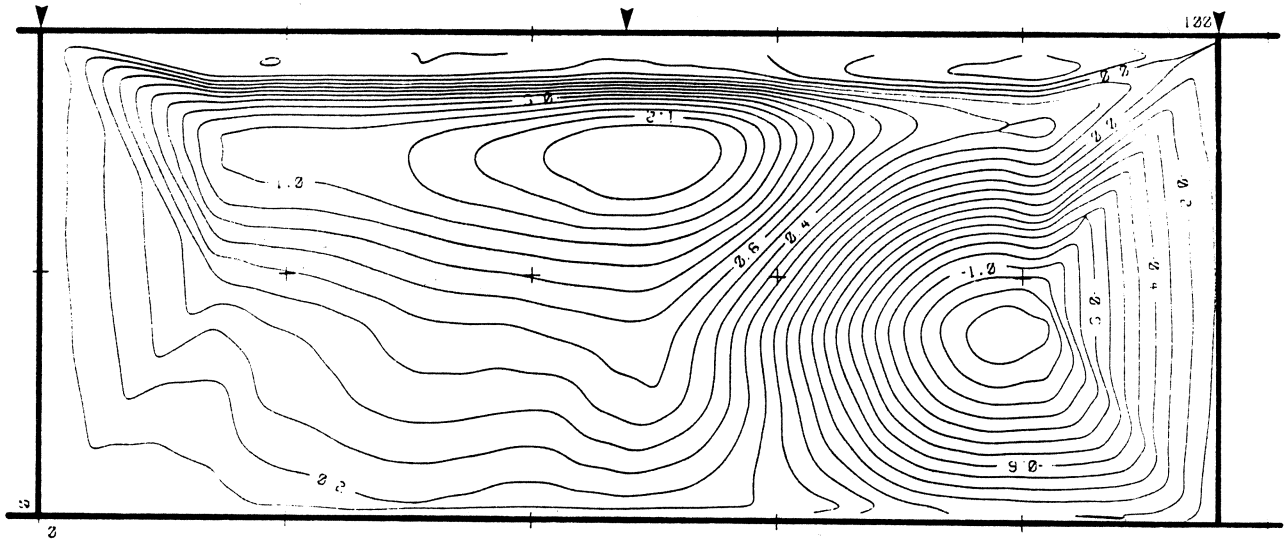
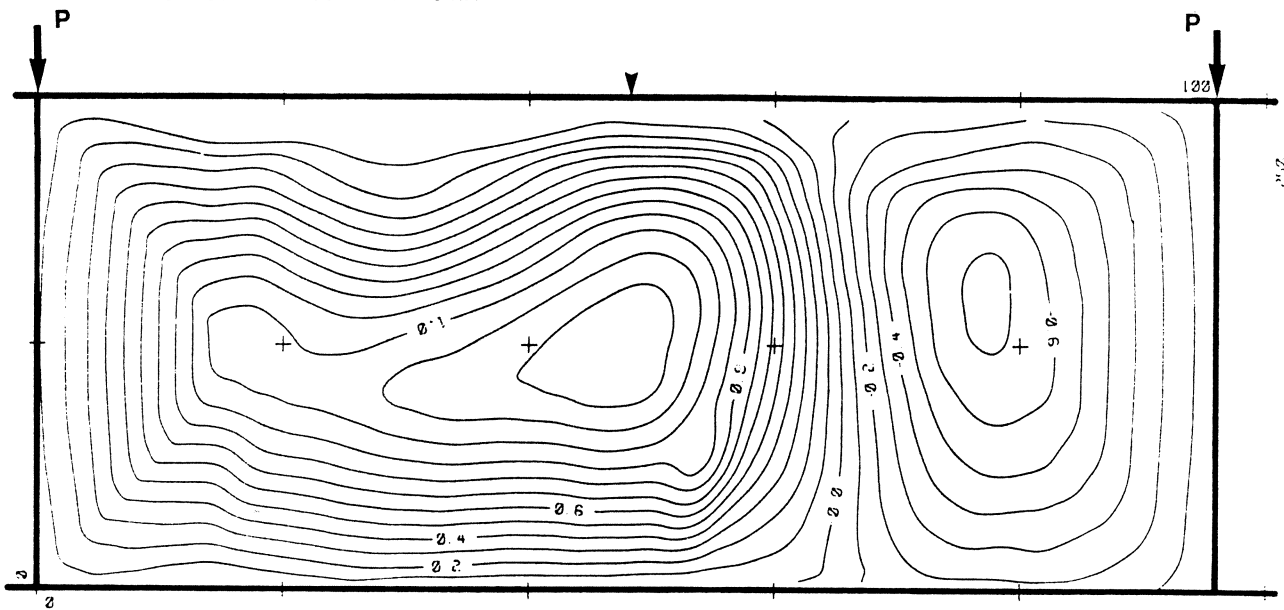
UT1064/C : P=240. F=130.

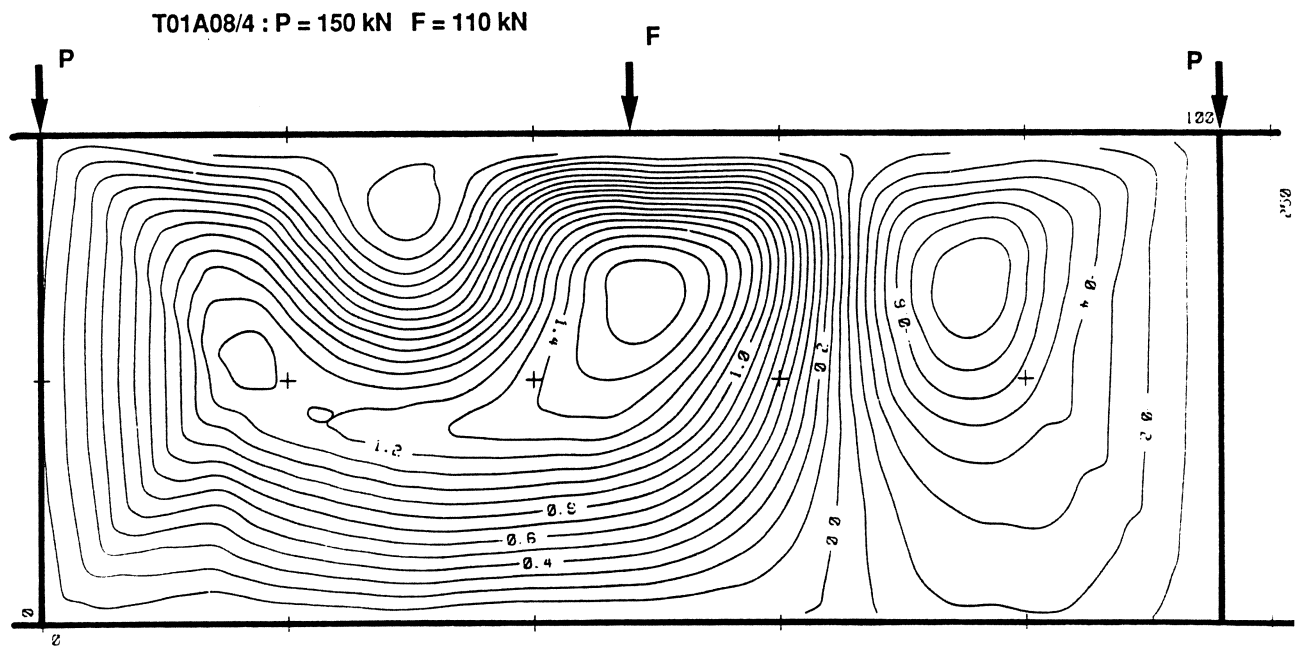
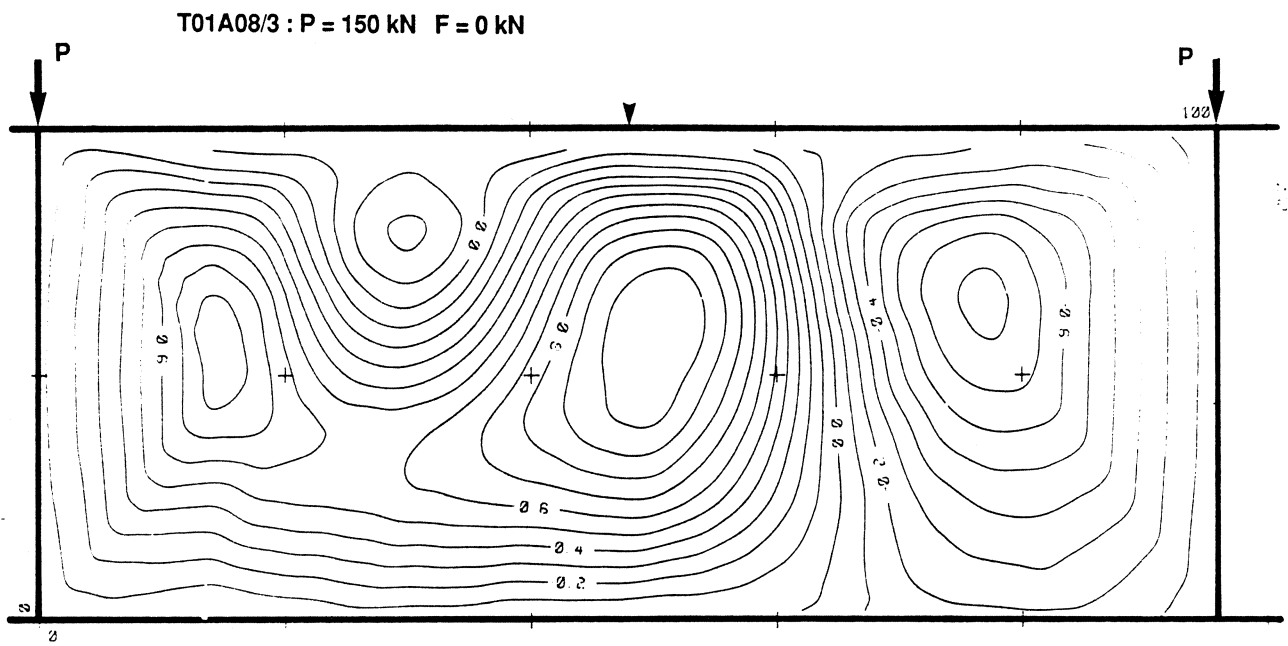
UT1064/D : NACH VERSAGEN

P=240. F=161.

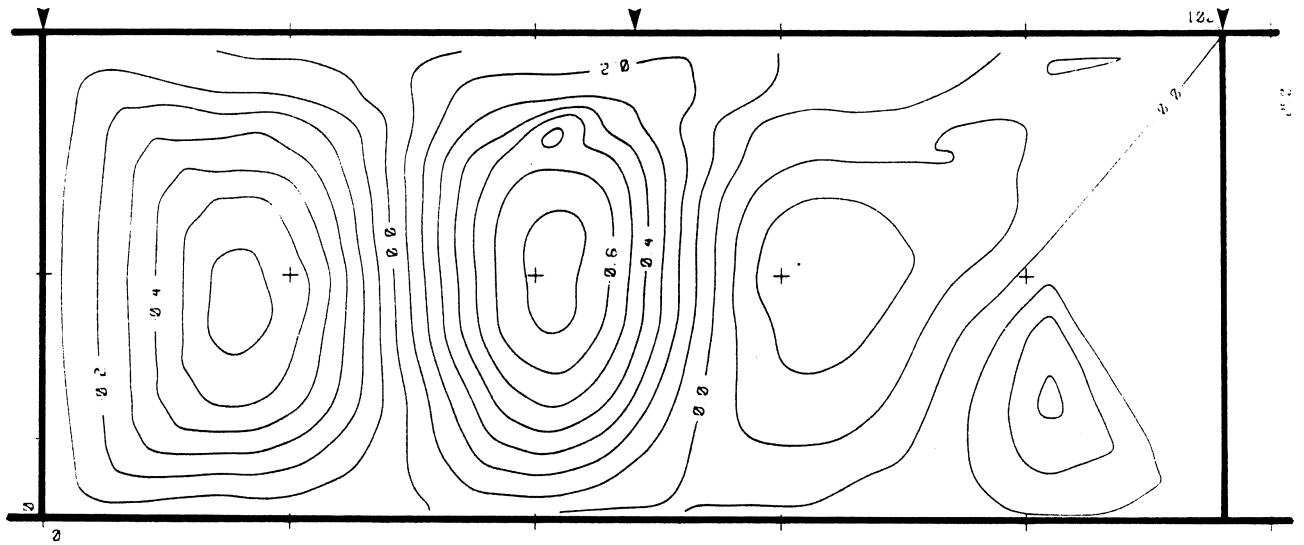
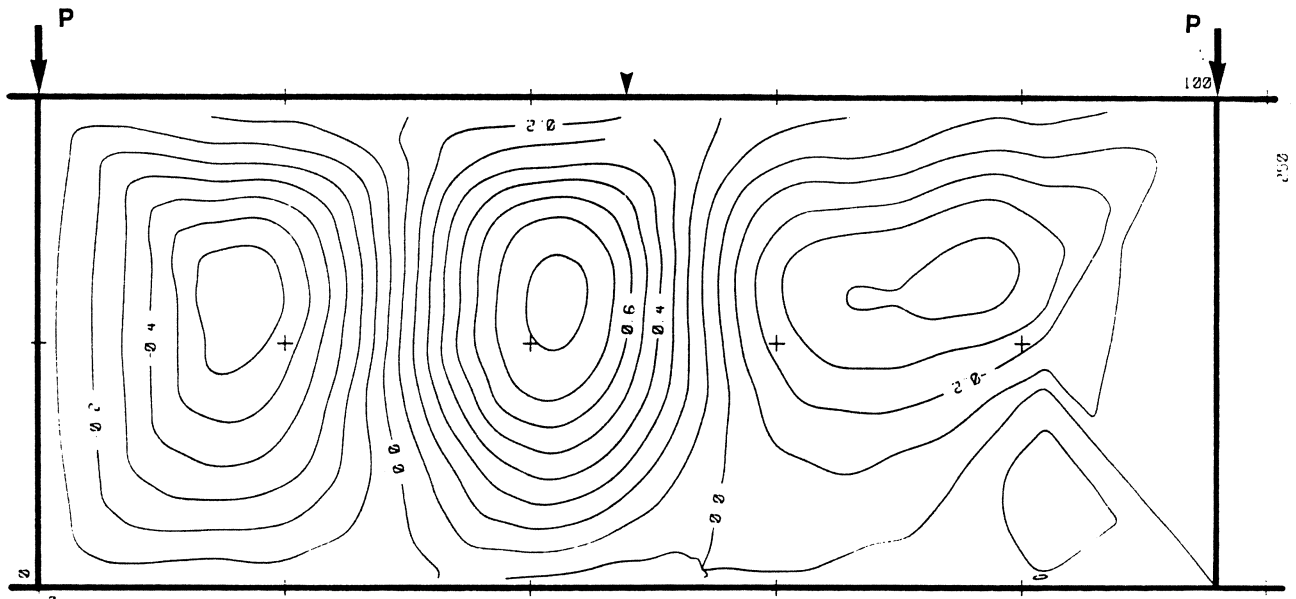


T01A08/1 : Vorverformung

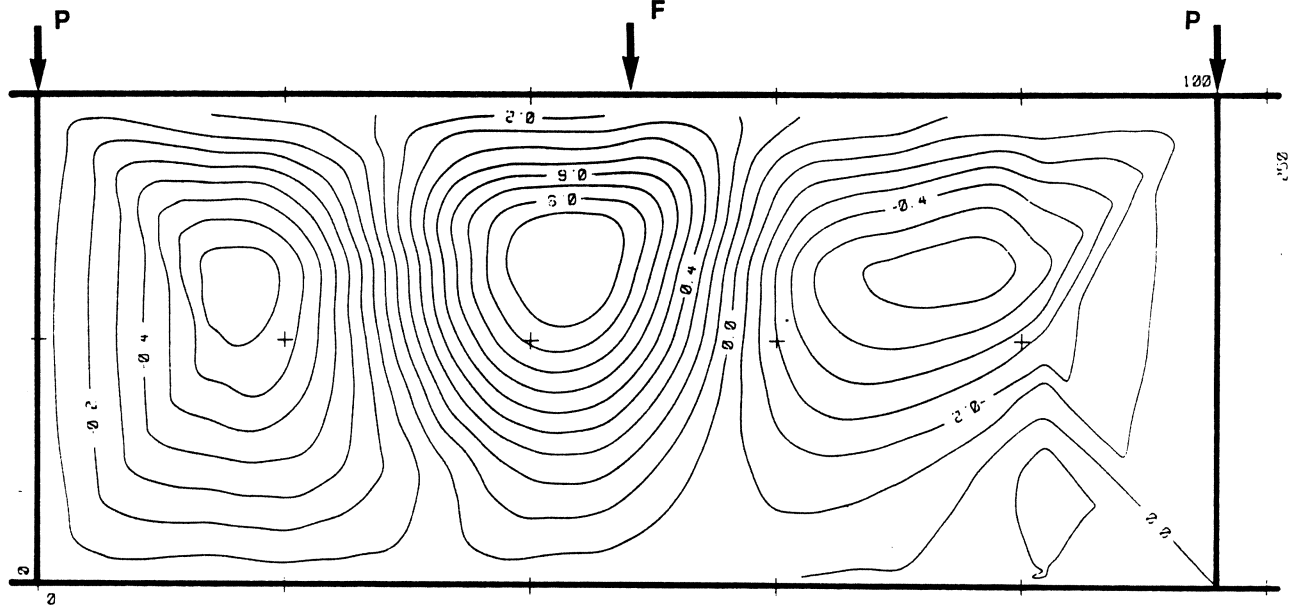
T01A08/2 : $P = 90 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ 



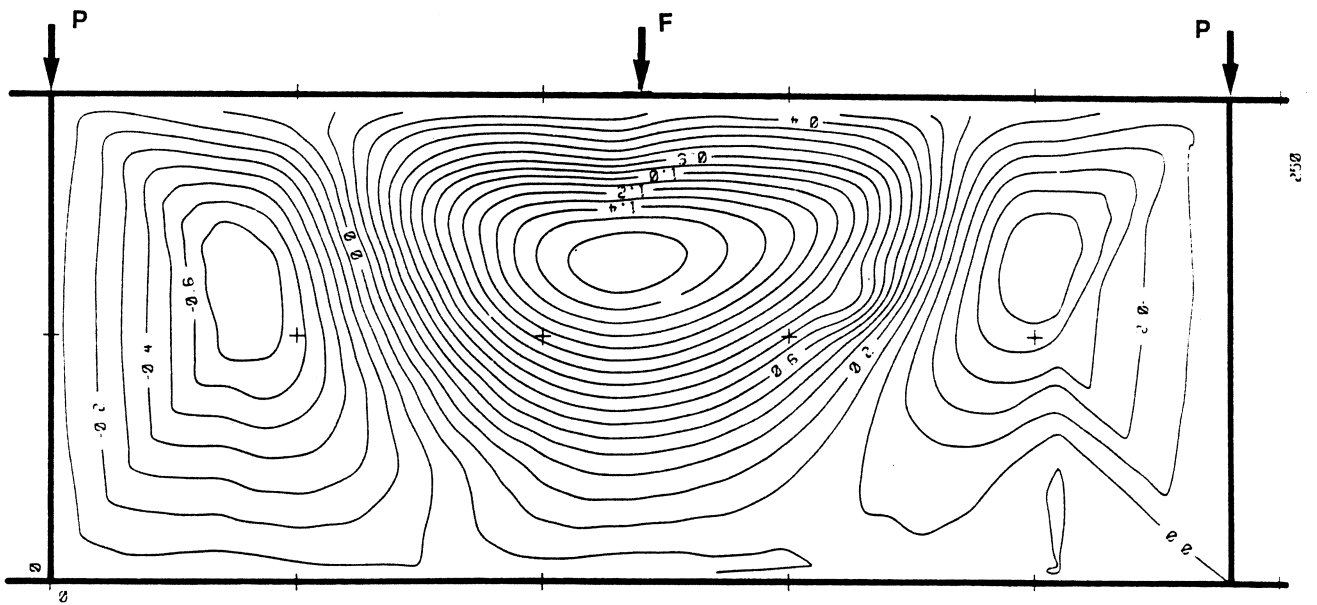
T02A01/1 : Vorverformung

T02A01/2 : $P = 60 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ 

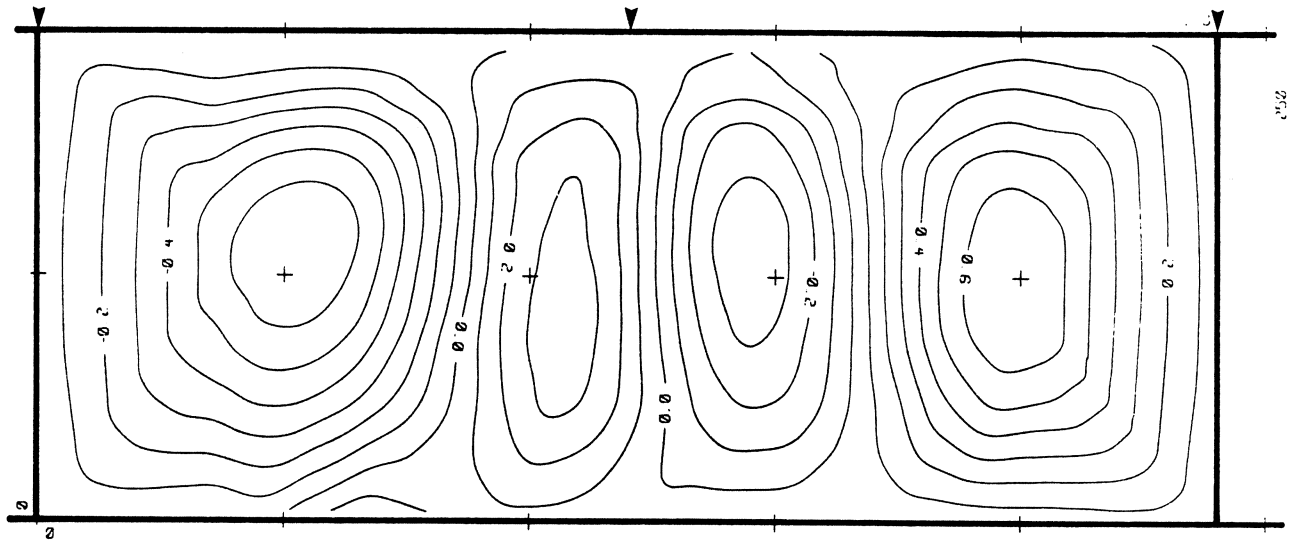
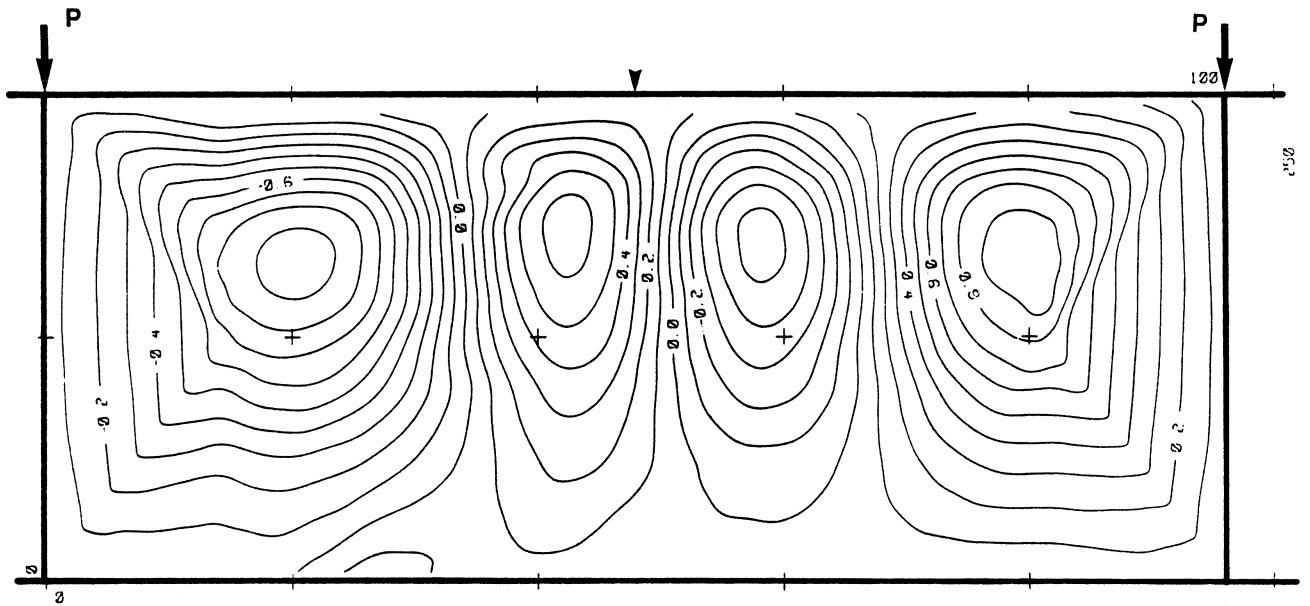
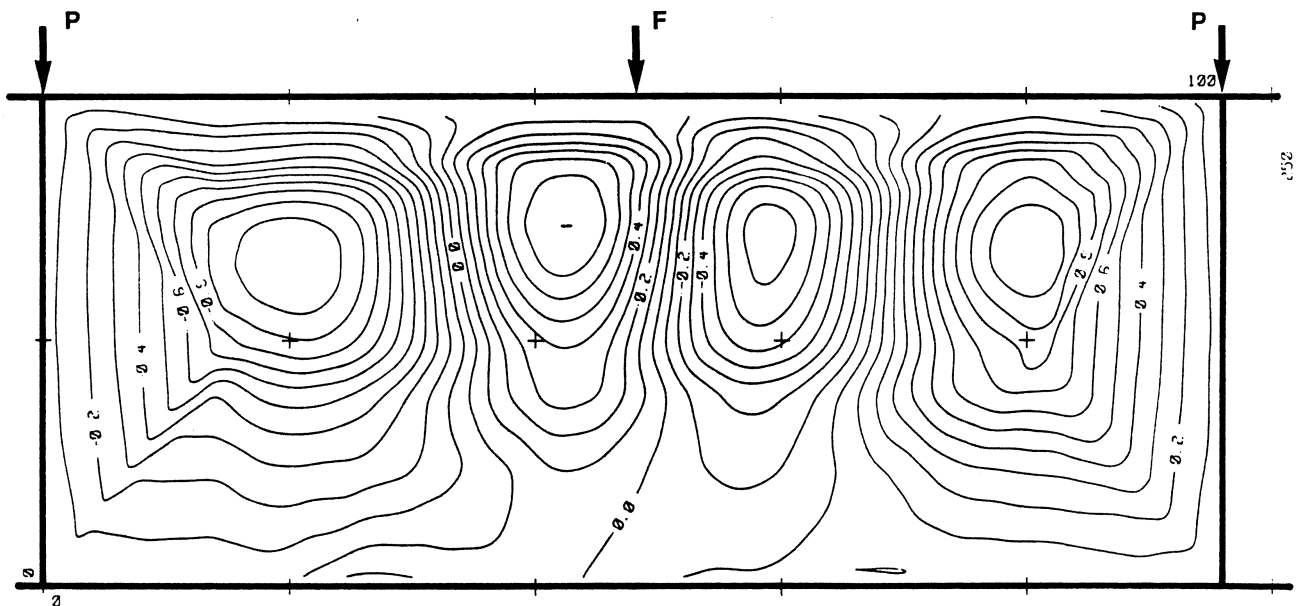
T02A01/3 : $P = 60 \text{ kN}$ $F = 60 \text{ kN}$

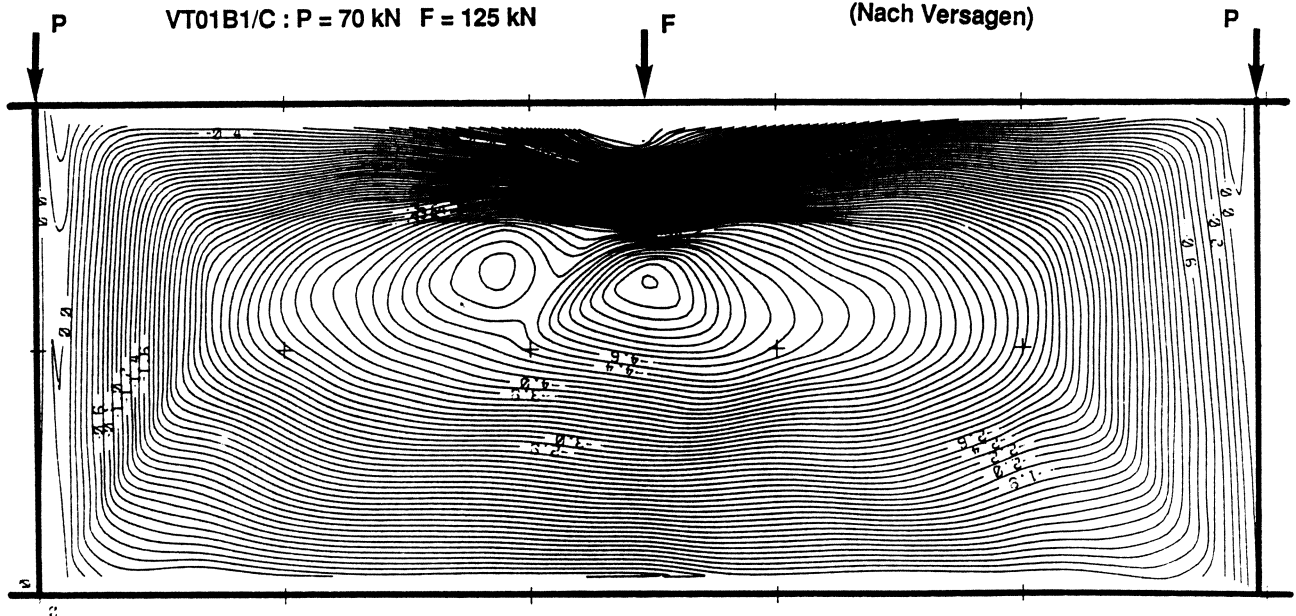


T02A01/4 : $P = 60 \text{ kN}$ $F = 100 \text{ kN}$

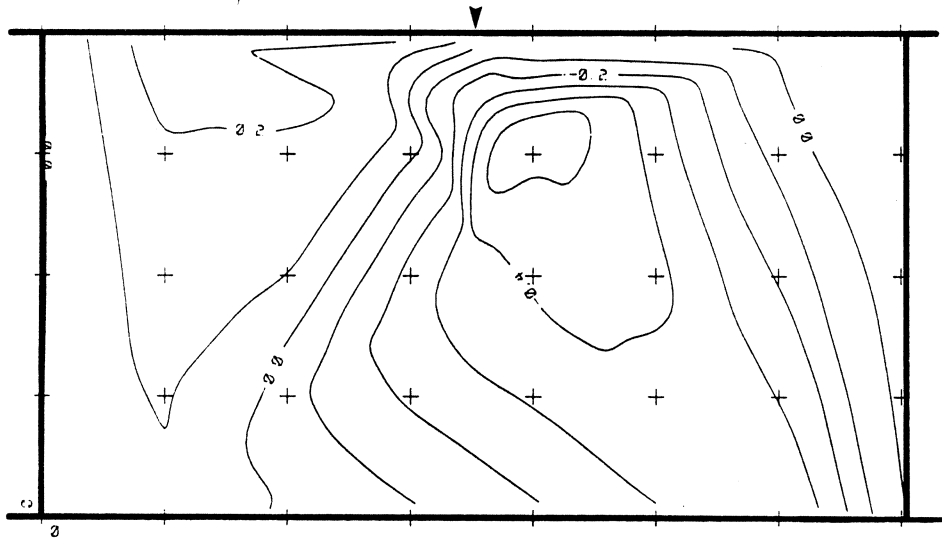


T03A02/1 : Vorverformung

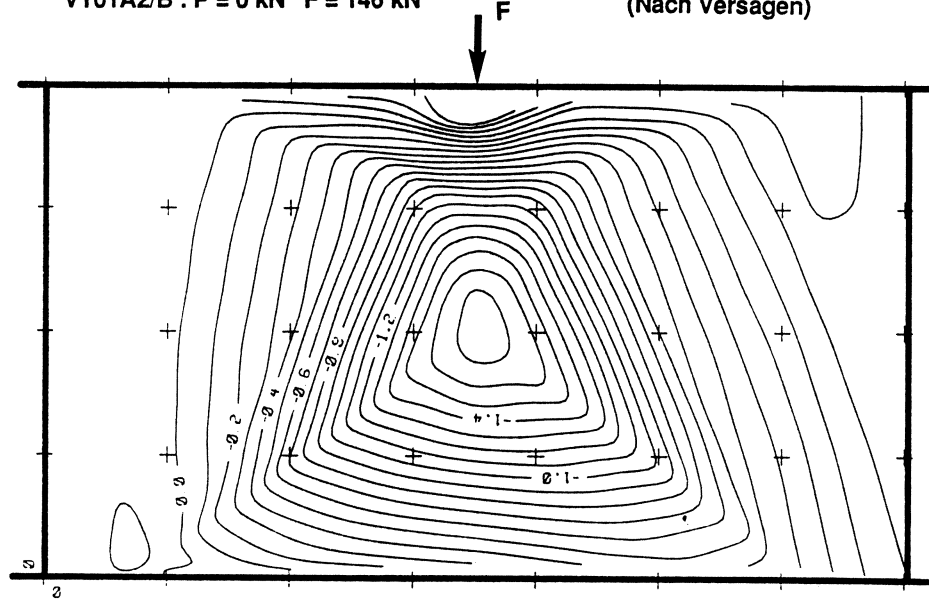
T03A02/2 : $P = 170 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ T03A02/3 : $P = 170 \text{ kN}$ $F = 80 \text{ kN}$ 



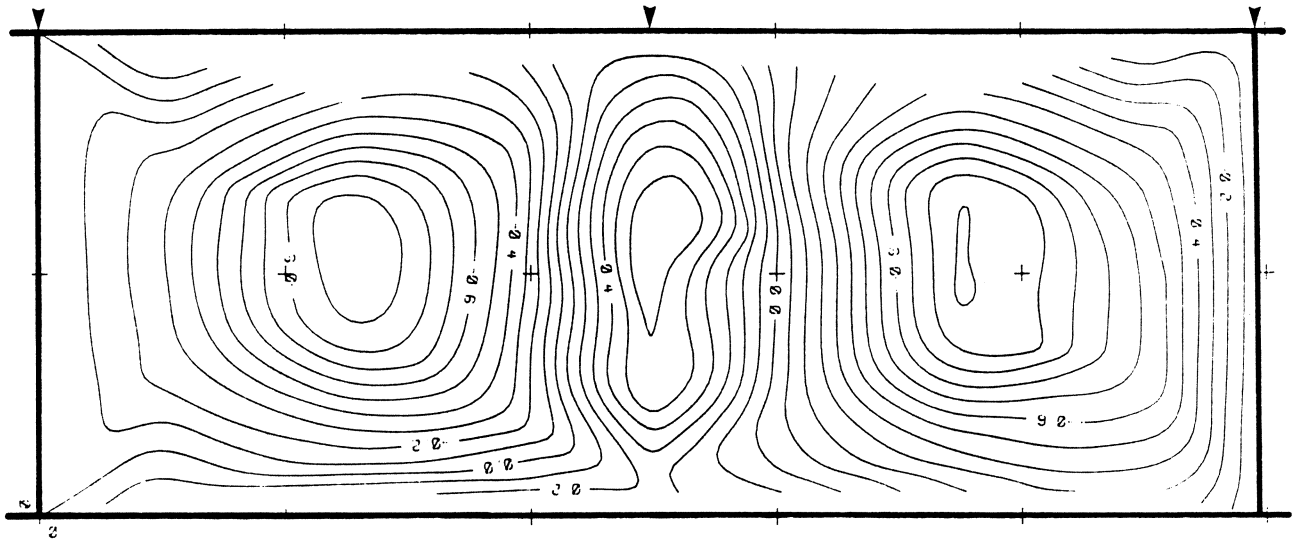
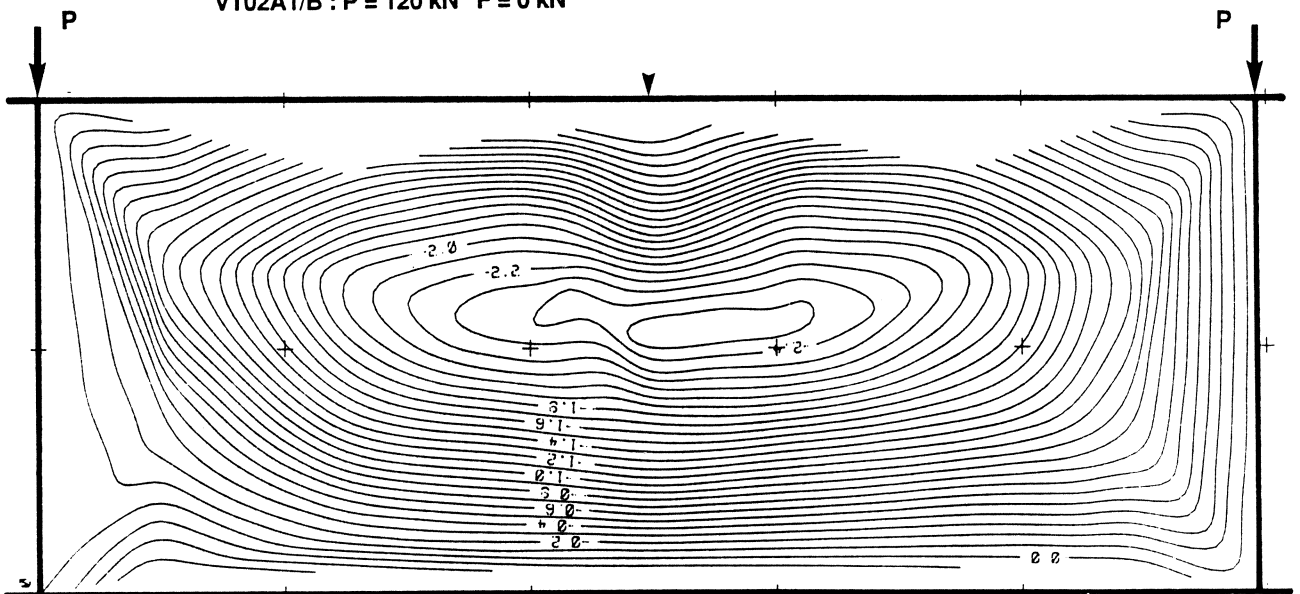
VT01A2/A : Vorverformung

VT01A2/B : $P = 0 \text{ kN}$ $F = 146 \text{ kN}$

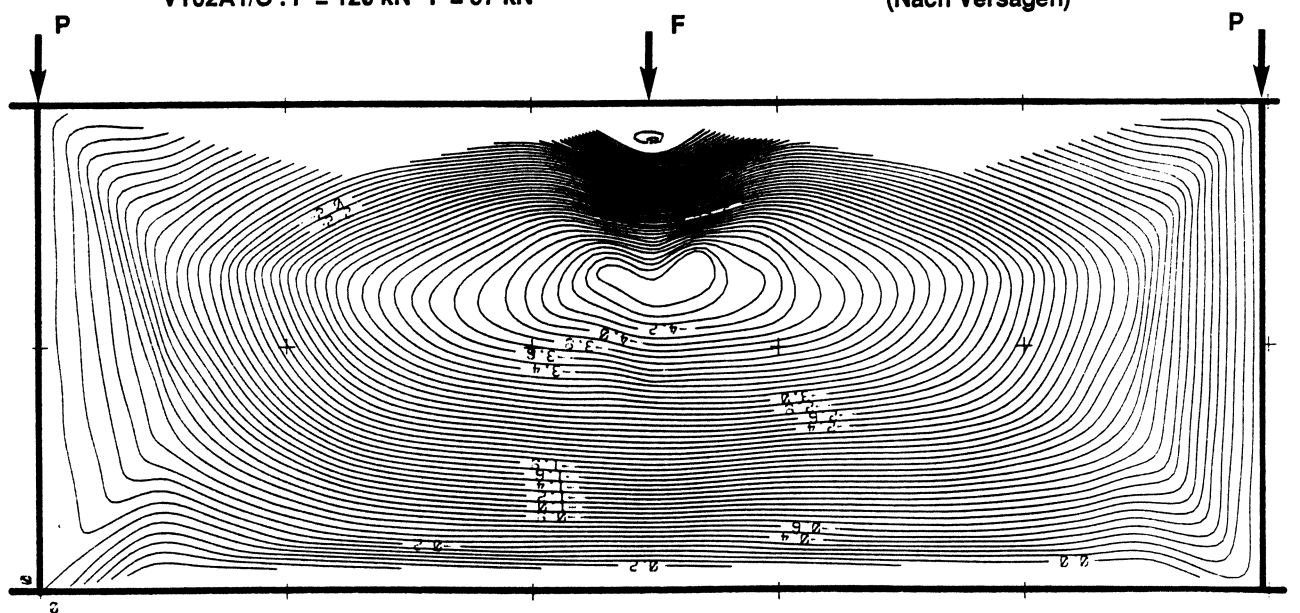
(Nach Versagen)



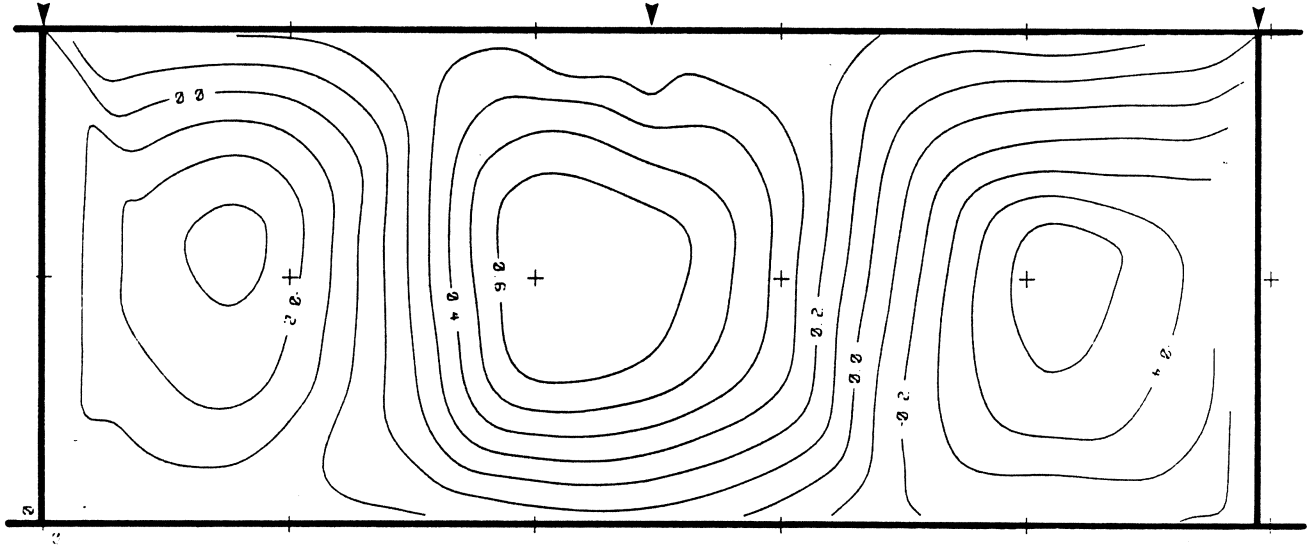
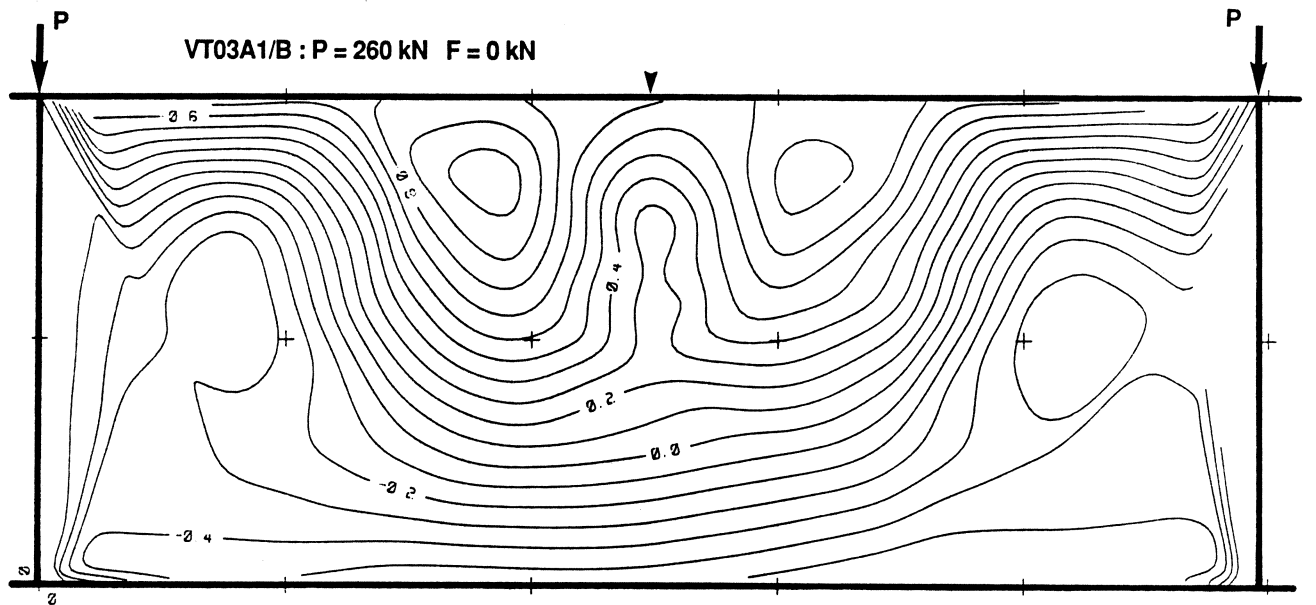
VT02A1/A : Vorverformung

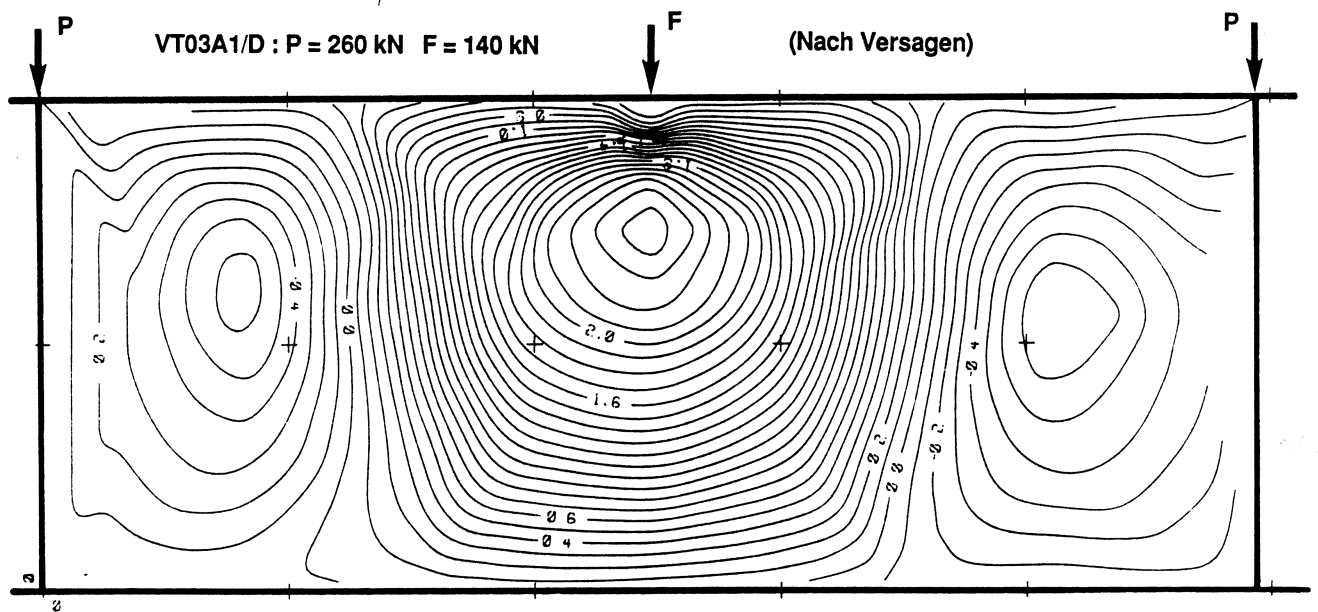
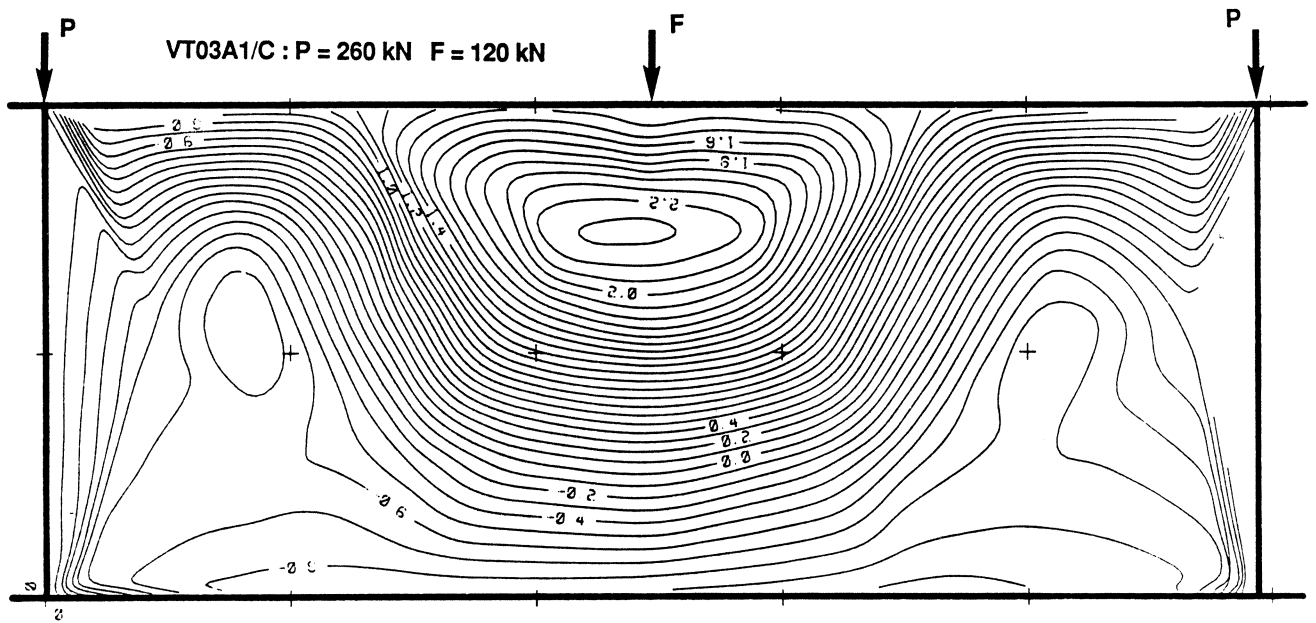
VT02A1/B : $P = 120 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ VT02A1/C : $P = 120 \text{ kN}$ $F = 97 \text{ kN}$

(Nach Versagen)

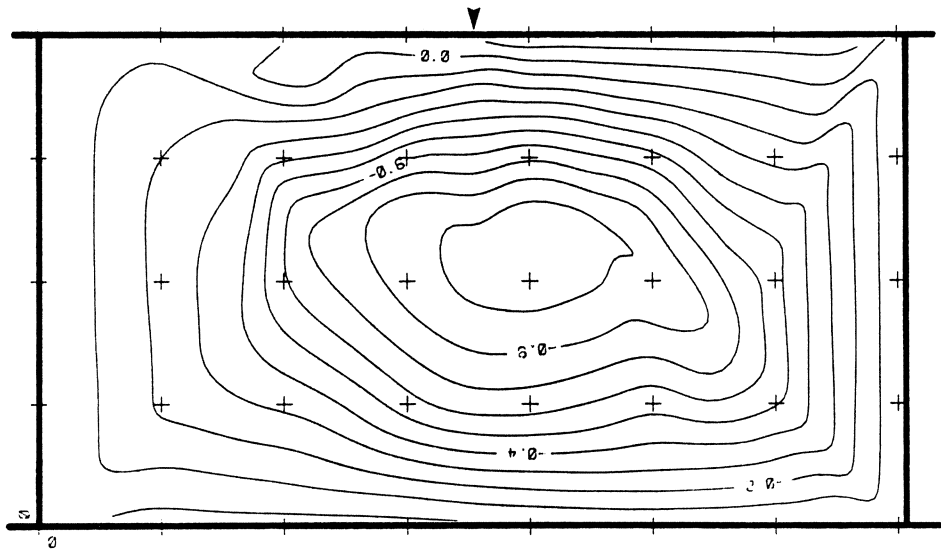


VT03A1/A : Vorverformung

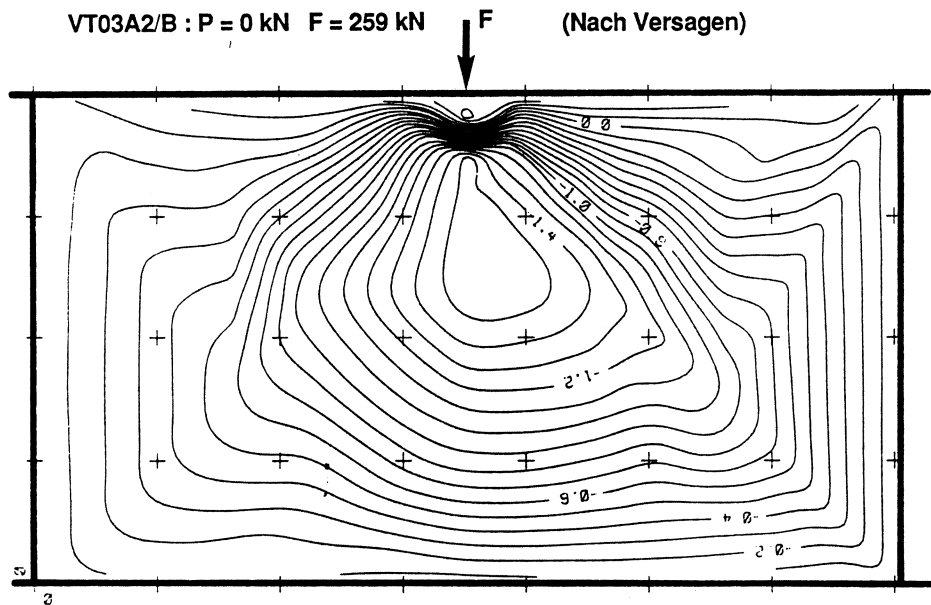
VT03A1/B : $P = 260 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ 



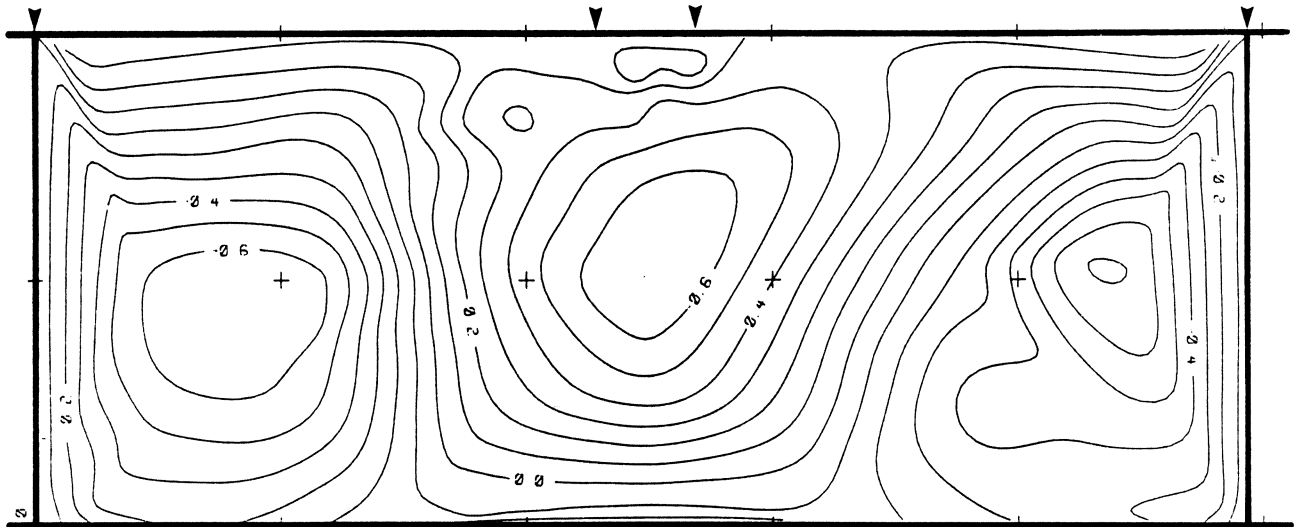
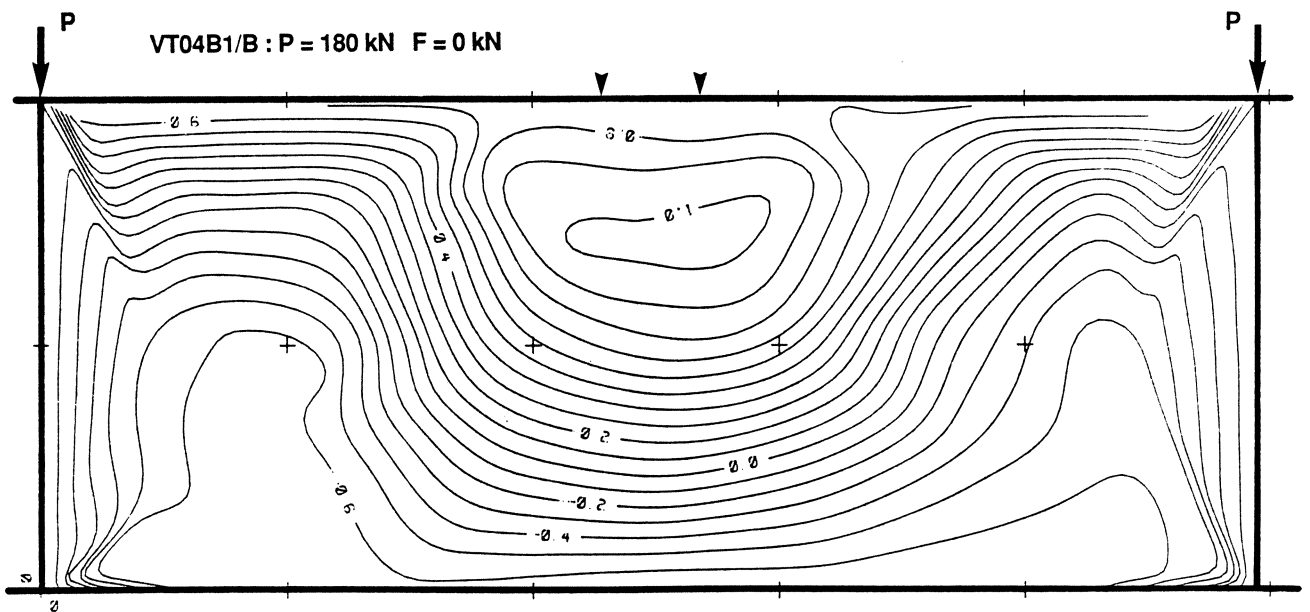
VT03A2/A : Vorverformung

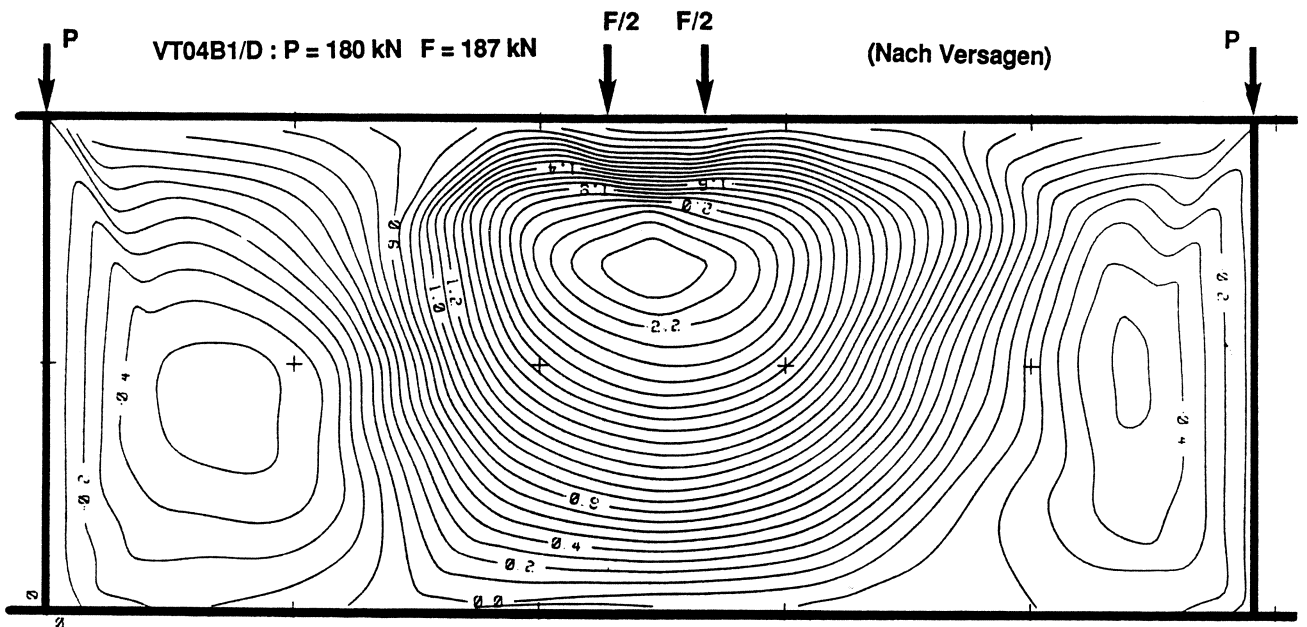
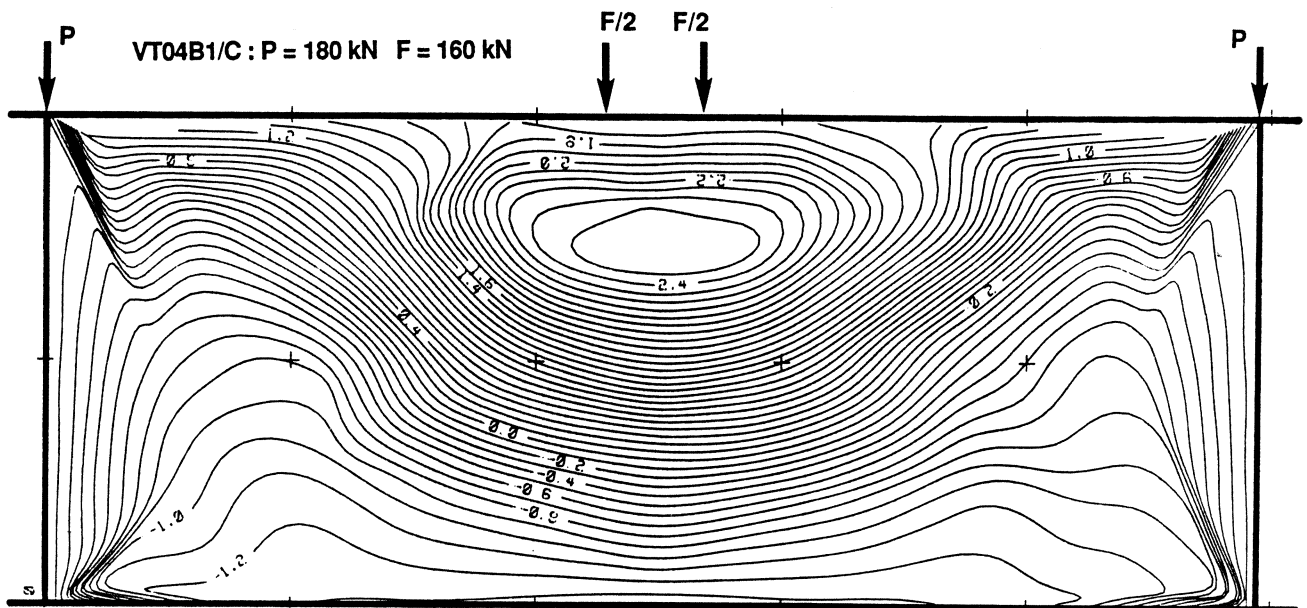


VT03A2/B : $P = 0 \text{ kN}$ $F = 259 \text{ kN}$ F (Nach Versagen)

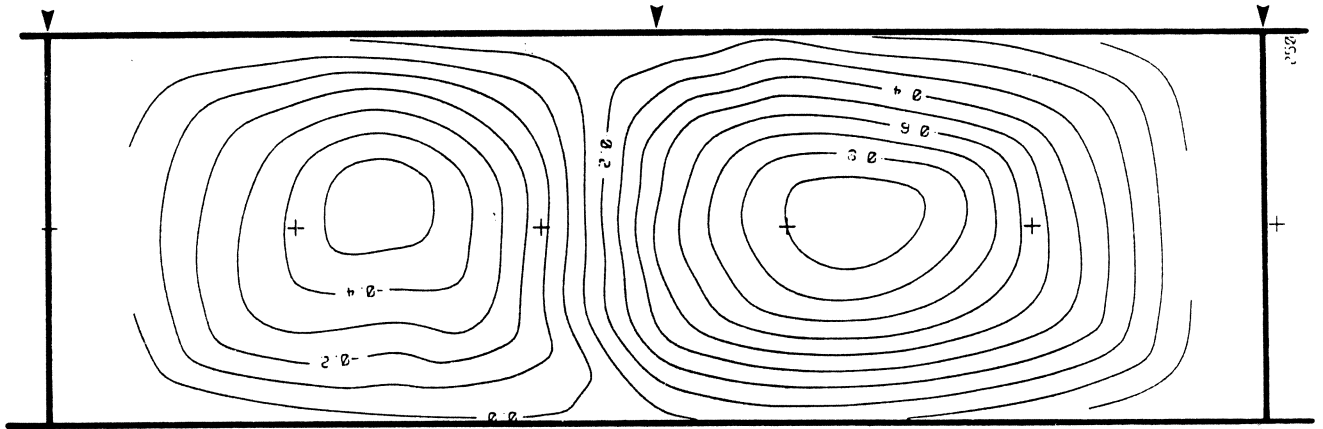
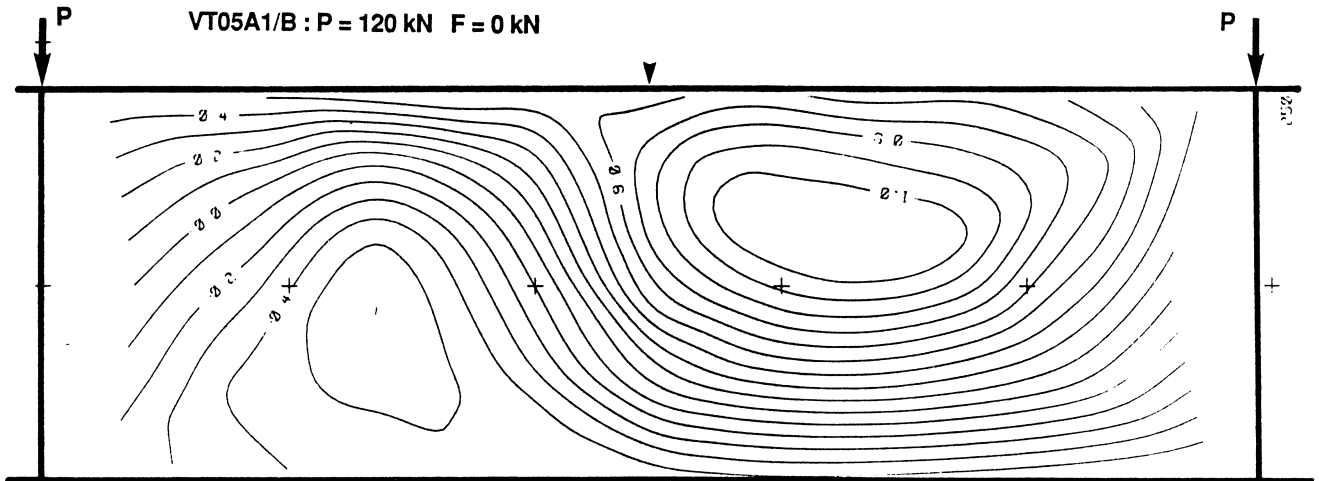
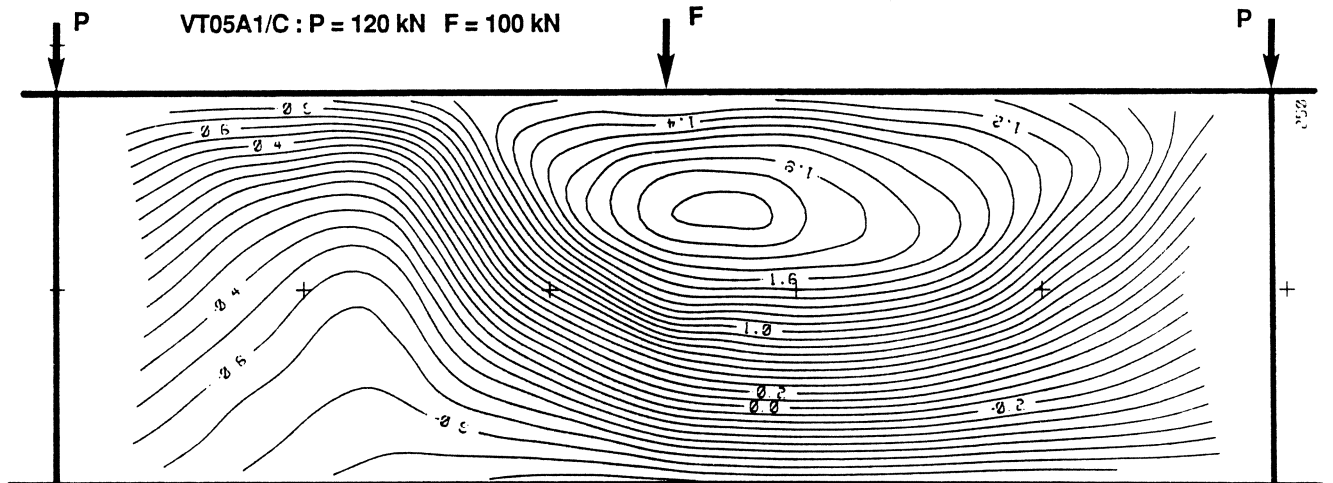


VT04B1/A : Vorverformung

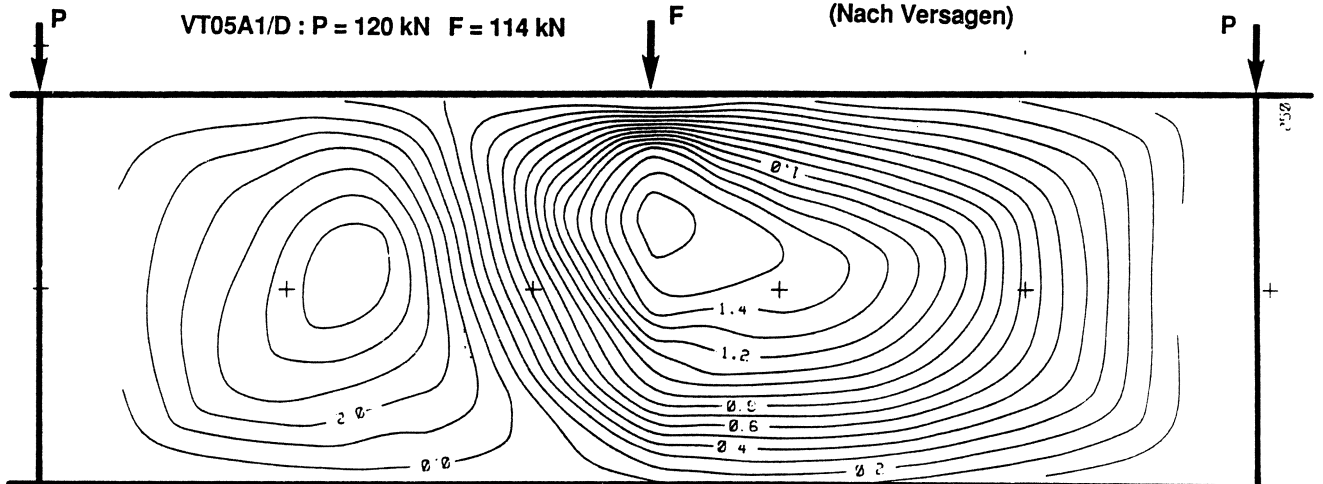
VT04B1/B : $P = 180 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ 



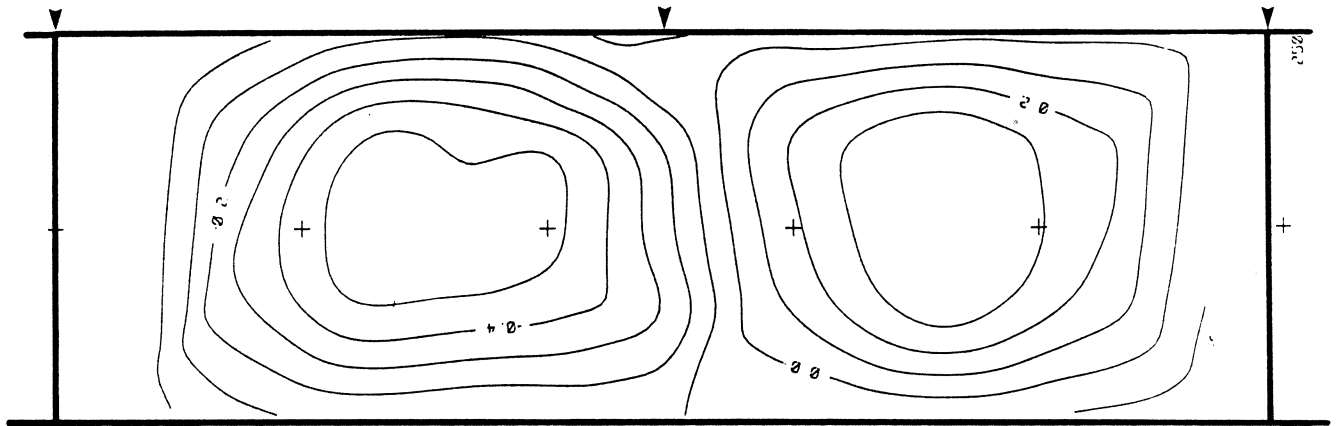
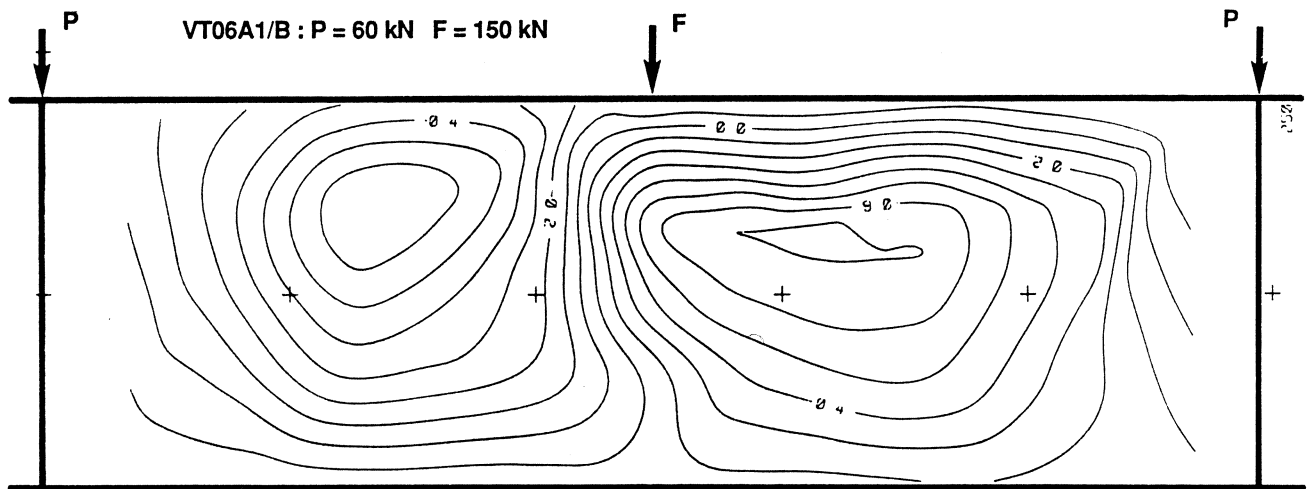
VT05A1/A : Vorverformung

VT05A1/B : $P = 120 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ VT05A1/C : $P = 120 \text{ kN}$ $F = 100 \text{ kN}$ VT05A1/D : $P = 120 \text{ kN}$ $F = 114 \text{ kN}$

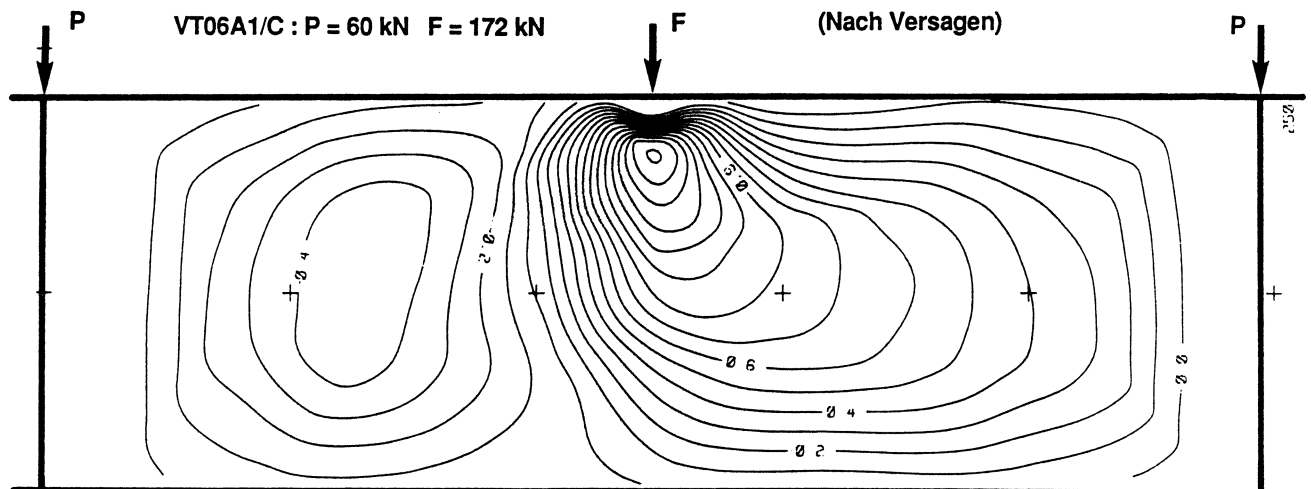
(Nach Versagen)



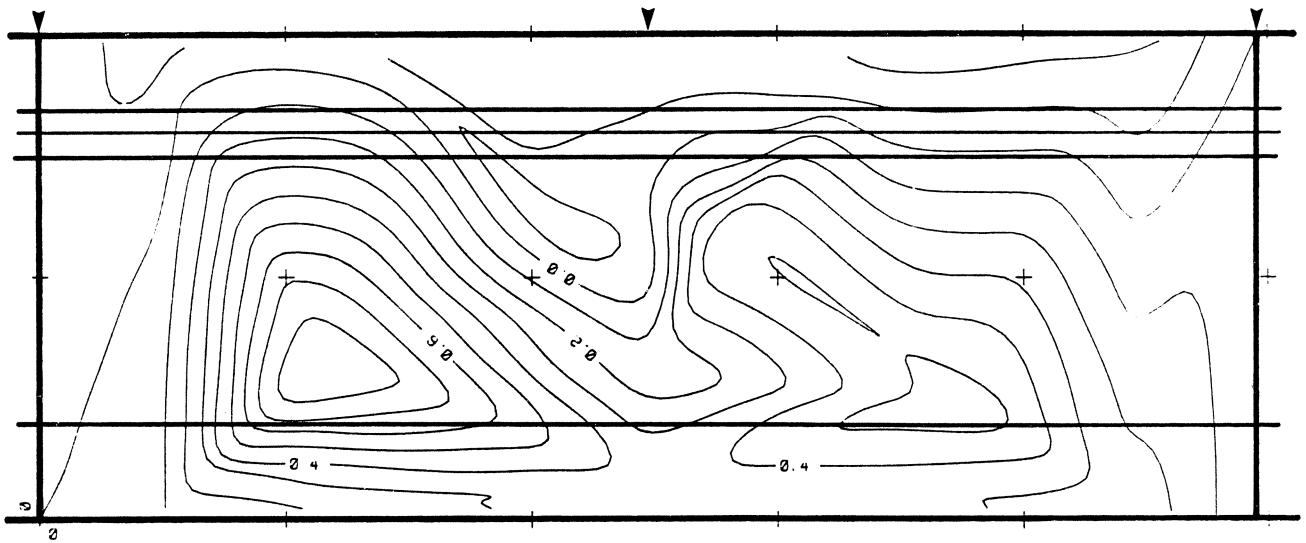
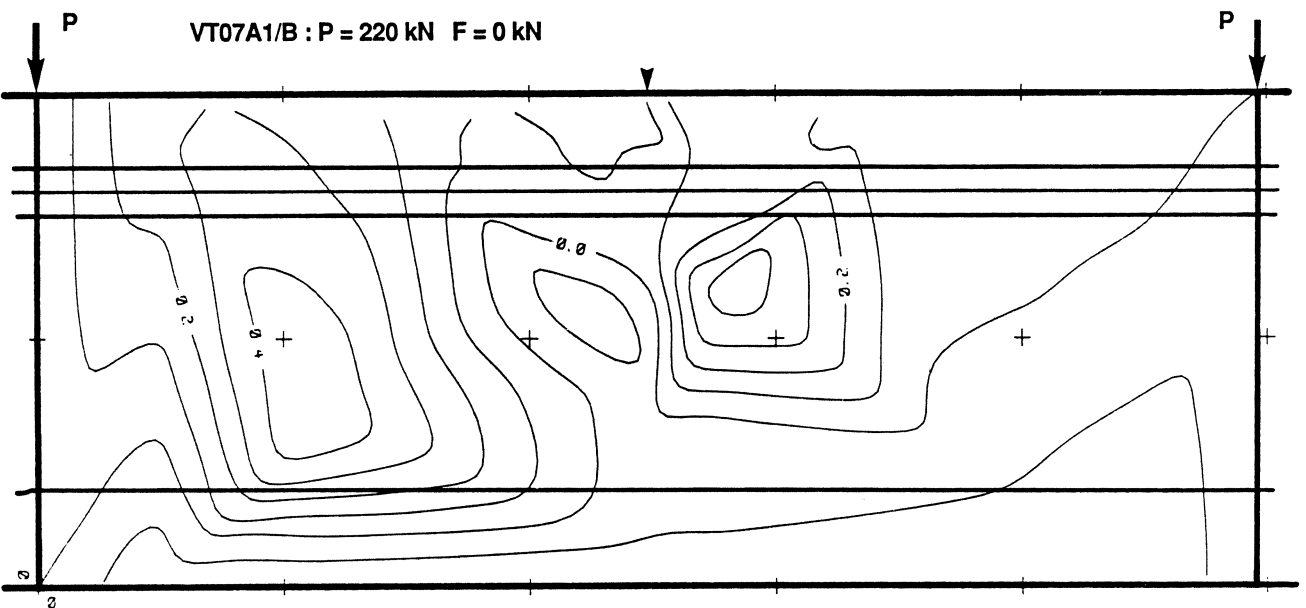
VT06A1/A : Vorverformung

VT06A1/B : $P = 60 \text{ kN}$ $F = 150 \text{ kN}$ VT06A1/C : $P = 60 \text{ kN}$ $F = 172 \text{ kN}$

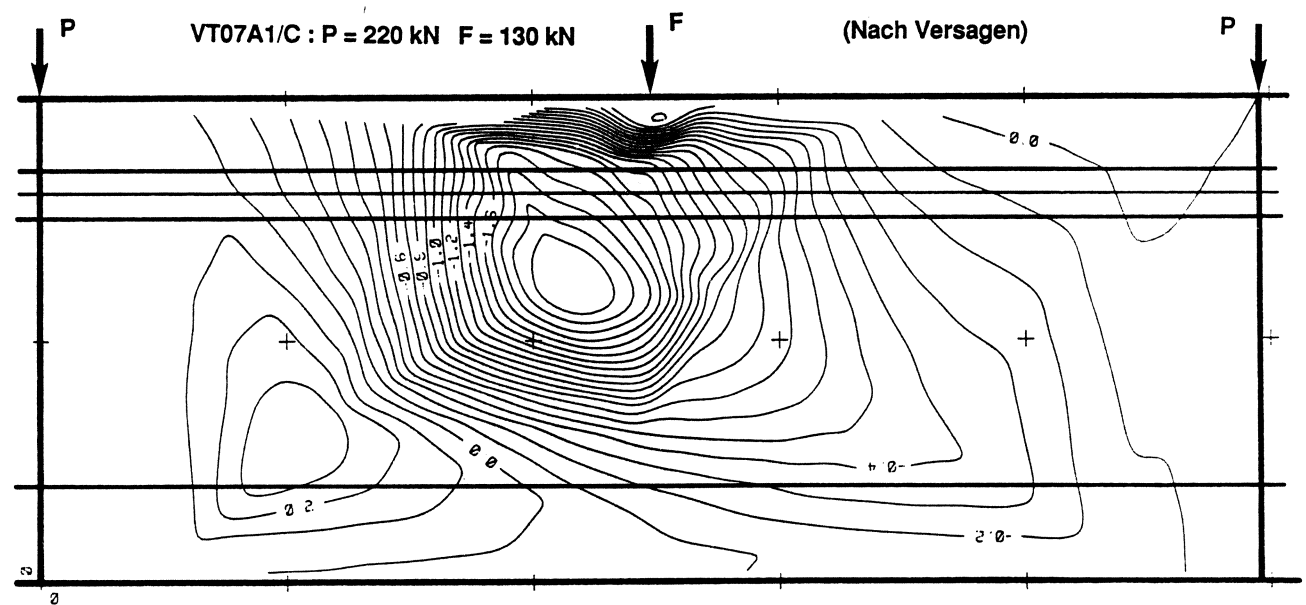
(Nach Versagen)



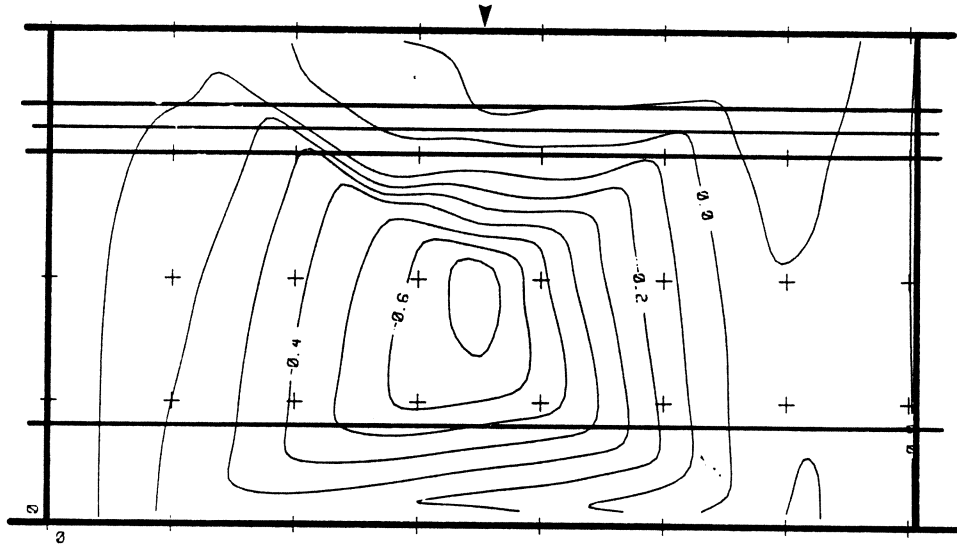
VT07A1/A : Vorverformung

VT07A1/B : $P = 220 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ VT07A1/C : $P = 220 \text{ kN}$ $F = 130 \text{ kN}$

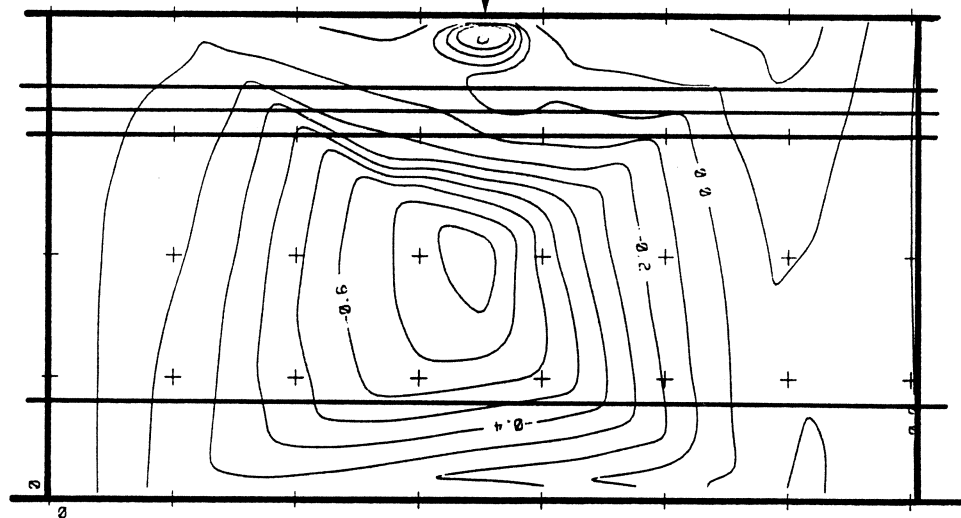
(Nach Versagen)



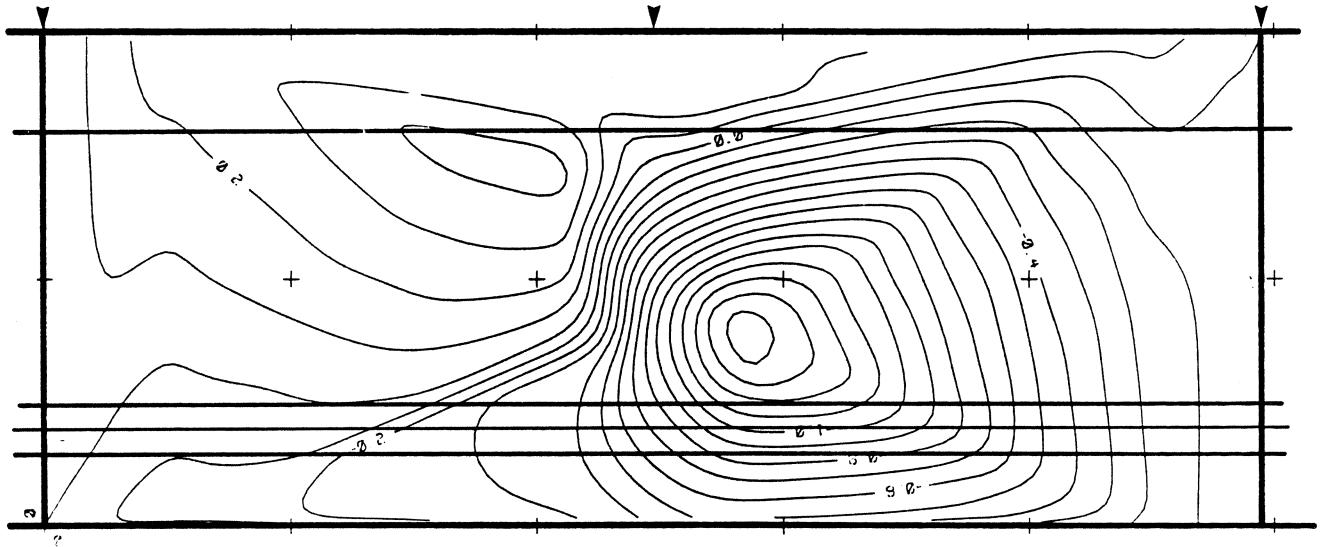
VT07A2/A : Vorverformung

VT07A2/B : $P = 0 \text{ kN}$ $F = 176 \text{ kN}$ 

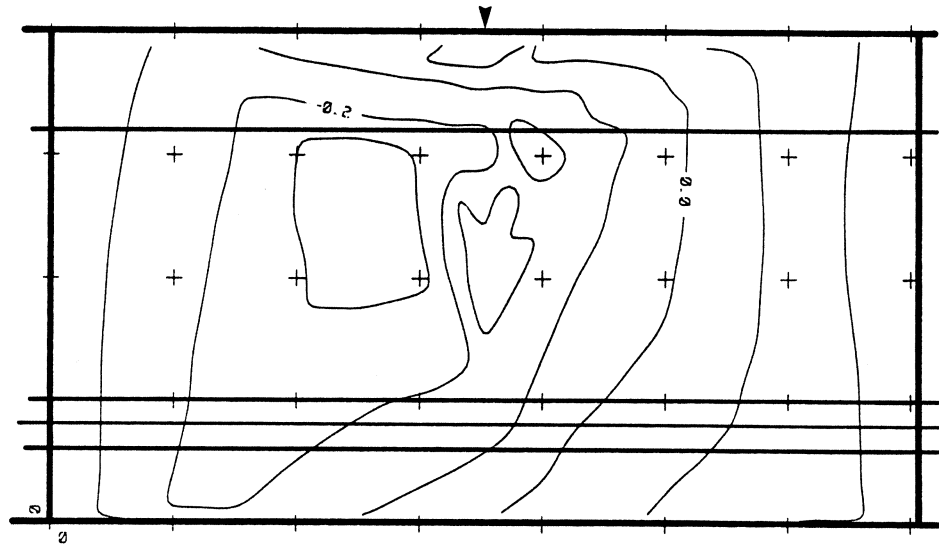
(Nach Versagen)



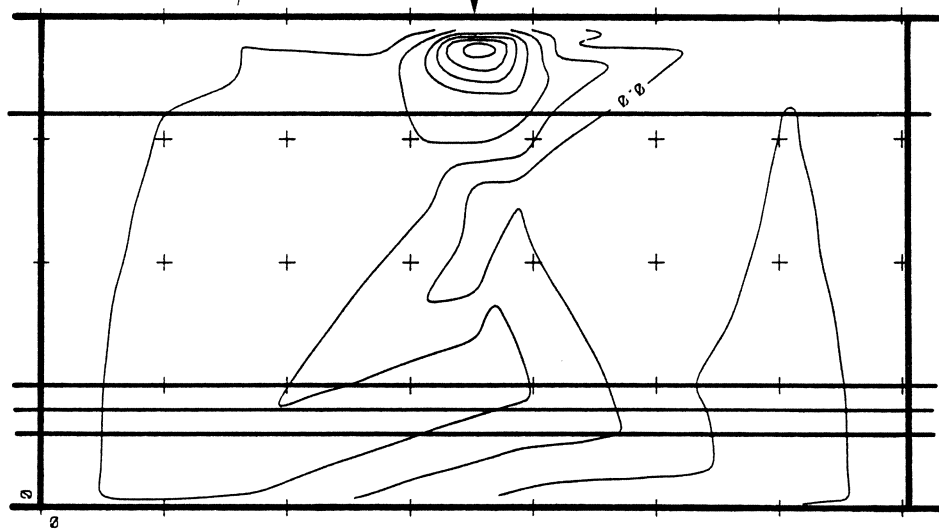
VT07A4/A : Vorverformung

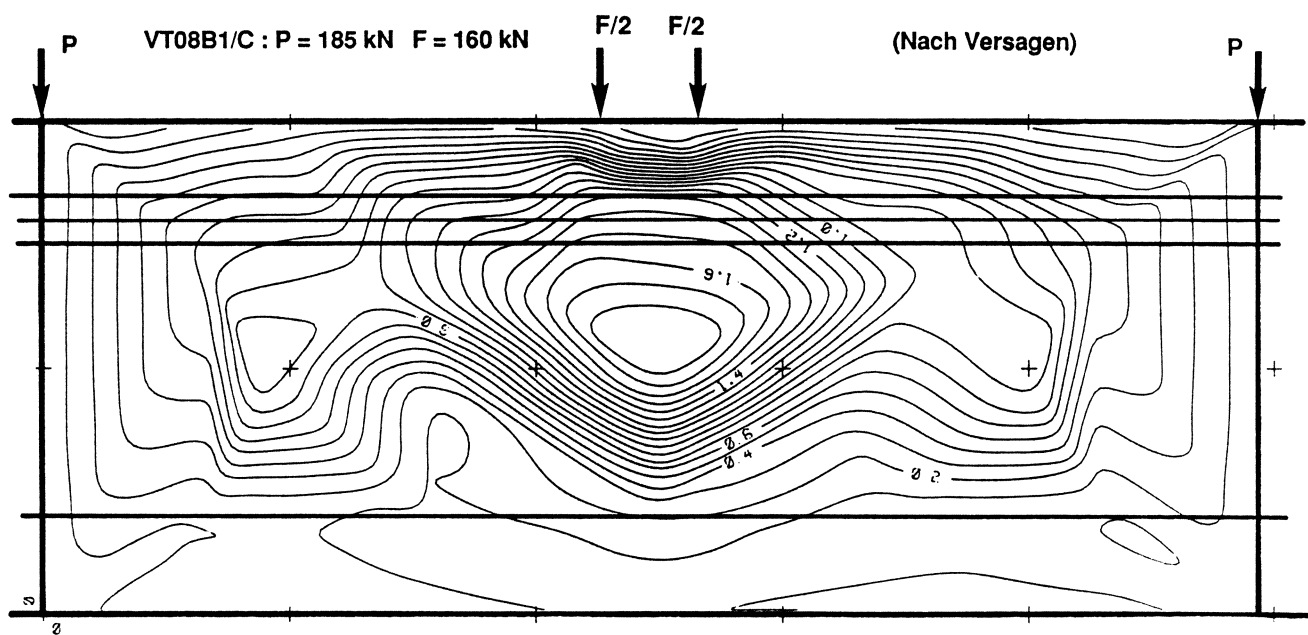


VT07A5/A : Vorverformung

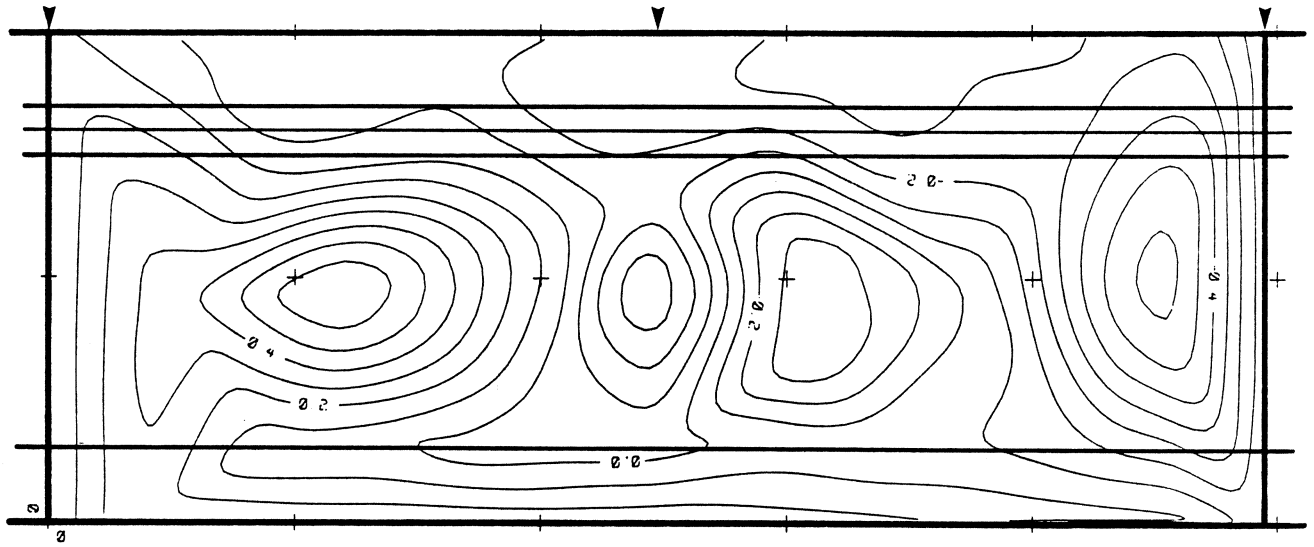
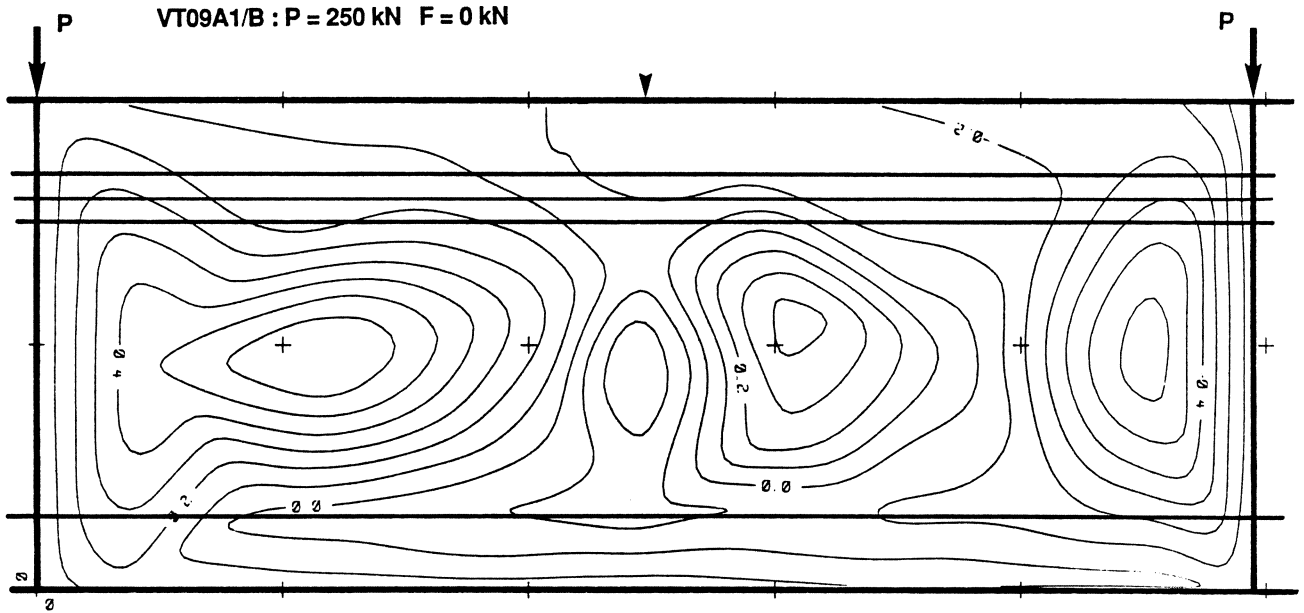
VT07A5/B : $P = 0 \text{ kN}$ $F = 165 \text{ kN}$ 

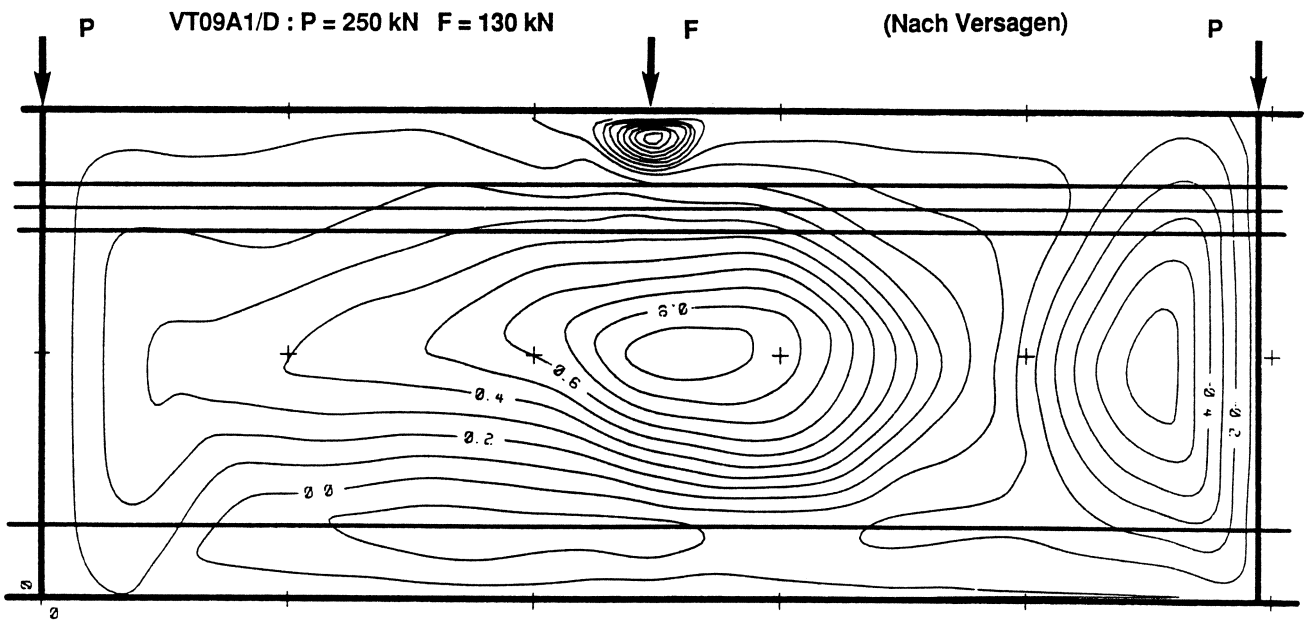
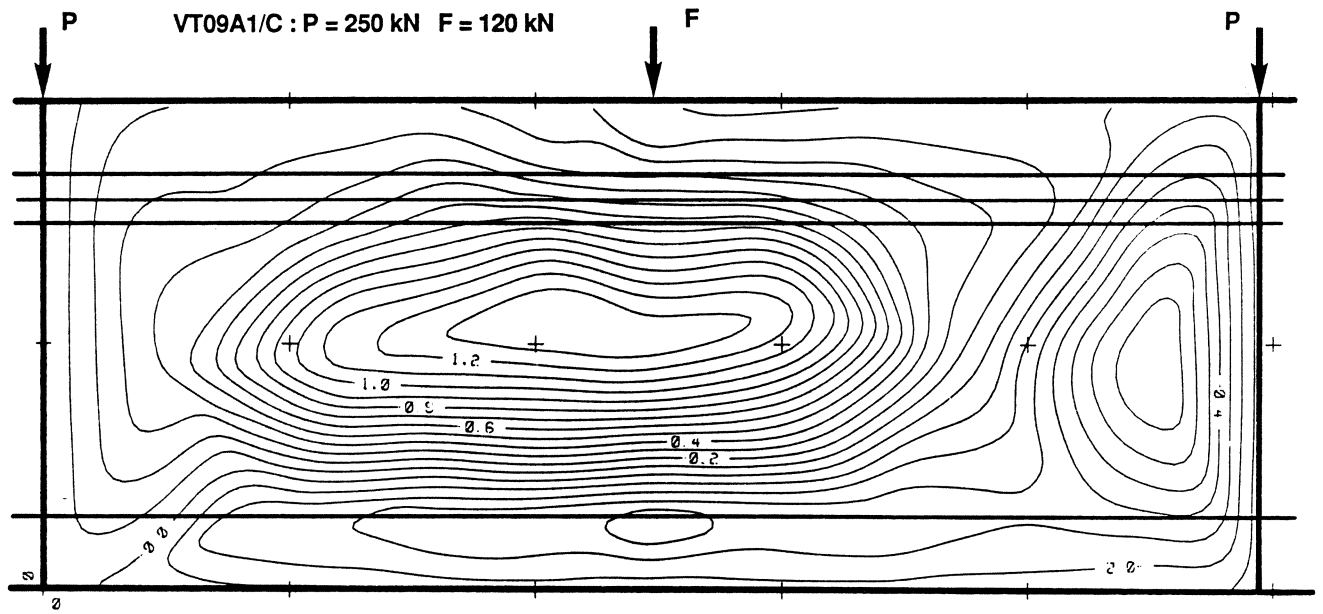
(Nach Versagen)



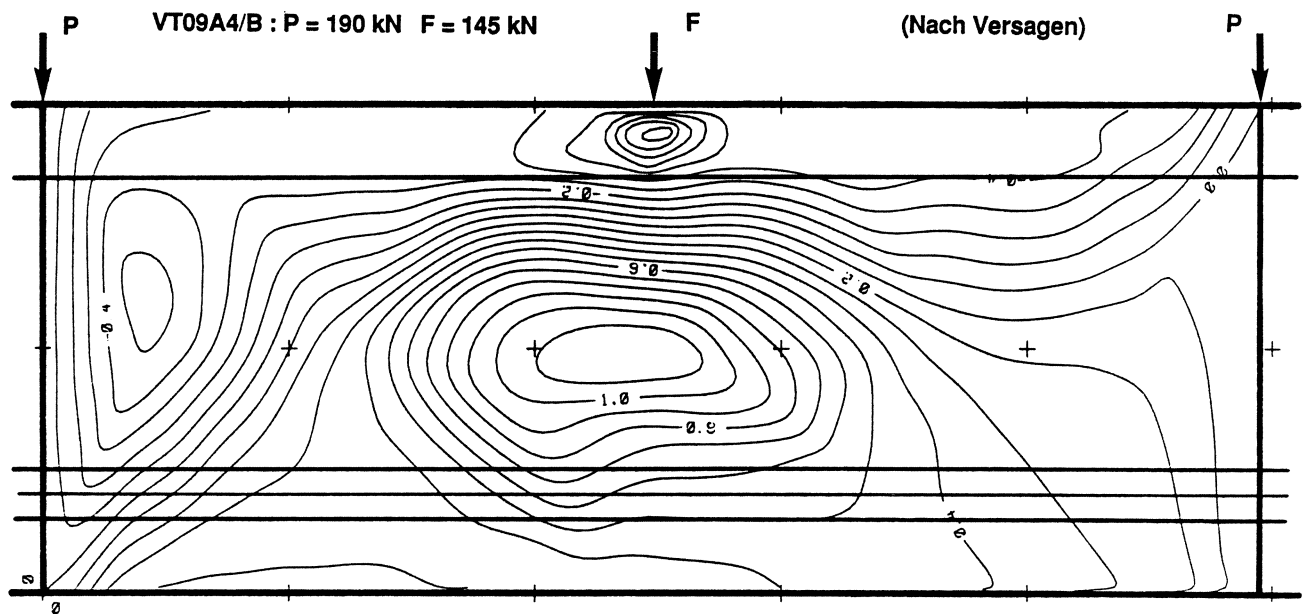
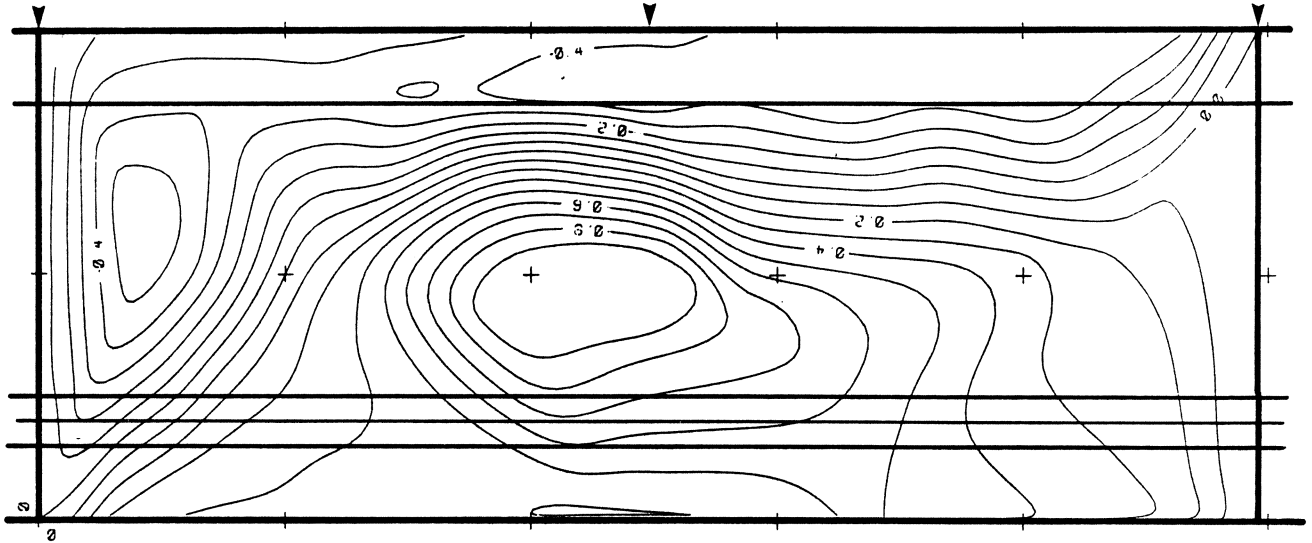


VT09A1/A : Vorverformung

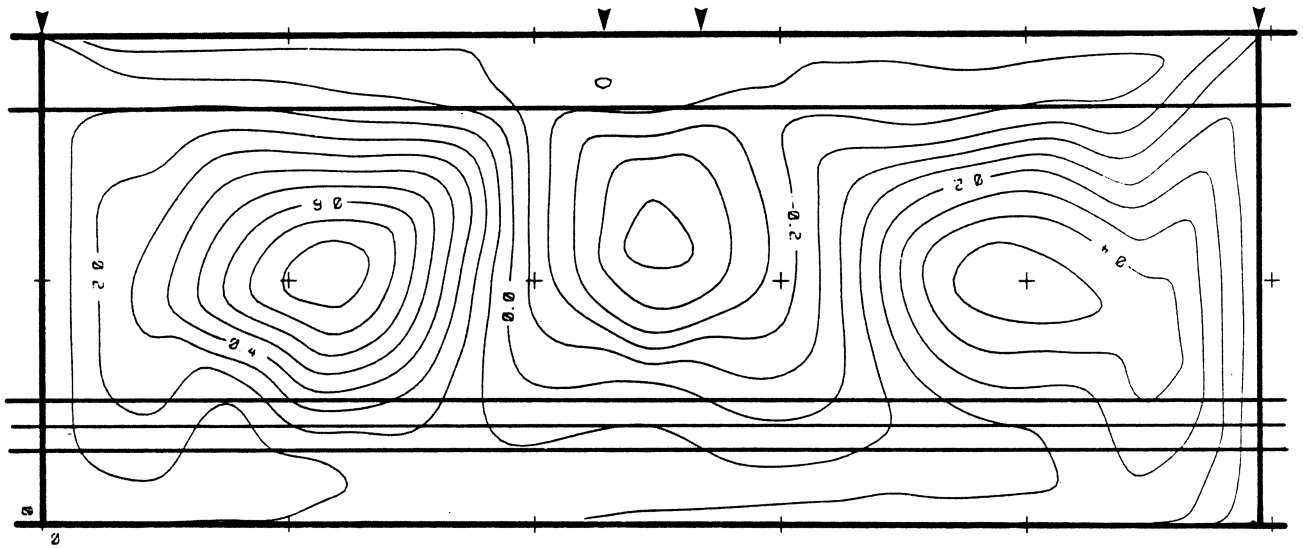
VT09A1/B : $P = 250 \text{ kN}$ $F = 0 \text{ kN}$ 

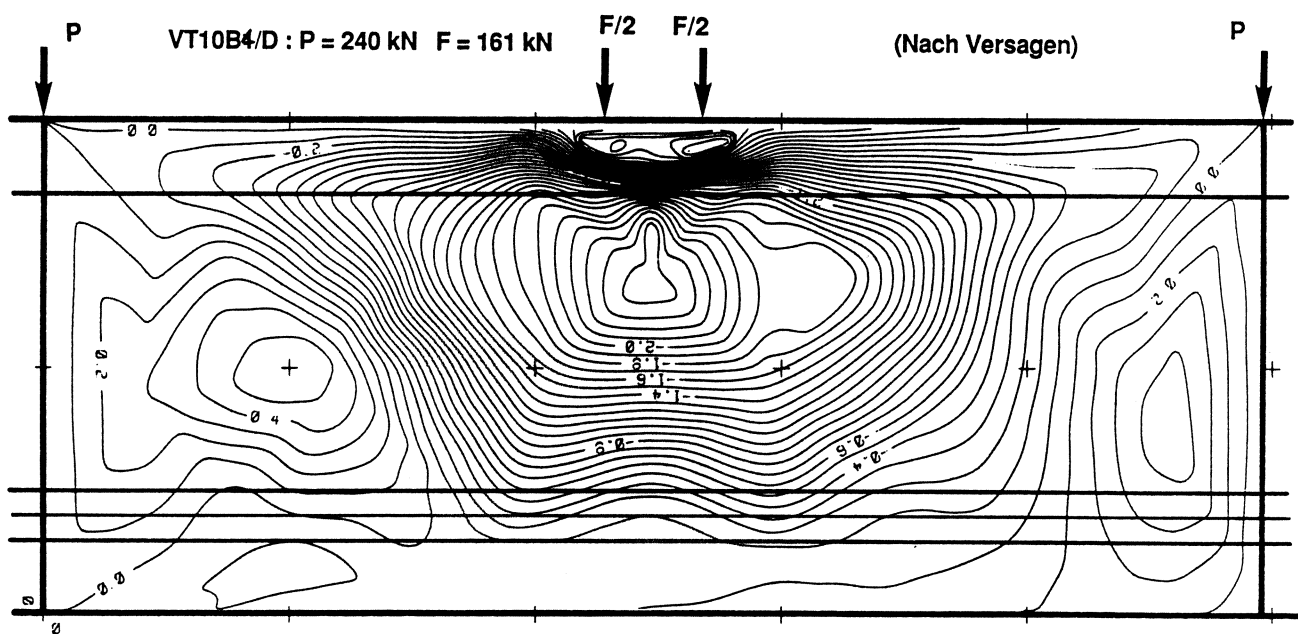
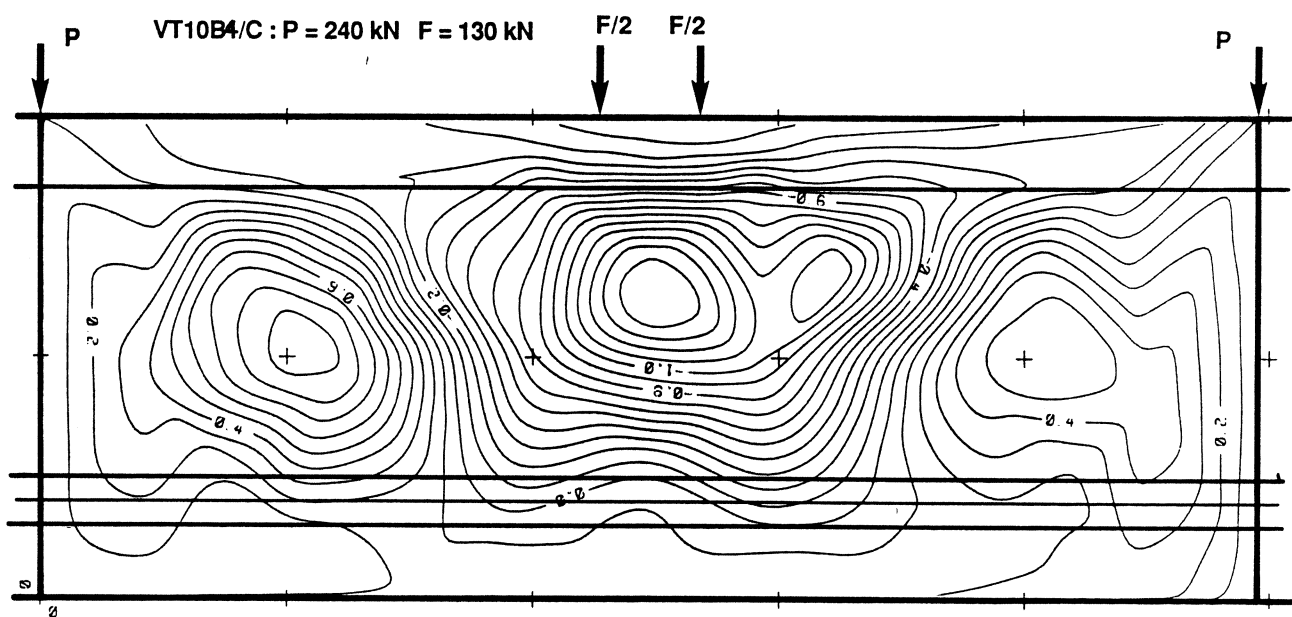


VT09A4/A : Vorverformung



VT10B4/A : Vorverformung





6.3. DMS-Verteilung im Steg und Flansch der Versuchsträger

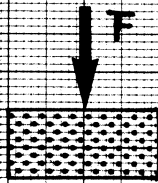
In den nachfolgenden Bildern sind die geometrische Lage und die Nummerierung der Dehnmessstreifen (DMS) der jeweiligen Versuche abgebildet. Die Vermassung der DMS ist immer auf das Zentrum der DMS bezogen. Die Messrichtung des DMS ist durch die Richtung des gezeichneten starken Striches definiert. Für den Betrachter ergibt sich eine Vorderseite (vorne) und eine Rückseite (hinten) an einem Versuchsträger; entsprechend sind die DMS in den Skizzen nummeriert und gekennzeichnet.

Als DMS sind hauptsächlich Produkte der Firma TML TOKYO SOKKI KENKYUJO CO., LTD und von HOTTINGER-BALDWIN MESSTECHNIK GMBH verwendet worden. Die meistgebrauchten DMS sind die folgenden:

DMS	Messlänge	Produkt von
PL-10	10 mm	TML TOKYO SOKKI KENKYUJO CO., LTD
FCA-6-11	6 mm	TML TOKYO SOKKI KENKYUJO CO., LTD
FLK-6-11	6 mm	TML TOKYO SOKKI KENKYUJO CO., LTD
KY-41	3 mm	HOTTINGER-BALDWIN MESSTECHNIK GMBH

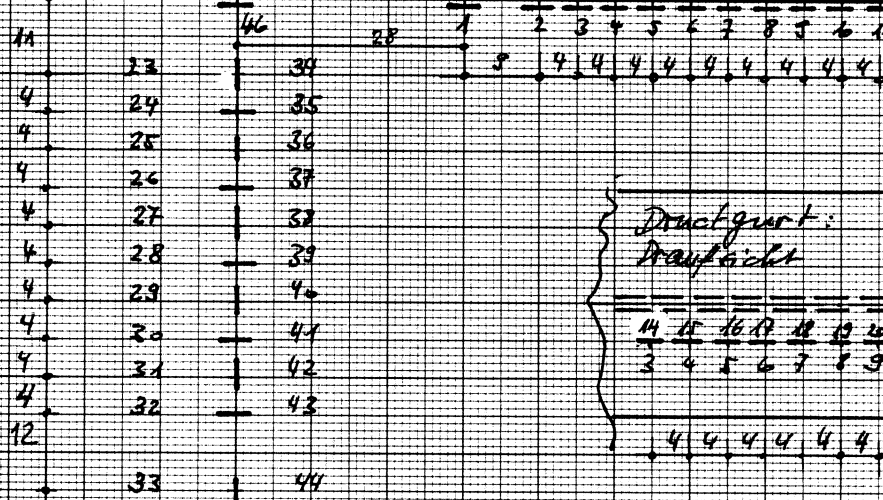
Bei einigen Versuchen ist direkt unter der Last zwischen dem gedrückten Flansch und dem Vierkantstahl der Lasteinleitung 30 mm ausserhalb der Stegebene ein DMS aufgebracht worden. Dazu ist längs in den Vierkantstahl eine Nut von 3 mm Breite und knapp 2 mm Tiefe eingefräst worden, womit der DMS in vertikaler Richtung auf kontakt freigelegt war. Der Lötstützpunkt dieses DMS's ist ausserhalb der direkten Lasteinleitung angebracht worden.

Schnitt
Angeklebt

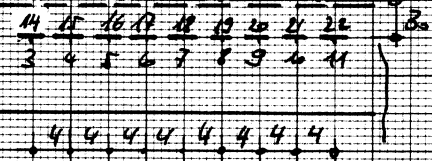


12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

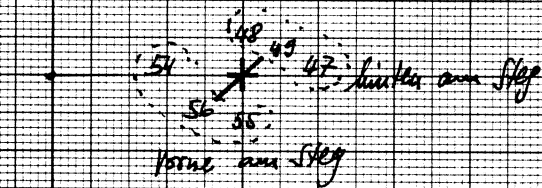
Druckgurt



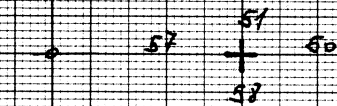
Druckgurt:
Druckrichtung



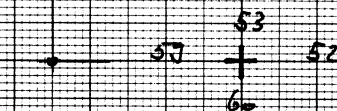
26



55



65



65

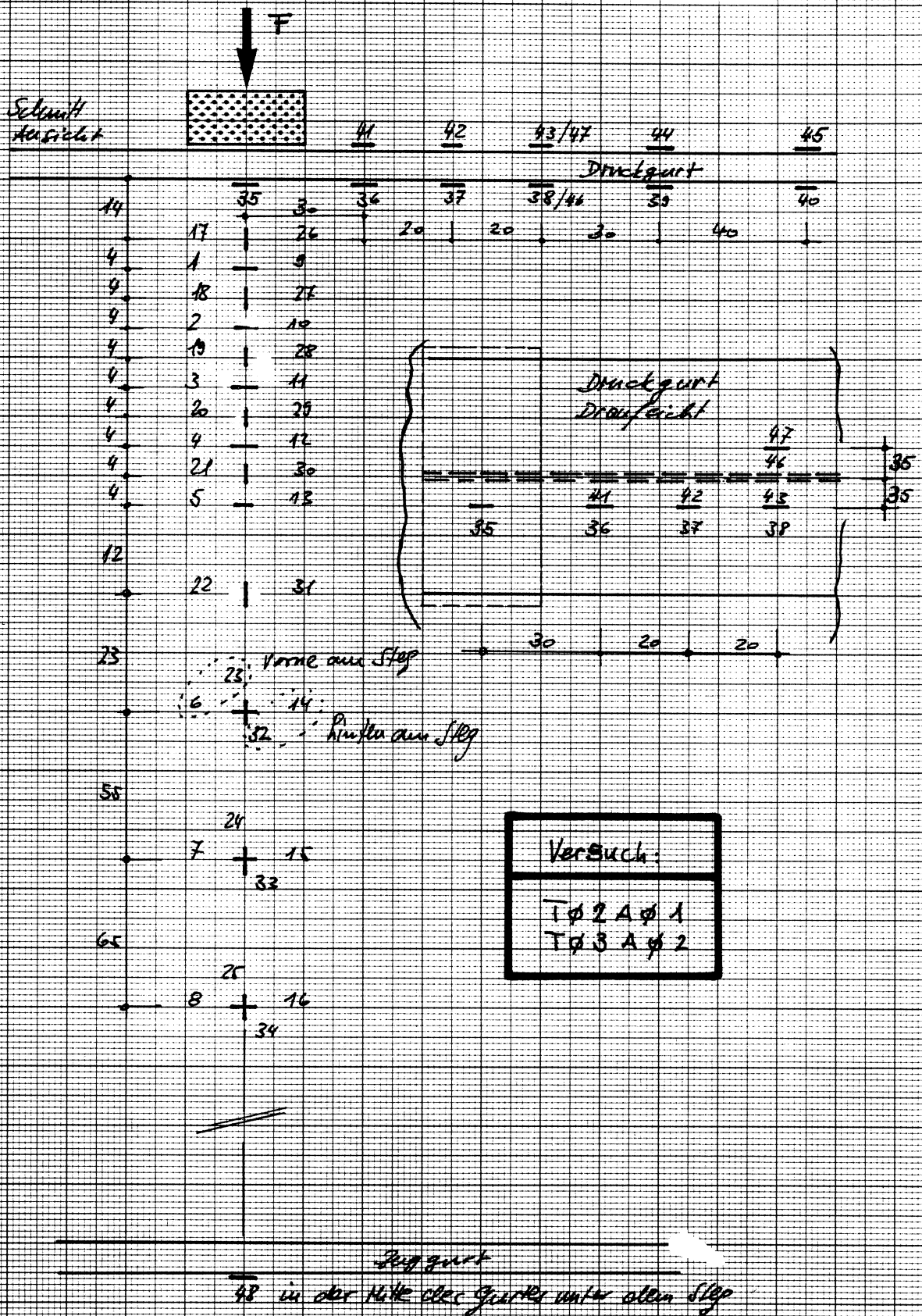
Steg
Vordrückt hinten

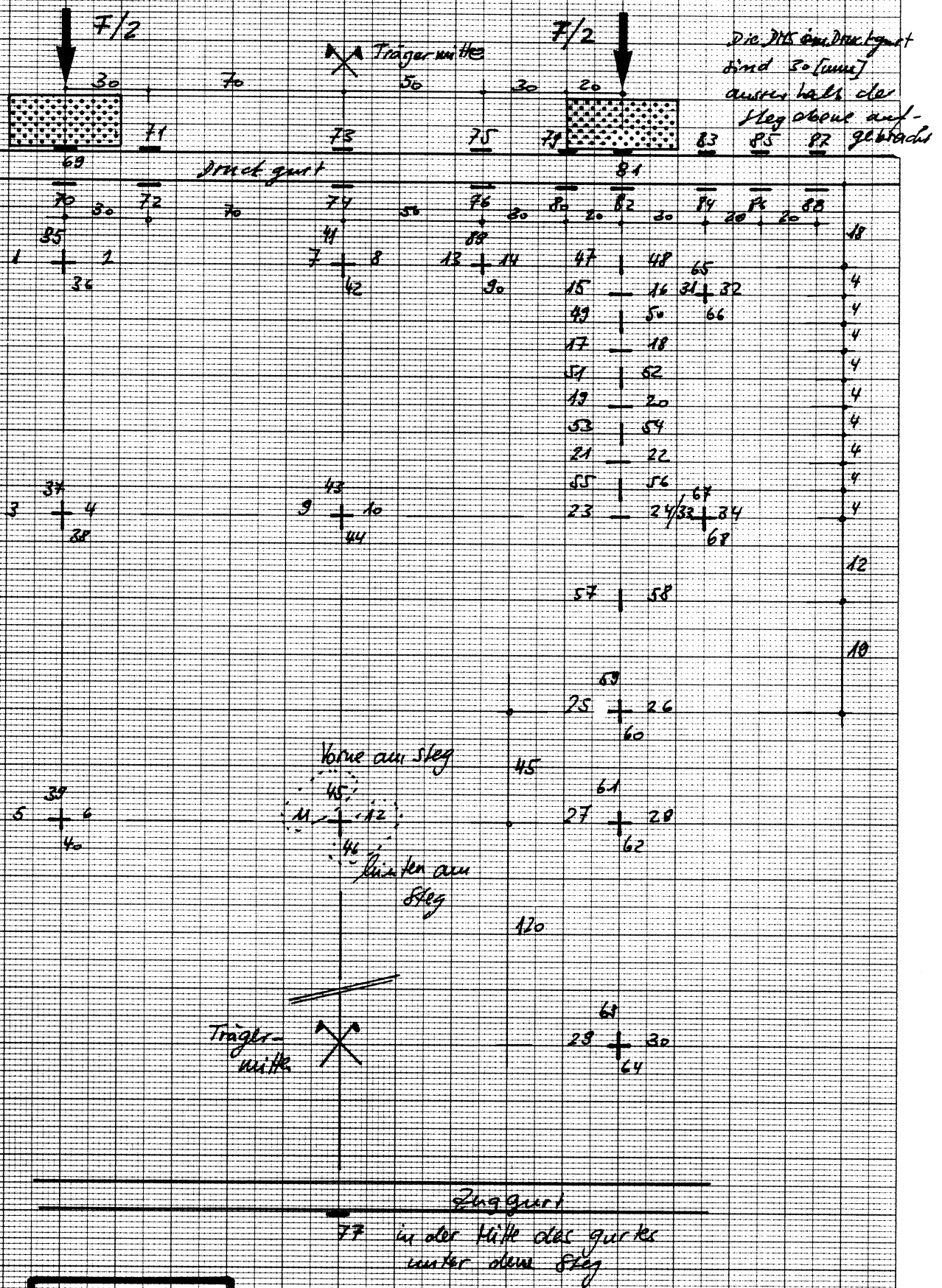
Versuch:

T01A08

zuggurt

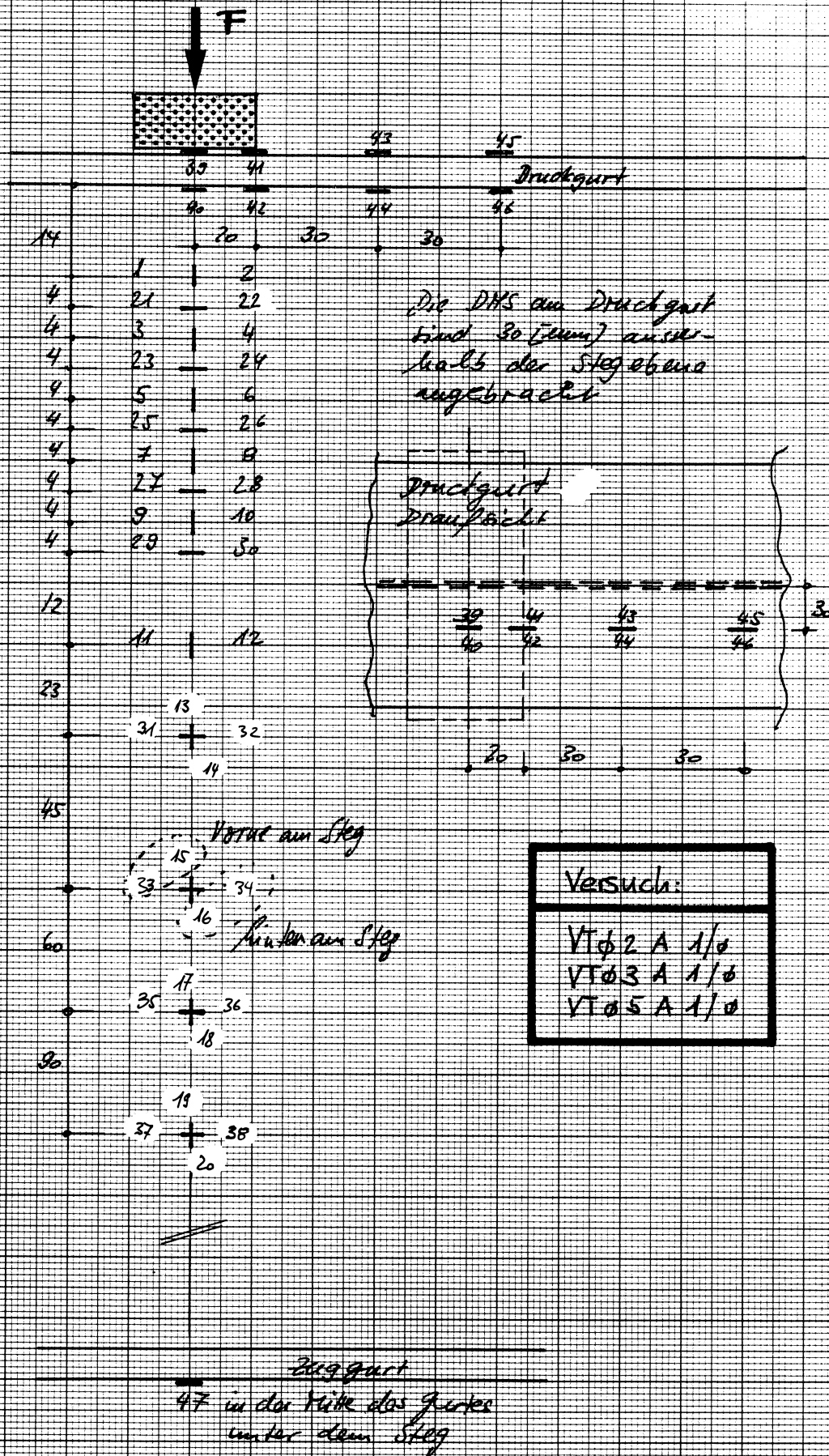
45 in der Mitte des Gurtes unter dem Steg

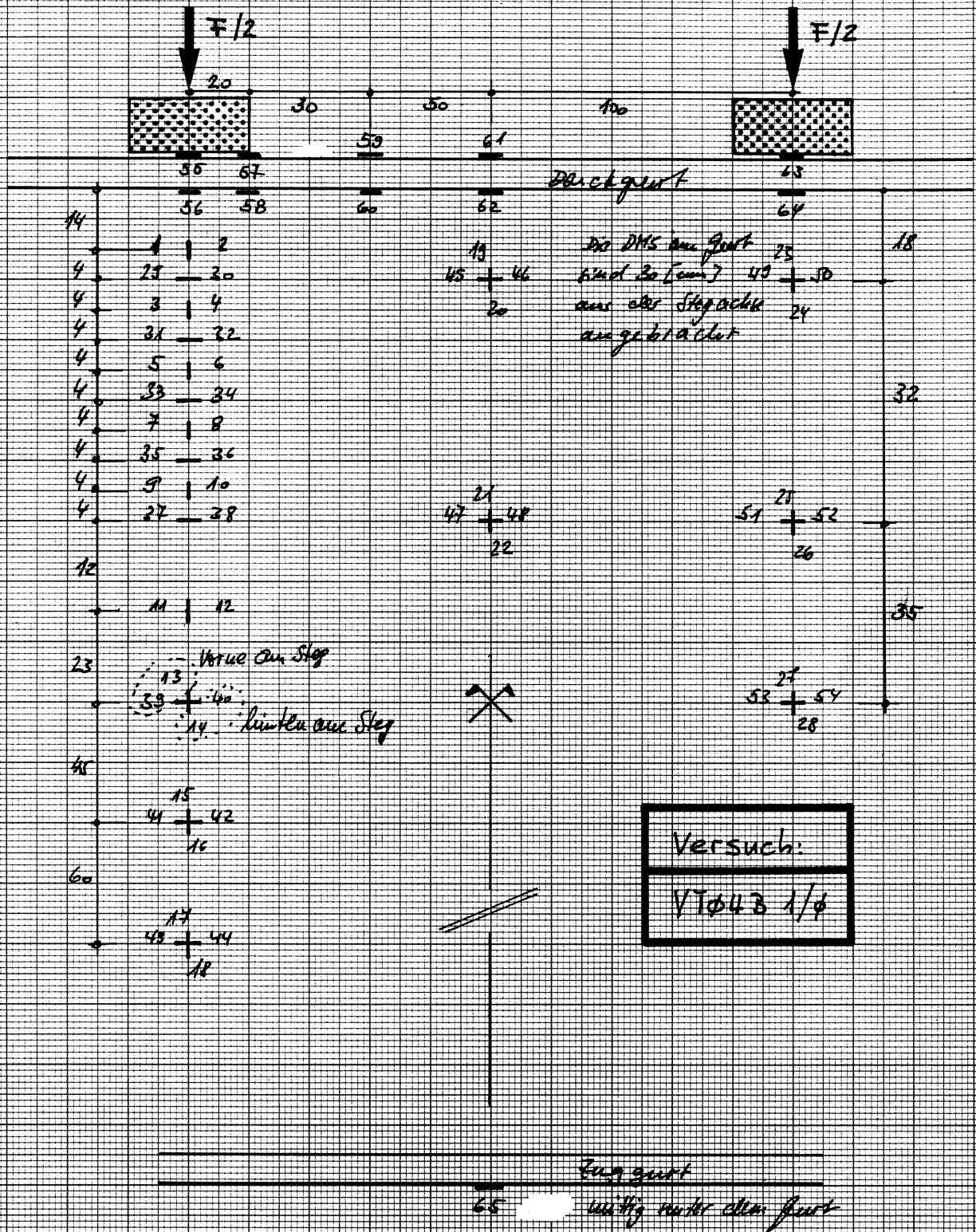


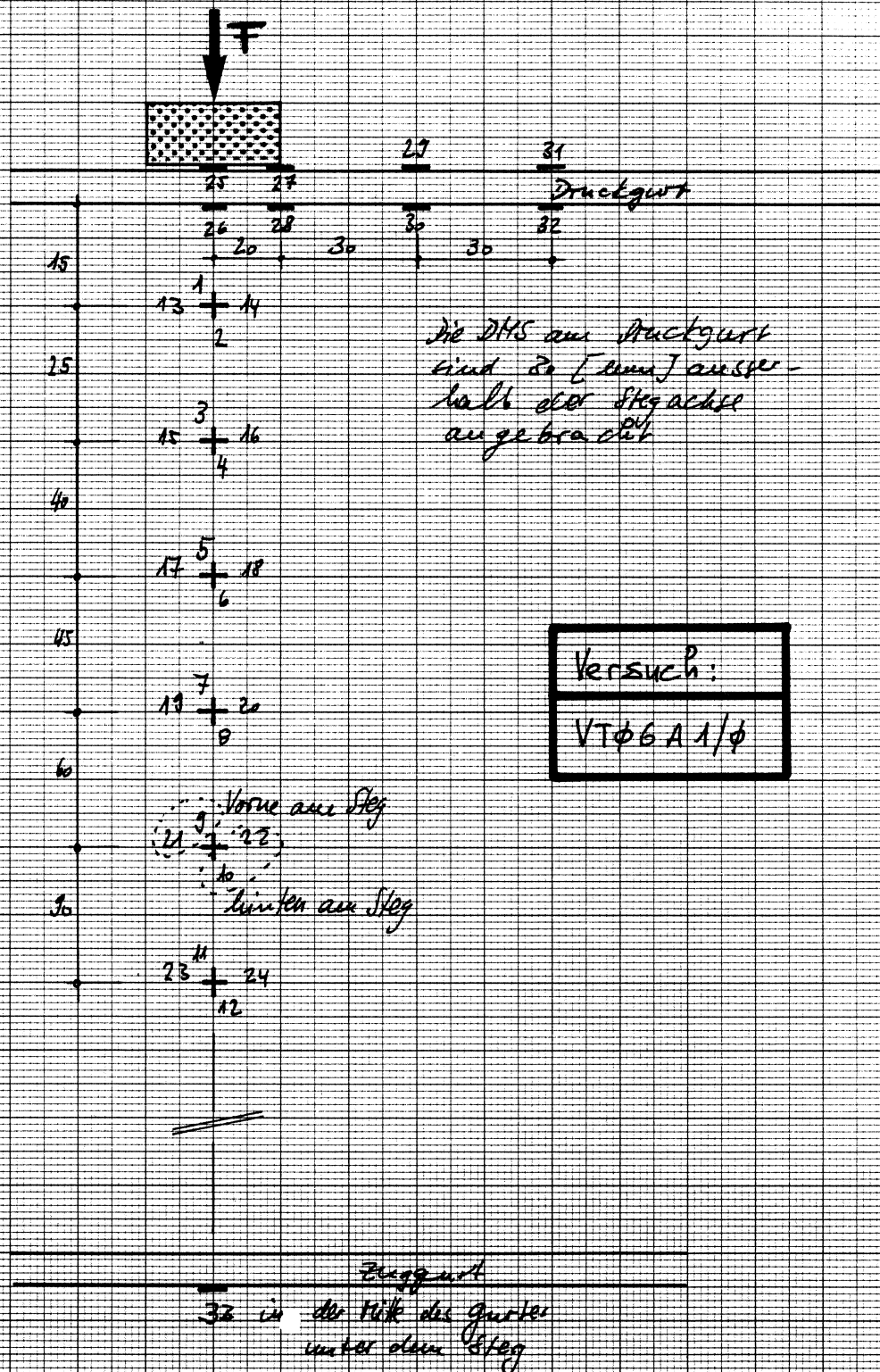


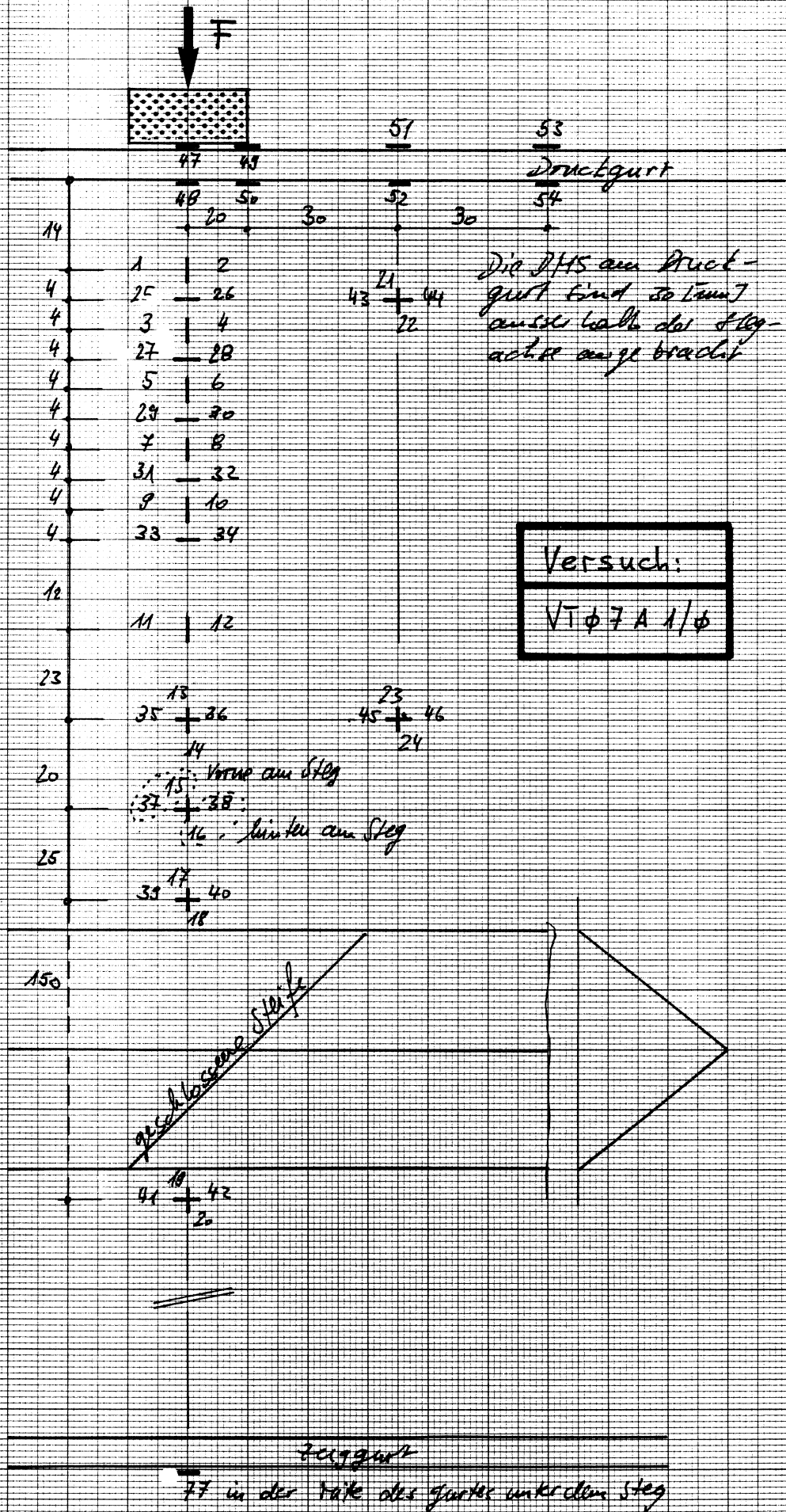
Versuch:

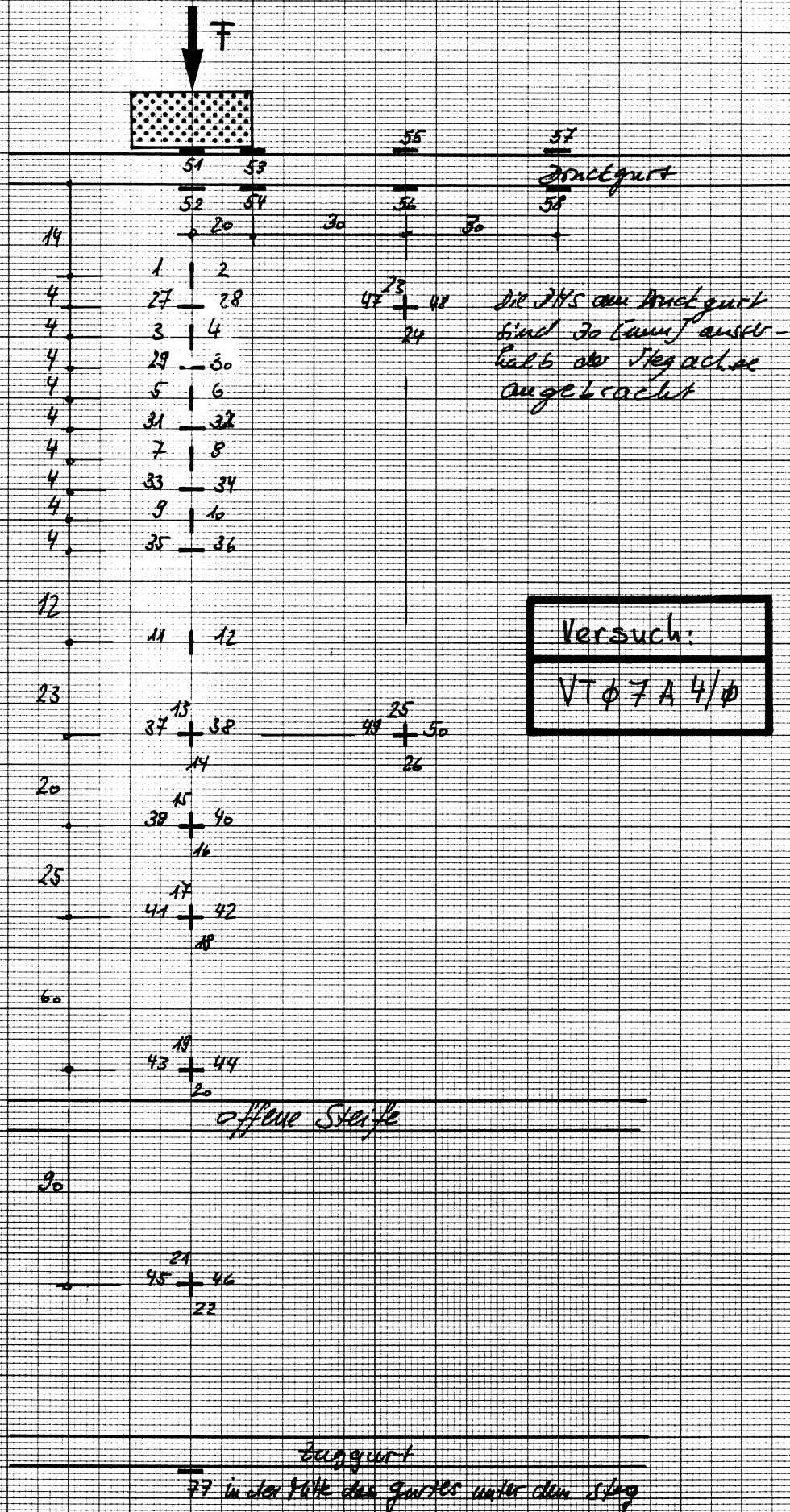
VT 01 B1/1

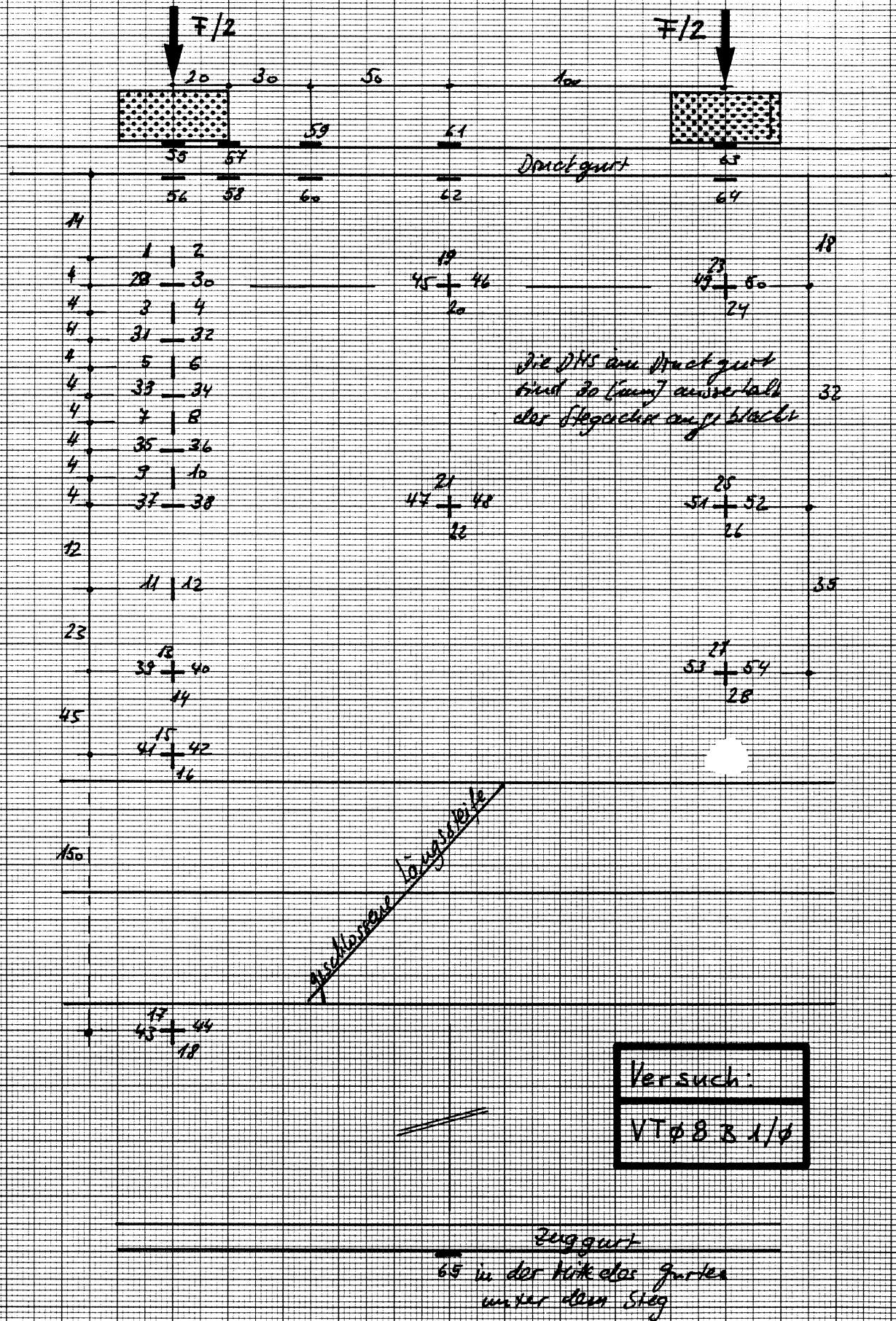


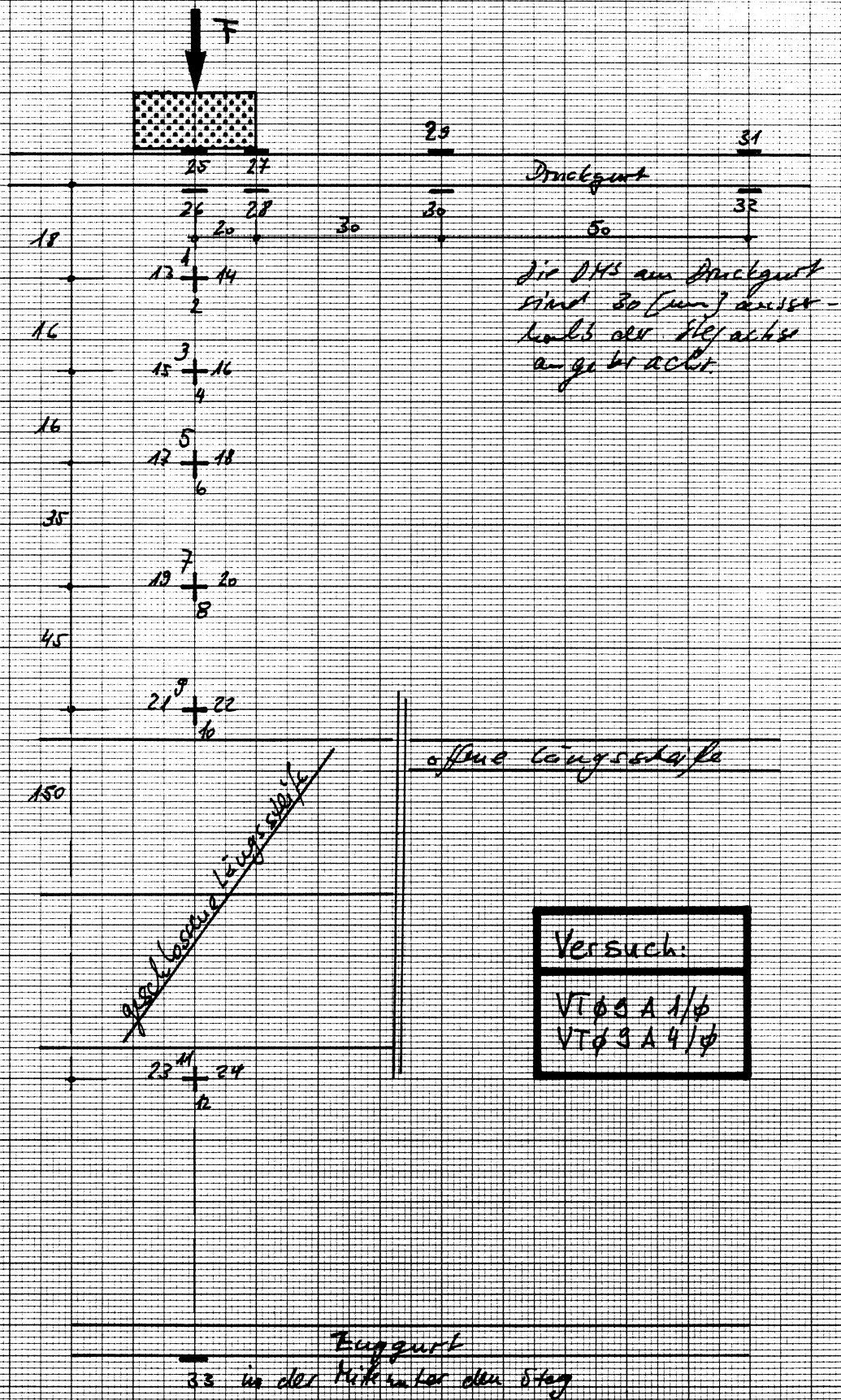


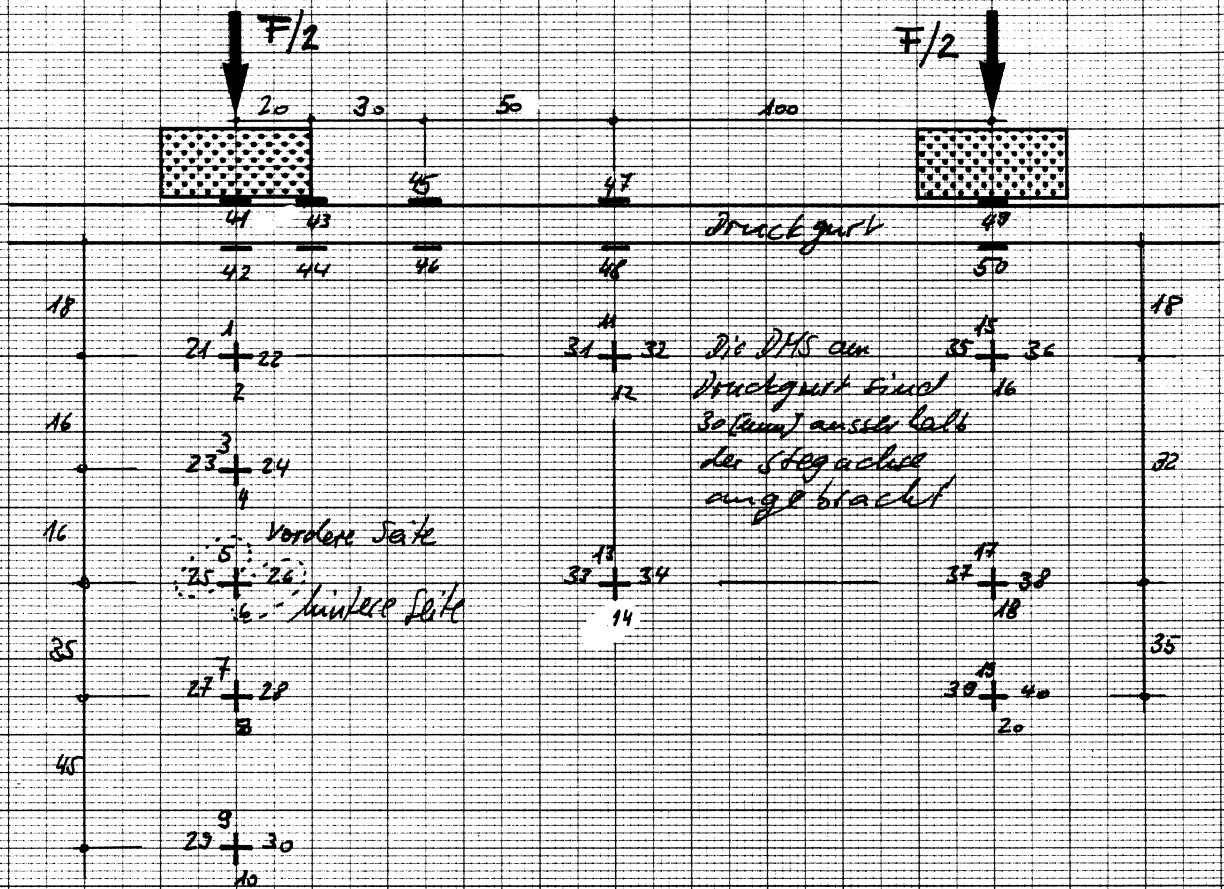










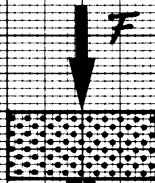


Versuch:

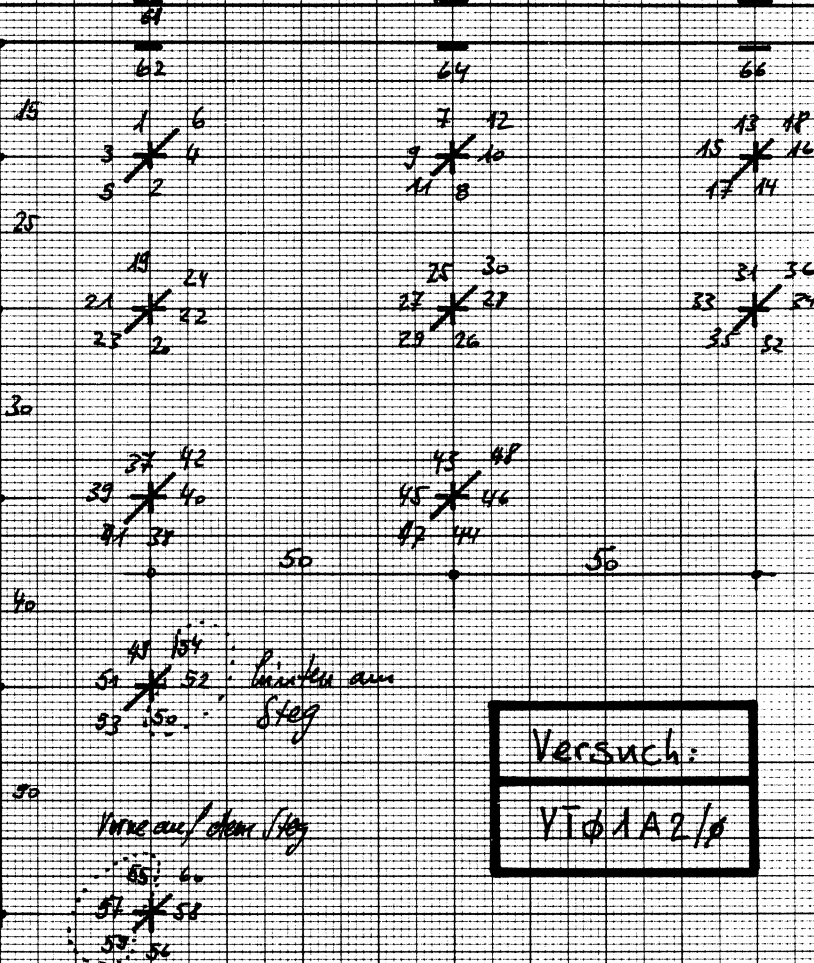
VT 1 ϕ 3 4 / ϕ

Zuggurt

ist in der Mitte des Gurttes
unter dem Steg

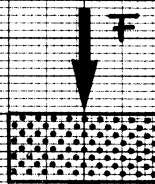


Die DMS am Klemmloch sind 30 [mm] ausserhalb der Stegachse aufgebracht

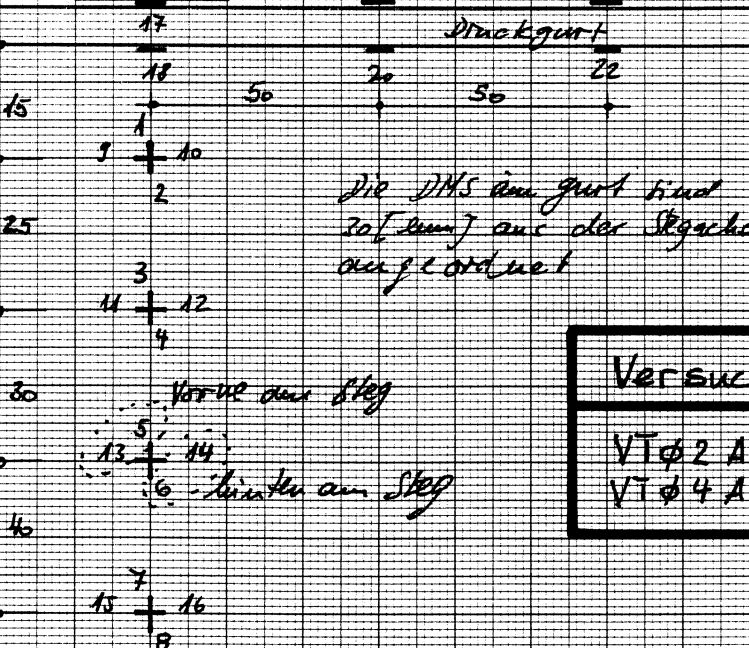


Versuch:

VTφ1A2/φ



Die DMS am Gurt sind 30 [mm] aus der Stegachse angeordnet

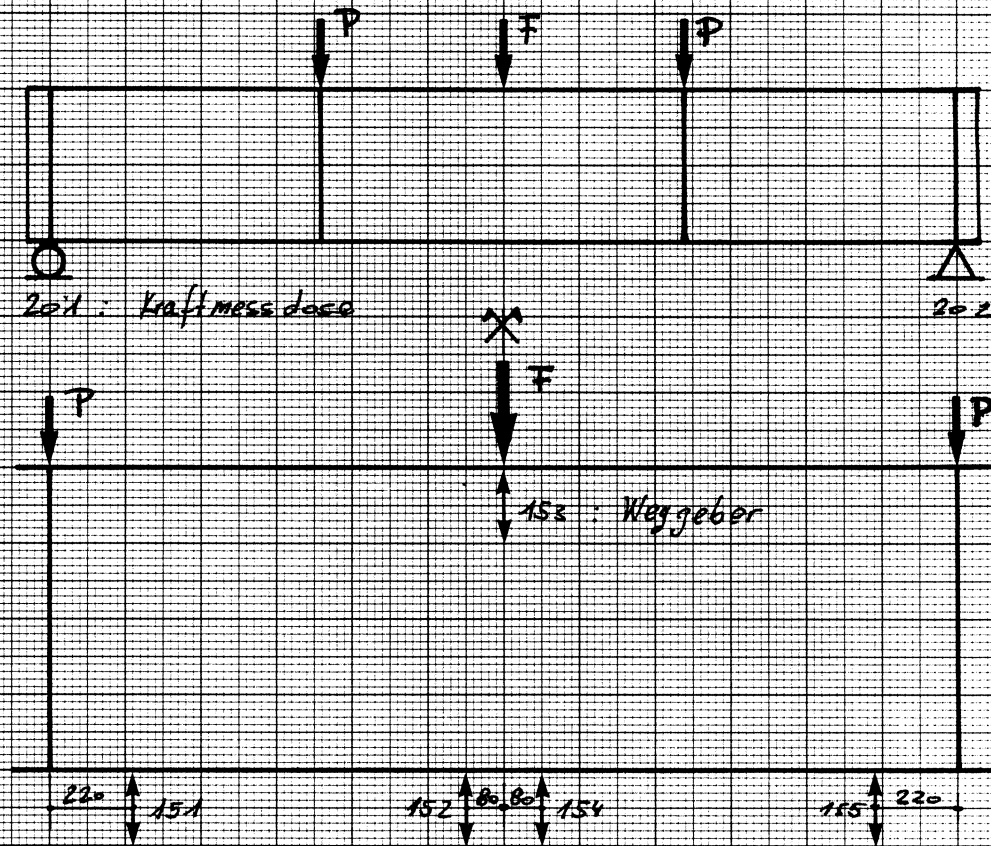


Versuch:

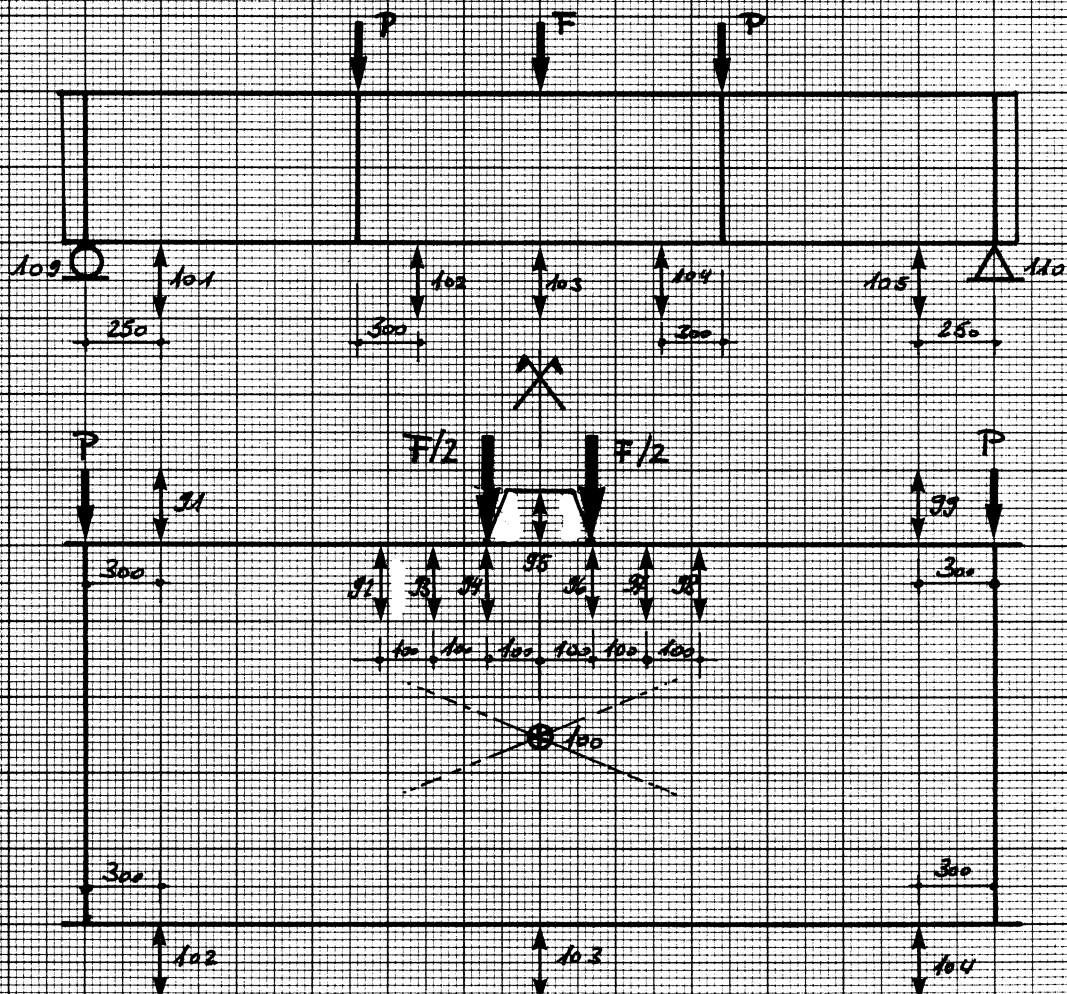
VTφ2A3/φ
VTφ4A2/φ

6.4. Anordnung der induktiven Weggeber und der Kraftmessdosen

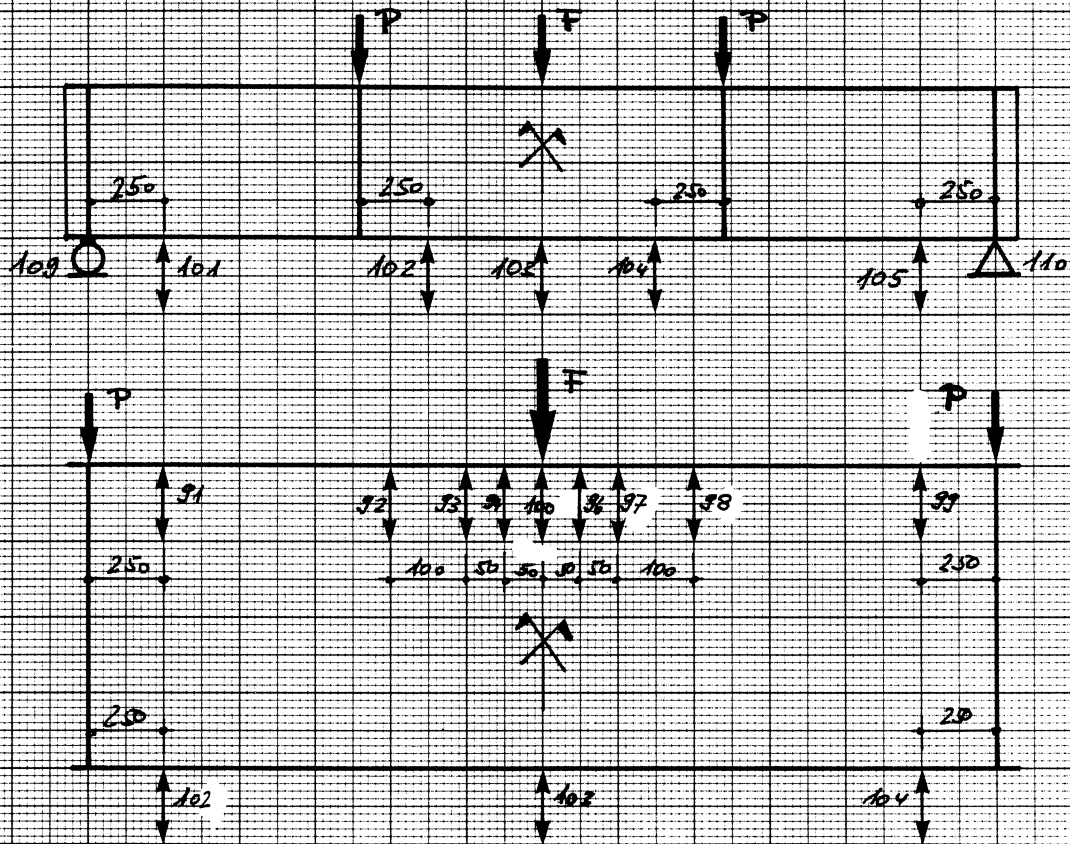
Versuch: $T\phi 1A\phi 8$ $T\phi 2A\phi 1$ $T\phi 3A\phi 2$



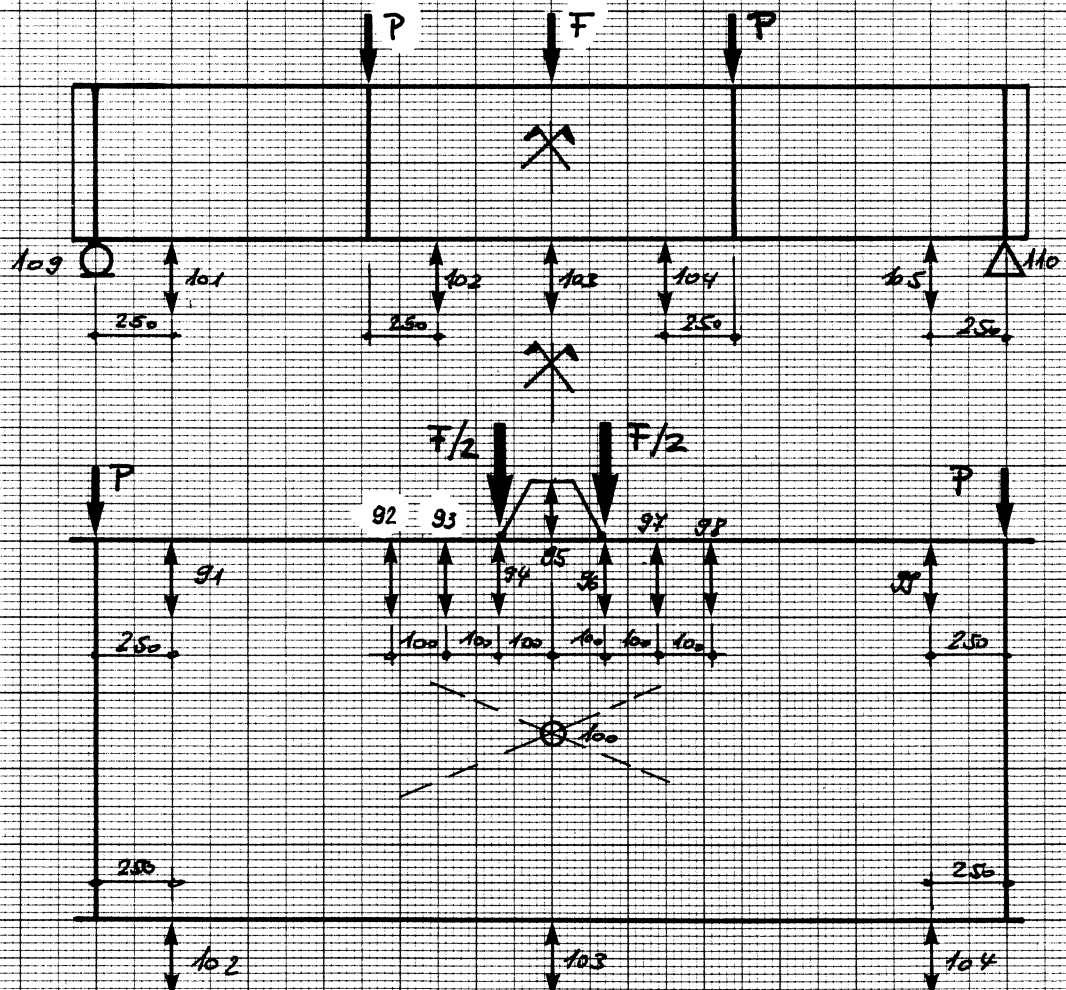
Versuch: VTφ1B1/1

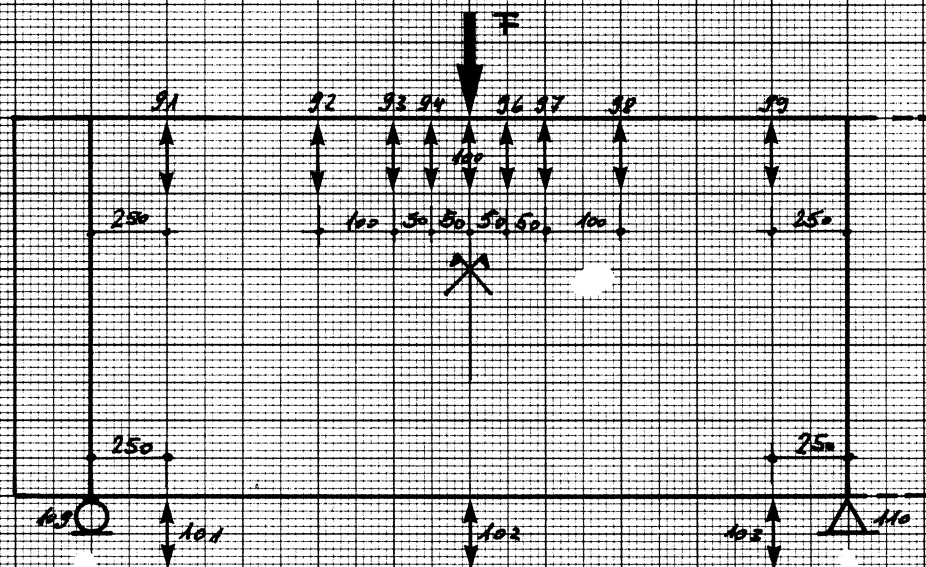


Versuch: VT ϕ 2A1/ ϕ VT ϕ 3A1/ ϕ VT ϕ 5A1/ ϕ VT ϕ 6A1/ ϕ
 VT ϕ 5H4/ ϕ VT ϕ 7A1/ ϕ VT ϕ 7A4/ ϕ VT ϕ 9A1/ ϕ VT ϕ 9A4/ ϕ

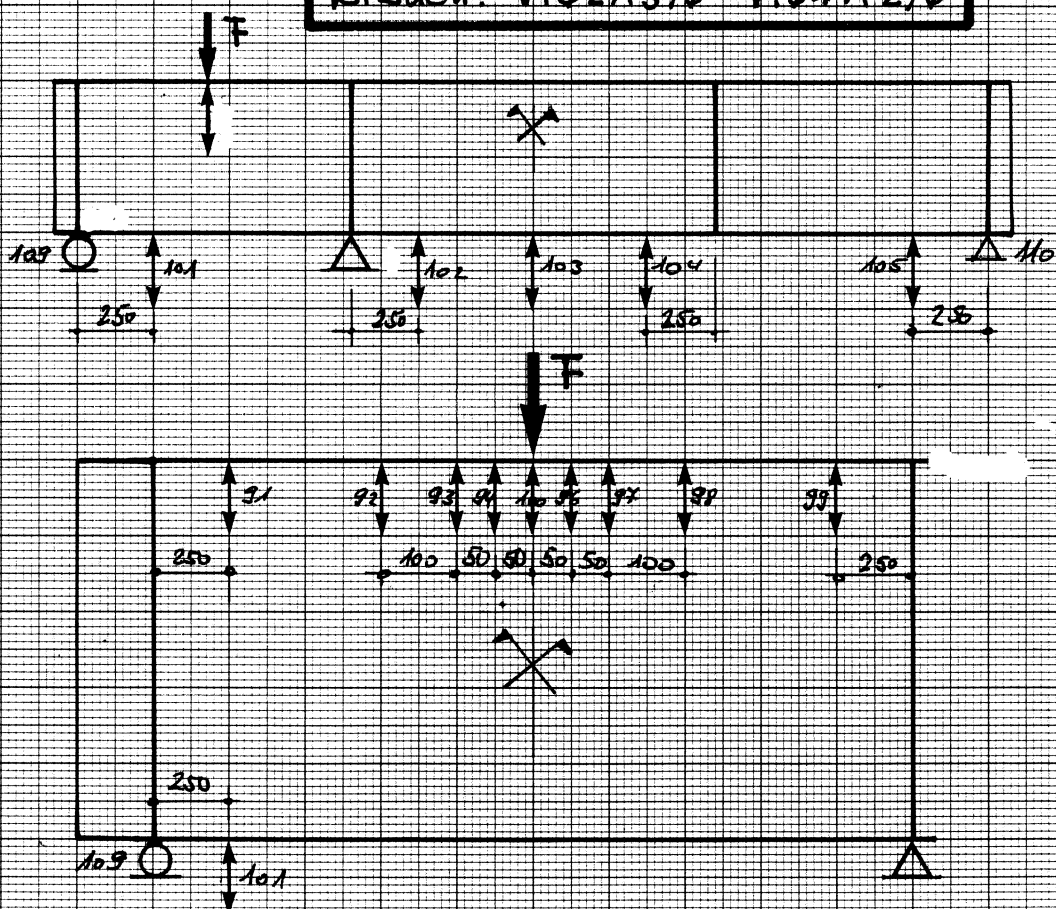


Versuch: VT ϕ 4B1/ ϕ VT ϕ 8B1/ ϕ VT1 ϕ 8A/ ϕ





Versuch: VT02A3/0 VT04A2/0



6.5. Dehnmesswerte / Verschiebungen / Lagerkräfte

Die nachfolgenden Tabellen enthalten die Messwerte der DMS in $\mu\text{m/m}$, der induktiven Weggeber in mm und der Kraftmessdosen in kN . In der Kollone "Last" ist nur der Anteil der konzentrierten Lasteinleitung F enthalten. Die Lastgrösse des Lastpaares P kann als Differenz aus den Lagerreaktionen ermittelt werden. Die effektive Belastungsgeschichte ist hier noch kurz für die einzelnen Versuche dargestellt, wobei immer zuerst das Lastpaar P und folgend die Last F auf die angegebene Stufe erhöht wurde und anschliessend die DMS, die Weggeber und die Kraftmessdosen gemessen wurden.

Versuch	P [kN]	F [kN]
T01A08	/ 0 / 150 /	/ 0 / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 55 / 60 / 65 / 70 / 75 / 80 / 80 / 85 / 90 / 95 / 100 / 105 / 110 / 110 / 115 / 120 /
T02A01	/ 0 / 30 / 60 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 70 / 80 / 80 / 90 / 100 / 100 / 110 / 115 / 120 / 125 / 130 /
T03A02	/ 0 / 50 / 100 / 150 / 170 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 80 / 90 / 100 /
VT01B1/1	/ 0 / 70 /	/ 0 / 50 / 100 / 110 / 120 /
VT01A2/0	/ 0 /	/ 0 / 50 / 75 / 100 / 110 / 120 / 130 / 140 /
VT02A1/0	/ 0 / 50 / 100 / 120 /	/ 0 / 20 / 40 / 0 / 110 / 20 / 40 / 60 / 80 / 90 /
VT02A3/0	/ 0 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 80 / 90 / 100 / 110 / 120 / 130 / 140 /
VT03A1/0	/ 0 / 100 / 100 / 150 / 200 / 260 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 80 / 100 / 120 / 130 / 140 /
VT03M4/0	/ 0 / 50 / 100 / 150 / 160 /	/ 0 /
VT04B1/0	/ 0 / 50 / 100 / 150 / 180 /	/ 0 / 50 / 100 / 120 / 140 / 150 / 160 / 180 /
VT04A2/0	/ 0 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 80 / 100 / 120 / 140 / 160 / 180 / 200 / 220 / 230 / 240 /
VT05A1/0	/ 0 / 50 / 100 / 120 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 80 / 100 /
VT05M4/0	/ 0 / 40 / 80 / 120 / 160 / 200 / 210 / 220 /	/ 0 /
VT06A1/0	/ 0 / 30 / 60 /	/ 0 / 50 / 100 / 125 / 150 / 160 / 170 /
VT07A1/0	/ 0 / 100 / 150 / 200 / 220 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 80 / 90 / 100 / 110 / 120 /
VT07A4/0	/ 0 / 100 / 170 /	/ 0 / 50 / 80 / 90 / 100 / 110 / 120 / 130 /
VT08B1/0	/ 0 / 50 / 100 / 150 / 185 /	/ 0 / 30 / 60 / 90 / 120 / 140 / 150 /
VT09A1/0	/ 0 / 50 / 100 / 150 / 200 / 250 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 80 / 100 / 120 / 130 /
VT09A4/0	/ 0 / 50 / 100 / 150 / 190 /	/ 0 / 20 / 40 / 60 / 80 / 100 / 120 / 130 / 140 /
VT10B4/0	/ 0 / 50 / 100 / 150 / 200 / 240 /	/ 0 / 50 / 100 / 120 / 130 / 140 / 150 / 160 /

RT E - II - S Y M A

T01A08

Fr 25.11.88 12:27:46

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: T01A08									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 1	Geber-Nr. 2	Geber-Nr. 3	Geber-Nr. 4	Geber-Nr. 5	Geber-Nr. 6	Geber-Nr. 7	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	.000	-702	-697	-697	-696	-700	-699	-703	
3	10.000	-718	-731	-738	-739	-744	-745	-748	
4	20.000	-750	-777	-787	-790	-797	-797	-801	
5	30.000	-790	-829	-840	-846	-854	-853	-858	
6	40.000	-825	-876	-891	-898	-907	-907	-912	
7	50.000	-859	-921	-938	-948	-959	-959	-965	
8	55.000	-883	-952	-969	-978	-989	-987	-995	
9	60.000	-900	-974	-983	-1004	-1016	-1015	-1023	
10	65.000	-916	-997	-1018	-1029	-1042	-1041	-1050	
11	70.000	-933	-1020	-1042	-1055	-1069	-1069	-1077	
12	75.000	-956	-1047	-1071	-1084	-1099	-1098	-1107	
13	80.000	-990	-1081	-1105	-1118	-1133	-1132	-1141	
14	80.000	-996	-1086	-1110	-1122	-1136	-1136	-1143	
15	85.000	-1016	-1111	-1137	-1150	-1165	-1165	-1173	
16	90.000	-1078	-1166	-1191	-1201	-1214	-1213	-1219	
17	95.000	-1140	-1232	-1254	-1261	-1270	-1282	-1279	
18	100.000	-1191	-1284	-1309	-1316	-1321	-1344	-1330	
19	105.000	-1255	-1348	-1371	-1374	-1389	-1414	-1388	
20	110.000	-1385	-1444	-1451	-1442	-1465	-1487	-1447	
21	110.000	-1337	-1410	-1420	-1405	-1423	-1436	-1382	
22	115.000	-1405	-1471	-1481	-1463	-1479	-1490	-1445	
23	120.000	-859	-3083	-3518	-9937	-6765	-5849	-3092	
24	.000	-796	-3726	-5322	-4671	-5151	-1568		
25	.000	-134	-2918	-4466	-4857	-8288	-4627	-1675	

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: T01A08									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 15	Geber-Nr. 16	Geber-Nr. 17	Geber-Nr. 18	Geber-Nr. 19	Geber-Nr. 20	Geber-Nr. 21	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	.000	-687	-680	-656	-673	-642	-682	-664	
3	10.000	-712	-678	-671	-688	-654	-698	-678	
4	20.000	-755	-717	-708	-725	-688	-733	-712	
5	30.000	-802	-760	-750	-768	-727	-774	-751	
6	40.000	-849	-801	-789	-807	-763	-813	-788	
7	50.000	-896	-844	-829	-847	-800	-853	-826	
8	55.000	-921	-866	-852	-871	-822	-875	-846	
9	60.000	-946	-888	-873	-891	-841	-895	-865	
10	65.000	-970	-910	-893	-912	-860	-915	-885	
11	70.000	-993	-931	-913	-932	-879	-936	-904	
12	75.000	-1013	-950	-932	-952	-897	-955	-923	
13	80.000	-1026	-963	-946	-967	-912	-973	-940	
14	80.000	-1021	-958	-941	-962	-905	-970	-938	
15	85.000	-1043	-978	-961	-982	-927	-990	-957	
16	90.000	-1036	-975	-960	-983	-930	-996	-965	
17	95.000	-1037	-977	-963	-990	-938	-1005	-976	
18	100.000	-1036	-978	-965	-994	-944	-1014	-986	
19	105.000	-1022	-966	-956	-988	-941	-1014	-989	
20	110.000	-972	-927	-924	-963	-926	-1011	-998	
21	110.000	-934	-882	-892	-935	-906	-1001	-1007	
22	115.000	-926	-885	-887	-925	-877	-980	-1015	
23	120.000	-3201	-1594	-329	-116	-343	-1	-1056	
24	.000	-3976	-2153	-295	70	-236	333	-701	
25	.000	-3199	-1524	326	710	353	938	-104	

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: T01A08									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 29	Geber-Nr. 30	Geber-Nr. 31	Geber-Nr. 32	Geber-Nr. 33	Geber-Nr. 34	Geber-Nr. 35	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	.000	484	-611	404	-603	265	-344	-659	
3	10.000	610	-558	517	-557	354	-846	-668	
4	20.000	582	-518	497	-522	331	-1185	-665	
5	30.000	543	-488	466	-494	301	-1478	-660	
6	40.000	516	-449	448	-455	282	-1761	-651	
7	50.000	500	-412	440	-418	274	-2028	-644	
8	55.000	474	-400	423	-405	259	-2150	-652	
9	60.000	466	-383	421	-387	257	-2293	-661	
10	65.000	458	-369	419	-371	257	-2629	-662	
11	70.000	451	-349	422	-350	263	-2958	-665	
12	75.000	439	-332	424	-331	271	-3258	-672	
13	80.000	429	-310	428	-307	282	-3610	-683	
14	80.000	430	-305	433	-301	291	-3741	-689	
15	85.000	428	-280	442	-275	308	-4050	-698	
16	90.000	410	-258	445	-251	324	-4697	-781	
17	95.000	367	-240	434	-233	333	-5249	-799	
18	100.000	338	-210	431	-206	353	-5988	-857	
19	105.000	282	-159	416	-168	360	-6455	-825	
20	110.000	236	-52	394	-89	349	-6538	-853	
21	110.000	510	7	419	-43	332	-6571	-881	
22	115.000	767	202	484	-116	296	-6628	-880	
23	120.000	10488	4070	2193	3607	-486	-1148	-747	
24	.000	17147	6169	2568	5747	-588	1527	-408	
25	.000	16501	6068	1988	5568	-1032	1345	228	

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: T01A08									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 8	Geber-Nr. 9	Geber-Nr. 10	Geber-Nr. 11	Geber-Nr. 12	Geber-Nr. 13	Geber-Nr. 14	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	.000	-700	-701	-686	-694	-683	-605	-613	
3	10.000	-745	-745	-729	-735	-739	-629	-632	
4	20.000	-797	-797	-778	-785	-808	-672	-672	
5	30.000	-853	-853	-830	-840	-878	-720	-717	
6	40.000	-907	-906	-882	-891	-945	-764	-758	
7	50.000	-959	-958	-931	-941	-1014	-809	-801	
8	55.000	-987	-987	-957	-971	-1051	-830	-820	
9	60.000	-1015	-1014	-983	-996	-1087	-853	-843	
10	65.000	-1041	-1040	-1008	-1022	-1123	-876	-865	
11	70.000	-1069	-1068	-1034	-1049	-1152	-897	-885	
12	75.000	-1098	-1097	-1063	-1078	-1177	-915	-903	
13	80.000	-1131	-1129	-1093	-1108	-1185	-924	-913	
14	80.000	-1133	-1135	-1094	-1110	-1171	-914	-904	
15	85.000	-1163	-1164	-1123	-1137	-1202	-935	-924	
16	90.000	-1205	-1208	-1159	-1174	-1179	-922	-915	
17	95.000	-1255	-1264	-1206	-1220	-1196	-925	-916	
18	100.000	-1307	-1310	-1259	-1261	-1199	-921	-914	
19	105.000	-1353	-1364	-1310	-1311	-1176	-903	-898	
20	110.000	-1391	-1406	-1334	-1309	-1125	-845	-846	
21	110.000	-1311	-1305	-1209	-1610	-1120	-814	-812	
22	115.000	-1537	-1390	-1265	-1744	-1152	-816	-809	
23	120.000	-5935	-4018	-4299	-3127	-5117	-1056	-2109	
24	.000	-3512	-3360	-2494	-1184	-2869	-1244	-2720	
25	.000	-3607	-2953	-2372	-1319	-2907	-721	-2028	

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: T01A08									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 22	Geber-Nr. 23	Geber-Nr. 24	Geber-Nr. 25	Geber-Nr. 26	Geber-Nr. 27	Geber-Nr. 28	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	.000	-679	716	-647	651	-632	567	-625	
3	10.000	-692	874	-579	797	-565	702	-564	
4	20.000	-727	812	-529	747	-517	667	-521	
5	30.000	-768	719	-495	677	-483	617	-489	
6	40.000	-806	629	-457	615	-443	577	-448	
7	50.000	-844	544	-425	560	-409	547	-411	
8	55.000	-867	481	-416	512	-398	514	-401	
9	60.000	-886	421	-405	475	-384	495	-386	
10	65.000	-906	363	-385	430	-373	476	-373	
11	70.000	-926	291	-361	371	-355	450	-356	
12	75.000	-946	209	-339	299	-337	416	-342	
13	80.000	-964	128	-310	216	-301	377	-320	
14	80.000	-962	114	-305	206	-293	371	-313	
15	85.000	-980	58	-291	156	-272	347	-292	
16	90.000	-990	-54	-229	34	-233	292	-271	</

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Versuch: T01A08									um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 43	Geber-Nr. 44	Geber-Nr. 45	Geber-Nr. 46	Geber-Nr. 47	Geber-Nr. 48	Geber-Nr. 49									
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]									
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0									
2	.0001	-577	85	642	-684	-421	236	-126									
3	10.0001	-605	-146	690	-511	-446	86	-220									
4	20.0001	-617	-299	720	-487	-457	-2	-258									
5	30.0001	-637	-446	738	-467	-470	-86	-292									
6	40.0001	-642	-586	779	-444	-479	-161	-319									
7	50.0001	-656	-731	816	-420	-491	-238	-347									
8	55.0001	-673	-819	809	-409	-506	-297	-380									
9	60.0001	-677	-894	828	-399	-512	-339	-396									
10	65.0001	-684	-973	842	-382	-520	-382	-415									
11	70.0001	-693	-1074	858	-335	-531	-423	-434									
12	75.0001	-704	-1187	870	-276	-545	-472	-458									
13	80.0001	-715	-1300	886	-250	-560	-527	-485									
14	80.0001	-713	-1317	896	-239	-561	-535	-487									
15	85.0001	-721	-1418	914	-221	-575	-590	-513									
16	90.0001	-736	-1542	929	-256	-591	-653	-544									
17	95.0001	-763	-1676	926	-300	-613	-734	-585									
18	100.0001	-784	-1789	949	-323	-629	-796	-614									
19	105.0001	-848	-1892	960	-401	-658	-852	-648									
20	110.0001	-1016	-1960	979	-408	-725	-862	-678									
21	110.0001	-1190	-1936	974	-386	-791	-812	-686									
22	115.0001	-1498	-1946	975	-417	-891	-776	-723									
23	120.0001	-9639	-806	791	-941	-4032	832	-1782									
24	.0001	-12166	-119	672	-1173	-5375	1029	-2436									
25	.0001	-11470	86	24	-655	-4584	1027	-1992									

Daten zu Geber-Nr. 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Versuch: T01A08									um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 50	Geber-Nr. 51	Geber-Nr. 52	Geber-Nr. 53	Geber-Nr. 54	Geber-Nr. 55	Geber-Nr. 56									
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]									
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0									
2	.0001	-186	379	28	330	-549	94	-303									
3	10.0001	-186	337	58	329	-531	139	-275									
4	20.0001	-181	328	78	340	-505	100	-274									
5	30.0001	-180	321	91	346	-485	50	-282									
6	40.0001	-172	329	117	376	-446	12	-268									
7	50.0001	-165	341	143	408	-408	-19	-250									
8	55.0001	-176	326	137	401	-397	-45	-250									
9	60.0001	-173	331	149	418	-375	-58	-236									
10	65.0001	-173	334	158	432	-356	-74	-226									
11	70.0001	-173	340	169	449	-333	-91	-214									
12	75.0001	-176	345	176	467	-308	-107	-200									
13	80.0001	-178	353	187	491	-278	-117	-179									
14	80.0001	-177	359	191	504	-267	-109	-165									
15	85.0001	-179	365	202	529	-235	-111	-141									
16	90.0001	-182	378	215	559	-203	-117	-116									
17	95.0001	-192	383	218	578	-180	-125	-99									
18	100.0001	-190	408	238	623	-145	-123	-67									
19	105.0001	-191	440	257	663	-116	-139	-49									
20	110.0001	-188	525	294	733	-79	-184	-41									
21	110.0001	-189	602	318	762	-75	-230	-63									
22	115.0001	-191	700	349	810	-22	-311	-84									
23	120.0001	-148	2759	746	733	1613	-1457	-86									
24	.0001	34	2722	879	485	2327	-1178	398									
25	.0001	329	2358	817	279	2182	-1341	235									

Daten zu Geber-Nr. 57, 58, 59, 60, 151, 152, 153

Versuch: T01A08									um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 57	Geber-Nr. 58	Geber-Nr. 59	Geber-Nr. 60	Geber-Nr. 151	Geber-Nr. 152	Geber-Nr. 153									
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]	[mm]									
1	.0001	0	0	0	0	.0001	.0001	.0001									
2	.0001	-424	-140	-338	-187	6.340	7.359	7.246									
3	10.0001	-427	-172	-341	-222	6.592	7.700	8.128									
4	20.0001	-409	-242	-327	-288	6.822	8.015	8.522									
5	30.0001	-392	-320	-315	-356	7.044	8.262	8.897									
6	40.0001	-362	-395	-289	-428	7.304	8.534	9.258									
7	50.0001	-330	-470	-262	-499	7.559	8.844	9.625									
8	55.0001	-318	-513	-254	-538	7.644	8.940	9.817									
9	60.0001	-300	-552	-237	-577	7.786	9.052	9.994									
10	65.0001	-283	-591	-222	-616	7.898	9.235	10.174									
11	70.0001	-263	-633	-204	-657	8.021	9.376	10.360									
12	75.0001	-241	-679	-185	-704	8.129	9.429	10.554									
13	80.0001	-214	-726	-161	-756	8.247	9.557	10.754									
14	80.0001	-206	-732	-153	-768	8.287	9.592	10.788									
15	85.0001	-180	-773	-130	-816	8.413	9.723	10.962									
16	90.0001	-151	-829	-105	-877	8.535	9.844	11.157									
17	95.0001	-127	-893	-84	-944	8.618	9.926	11.378									
18	100.0001	-96	-956	-53	-1014	8.764	10.064	11.602									
19	105.0001	-73	-1037	-29	-1090	8.882	10.175	11.840									
20	110.0001	-49	-1170	0	-1195	9.059	10.469	12.149									
21	110.0001	-53	-1263	0	-1238	9.085	10.465	12.272									
22	115.0001	-39	-1411	14	-1320	9.200	10.546	12.543									
23	120.0001	-246	-4578	-365	-971	8.632	9.716	12.708									
24	.0001	-874	-4560	-799	-515	7.554	8.841	10.495									
25	.0001	-793	-4221	-700	-393	1.1171	1.682	2.988									

Daten zu Geber-Nr. 154, 155, 201, 202, 250, 0, 0

Versuch: T01A08						um/m = Mikrometer/Meter					
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 154	Geber- Nr. 155	Geber- Nr. 201	Geber- Nr. 202	Geber- Nr. 250	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0			
	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[Volt]	[--]	[--]			
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	----	----			
2	.0001	6.958	8.434	150.598	147.380	.0001	----	----			
3	10.0001	7.216	8.685	155.559	152.340	.0001	----	----			
4	20.0001	7.492	6.911	160.531	157.318	.0001	----	----			
5	30.0001	7.774	7.126	165.727	162.522	.0001	----	----			
6	40.0001	8.080	7.388	170.695	167.479	.0001	----	----			
7	50.0001	8.391	7.645	175.741	172.550	.0001	----	----			
8	55.0001	8.505	7.714	178.188	175.011	.0001	----	----			
9	60.0001	8.666	7.860	180.639	177.483	.0001	----	----			
10	65.0001	8.806	7.971	183.027	179.898	.0001	----	----			
11	70.0001	8.956	8.089	185.478	182.356	.0001	----	----			
12	75.0001	9.098	8.194	187.985	184.886	.0001	----	----			
13	80.0001	9.246	8.309	190.537	187.438	.0001	----	----			
14	80.0001	9.291	8.354	190.821	187.738	.0001	----	----			
15	85.0001	9.436	8.487	193.009	189.923	.0001	----	----			
16	90.0001	9.585	8.609	195.362	192.290	.0001	----	----			
17	95.0001	9.713	8.669	197.967	194.911	.0001	----	----			
18	100.0001	9.891	8.817	200.372	197.330	.0001	----	----			
19	105.0001	10.042	8.926	202.858	199.812	.0001	----	----			
20	110.0001	10.255	9.109	205.386	202.336	.0001	----	----			
21	110.0001	10.310	9.124	205.397	202.301	.0011	----	----			
22	115.0001	10.454	9.224	207.841	204.776	.0011	----	----			
23	120.0001	9.913	8.691	185.058	181.662	.0011	----	----			
24	.0001	8.631	7.636	152.737	146.907	.0011	----	----			
25	.0001	1.413	1.111	1.3021	1.2511	.0011	----	----			

Versuch: TQ2A01		um/m = Mikrometer/Meter							
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	
2	.0001	16	40	79	77	143	131	116	
3	.0001	32	89	174	163	318	286	252	
4	20.0001	-203	-64	147	189	323	294	253	
5	40.0001	-441	-193	162	237	267	244	221	
6	60.0001	-729	-329	190	369	187	211	221	
7	70.0001	-934	-429	185	429	107	158	202	
8	80.0001	-1394	-936	-160	391	-230	-102	40	
9	80.0001	-1406	-953	-159	400	-233	-103	46	
10	90.0001	-1669	-1154	-179	474	-391	-180	17	
11	100.0001	-1980	-1398	-186	583	-611	-180	-47	
12	100.0001	-1991	-1420	-183	601	-616	-161	-43	
13	110.0001	-2252	-1621	-158	748	-1051	-110	296	
14	115.0001	-2335	-1684	-116	850	-1261	-258	576	
15	120.0001	-2407	-1716	-48	969	-1439	-373	629	
16	125.0001	-2493	-1680	82	1131	-1774	-468	816	
17	130.0001	-2526	-1481	376	1381	-3857	-551	1496	
18	.0001	741	1038	1314	989	-24084	-2223	12506	
19	.0001	852	1136	1260	835	-24085	-2367	12277	

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: T02A01		um/m = Mikrometer/Meter							
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 36	Geber- Nr. 37	Geber- Nr. 38	Geber- Nr. 39	Geber- Nr. 40	Geber- Nr. 41	Geber- Nr. 42	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	1	.0001	0	0	0	0	0	0	
2	2	.0001	-145	-143	-139	-137	-135	-124	
3	3	.0001	-302	-299	-293	-288	-282	-254	
4	4	20.0001	-318	-367	-378	-360	-345	-397	
5	5	40.0001	-387	-485	-498	-474	-449	-543	
6	6	60.0001	-431	-603	-628	-598	-568	-717	
7	7	70.0001	-490	-674	-696	-652	-631	-821	
8	8	80.0001	-494	-738	-768	-738	-713	-1036	
9	9	80.0001	-493	-741	-773	-738	-715	-1048	
10	10	90.0001	-537	-818	-848	-815	-785	-1163	
11	11	100.0001	-588	-918	-937	-904	-868	-1314	
12	12	100.0001	-584	-923	-946	-905	-870	-1330	
13	13	110.0001	-630	-1041	-1054	-1008	-960	-1492	
14	14	115.0001	-651	-1118	-1126	-1067	-1012	-1593	
15	15	120.0001	-712	-1222	-1215	-1142	-1070	-1673	
16	16	125.0001	-815	-1649	-1337	-1241	-1137	-1690	
17	17	130.0001	-936	-1999	-1788	-1398	-1232	-1697	
18	18	.0001	186	-4379	-8432	-1880	-325	-2267	
19	19	.0001	483	-3929	-7885	-1453	5	-1753	

Daten zu Geber-Nr. 152, 153, 154, 155, 201, 202, 250

Versuch: T02A01		u/m = Mikrometer/Meter						
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 152	Geber- Nr. 153	Geber- Nr. 154	Geber- Nr. 155	Geber- Nr. 201	Geber- Nr. 202	Geber- Nr. 250
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[Volt]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	1.5591	1.1371	1.6461	1.4641	28.0741	28.4731	-.0001
3	.0001	3.2481	.2861	3.2251	2.8661	57.6091	58.4931	-.0001
4	20.0001	3.9651	4.3861	3.8291	3.4181	67.7041	68.4151	-.0001
5	40.0001	4.6771	5.1471	4.4381	3.9701	77.7361	78.5031	-.0001
6	60.0001	5.4111	6.0001	5.0381	4.5281	87.3281	88.6141	-.0001
7	70.0001	5.8001	6.5021	5.3461	4.8251	92.2651	93.6071	-.0001
8	80.0001	6.0011	7.1891	5.8611	5.1581	97.2211	98.8461	-.0001
9	80.0001	6.0381	7.2421	6.0041	5.1951	97.5651	98.8771	-.0001
10	90.0001	6.3791	7.7051	6.2881	5.4531	102.2681	103.7191	-.0001
11	100.0001	6.7481	8.1731	6.6191	5.7531	107.2421	108.7851	-.0001
12	100.0001	6.7701	8.2171	6.6511	5.7681	107.2631	108.8201	-.0001
13	110.0001	7.1321	8.8131	6.9731	6.0571	112.2651	113.8971	-.0001
14	115.0001	7.3331	9.1531	7.1621	6.2391	114.7571	116.4291	-.0001
15	120.0001	7.5181	9.5191	7.3471	6.3791	117.2351	118.9711	-.0001
16	125.0001	7.7111	9.9601	7.5661	6.5511	119.7071	121.4881	-.0001
17	130.0001	7.9141	10.5751	7.8341	6.7421	122.2091	124.0031	-.0001
18	.0001	4.1681	5.9391	4.6651	3.7371	58.6441	61.6651	-.0001
19	.0001	.7881	2.2271	1.3411	.7431	1.0001	1.3161	-.0001

#####

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: T03A02			µm/m = Mikrometer/Meter						
[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 8 [µm/m]	Geber- Nr. 9 [µm/m]	Geber- Nr. 10 [µm/m]	Geber- Nr. 11 [µm/m]	Geber- Nr. 12 [µm/m]	Geber- Nr. 13 [µm/m]	Geber- Nr. 14 [µm/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	
2	.0001	-122	-268	-259	-249	-235	-216	-92	
3	.0001	-235	-539	-531	-510	-478	-435	-178	
4	.0001	-341	-825	-818	-791	-736	-667	-259	
5	.0001	-379	-937	-925	-899	-840	-765	-292	
6	.0001	-385	-932	-932	-909	-850	-779	-296	
7	20.0001	-371	-1000	-1001	-983	-921	-842	-293	
8	40.0001	-357	-1066	-1077	-1064	-994	-904	-278	
9	60.0001	-341	-1127	-1156	-1153	-1076	-969	-254	
10	80.0001	-332	-1180	-1259	-1260	-1176	-1055	-198	
11	90.0001	-335	-1315	-1351	-1345	-1247	-1103	-135	
12	100.0001	-425	-1808	-1941	-1760	-1544	-1315	94	

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 34	Geber- Nr. 35
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	70	-112	-340	-354	-287	-343	-218
3	50.0001	-60	223	-522	-538	-433	-330	-829
4	100.0001	-161	50	-698	-1013	-217	-624	395
5	110.0001	-170	27	-801	-1260	-156	-829	355
6	120.0001	-303	-105	-942	-1779	334	-964	258
7	.0001	31	-780	-377	-6743	553	-321	-668

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 43	Geber- Nr. 44	Geber- Nr. 45	Geber- Nr. 46	Geber- Nr. 47	Geber- Nr. 48	Geber- Nr. 49
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-6	231	229	-46	-199	393	-142
3	50.0001	-146	288	96	-223	-659	112	-567
4	100.0001	2128	-1898	1411	-1891	394	-1849	766
5	110.0001	2359	-2105	1602	-2183	320	-1893	713
6	120.0001	2735	-2592	1350	-2060	301	-1866	721
7	.0001	663	-16848	-372	154	45	-225	-36

Daten zu Geber-Nr. 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 57	Geber- Nr. 58	Geber- Nr. 59	Geber- Nr. 60	Geber- Nr. 61	Geber- Nr. 62	Geber- Nr. 63
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	63	125	130	50	204	-66	59
3	50.0001	-272	75	-142	-33	122	-269	174
4	100.0001	1645	-2503	1848	-2307	1439	-1808	-411
5	110.0001	1921	-3104	2304	-2950	1607	-2003	-502
6	120.0001	4477	-6405	5394	-6551	1359	-1748	-811
7	.0001	14285	-20904	3795	-4619	48	-59	38

Daten zu Geber-Nr. 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 71	Geber- Nr. 72	Geber- Nr. 73	Geber- Nr. 74	Geber- Nr. 75	Geber- Nr. 76	Geber- Nr. 77
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-331	-353	-342	-345	-338	-354	331
3	50.0001	-687	-528	-581	-594	-584	-608	541
4	100.0001	-985	-1005	-1014	-962	-976	-1050	428
5	110.0001	-1072	-1287	-1065	-1060	-1091	-1153	445
6	120.0001	-1042	-1868	-1014	-1014	-1566	-1387	451
7	.0001	-2181	-2684	-151	-23	-897	-497	-70

Daten zu Geber-Nr. 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 86	Geber- Nr. 87	Geber- Nr. 88	Geber- Nr. 89	Geber- Nr. 90	Geber- Nr. 91	Geber- Nr. 92
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]
1	.0001	0	0	0	0	0	.0001	.0001
2	.0001	-344	-320	-344	-200	419	-2.988	-3.186
3	50.0001	-596	-563	-602	-212	385	-4.245	-5.041
4	100.0001	-1020	-915	-977	1163	-835	-6.328	-8.608
5	110.0001	-1127	-1011	-1079	1244	-815	-6.823	-9.438
6	120.0001	-1087	-1583	-993	1413	-638	-8.040	-11.699
7	.0001	-3057	-2572	-948	273	428	-7.225	-13.482

Daten zu Geber-Nr. 100, 101, 102, 103, 104, 105, 109

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 100	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105	Geber- Nr. 109
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	.0691	.7021	3.0831	3.4281	3.0801	.8211	69.1301
3	50.0001	-.3211	.9451	4.3971	5.0821	4.4261	1.1101	93.4231
4	100.0001	46.8281	1.2091	5.6211	5.5941	5.7321	1.4161	118.3311
5	110.0001	46.9901	1.2721	6.0131	6.0061	6.1191	1.4931	123.3661
6	120.0001	46.8541	1.3821	6.7001	6.7121	6.8031	1.6041	127.0911
7	.0001	23.4691	.5891	4.3941	3.9101	4.6671	.6331	-.4411

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 36	Geber- Nr. 37	Geber- Nr. 38	Geber- Nr. 39	Geber- Nr. 40	Geber- Nr. 41	Geber- Nr. 42
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	433	-1	204	193	-58	-230	435
3	50.0001	321	-445	215	210	-254	-192	453
4	100.0001	-1801	1693	-2512	1266	-1618	1375	-897
5	110.0001	-1876	1911	-2838	1395	-1778	1461	-902
6	120.0001	-1720	2360	-3512	1062	-1430	1526	-857
7	.0001	1019	1718	-19081	-1399	1281	-375	768

Daten zu Geber-Nr. 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 50	Geber- Nr. 51	Geber- Nr. 52	Geber- Nr. 53	Geber- Nr. 54	Geber- Nr. 55	Geber- Nr. 56
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	345	-93	293	-50	249	-8	206
3	50.0001	143	-503	147	-449	149	-390	134
4	100.0001	-2075	1169	-2462	1397	-2655	1508	-2576
5	110.0001	-2172	1156	-2623	1437	-2883	1615	-2892
6	120.0001	-2236	1230	-2801	1593	-3205	1925	-3516
7	.0001	-469	1828	-2620	10629	-13190	16931	-21918

Daten zu Geber-Nr. 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 64	Geber- Nr. 65	Geber- Nr. 66	Geber- Nr. 67	Geber- Nr. 68	Geber- Nr. 69	Geber- Nr. 70
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-55	-174	357	-4	169	-343	-346
3	50.0001	-415	-530	370	-356	219	-787	-447
4	100.0001	432	837	-1243	1684	-2237	-1132	-961
5	110.0001	631	795	-1247	1950	-2648	-1330	-1039
6	120.0001	1458	597	-1102	2426	-3676	-2115	-1101
7	.0001	186	799	-510	794	-21292	-7938	-8297

Daten zu Geber-Nr. 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 79	Geber- Nr. 80	Geber- Nr. 81	Geber- Nr. 82	Geber- Nr. 83	Geber- Nr. 84	Geber- Nr. 85
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-332	-352	-329	-339	-331	-340	-324
3	50.0001	-705	-500	-753	-423	-657	-532	-585
4	100.0001	-1012	-1017	-1002	-909	-1016	-961	-949
5	110.0001	-1119	-1112	-1025	-1376	-1135	-1009	-1039
6	120.0001	-1197	-1317	-1421	-2113	-1237	-2116	-1391
7	.0001	-281	-2500	-2465	-2953	-2369	-3288	-3351

Daten zu Geber-Nr. 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99

Versuch: VT01-B-1/1								
um/m = Mikrometer/Meter								
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 95	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-3.3101	3.5311	-.0011	3.6351	-3.4691	-3.4151	-3.1541
3	50.0001	-4.7301	5.5311	-.0741	5.6991	-5.4541	-5.3191	-4.5071
4	100.0001	-8.5571	9.7161	-.0961	9.9861	-9.2901	-9.2061	-6.4511
5	110.0001	-9.4591	10.9421	-.1181	11.2531	-10.6541	-10.0081	-6.9571
6	120.0001	-12.1281	14.0641	-.0651	14.4681	-12.6931	-11.0341	-7.1421
7	.0001	-16.1631	24.3141	.5461	22.2001	-15.3971	-12.6671	-6.2701

Daten zu Geber-Nr. 110, 0, 0, 0, 0, 0, 0

Versuch: VT01-B-1/1									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 110	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	
	[kN]	[kN]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	
1	.0001	.0001	----	----	----	----	----	----	----	
2	.0001	69.7201	----	----	----	----	----	----	----	
3	50.0001	95.3401	----	----	----	----	----	----	----	
4	100.0001	120.9251	----	----	----	----	----	----	----	
5	110.0001	126.0281	----	----	----	----	----	----	----	
6	120.0001	129.6251	----	----	----	----	----	----	----	
7	.0001	-.0491	----	----	----	----	----	----	----	

***** R T E - I I - S Y M A *****

VT02-A-1/0

Fr 25.11.88 12:51:29

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last [kN]	Geber-Nr. 1 [um/m]	Geber-Nr. 2 [um/m]	Geber-Nr. 3 [um/m]	Geber-Nr. 4 [um/m]	Geber-Nr. 5 [um/m]	Geber-Nr. 6 [um/m]	Geber-Nr. 7 [um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-235	356	-178	311	-134	268	-90
3	.0001	-545	818	-405	699	-299	592	-193
4	.0001	-684	1024	-505	868	-373	729	-238
5	20.000	-1009	795	-804	689	-657	583	-500
6	40.000	-1350	545	-1141	502	-988	444	-816
7	.0001	625	-300	688	-395	753	-420	768
8	20.000	629	-775	734	-855	851	-876	909
9	40.000	381	-1048	580	-1168	776	-1215	900
10	60.000	-1	-1199	312	-1390	615	-1502	894
11	80.000	-427	-1209	57	-1532	520	-1776	840
12	90.000	-875	-955	-320	-1486	309	-1966	959
13	.0001	----	16895	-755	285	157	-6757	14782

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last [kN]	Geber-Nr. 15 [um/m]	Geber-Nr. 16 [um/m]	Geber-Nr. 17 [um/m]	Geber-Nr. 18 [um/m]	Geber-Nr. 19 [um/m]	Geber-Nr. 20 [um/m]	Geber-Nr. 21 [um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	176	-50	152	-63	54	-11	-248
3	.0001	398	-121	305	-124	98	-9	-533
4	.0001	486	-153	361	-144	114	-2	-647
5	20.000	513	-322	383	-273	102	-63	-680
6	40.000	512	-482	423	-413	99	-115	-679
7	.0001	439	-351	165	-198	-277	178	-572
8	20.000	721	-659	413	-404	-2	-39	-536
9	40.000	894	-961	470	-547	-176	95	-538
10	60.000	1118	-1312	518	-677	-429	317	-652
11	80.000	1400	-1692	529	-732	-829	727	-1015
12	90.000	1450	-1756	355	-550	-1379	1305	-1402
13	.0001	-88	350	282	-97	-2677	2327	-8381

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last [kN]	Geber-Nr. 29 [um/m]	Geber-Nr. 30 [um/m]	Geber-Nr. 31 [um/m]	Geber-Nr. 32 [um/m]	Geber-Nr. 33 [um/m]	Geber-Nr. 34 [um/m]	Geber-Nr. 35 [um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-195	-239	-135	-237	-41	-197	53
3	.0001	-410	-516	-275	-513	-65	-412	132
4	.0001	-494	-627	-329	-619	-69	-480	169
5	20.000	-509	-570	-365	-546	-107	-398	144
6	40.000	-539	-480	-416	-407	-160	-252	114
7	.0001	-361	-503	-218	-407	-92	-267	-89
8	20.000	-283	-494	-124	-325	8	-143	34
9	40.000	-227	-500	-41	-304	84	-91	51
10	60.000	-185	-591	78	-326	221	-58	121
11	80.000	-163	-836	320	-434	496	-53	259
12	90.000	63	-905	840	-606	847	-123	362
13	.0001	6639	-96	3847	-2112	2002	-2033	1135

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 91, 92

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last [kN]	Geber-Nr. 43 [um/m]	Geber-Nr. 44 [um/m]	Geber-Nr. 45 [um/m]	Geber-Nr. 46 [um/m]	Geber-Nr. 47 [um/m]	Geber-Nr. 91 [mm]	Geber-Nr. 92 [mm]
1	.0001	0	0	0	0	0	.0001	.0001
2	.0001	-233	-237	-237	-235	236	-2.188	-2.399
3	.0001	-508	-518	-514	-512	518	-4.744	-5.246
4	.0001	-606	-620	-614	-612	611	-5.742	-6.390
5	20.000	-715	-714	-699	-715	673	-6.349	-6.985
6	40.000	-826	-814	-785	-821	754	-7.034	-7.751
7	.0001	-684	-625	-688	-621	508	-6.360	-8.003
8	20.000	-744	-781	-766	-750	552	-6.670	-8.142
9	40.000	-849	-899	-861	-867	581	-7.209	-9.142
10	60.000	-1656	-1767	-963	-906	617	-7.884	-10.200
11	80.000	-1872	-1952	-918	-849	655	-8.895	-11.853
12	90.000	-1914	-2135	-1119	-911	669	-9.863	-13.462
13	.0001	-3505	-6649	810	-4688	-68	-4.506	-7.871

Daten zu Geber-Nr. 101, 102, 103, 104, 105, 109, 110

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last [kN]	Geber-Nr. 101 [mm]	Geber-Nr. 102 [mm]	Geber-Nr. 103 [mm]	Geber-Nr. 104 [mm]	Geber-Nr. 105 [mm]	Geber-Nr. 109 [kN]	Geber-Nr. 110 [kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	.568	2.125	2.514	2.199	.631	46.621	48.360
3	.0001	1.175	4.508	5.313	4.632	1.261	97.854	103.168
4	.0001	1.400	5.449	6.424	5.621	1.488	117.604	123.929
5	20.000	1.521	6.006	7.144	6.193	1.606	127.197	133.967
6	40.000	1.657	6.643	7.958	6.848	1.741	137.927	145.066
7	.0001	1.514	5.780	6.354	5.981	1.618	123.859	129.887
8	20.000	1.569	6.096	6.745	6.282	1.643	129.556	135.844
9	40.000	1.653	6.529	7.220	6.730	1.736	137.991	144.824
10	60.000	1.778	7.104	7.839	7.327	1.852	147.742	155.190
11	80.000	1.941	7.961	8.834	8.219	2.009	157.485	165.335
12	90.000	2.071	8.708	9.636	8.996	2.133	162.353	170.184
13	.0001	.601	3.376	3.202	3.506	.572	1.194	1.621

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last [kN]	Geber-Nr. 8 [um/m]	Geber-Nr. 9 [um/m]	Geber-Nr. 10 [um/m]	Geber-Nr. 11 [um/m]	Geber-Nr. 12 [um/m]	Geber-Nr. 13 [um/m]	Geber-Nr. 14 [um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	227	-49	190	26	119	103	40
3	.0001	496	-94	407	76	248	260	62
4	.0001	609	-114	495	101	297	330	67
5	20.000	482	-350	378	-34	180	271	-83
6	40.000	372	-638	287	-209	83	141	-201
7	.0001	-425	750	-435	593	-437	649	-430
8	20.000	-875	928	-879	786	-874	925	-836
9	40.000	-1233	976	-1251	894	-1258	1119	-1224
10	60.000	-1568	1002	-1627	1024	-1700	1376	-1689
11	80.000	-1960	1198	-2131	1396	-2460	1915	-2409
12	90.000	-2421	1639	-3168	2357	-4661	2805	-3656
13	.0001	-32279	32767	----	6963	-14587	-236	-316

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last [kN]	Geber-Nr. 22 [um/m]	Geber-Nr. 23 [um/m]	Geber-Nr. 24 [um/m]	Geber-Nr. 25 [um/m]	Geber-Nr. 26 [um/m]	Geber-Nr. 27 [um/m]	Geber-Nr. 28 [um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-237	-213	-236	-226	-236	-218	-238
3	.0001	-509	-450	-509	-488	-511	-487	-514
4	.0001	-817	-643	-817	-689	-821	-685	-825
5	20.000	-597	-541	-586	-603	-563	-589	-574
6	40.000	-555	-544	-527	-620	-513	-612	-497
7	.0001	-578	-485	-559	-455	-546	-417	-526
8	20.000	-609	-437	-583	-381	-557	-332	-529
9	40.000	-635	-416	-603	-346	-575	-285	-540
10	60.000	-803	-460	-746	-359	-699	-265	-648
11	80.000	-1263	-668	-1143	-482	-1041	-301	-942
12	90.000	-1711	-797	-1329	-511	-1101	-208	-963
13	.0001	-816	-1412	3991	2867	5938	6180	3280

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last [kN]	Geber-Nr. 36 [um/m]	Geber-Nr. 37 [um/m]	Geber-Nr. 38 [um/m]	Geber-Nr. 39 [um/m]	Geber-Nr. 40 [um/m]	Geber-Nr. 41 [um/m]	Geber-Nr. 42 [um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-110	81	-85	-227	-235	-231	-240
3	.0001	-226	171	-183	-493	-524	-501	-525
4	.0001	-266	206	-220	-588	-624	-597	-628
5	20.000	-188	197	-163	-768	-668	-788	-646
6	40.000	-69	190	-58	-992	-650	-996	-652
7	.0001	-129	-325	-70	-689	-621	-693	-619
8	20.000	-18	-184	-56	-762	-768	-769	-767
9	40.000	20	-266	-39	-930	-845	-933	-830
10	60.000	44	-307	-34	-1003	-847	-963	-779
11	80.000	33	-353	-95	-1605	-1182	-952	-716
12	90.000	-114	-449	-250	-2445	-1573	-1062	-661
13	.0001	-1158	-250	-710	-16741	-7718	-16212	-3880

Daten zu Geber-Nr. 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100

Versuch: VT02-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-2.351	-2.275	-1.981	-2.456	-2.527	-2.011	2.164
3	.0001	-5.221	-5.073	-4.886	-5.259	-5.222	-4.497	4.719
4	.0001	-6.336	-6.194	-5.988	-6.344	-6.389	-5.535	5.780
5	20.000	-6.959	-6.899	-6.748	-7.103	-7.095	-6.121	6.639
6	40.000	-7.871	-7.816	-7.694	-7.990	-8.041	-6.835	7.574
7	.0001	-8.066	-7.997	-7.882	-7.725	-7.814	-6.438	5.198
8	20.000	-8.280	-8.252	-7.956	-8.212	-8.297	-6.628	7.319
9	40.000	-9.086	-9.079	-8.754	-9.076	-9.111	-7.058	8.308
10	60.000	-10.165	-10.192	-9.953	-10.216	-10.198	-7.678	9.494
11	80.000	-11.933	-11.946	-11.793	-12.041	-11.847	-8.537	11.401
12	90.000	-13.757	-13.745	-13.756	-13.893	-13.492	-9.303	13.510
13	.0001	-9.548	-10.555	-11.149	-9.335	-7.569	-8.855	13.122

RT E - II - S Y M A

VT02-A-3/0

Fr 25.11.88 12:57:35

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT02-A-3/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 1	Geber-Nr. 2	Geber-Nr. 3	Geber-Nr. 4	Geber-Nr. 5	Geber-Nr. 6	Geber-Nr. 7	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	20.000	156	-612	175	-551	183	-465	167	
3	40.000	-77	-905	78	-833	182	-731	193	
4	60.000	-578	-1306	-41	-1112	213	-1033	275	
5	80.000	-1237	-1695	-179	-1360	291	-1368	440	
6	90.000	-1604	-1858	-251	-1480	353	-1548	555	
7	100.000	-1941	-2044	-314	-1625	439	-1761	693	
8	110.000	-2072	-2111	-354	-1771	553	-1985	848	
9	120.000	-2188	-2226	-358	-1998	748	-2339	1018	
10	130.000	-2480	-2483	-301	-2352	1096	-2561	1159	
11	140.000	-2746	-3215	30	-3651	1895	-4400	1165	
12	.000	-22919	2914	3102	-23326	10	-1492	-1173	

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT02-A-3/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 15	Geber-Nr. 16	Geber-Nr. 17	Geber-Nr. 18	Geber-Nr. 19	Geber-Nr. 20	Geber-Nr. 21	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	20.000	67	-46	7	-95	25	-90	-22	
3	40.000	131	-60	-50	-90	24	-144	-39	
4	60.000	230	-82	-128	-46	36	-203	-50	
5	80.000	372	-108	-234	39	60	-257	-54	
6	90.000	463	-119	-288	90	74	-281	-54	
7	100.000	569	-130	-348	148	86	-311	-55	
8	110.000	692	-131	-418	232	114	-338	-49	
9	120.000	833	-134	-503	325	137	-386	-44	
10	130.000	1023	-140	-616	477	204	-431	-22	
11	140.000	1275	-195	-795	697	356	-497	62	
12	.000	1210	-1246	-2032	1964	524	-133	1145	

Daten zu Geber-Nr. 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

Versuch: VT02-A-3/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 98	Geber-Nr. 99	Geber-Nr. 100	Geber-Nr. 101	Geber-Nr. 102	Geber-Nr. 103	Geber-Nr. 104	
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
2	20.000	-.126	-.131	1.259	.107	.165	.152	.066	
3	40.000	-.428	-.331	1.657	.191	.327	.296	.163	
4	60.000	-.623	-.543	2.073	.267	.483	.440	.269	
5	80.000	-1.100	-.776	2.500	.335	.634	.581	.374	
6	90.000	-1.103	-.916	2.794	.370	.715	.658	.427	
7	100.000	-1.472	-1.038	3.063	.402	.787	.724	.478	
8	110.000	-1.693	-1.164	3.371	.435	.863	.792	.529	
9	120.000	-1.878	-1.281	3.724	.464	.936	.856	.583	
10	130.000	-2.124	-1.450	4.149	.491	1.020	.947	.634	
11	140.000	-2.536	-1.700	4.813	.514	1.100	1.013	.688	
12	.000	-.797	-.487	3.354	.026	.123	.099	.074	

RT E - II - S Y M A

VT03-A-1/0

Fr 25.11.88 13:1:15

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT03-A-1/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 1	Geber-Nr. 2	Geber-Nr. 3	Geber-Nr. 4	Geber-Nr. 5	Geber-Nr. 6	Geber-Nr. 7	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	.000	64	15	60	61	57	77	57	
3	.000	54	-14	49	73	48	67	46	
4	.000	126	-4	112	90	104	110	96	
5	.000	281	-145	245	44	218	100	196	
6	.000	1431	-1383	1249	-830	1099	-591	984	
7	20.000	1280	-1633	1115	-1074	982	-854	878	
8	40.000	-92	-756	-125	-271	-135	-214	-138	
9	60.000	-660	-662	-645	-168	-604	-83	-590	
10	80.000	-1162	-662	-1091	-126	-1049	-33	-1038	
11	100.000	-1626	-736	-1545	-169	-1567	-3	-1547	
12	120.000	-3732	-928	-2169	-409	-2515	91	-2449	
13	130.000	-6230	-1264	-3268	-804	-3224	84	-4644	
14	140.000	-9462	-6922	-4392	-961	-12415	966	-19353	
15	.000	-9002	-13517	-4675	-689	-20928	1451	-30079	

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT02-A-3/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 8	Geber-Nr. 9	Geber-Nr. 10	Geber-Nr. 11	Geber-Nr. 12	Geber-Nr. 13	Geber-Nr. 14	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.000	0	0	0	0	0	0	0	
2	20.000	-364	50	-1	100	-5	80	-36	
3	40.000	-582	83	6	183	10	150	-41	
4	60.000	-852	279	133	290	34	246	-49	
5	80.000	-1176	560	295	410	53	370	-63	
6	90.000	-1358	680	357	478	57	447	-71	
7	100.000	-1567	800	362	568	49	544	-83	
8	110.000	-1768	784	246	662	29	653	-95	
9	120.000	-2004	741	89	794	-19	806	-108	
10	130.000	-2151	661	-139	967	-81	1041	-127	
11	140.000	-2098	518	-429	1376	-114	1673	-287	
12	.000	853	-1708	-1253	4967	2853	3143	-1434	

Daten zu Geber-Nr. 22, 91, 92, 93, 94, 96, 97

Versuch: VT02-A-3/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 22	Geber-Nr. 91	Geber-Nr. 92	Geber-Nr. 93	Geber-Nr. 94	Geber-Nr. 96	Geber-Nr. 97	
	[kN]	[um/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	.000	0	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
2	20.000	-43	-.050	-.002	-.088	-.169	-.232	-.124	
3	40.000	-73	-.205	-.308	-.411	-.419	-.489	-.386	
4	60.000	-102	-.334	-.547	-.686	-.692	-.762	-.704	
5	80.000	-132	-.443	-.711	-1.006	-1.002	-1.062	-1.045	
6	90.000	-146	-.538	-.956	-1.200	-1.189	-1.251	-1.262	
7	100.000	-159	-.636	-1.153	-1.410	-1.363	-1.421	-1.465	
8	110.000	-170	-.687	-1.326	-1.602	-1.561	-1.613	-1.697	
9	120.000	-181	-.778	-1.552	-1.852	-1.792	-1.849	-1.951	
10	130.000	-192	-.899	-1.913	-2.160	-2.061	-2.111	-2.266	
11	140.000	-189	-1.021	-2.181	-2.562	-2.480	-2.498	-2.698	
12	.000	-818	-.162	-.534	-.942	-1.326	-1.086	-.917	

Daten zu Geber-Nr. 105, 109, 110, 0, 0, 0, 0

Versuch: VT02-A-3/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 105	Geber-Nr. 109	Geber-Nr. 110	Geber-Nr. 0	Geber-Nr. 0	Geber-Nr. 0	Geber-Nr. 0	
	[kN]	[mm]	[kN]	[kN]	[--]	[--]	[--]	[--]	
1	.000	.000	.000	.000	----	----	----	----	
2	20.000	.013	14.139	.732	----	----	----	----	
3	40.000	.032	27.128	1.486	----	----	----	----	
4	60.000	.052	40.324	2.602	----	----	----	----	
5	80.000	.075	53.327	3.704	----	----	----	----	
6	90.000	.084	59.589	4.280	----	----	----	----	
7	100.000	.094	65.972	4.742	----	----	----	----	
8	110.000	.103	72.127	5.226	----	----	----	----	
9	120.000	.111	78.424	5.745	----	----	----	----	
10	130.000	.122	84.100	6.171	----	----	----	----	
11	140.000	.132	89.940	6.520	----	----	----	----	
12	.000	.039	.429	-.178	----	----	----	----	

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT03-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 15	Geber-Nr. 16	Geber-Nr. 17	Geber-Nr. 18	Geber-Nr. 19	Geber-Nr. 20	Geber-Nr. 21
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	73	21	87	-31	102	-84	-321
3	.0001	64	26	76	-31	95	-86	-323
4	.0001	82	46	90	-39	124	-128	-485
5	.0001	85	79	81	-4	120	-129	-655
6	.0001	20	254	-258	401	-306	316	-901
7	20.0001	-73	217	-344	372	-348	257	-889
8	40.0001	-143	67	-40	-99	168	-380	-904
9	60.0001	-168	-40	99	-363	390	-678	-890
10	80.0001	-141	-161	293	-584	597	-883	-1126
11	100.0001	-103	-322	481	-847	779	-1109	-1230
12	120.0001	62	-611	834	-1272	1025	-1403	-1558
13	130.0001	313	-893	1174	-1652	1183	-1593	-1860
14	140.0001	1264	-1429	2473	-3394	1091	-1300	-2356
15	.0001	1582	-1077	2761	-3716	697	-530	-1860

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT03-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 29	Geber-Nr. 30	Geber-Nr. 31	Geber-Nr. 32	Geber-Nr. 33	Geber-Nr. 34	Geber-Nr. 35
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	---	0	0	0	0	0
2	.0001	-311	---	-278	-222	-268	-165	-230
3	.0001	-308	---	-288	-223	-276	-168	-238
4	.0001	-461	---	-437	-319	-425	-225	-374
5	.0001	-636	---	-590	-394	-592	-242	-537
6	.0001	-964	---	-1028	-377	-1136	-12	-1118
7	20.0001	-971	---	-1065	-363	-1190	14	-1155
8	40.0001	-924	---	-921	-404	-962	-161	-836
9	60.0001	-960	---	-969	-456	-932	-259	-721
10	80.0001	-1146	---	-1072	-476	-926	-305	-614
11	100.0001	-1261	---	-1265	-487	-970	-331	-529
12	120.0001	-1503	---	-1723	-527	-1225	-362	-431
13	130.0001	-2002	---	-2086	-577	-1500	-413	-323
14	140.0001	-6602	---	-5905	778	-3477	390	66
15	.0001	-9838	---	-8418	2069	-4581	1250	301

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 91, 92

Versuch: VT03-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 43	Geber-Nr. 44	Geber-Nr. 45	Geber-Nr. 46	Geber-Nr. 47	Geber-Nr. 91	Geber-Nr. 92
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]
1	.0001	0	0	0	0	0	.0001	.0001
2	.0001	-321	-322	-324	-321	356	-3.5471	-3.9251
3	.0001	-317	-317	-319	-316	350	-3.5521	-3.8671
4	.0001	-463	-458	-466	-459	455	-5.1631	-5.6831
5	.0001	-628	-620	-633	-619	539	-6.9331	-7.8351
6	.0001	-879	-810	-884	-809	893	-9.1981	-10.3351
7	20.0001	-926	-869	-921	-868	975	-9.5721	-10.8321
8	40.0001	-938	-943	-937	-955	1027	-10.0301	-11.4221
9	60.0001	-1000	-1036	-1012	-1057	1091	-10.4821	-11.9731
10	80.0001	-1007	-1177	-1084	-1191	1150	-11.0141	-12.3141
11	100.0001	-1018	-1324	-1146	-1325	1208	-11.5591	-13.3281
12	120.0001	-953	-1456	-1152	-1496	1260	-12.5311	-14.3861
13	130.0001	-858	-1493	-1093	-1710	1293	-13.1211	-15.3771
14	140.0001	-599	-3854	-547	-3137	957	-10.7021	-13.2561
15	.0001	-466	-7572	605	-3307	186	-3.4971	-4.7451

Daten zu Geber-Nr. 101, 102, 103, 104, 105, 109, 110

Versuch: VT03-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 101	Geber-Nr. 102	Geber-Nr. 103	Geber-Nr. 104	Geber-Nr. 105	Geber-Nr. 109	Geber-Nr. 110
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	.8021	3.1081	3.3711	3.2251	1.0001	103.1581	106.9511
3	.0001	.8141	3.1491	3.5111	3.2751	1.0051	102.9931	107.0571
4	.0001	1.1271	4.6261	5.1771	4.7741	1.4131	151.5951	157.2231
5	.0001	1.4561	6.2261	6.8481	6.4081	1.7941	202.0121	209.1241
6	.0001	1.8551	8.3141	9.0941	8.5621	2.2331	261.2931	269.7551
7	20.0001	1.9251	8.6831	9.5151	8.9271	2.3061	269.7991	278.5211
8	40.0001	1.9971	9.0881	9.8971	9.3431	2.3691	279.5931	288.3901
9	60.0001	2.0661	9.5581	10.4101	9.8351	2.4581	289.1501	297.9801
10	80.0001	2.1681	10.1401	11.0491	10.4351	2.5541	298.8861	307.6501
11	100.0001	2.2491	10.7031	11.6821	11.0071	2.6371	308.5441	317.1341
12	120.0001	2.3681	11.5241	12.5941	11.8301	2.7801	318.2721	326.7181
13	130.0001	2.4591	12.1591	13.3111	12.4581	2.8571	323.1981	331.1041
14	140.0001	1.3551	6.8841	7.7081	6.7611	1.3311	111.4931	113.8681
15	.0001	.4761	3.3651	4.1211	3.3141	.4701	1.3871	1.5571

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT03-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 22	Geber-Nr. 23	Geber-Nr. 24	Geber-Nr. 25	Geber-Nr. 26	Geber-Nr. 27	Geber-Nr. 28
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-314	-317	-286	-312	-294	-311	-283
3	.0001	-315	-319	-303	-312	-295	-314	-283
4	.0001	-475	-478	-429	-469	-439	-471	-419
5	.0001	-636	-649	-550	-641	-580	-638	-552
6	.0001	-863	-914	-521	-925	-768	-935	-719
7	20.0001	-855	-903	-468	-917	-764	-933	-714
8	40.0001	-792	-909	-387	-910	-709	-880	-678
9	60.0001	-825	-988	-387	-970	-751	-907	-733
10	80.0001	-839	-1128	-422	-1129	-757	-1116	-759
11	100.0001	-854	-1239	-419	-1240	-775	-1242	-761
12	120.0001	-865	-1534	-415	-1604	-800	-1563	-788
13	130.0001	-794	-1815	-270	-1914	-629	-2139	-647
14	140.0001	-1041	-1947	546	-3386	1010	-5711	1298
15	.0001	-1287	-1448	1013	-4358	2221	-8057	2869

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT03-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 36	Geber-Nr. 37	Geber-Nr. 38	Geber-Nr. 39	Geber-Nr. 40	Geber-Nr. 41	Geber-Nr. 42
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-107	-162	-43	-336	-319	-328	-319
3	.0001	-122	-169	-54	-344	-311	-329	-307
4	.0001	-150	-274	-32	-492	-456	-480	-444
5	.0001	-95	-407	35	-659	-619	-650	-602
6	.0001	364	-979	654	-923	-825	-900	-801
7	20.0001	387	-1011	678	-1054	-830	-1006	-805
8	40.0001	23	-575	142	-1201	-756	-1146	-768
9	60.0001	-143	-369	-15	-1407	-770	-1344	-776
10	80.0001	-189	-173	-58	-1503	-850	-2021	-914
11	100.0001	-244	3	-91	-2586	-955	-2640	-1165
12	120.0001	-319	253	-116	-4218	-1117	-4123	-1755
13	130.0001	-364	456	-111	-5719	-1205	-7343	-2309
14	140.0001	-782	803	-375	-13497	-1815	-15958	-3574
15	.0001	-1435	714	-799	-16827	-1906	-19665	-3485

Daten zu Geber-Nr. 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100

Versuch: VT03-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 93	Geber-Nr. 94	Geber-Nr. 96	Geber-Nr. 97	Geber-Nr. 98	Geber-Nr. 99	Geber-Nr. 100
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-3.8541	-3.8441	-3.3301	-3.6711	-3.3641	-3.2391	3.7731
3	.0001	-3.8391	-3.6631	-3.3491	-3.6381	-3.5591	-3.2521	3.8221
4	.0001	-5.6041	-5.3861	-5.1171	-5.3031	-5.2201	-4.8271	5.4611
5	.0001	-7.4571	-7.2621	-7.0091	-7.2461	-7.0601	-6.4371	7.3551
6	.0001	-9.8711	-9.7601	-9.4651	-9.7741	-9.4941	-8.6301	9.7391
7	20.0001	-10.3011	-10.2241	-9.9941	-10.2461	-9.9401	-9.0251	10.2341
8	40.0001	-10.8901	-10.7601	-10.5781	-10.9151	-10.6471	-9.4031	11.0831
9	60.0001	-11.4861	-11.3541	-11.1131	-11.5201	-11.1231	-9.7911	11.8811
10	80.0001	-12.2521	-11.9591	-11.8231	-12.1321	-11.6241	-10.3771	12.8481
11	100.0001	-13.0631	-12.6281	-12.5811	-12.6961	-12.1881	-10.9971	13.8251
12	120.0001	-14.2951	-13.6651	-13.6531	-13.7401	-12.9861	-11.9321	15.2921
13	130.0001	-15.4821	-14.5871	-14.4801	-14.6601	-13.5021	-12.6591	16.5221
14	140.0001	-13.3691	-12.7291	-13.1091	-13.2541	-11.7511	-10.1601	12.4541
15	.0001	-5.2271	-5.1071	-5.2931	-4.9131	-4.2091	-3.4961	6.5711

RTE - II - SYMA

VT03-M-4/0

Fr 25.11.88 13:3:46

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

VT03-M-4/0

Daten zu Geber-Nr. 101, 102, 103, 104, 105, 109, 110

Versuch: VT03-M-4/0

um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber-Nr. 101	Geber-Nr. 102	Geber-Nr. 103	Geber-Nr. 104	Geber-Nr. 105	Geber-Nr. 109	Geber-Nr. 110
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	50.0001	.9481	3.8191	4.5491	3.8981	1.2191	127.7761	132.0551
3	100.0001	1.7581	7.5651	8.9471	7.6071	2.1781	256.2821	262.2261
4	150.000	2.7531	12.7411	15.3951	12.6291	3.1911	384.1091	388.4861
5	160.0001	2.9361	14.5101	17.5661	14.2831	3.6661	410.9931	414.8781
6	.0001	1.2771	10.5361	12.5341	8.9431	1.1211	-.1931	.1711

***** R T E - I I - S Y M A *****

VT04-B-1/0

Fr 25.11.88 13: 6:58

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT04-B-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-4	64	-3	68	-2	64	1
3	.0001	9	132	9	137	12	133	17
4	.0001	32	196	29	204	31	199	37
5	.0001	53	225	48	236	49	232	55
6	50.0001	-547	239	-515	276	-465	289	-411
7	100.0001	-1213	307	-1163	382	-1042	416	-943
8	120.0001	-1469	371	-1403	464	-1280	508	-1163
9	140.0001	-1868	431	-1746	529	-1589	603	-1470
10	150.0001	-2396	450	-1872	544	-1795	674	-1661
11	160.0001	-3272	456	-2241	565	-2110	747	-1998
12	170.0001	-4417	607	-2553	607	-2396	853	-2317
13	180.0001	-5470	761	-3445	671	-4073	1346	-3334
14	.0001	-3380	-88	-2196	-403	-10483	1506	-14505

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT04-B-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	40	9	58	-21	5	73	15
3	.0001	89	18	123	-44	29	133	44
4	.0001	133	28	182	-68	74	175	82
5	.0001	158	34	214	-81	114	187	112
6	50.0001	64	-40	262	-273	-98	471	-97
7	100.0001	22	-179	430	-598	-391	840	-370
8	120.0001	53	-255	558	-778	-530	1041	-496
9	140.0001	116	-372	735	-1010	-691	1291	-643
10	150.0001	174	-463	860	-1168	-802	1460	-725
11	160.0001	284	-662	1050	-1425	-976	1732	-829
12	170.0001	430	-816	1246	-1647	-1140	2035	-905
13	180.0001	676	-1057	1637	-2142	-1416	2620	-1029
14	.0001	410	-178	4539	-5398	-1969	3277	-1528

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT04-B-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 34	Geber- Nr. 35
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-156	-152	-155	-146	-152	-142	-149
3	.0001	-322	-313	-320	-312	-312	-293	-307
4	.0001	-492	-476	-486	-457	-475	-443	-467
5	.0001	-593	-573	-585	-549	-572	-532	-563
6	50.0001	-680	-611	-678	-578	-667	-558	-660
7	100.0001	-810	-689	-819	-648	-810	-622	-803
8	120.0001	-882	-728	-892	-683	-882	-657	-880
9	140.0001	-1005	-751	-1004	-697	-1122	-654	-1071
10	150.0001	-1112	-802	-1152	-736	-1235	-695	-1166
11	160.0001	-1374	-1004	-1413	-938	-1475	-878	-1410
12	170.0001	-1552	-1063	-1590	-1006	-1613	-958	-1557
13	180.0001	-1869	-1096	-1844	-938	-1979	-907	-1994
14	.0001	-1464	-496	-1095	264	-2169	697	-3495

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Versuch: VT04-B-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 43	Geber- Nr. 44	Geber- Nr. 45	Geber- Nr. 46	Geber- Nr. 47	Geber- Nr. 48	Geber- Nr. 49
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-88	-55	-154	-152	-138	-126	-149
3	.0001	-182	-103	-313	-311	-282	-252	-307
4	.0001	-281	-141	-475	-471	-428	-376	-466
5	.0001	-340	-159	-571	-567	-517	-449	-562
6	50.0001	-346	-154	-764	-753	-675	-596	-645
7	100.0001	-315	-138	-1004	-1005	-857	-793	-808
8	120.0001	-292	-131	-1123	-1166	-921	-919	-948
9	140.0001	-260	-119	-1249	-1366	-965	-1090	-1113
10	150.0001	-232	-114	-1321	-1486	-1004	-1196	-1231
11	160.0001	-154	-117	-1411	-1651	-1173	-1361	-1337
12	170.0001	-85	-103	-1481	-1759	-1292	-1486	-1453
13	180.0001	34	-56	-1590	-1889	-1538	-1746	-1639
14	.0001	215	-367	-454	-1132	-842	-1667	-1084

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT04-B-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	60	4	56	12	49	22	35
3	.0001	126	23	118	37	101	55	74
4	.0001	190	44	177	62	153	86	112
5	.0001	223	61	208	79	181	107	132
6	50.0001	284	-366	273	-270	234	-139	151
7	100.0001	416	-853	403	-663	337	-398	186
8	120.0001	513	-1054	494	-816	409	-482	208
9	140.0001	625	-1334	595	-1007	476	-566	215
10	150.0001	703	-1507	668	-1125	522	-602	208
11	160.0001	776	-1800	736	-1314	544	-647	142
12	170.0001	895	-2045	835	-1433	597	-633	104
13	180.0001	1192	-2594	1025	-1587	657	-582	46
14	.0001	3334	-8909	2682	-1595	728	-138	328

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT04-B-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	57	-14	76	3	58	21	38
3	.0001	106	-2	148	24	115	55	74
4	.0001	145	26	203	53	165	88	106
5	.0001	159	58	221	78	188	109	120
6	50.0001	365	-475	212	-301	230	-131	131
7	100.0001	633	-1080	273	-749	317	-382	143
8	120.0001	772	-1318	357	-971	424	-460	140
9	140.0001	941	-1567	410	-1257	545	-525	141
10	150.0001	1049	-1841	464	-1424	608	-555	134
11	160.0001	1215	-2448	530	-1609	655	-550	106
12	170.0001	1376	-3038	565	-1827	729	-530	61
13	180.0001	1735	-4063	678	-2153	885	-449	7
14	.0001	2930	-2166	-244	-3201	957	101	176

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT04-B-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 36	Geber- Nr. 37	Geber- Nr. 38	Geber- Nr. 39	Geber- Nr. 40	Geber- Nr. 41	Geber- Nr. 42
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-139	-145	-136	-130	-117	-115	-98
3	.0001	-286	-299	-278	-268	-238	-236	-194
4	.0001	-431	-456	-419	-409	-353	-362	-280
5	.0001	-516	-549	-500	-493	-418	-438	-327
6	50.0001	-542	-646	-527	-578	-446	-496	-347
7	100.0001	-600	-790	-584	-695	-492	-553	-372
8	120.0001	-636	-865	-618	-755	-522	-583	-395
9	140.0001	-631	-1045	-623	-843	-554	-625	-420
10	150.0001	-669	-1134	-656	-910	-585	-649	-442
11	160.0001	-828	-1316	-823	-1008	-696	-651	-505
12	170.0001	-913	-1448	-906	-1115	-764	-677	-547
13	180.0001	-912	-1911	-902	-1435	-815	-739	-584
14	.0001	594	-4331	300	-3300	-36	-1528	109

Daten zu Geber-Nr. 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Versuch: VT04-B-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 50	Geber- Nr. 51	Geber- Nr. 52	Geber- Nr. 53	Geber- Nr. 54	Geber- Nr. 55	Geber- Nr. 56
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-151	-136	-138	-125	-121	-162	-156
3	.0001	-311	-281	-282	-257	-243	-328	-319
4	.0001	-475	-427	-425	-393	-359	-438	-484
5	.0001	-572	-515	-509	-475	-425	-601	-583
6	50.0001	-610	-602	-541	-559	-454	-916	-620
7	100.0001	-715	-721	-625	-660	-518	-1274	-679
8	120.0001	-820	-815	-711	-741	-567	-1436	-715
9	140.0001	-936	-1015	-805	-872	-638	-2293	-885
10	150.0001	-994	-1105	-876	-947	-690	-3171	-1032
11	160.0001	-1016	-1217	-940	-1043	-750	-3989	-1119
12	170.0001	-1050	-1366	-993	-1171	-812	-4730	-1163
13	180.0001	-1031	-1802	-975	-1486	-868	-6692	-1221
14	.0001	-79	-3138	7	-2232	-335	-8882	-640

Daten zu Geber-Nr. 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Versuch: VT04-B-1/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 57	Geber- Nr. 58	Geber- Nr. 59	Geber- Nr. 60	Geber- Nr. 61	Geber- Nr. 62	Geber- Nr. 63	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	
2	.0001	-157	-157	-157	-159	-159	-158	-164	
3	.0001	-319	-319	-320	-321	-324	-320	-330	
4	.0001	-483	-481	-485	-485	-490	-484	-498	
5	.0001	-582	-580	-585	-584	-590	-583	-600	
6	50.0001	-822	-683	-740	-768	-729	-771	-902	
7	100.0001	-1096	-808	-922	-985	-882	-965	-1253	
8	120.0001	-1222	-872	-1011	-1090	-963	-1094	-1412	
9	140.0001	-1265	-1082	-1070	-1258	-1038	-1215	-1752	
10	150.0001	-1270	-1185	-1097	-1351	-1074	-1283	-2441	
11	160.0001	-1304	-1262	-1062	-1387	-1107	-1361	-2749	
12	170.0001	-1294	-1321	-1042	-1449	-1142	-1438	-3216	
13	180.0001	-1215	-1334	-1861	-2616	-1142	-1680	-4135	
14	.0001	-468	-257	-1729	-4164	201	-577	-6182	

Daten zu Geber-Nr. 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Versuch: VT04-B-1/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	
2	.0001	1.7451	-1.7831	-1.8961	-1.3821	1.3261	.4421	1.5181	
3	.0001	3.8821	-3.6421	-3.7711	-2.9901	2.1801	.8241	3.0511	
4	.0001	5.8551	-5.5201	-5.4861	-4.6491	2.8151	1.2021	4.5991	
5	.0001	7.0081	-6.6601	-6.7501	-5.6591	3.3841	1.4101	5.5181	
6	50.0001	8.1331	-8.0791	-8.0181	-6.6661	3.3651	1.6191	6.5301	
7	100.0001	10.0921	-9.7111	-9.4551	-7.8161	2.9611	1.8441	7.6201	
8	120.0001	10.8981	-10.3161	-9.9291	-8.3331	2.8041	1.9461	8.0961	
9	140.0001	11.9991	-10.9771	-10.4771	-8.9091	2.5751	2.0331	8.6241	
10	150.0001	12.6741	-11.2881	-10.6941	-9.1851	2.4491	2.1011	8.9331	
11	160.0001	13.4251	-11.5561	-10.8541	-9.6191	2.4501	2.1361	9.2371	
12	170.0001	14.2871	-12.0521	-11.1591	-9.9871	2.4981	2.2201	9.5891	
13	180.0001	15.6241	-12.8921	-11.8621	-10.4791	2.2651	2.2961	10.0271	
14	.0001	5.3551	-3.3361	-3.0091	-2.1971	-12.3901	.2961	2.3011	

RT E - II - S Y M A

VT04-A-2/0 Fr 25.11.88 13:11:23

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT04-A-2/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	
2	20.0001	-29	-347	-24	-268	-2	-213	5	
3	40.0001	-203	-623	-104	-480	-39	-376	-9	
4	60.0001	-413	-970	-205	-689	-80	-561	-31	
5	80.0001	-616	-1366	-290	-882	-111	-728	-38	
6	100.0001	-1210	-1970	-384	-1084	-134	-913	-37	
7	120.0001	-1754	-2369	-481	-1291	-149	-1100	-25	
8	140.0001	-2325	-2763	-583	-1505	-154	-1302	1	
9	160.0001	-3137	-3496	-711	-1684	-165	-1511	32	
10	180.0001	-5227	-6919	-852	-1774	-183	-1690	64	
11	200.0001	-11015	-11921	-984	-1805	-201	-1850	94	
12	220.0001	-20329	-15323	-1021	-2406	-196	-2126	33	
13	230.0001	-26572	-16160	-567	-5357	-193	-2222	-122	
14	240.0001	----	-14956	1923	-23644	-318	-1932	-654	
15	.0001	----	-114	5402	----	-1717	232	-2057	

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT04-A-2/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	
2	20.0001	39	-7	-36	-31	-27	-49	-21	
3	40.0001	71	1	-100	-12	-37	-83	-39	
4	60.0001	108	5	-180	17	-62	-136	-62	
5	80.0001	146	11	-277	72	-66	-183	-79	
6	100.0001	191	14	-381	136	-71	-237	-97	
7	120.0001	242	14	-484	205	-70	-289	-114	
8	140.0001	302	11	-592	281	-66	-343	-129	
9	160.0001	361	15	-713	383	-53	-406	-140	
10	180.0001	409	26	-891	543	-15	-487	-139	
11	200.0001	464	28	-1163	784	49	-599	-117	
12	220.0001	561	-24	-1485	1151	132	-731	-32	
13	230.0001	708	-152	-1761	1389	156	-784	93	
14	240.0001	1127	-618	-2276	1853	114	-808	587	
15	.0001	1972	-1821	-4357	2640	552	-225	2397	

Daten zu Geber-Nr. 64, 65, 91, 92, 93, 94, 95

Versuch: VT04-B-1/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 64	Geber- Nr. 65	Geber- Nr. 91	Geber- Nr. 92	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 95	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	.0001	0	0	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	
2	.0001	-155	160	-1.679	-2.061	-1.698	1.690	.001	
3	.0001	-317	328	-3.430	-4.018	-3.499	3.527	.003	
4	.0001	-481	547	-5.169	-6.096	-5.322	5.425	.001	
5	.0001	-580	590	-6.171	-7.277	-6.835	6.589	.000	
6	50.0001	-636	703	-7.253	-8.581	-7.823	7.886	-.082	
7	100.0001	-713	736	-8.439	-10.014	-9.453	9.686	-.145	
8	120.0001	-791	844	-9.922	-10.361	-10.567	10.592	-.177	
9	140.0001	-854	921	-9.660	-11.076	-10.873	11.696	-.195	
10	150.0001	-921	979	-10.157	-11.783	-11.291	12.419	-.215	
11	160.0001	-1198	1043	-10.185	-12.248	-11.821	13.198	-.226	
12	170.0001	-1505	1085	-10.719	-12.795	-12.612	14.075	-.249	
13	180.0001	-2266	1135	-11.268	-13.803	-13.698	15.419	-.255	
14	.0001	-4391	67	-2.244	-3.406	-3.476	5.331	.044	

Daten zu Geber-Nr. 103, 104, 105, 109, 110, 0, 0

Versuch: VT04-B-1/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105	Geber- Nr. 109	Geber- Nr. 110	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[--]	[--]	
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	----	----	
2	.0001	1.9851	1.5781	.510	50.2891	50.2941	----	----	
3	.0001	3.6581	3.1881	.991	101.3081	104.6691	----	----	
4	.0001	5.5001	4.7851	1.423	152.331	157.8561	----	----	
5	.0001	6.4651	5.7681	1.658	182.461	188.9681	----	----	
6	50.0001	7.7591	6.8291	1.871	210.0181	217.0651	----	----	
7	100.0001	9.0841	7.9801	2.097	238.7541	246.1511	----	----	
8	120.0001	9.6351	8.4841	2.195	250.2701	257.7331	----	----	
9	140.0001	10.2771	9.0441	2.281	261.4431	268.7741	----	----	
10	150.0001	10.6581	9.3671	2.346	267.2901	274.5751	----	----	
11	160.0001	11.0421	9.6911	2.401	272.5521	279.7161	----	----	
12	170.0001	11.4821	10.0761	2.465	278.1271	285.2821	----	----	
13	180.0001	12.0671	10.5601	2.539	282.481	289.2851	----	----	
14	.0001	3.1131	2.4071	.3351	.5001	-.1781	----	----	

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT04-A-2/0				um/m = Mikrometer/Meter					
[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	
2	20.0001	-158	33	4	55	4	45	-2	
3	40.0001	-277	126	83	103	44	84	20	
4	60.0001	-417	204	181	154	83	121	35	
5	80.0001	-546	172	247	211	128	164	57	
6	100.0001	-691	380	462	277	177	210	73	
7	120.0001	-841	474	493	349	225	263	89	
8	140.0001	-1007	579	527	425	275	323	105	
9	160.0001	-1184	684	578	474	319	377	129	
10	180.0001	-1353	890	697	485	316	412	156	
11	200.0001	-1518	1658	1346	544	211	464	142	
12	220.0001	-1557	2917	2525	861	-116	622	-17	
13	230.0001	-1386	3487	3313	1368	-307	1014	-362	
14	240.0001	-685	4238	4543	3584	-213	2224	-1291	
15	.0001	1610	3493	5676	8897	4100	5229	-1899	

Daten zu Geber-Nr. 109, 110, 0, 0, 0, 0, 0

Versuch: VT04-A-2/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 109	Geber- Nr. 110	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0
[Z-Nr.]	[kN]	[kN]	[kN]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]
1	.0001	.0001	.0001	----	----	----	----	----
2	20.0001	14.8761	1.2371	----	----	----	----	----
3	40.0001	29.3651	2.8231	----	----	----	----	----
4	60.0001	43.8051	4.5861	----	----	----	----	----
5	80.0001	57.8091	6.2351	----	----	----	----	----
6	100.0001	71.6761	7.7851	----	----	----	----	----
7	120.0001	84.6511	8.9871	----	----	----	----	----
8	140.0001	97.6111	10.0251	----	----	----	----	----
9	160.0001	109.9771	10.9631	----	----	----	----	----
10	180.0001	122.1581	11.8231	----	----	----	----	----
11	200.0001	134.6321	12.6411	----	----	----	----	----
12	220.0001	146.8271	13.4091	----	----	----	----	----
13	230.0001	152.9531	13.7291	----	----	----	----	----
14	240.0001	158.9431	13.8001	----	----	----	----	----
15	.0001	-.4071	.0711	----	----	----	----	----

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14
[Z-Nr.]	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	73	62	67	71	52	85	26
3	.0001	154	134	139	157	105	186	44
4	.0001	194	156	174	192	132	231	49
5	20.0001	136	-92	119	22	80	142	-23
6	40.0001	87	-365	75	-170	41	47	-92
7	60.0001	25	-659	39	-397	7	-66	-156
8	80.0001	-58	-972	-7	-640	-31	-192	-216
9	100.0001	-261	-1377	-244	-843	-273	-201	-486
10	.0001	-1166	21	-1027	517	-947	1557	-3937

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28
[Z-Nr.]	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-273	-262	-266	-254	-261	-250	-256
3	.0001	-561	-534	-548	-518	-537	-509	-529
4	.0001	-678	-664	-664	-627	-651	-617	-641
5	20.0001	-647	-678	-636	-661	-631	-652	-628
6	40.0001	-610	-719	-604	-709	-605	-703	-608
7	60.0001	-589	-781	-583	-769	-586	-762	-582
8	80.0001	-587	-844	-620	-740	-625	-895	-600
9	100.0001	-300	-920	-585	-842	-626	-966	-624
10	.0001	2839	-5268	2295	-6707	1715	-6365	1453

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 36	Geber- Nr. 37	Geber- Nr. 38	Geber- Nr. 39	Geber- Nr. 40	Geber- Nr. 41	Geber- Nr. 42
[Z-Nr.]	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-143	-38	-80	-262	-260	-266	-261
3	.0001	-295	-58	-164	-529	-537	-535	-544
4	.0001	-361	-55	-203	-642	-651	-648	-661
5	20.0001	-391	-11	-223	-838	-664	-863	-664
6	40.0001	-387	18	-215	-1072	-666	-1096	-678
7	60.0001	-327	18	-156	-1350	-654	-1355	-691
8	80.0001	-257	39	-73	-1490	-738	-1626	-828
9	100.0001	-286	221	-25	-4186	-904	-4116	-1648
10	.0001	-1356	495	-590	-14175	-1199	-16653	-100

Daten zu Geber-Nr. 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100
[Z-Nr.]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-3.5241	-3.4491	-2.3401	-3.4171	-3.4681	-2.9951	-6.0441
3	.0001	-7.1441	-6.9921	-5.8731	-7.0221	-7.0881	-6.1241	-1.3521
4	.0001	-8.6291	-8.4581	-7.6391	-8.5731	-8.6311	-7.4611	-1.7531
5	20.0001	-9.5431	-9.3451	-8.5731	-9.4911	-9.5191	-8.1991	-1.4291
6	40.0001	-10.5251	-10.2771	-9.4341	-10.3081	-10.4861	-8.9611	-1.8311
7	60.0001	-11.5451	-11.1871	-10.1851	-11.4501	-11.4261	-9.7381	-1.9951
8	80.0001	-12.6821	-12.2211	-11.2971	-12.3881	-12.2221	-10.4491	-2.3471
9	100.0001	-14.2521	-13.5681	-12.3871	-13.5851	-13.3551	-11.3421	-2.2931
10	.0001	-3.1481	-3.1141	-3.5401	-2.8121	-2.5111	-1.8751	-3.301

***** R T E - I I - S Y M A *****

VT05-A-1/0

Fr 25.11.88 13:13:57

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7
[Z-Nr.]	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	46	92	48	85	53	79	57
3	.0001	94	205	103	187	112	171	121
4	.0001	97	263	111	238	125	217	140
5	20.0001	-368	170	-281	161	-210	152	-143
6	40.0001	-879	44	-706	74	-574	90	-452
7	60.0001	-1305	-154	-1085	-41	-911	13	-776
8	80.0001	-1387	-621	-1278	-234	-1188	-107	-1121
9	100.0001	-9439	-2096	-1670	-894	-1593	-358	-1578
10	.0001	32767	-6409	32767	-1528	-15288	-499	-1697

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21
[Z-Nr.]	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	99	-5	99	-27	68	-26	-267
3	.0001	220	-28	216	-73	143	-64	-547
4	.0001	277	-42	272	-97	178	-81	-661
5	20.0001	285	-143	336	-214	261	-172	-696
6	40.0001	307	-256	434	-359	339	-289	-731
7	60.0001	315	-375	535	-527	454	-440	-785
8	80.0001	339	-523	671	-766	597	-653	-922
9	100.0001	575	-925	1012	-1256	810	-951	-1336
10	.0001	2781	-3599	579	-395	445	-225	-2535

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 34	Geber- Nr. 35
[Z-Nr.]	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-247	-253	-205	-215	-160	-184	-102
3	.0001	-502	-523	-414	-447	-314	-383	-187
4	.0001	-617	-638	-496	-543	-368	-466	-212
5	20.0001	-667	-638	-521	-558	-372	-493	-191
6	40.0001	-737	-634	-567	-550	-397	-490	-191
7	60.0001	-838	-625	-653	-513	-457	-439	-229
8	80.0001	-935	-638	-791	-525	-543	-406	-272
9	100.0001	-981	-714	-855	-739	-517	-555	-127
10	.0001	-4947	1174	-483	518	928	-1872	814

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 91, 92

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 43	Geber- Nr. 44	Geber- Nr. 45	Geber- Nr. 46	Geber- Nr. 47	Geber- Nr. 91	Geber- Nr. 92
[Z-Nr.]	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]
1	.0001	0	0	0	0	0	.0001	.0001
2	.0001	-258	-264	-261	-262	235	-3.2801	-3.6311
3	.0001	-525	-537	-533	-531	394	-6.2261	-7.3071
4	.0001	-637	-652	-645	-644	557	-7.6181	-8.8221
5	20.0001	-732	-761	-727	-746	657	-8.3391	-9.7031
6	40.0001	-840	-879	-822	-859	721	-9.3461	-10.6671
7	60.0001	-962	-1013	-930	-983	763	-11.1941	-11.6011
8	80.0001	-1066	-1185	-1060	-1154	790	-11.3561	-12.5801
9	100.0001	-1328	-2631	-1079	-1503	876	-12.9951	-13.9041
10	.0001	212	-11104	514	-2343	-110	-2.6521	-2.5891

Daten zu Geber-Nr. 101, 102, 103, 104, 105, 109, 110

Versuch: VT05-A-1/0

um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105	Geber- Nr. 109	Geber- Nr. 110
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	.9241	3.2041	3.8971	3.1661	.8471	50.4741	49.5401
3	.0001	1.5791	6.3351	7.2431	6.3741	1.5481	100.7341	103.1831
4	.0001	1.8241	7.6231	8.5921	7.6441	1.8221	121.1431	124.7891
5	20.0001	1.9521	8.3341	9.3861	8.1381	1.9461	130.4791	134.6001
6	40.0001	2.0861	9.0741	10.0501	9.1251	2.0721	140.2221	144.8031
7	60.0001	2.2221	9.8261	10.8861	9.8821	2.1241	150.1011	155.0331
8	80.0001	2.3761	10.6081	11.8971	10.7001	2.3441	159.8651	165.0301
9	100.0001	2.5361	11.5261	12.8951	11.6631	2.4171	169.5161	174.8201
10	.0001	.3261	2.0751	3.0651	1.9421	.3021	19.3931	19.0361

***** R T E - I I - S Y M A *****

VT05-M-4/0

Fr 25.11.88 13:15:44

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 101, 102, 103, 104, 105, 109, 110

Versuch: VT05-M-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105	Geber- Nr. 109	Geber- Nr. 110
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	40.0001	.5941	2.4371	2.7941	2.4191	.6391	39.1161	38.1651
3	80.0001	1.1371	4.8971	5.7871	4.8871	1.2311	79.6751	81.3631
4	120.0001	1.6931	7.5291	8.9381	7.5261	1.8141	120.3641	124.6681
5	160.0001	2.2681	10.4261	12.4471	10.4461	2.4521	162.1741	168.0511
6	200.0001	2.8311	13.4651	16.1071	13.4551	3.0161	201.7121	208.9461
7	210.0001	2.9861	14.4521	17.2481	14.4251	3.1961	211.6981	219.1981
8	220.0001	3.1891	15.8521	18.8191	15.7261	3.3861	221.7341	229.2731

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT05-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	1	28	-1	16	-5	-89	-117
3	.0001	29	39	20	19	6	-188	-241
4	50.0001	-183	-16	-134	-37	-94	-147	-268
5	100.0001	-394	-82	-292	-117	-184	53	1
6	125.0001	-538	-10	-466	-58	-322	150	-170
7	.0001	-533	-13	-458	-64	-311	165	-182
8	150.0001	-801	454	-886	387	-683	657	125
9	160.0001	-1118	699	-1115	511	-755	1687	1098
10	170.0001	-2149	994	-1354	571	-699	3083	2681
11	.0001	-1635	-35	-49	196	-103	7785	8032
12	.0001	-1607	-175	-49	76	-111	7994	8235

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT05-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-65	-17	-41	-115	-125	-114	-125
3	.0001	-129	-45	-77	-243	-249	-239	-247
4	50.0001	-187	-2	-105	-546	-333	-585	-265
5	100.0001	-252	47	-127	-993	-264	-990	-202
6	125.0001	-343	166	-214	-1321	-122	-1269	-77
7	.0001	-338	161	-207	-1334	-111	-1285	-58
8	150.0001	-501	531	-426	-2195	140	-2082	279
9	160.0001	-539	686	-480	-3931	428	-2735	439
10	170.0001	-775	955	-621	-7042	689	-4018	604
11	.0001	-1827	1312	-1316	-17573	850	-14065	1566
12	.0001	-1667	1244	-1175	-17095	1101	-13654	1796

Daten zu Geber-Nr. 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100

Versuch: VT05-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-1.4621	-1.5681	-9.381	-1.6231	-1.4771	-1.3831	1.7461
3	.0001	-3.2011	-3.1701	-2.7551	-3.4221	-3.2881	-2.8831	3.3961
4	50.0001	-4.8391	-4.8881	-4.4571	-5.1621	-4.9141	-4.3621	5.2701
5	100.0001	-6.9041	-6.3521	-6.5351	-6.9921	-6.9551	-5.9111	7.2381
6	125.0001	-7.8791	-7.8631	-7.6831	-7.8671	-8.0341	-6.7001	8.2901
7	.0001	-8.0111	-7.9311	-7.7641	-8.0381	-8.2301	-6.7351	8.3581
8	150.0001	-8.9181	-8.9201	-8.8011	-9.1291	-9.1911	-7.5521	9.6451
9	160.0001	-9.4191	-9.5111	-9.4071	-9.5601	-9.6411	-7.9441	10.3331
10	170.0001	-10.1471	-10.3281	-10.3741	-10.3811	-10.3781	-8.4611	11.4311
11	.0001	-5.9091	-7.4521	-7.2321	-5.8841	-5.4501	-4.4961	7.6681
12	.0001	-2.2661	-3.6171	-3.6811	-2.3201	-1.5991	-1.4221	3.9491

***** R T E - I I - S Y M A *****

VT06-A-1/0

Fr 25.11.88 13:19:34

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT06-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	33	8	37	7	34	4	34
3	.0001	47	65	57	54	51	42	51
4	50.0001	-461	-419	-254	-301	-112	-223	-37
5	100.0001	-1640	-1631	-603	-621	-305	-474	-136
6	125.0001	-4280	-2763	-845	-677	-432	-560	-137
7	.0001	-4576	-2877	-829	-688	-427	-582	-138
8	150.0001	-15788	-5295	-1207	-620	-542	-604	98
9	160.0001	-18733	-9410	-1089	-830	-348	-902	370
10	170.0001	-22747	-14019	-838	-1173	380	-1827	1164
11	.0001	-32036	-22996	-4181	-2748	12319	-22377	891
12	.0001	-31950	-23039	-4081	-2890	12207	-22378	747

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT06-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-99	-106	-86	-98	-67	-79	-44
3	.0001	-215	-218	-189	-199	-148	-161	-101
4	50.0001	-191	-246	-181	-257	-133	-219	-77
5	100.0001	-133	-293	-159	-325	-107	-288	-42
6	125.0001	-89	-366	-106	-395	-30	-364	63
7	.0001	-83	-368	-102	-394	-29	-360	61
8	150.0001	-107	-497	29	-526	199	-493	383
9	160.0001	-336	-429	34	-482	300	-470	540
10	170.0001	-1099	267	-251	66	592	-547	991
11	.0001	-2903	5718	1106	2536	3404	-1807	2062
12	.0001	-2631	5784	1313	2636	3407	-1687	1994

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 31, 92

Versuch: VT06-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 92
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]
1	.0001	0	0	0	0	0	.0001	.0001
2	.0001	-115	-124	-119	-122	127	-1.4021	-1.1481
3	.0001	-241	-246	-246	-245	265	-2.7961	-3.1571
4	50.0001	-422	-454	-392	-458	369	-4.2181	-5.1261
5	100.0001	-561	-708	-529	-692	442	-5.8461	-8.0261
6	125.0001	-591	-866	-571	-833	512	-6.6581	-8.0261
7	.0001	-585	-870	-568	-835	514	-6.6971	-8.1371
8	150.0001	-560	-1133	-524	-1109	569	-7.5541	-9.0561
9	160.0001	-512	-1313	-427	-1333	588	-7.9721	-9.3981
10	170.0001	-530	-1422	-204	-2158	612	-8.3611	-9.9591
11	.0001	-222	-2241	924	-3242	84	-4.2041	-5.3441
12	.0001	63	-1921	1188	-2897	-165	-1.2031	-1.8611

Daten zu Geber-Nr. 101, 102, 103, 104, 105, 109, 110

Versuch: VT06-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105	Geber- Nr. 109	Geber- Nr. 110
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	.3581	1.3851	1.5521	1.4181	.4091	28.7151	28.2471
3	.0001	.6891	2.8221	3.1591	2.9011	.8661	59.2811	60.5391
4	50.0001	.9851	4.2371	4.8721	4.3611	1.1331	83.5351	87.0861
5	100.0001	1.2971	5.7331	6.6831	5.9111	1.4591	108.9191	114.4511
6	125.0001	1.4451	6.4981	7.6161	6.6921	1.6231	121.7791	128.0241
7	.0001	1.4571	6.5371	7.6511	6.7471	1.6371	121.8221	128.0881
8	150.0001	1.3811	7.3071	8.6211	7.5351	1.7941	134.5751	141.4111
9	160.0001	1.6641	7.6671	9.0771	7.8751	1.8691	139.8141	146.7441
10	170.0001	1.7401	8.1271	9.6761	8.4271	1.9571	145.1041	152.0761
11	.0001	.6691	4.1231	4.9321	4.4011	1.0951	60.5751	61.5271
12	.0001	.1631	1.1791	1.6611	1.4371	.2081	-.6651	-.2561

***** R T E - I I - S Y M A *****

VT07-A-1/0

Fr 25.11.88 13:22:36

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	112	56	111	74	86	80	80
3	.0001	172	105	173	130	128	141	118
4	.0001	265	109	272	144	184	159	166
5	.0001	320	113	330	145	213	157	189
6	20.0001	125	-430	126	-301	132	-227	138
7	40.0001	-158	-902	-182	-701	39	-584	88
8	80.0001	-639	-1870	-825	-1312	-128	-1150	23
9	90.0001	-646	-1831	-902	-1376	-150	-1232	14
10	100.0001	-682	-2029	-981	-1461	-167	-1343	6
11	110.0001	-966	-2723	-1037	-1544	-185	-1460	-4
12	120.0001	-3274	-5990	-1074	-1659	-182	-1647	-11
13	.0001	-5812	-9424	-503	83	-346	-1052	2413

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	82	94	71	90	24	136	136
3	.0001	124	149	111	145	57	202	202
4	.0001	159	214	136	220	97	306	306
5	.0001	173	239	136	253	111	366	366
6	20.0001	93	129	43	196	58	406	406
7	40.0001	-4	0	-50	107	-8	416	416
8	80.0001	-209	-232	-213	-65	-132	326	326
9	90.0001	-265	-286	-259	-107	-164	304	304
10	100.0001	-335	-342	-318	-143	-191	284	284
11	110.0001	-386	-414	-358	-187	-220	284	284
12	120.0001	-446	-493	-435	-195	-249	405	405
13	.0001	-248	350	-738	936	88	-256	-256

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 34	Geber- Nr. 35
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-338	-399	-251	-391	-394	-385	-355
3	.0001	-503	-601	-362	-589	-597	-576	-537
4	.0001	-666	-803	-470	-788	-797	-776	-718
5	.0001	-754	-911	-522	-893	-898	-877	-806
6	20.0001	-706	-915	-480	-908	-874	-895	-810
7	40.0001	-736	-933	-484	-932	-928	-929	-866
8	80.0001	-782	-987	-486	-991	-1024	-988	-972
9	90.0001	-791	-1005	-483	-1006	-1045	-1002	-995
10	100.0001	-810	-1007	-483	-1009	-1069	-1013	-1030
11	110.0001	-826	-997	-475	-996	-1074	-1010	-1054
12	120.0001	-849	-991	-466	-991	-1050	-1016	-1024
13	.0001	1035	473	1457	-1991	3225	-5050	1525

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 43	Geber- Nr. 44	Geber- Nr. 45	Geber- Nr. 46	Geber- Nr. 47	Geber- Nr. 48	Geber- Nr. 49
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-391	-414	-342	-358	-429	-429	-430
3	.0001	-587	-607	-515	-517	-655	-650	-656
4	.0001	-778	-833	-691	-715	-858	-866	-857
5	.0001	-872	-962	-769	-824	-953	-964	-933
6	20.0001	-997	-1085	-808	-888	-1067	-1001	-1025
7	40.0001	-1183	-1285	-889	-972	-1075	-1037	-1042
8	80.0001	-1590	-1628	-1062	-1147	-1616	-982	-1112
9	90.0001	-1682	-1721	-1101	-1189	-1755	-917	-1167
10	100.0001	-1799	-1845	-1157	-1251	-1789	-841	-1517
11	110.0001	-1943	-2105	-1222	-1339	-18647	-1022	-1730
12	120.0001	-2131	-2520	-1284	-1459	-9315	-1253	-2145
13	.0001	-1077	-3414	-642	-393	-10618	-1450	-3506

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	86	97	91	97	96	87	95
3	.0001	147	149	153	147	153	132	153
4	.0001	172	227	186	215	200	182	210
5	.0001	174	262	191	243	210	200	228
6	20.0001	-163	142	-102	145	20	119	71
7	40.0001	-484	-41	-387	0	-251	8	-95
8	80.0001	-1003	-465	-850	-344	-643	-244	-384
9	90.0001	-1102	-553	-956	-423	-732	-311	-454
10	100.0001	-1224	-638	-1078	-501	-836	-380	-530
11	110.0001	-1376	-728	-1222	-581	-966	-445	-626
12	120.0001	-1583	-778	-1446	-623	-1158	-491	-759
13	.0001	-14759	7413	-23686	128	-3146	-313	-74

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	85	91	89	-307	-375	-334	-409
3	.0001	134	136	156	-456	-566	-501	-617
4	.0001	144	190	201	-604	-742	-655	-824
5	.0001	115	208	215	-695	-846	-759	-938
6	20.0001	-10	170	93	-825	-807	-702	-933
7	40.0001	-45	115	-25	-841	-786	-730	-942
8	80.0001	-25	-18	-203	-653	-821	-774	-1002
9	90.0001	-23	-56	-253	-672	-858	-791	-1036
10	100.0001	-16	-96	-307	-735	-873	-830	-1047
11	110.0001	139	-126	-381	-831	-883	-883	-1054
12	120.0001	474	-159	-507	-909	-820	-967	-1039
13	.0001	709	-6	-167	-555	-318	180	229

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 36	Geber- Nr. 37	Geber- Nr. 38	Geber- Nr. 39	Geber- Nr. 40	Geber- Nr. 41	Geber- Nr. 42
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-347	-331	-338	-307	-319	-177	-184
3	.0001	-513	-503	-501	-463	-472	-260	-258
4	.0001	-697	-673	-677	-622	-641	-348	-362
5	.0001	-785	-759	-764	-698	-722	-388	-406
6	20.0001	-818	-771	-796	-727	-754	-403	-432
7	40.0001	-857	-826	-843	-781	-800	-424	-466
8	80.0001	-943	-944	-940	-897	-905	-490	-531
9	90.0001	-956	-959	-962	-922	-929	-506	-548
10	100.0001	-990	-998	-1004	-968	-972	-528	-578
11	110.0001	-1028	-1032	-1052	-1018	-1026	-557	-610
12	120.0001	-1092	-1024	-1129	-1052	-1092	-580	-635
13	.0001	-4879	552	-3511	-32	-1570	-242	-339

Daten zu Geber-Nr. 50, 51, 52, 53, 54, 55, 77

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 50	Geber- Nr. 51	Geber- Nr. 52	Geber- Nr. 53	Geber- Nr. 54	Geber- Nr. 55	Geber- Nr. 77
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-422	-416	-427	-419	-414	-134	388
3	.0001	-644	-634	-646	-641	-632	-188	622
4	.0001	-854	-827	-858	-840	-830	-244	879
5	.0001	-930	-884	-926	-915	-904	-278	985
6	20.0001	-960	-928	-994	-960	-966	-462	1066
7	40.0001	-961	-1024	-1338	-1001	-1042	-678	1167
8	80.0001	-1092	-2399	-4770	-1056	-1165	-1182	1362
9	90.0001	-1162	-2579	-5161	-1073	-1199	-1295	1414
10	100.0001	-1295	-2842	-5768	-1080	-1229	-1484	1477
11	110.0001	-1356	-2979	-6250	-1060	-1251	-1620	1537
12	120.0001	-1346	-2957	-6758	-1021	-1269	-1810	1588
13	.0001	-55	-1157	-8021	606	-395	-590	353

Daten zu Geber-Nr. 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 91	Geber- Nr. 92	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-4.172	-4.550	-4.481	-4.608	-3.749	-4.631	-4.632
3	.0001	-6.339	-6.836	-6.783	-6.952	-6.351	-7.036	-6.757
4	.0001	-8.715	-9.147	-9.241	-9.577	-8.818	-9.700	-9.548
5	.0001	-9.681	-11.001	-10.255	-10.634	-9.576	-10.746	-10.179
6	20.000	-10.287	-11.725	-10.938	-11.358	-10.785	-11.396	-10.941
7	40.000	-12.231	-14.154	-13.436	-13.847	-12.225	-13.938	-13.785
8	80.000	-12.742	-14.715	-13.880	-14.308	-12.502	-14.365	-14.379
9	100.000	-13.078	-15.273	-14.714	-14.831	-14.279	-14.917	-14.712
10	100.000	-13.498	-15.725	-15.138	-15.337	-14.799	-15.433	-15.235
11	110.000	-14.008	-16.086	-15.338	-15.887	-14.464	-15.984	-15.810
12	120.000	-2.704	-2.907	-3.053	-3.472	-3.739	-3.226	-3.182
13	.0001							

Daten zu Geber-Nr. 109, 110, 0, 0, 0, 0, 0

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 109	Geber- Nr. 110	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0
	[kN]	[kN]	[kN]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]
1	.0001	.0001	.0001	----	----	----	----	----
2	.0001	103.289	105.044	----	----	----	----	----
3	.0001	154.220	157.336	----	----	----	----	----
4	.0001	207.258	210.973	----	----	----	----	----
5	.0001	225.598	229.301	----	----	----	----	----
6	20.000	234.001	237.729	----	----	----	----	----
7	40.000	243.084	246.834	----	----	----	----	----
8	80.000	263.461	267.058	----	----	----	----	----
9	90.000	267.719	271.185	----	----	----	----	----
10	100.000	274.056	277.334	----	----	----	----	----
11	110.000	279.539	282.716	----	----	----	----	----
12	120.000	285.044	288.076	----	----	----	----	----
13	.0001	.056	.328	----	----	----	----	----

***** R T E - I I - S Y M A *****

VT07-A-4/0

Fr 25.11.88 13:26: 2

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT07-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-1	183	19	162	36	145	51
3	.0001	71	293	100	260	120	229	140
4	50.000	-1096	-378	-914	-393	-706	-375	-541
5	80.000	-1744	-746	-1515	-761	-1192	-727	-927
6	90.000	-1957	-848	-1718	-867	-1354	-829	-1054
7	100.000	-2144	-980	-1921	-973	-1520	-937	-1180
8	110.000	-2122	-1302	-2021	-1054	-1633	-1024	-1272
9	120.000	-2200	-1937	-2048	-1200	-1679	-1185	-1294
10	130.000	-3259	-7009	-1981	-1358	-1585	-1443	-1135
11	135.000	32767	1739	-319	-994	-214	-1696	1140
12	.0001	32767	3938	706	-1331	295	-1968	1640
13	200.000	32767	6278	345	184	166	1884	1934

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT07-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	94	64	93	62	45	77	-14
3	.0001	177	120	166	122	65	165	-19
4	50.000	29	-272	51	-203	-215	167	-181
5	80.000	29	-577	47	-444	-413	218	-293
6	90.000	55	-701	64	-539	-486	252	-334
7	100.000	96	-840	94	-641	-569	297	-380
8	110.000	169	-1004	144	-753	-669	371	-432
9	120.000	304	-1206	230	-879	-807	502	-492
10	130.000	566	-1485	377	-1016	-1044	794	-568
11	135.000	175	-147	74	194	-1665	2218	-282
12	.0001	-823	548	-738	617	-1443	1516	-234
13	200.000	481	220	604	364	1682	2677	306

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT07-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 34	Geber- Nr. 35
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-396	-415	-385	-410	-373	-401	-370
3	.0001	-682	-721	-660	-711	-639	-696	-634
4	50.000	-588	-571	-572	-598	-558	-611	-558
5	80.000	-535	-515	-514	-560	-501	-591	-499
6	90.000	-518	-501	-495	-554	-480	-588	-475
7	100.000	-491	-507	-465	-562	-445	-599	-441
8	110.000	-450	-623	-408	-650	-386	-670	-376
9	120.000	-431	-802	-338	-799	-287	-799	-262
10	130.000	-413	-1093	-221	-1048	-118	-1034	-43
11	135.000	-2016	1024	399	2527	1741	2285	2934
12	.0001	-1321	1538	985	3005	2188	2736	3222
13	200.000	2623	486	68	2016	1363	1774	2661

Daten zu Geber-Nr. 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105

Versuch: VT07-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-4.289	4.644	.930	4.063	4.566	4.156	1.289
3	.0001	-6.371	6.918	1.346	6.156	6.916	6.289	1.818
4	.0001	-8.845	9.480	1.758	8.491	9.426	8.600	2.323
5	.0001	-9.689	10.480	1.931	9.407	10.474	9.522	2.512
6	20.000	-10.284	11.357	2.025	9.976	11.317	10.108	2.616
7	40.000	-10.876	12.169	2.124	10.586	11.900	10.719	2.725
8	80.000	-12.344	14.013	2.335	11.983	13.845	12.093	2.962
9	90.000	-12.648	14.452	2.388	12.316	14.238	12.428	3.018
10	100.000	-13.154	15.070	2.442	12.758	14.677	12.869	3.088
11	110.000	-13.564	15.673	2.501	13.183	15.235	13.280	3.153
12	120.000	-14.024	16.279	2.558	13.597	15.871	13.688	3.222
13	.0001	-2.677	3.497	.348	2.722	3.210	2.655	.413

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT07-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	128	63	118	79	104	90	79
3	.0001	204	153	188	174	168	180	129
4	50.000	-352	-408	-335	-241	-311	-43	-301
5	80.000	-699	-709	-678	-423	-664	-91	-638
6	90.000	-804	-803	-800	-468	-792	-83	-765
7	100.000	-918	-892	-915	-499	-933	-57	-914
8	110.000	-1023	-951	-1048	-495	-1100	3	-1106
9	120.000	-1208	-936	-1248	-408	-1358	140	-1336
10	130.000	-1555	-695	-1685	-25	-1956	484	-1782
11	135.000	-6105	9901	-21369	3843	-10435	331	-789
12	.0001	-8071	13598	-28236	3789	-11171	-728	121
13	200.000	7361	13016	27766	4506	10901	404	71

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT07-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	75	35	170	91	89	-408	-412
3	.0001	143	111	258	176	149	-703	-717
4	50.000	77	-138	358	46	-121	-608	-535
5	80.000	78	-305	452	48	-352	-563	-472
6	90.000	85	-375	497	66	-447	-552	-456
7	100.000	98	-461	568	104	-551	-532	-451
8	110.000	120	-587	674	172	-685	-543	-598
9	120.000	168	-728	794	312	-859	-626	-805
10	130.000	252	-841	982	606	-1171	-768	-1175
11	135.000	422	-869	3007	559	-203	-5063	-118
12	.0001	204	-965	2354	208	-148	-4289	450
13	200.000	688	817	3224	683	124	6668	668

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT07-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

[Z-Nr.]	Last	Geber- Nr. 36	Geber- Nr. 37	Geber- Nr. 38	Geber- Nr. 39	Geber- Nr. 40	Geber- Nr. 41	Geber- Nr. 42
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-392	-319	-359	-302	-344	-285	-319
3	.0001	-679	-544	-617	-513	-589	-483	-543
4	50.000	-622	-481	-636	-459	-623	-447	-579
5	80.000	-618	-413	-680	-396	-677	-402	-629
6	90.000	-621	-382	-702	-366	-702	-378	-648
7	100.000	-637	-341	-731	-324	-736	-348	-682
8	110.000	-700	-270	-787	-259	-785	-298	-723
9	120.000	-820	-143	-884	-143	-871	-217	-788

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Versuch: VT07-A-4/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 43	Geber- Nr. 44	Geber- Nr. 45	Geber- Nr. 46	Geber- Nr. 47	Geber- Nr. 48	Geber- Nr. 49	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-250	-259	-159	-145	-406	-400	-315	
3	.0001	-418	-430	-246	-245	-690	-689	-535	
4	50.0001	-441	-446	-226	-222	-939	-960	-583	
5	80.0001	-457	-468	-229	-197	-1104	-1131	-602	
6	90.0001	-464	-475	-233	-184	-1161	-1192	-605	
7	100.0001	-472	-486	-241	-167	-1223	-1247	-604	
8	110.0001	-477	-498	-252	-148	-1288	-1273	-600	
9	120.0001	-488	-512	-271	-120	-1351	-1204	-577	
10	130.0001	-509	-555	-312	-82	-1355	-1229	-507	
11	135.0001	-686	-801	-481	-156	-117	-4080	199	
12	.0001	-212	-259	-79	22	570	-3130	374	
13	290.0001	1052	1233	778	250	622	4636	66	

Daten zu Geber-Nr. 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Versuch: VT07-A-4/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 57	Geber- Nr. 58	Geber- Nr. 59	Geber- Nr. 60	Geber- Nr. 61	Geber- Nr. 62	Geber- Nr. 63	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-407	-416	-122	-115	-99	-116	-44	
3	.0001	-703	-713	-193	-185	-166	-202	-80	
4	50.0001	-843	-917	-252	-215	-191	-283	-146	
5	80.0001	-936	-1087	-226	-166	-153	-514	-203	
6	90.0001	-968	-1124	-200	-131	-127	-559	-226	
7	100.0001	-996	-1168	-156	-79	-87	-818	-255	
8	110.0001	-1024	-1228	-84	0	-32	-681	-288	
9	120.0001	-1032	-1292	83	142	82	-770	-334	
10	130.0001	-1013	-1390	449	455	244	-923	-409	
11	135.0001	641	-3540	1228	692	229	-1220	-365	
12	.0001	1259	-2704	883	314	-54	-842	-231	
13	290.0001	37	4344	1486	1017	607	1612	489	

Daten zu Geber-Nr. 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Versuch: VT07-A-4/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	
2	.0001	-4.6081	-4.5821	-4.6261	-4.1961	5.0041	1.0391	4.0911	
3	.0001	-8.0321	-8.1551	-8.0301	-7.0401	8.4251	1.6221	6.9671	
4	50.0001	-9.6521	-9.8031	-9.6851	-8.3701	10.1971	1.8501	8.2041	
5	80.0001	-10.7551	-10.8701	-10.5851	-9.1701	11.3781	1.9941	9.2211	
6	90.0001	-11.1331	-11.2481	-10.9451	-9.4571	11.7911	2.0351	9.3071	
7	100.0001	-11.5261	-11.6371	-11.4941	-9.7501	12.2111	2.0911	9.5931	
8	110.0001	-11.9431	-12.0281	-11.8731	-10.0261	12.6491	2.1291	9.8841	
9	120.0001	-12.3531	-12.4441	-12.0191	-10.3281	13.1251	2.1771	10.1901	
10	130.0001	-12.7881	-12.8951	-12.4621	-10.6091	13.6841	2.2321	10.5111	
11	135.0001	-10.3381	-9.4811	-9.4151	-8.1271	11.1971	1.7491	7.8001	
12	.0001	-2.4351	-1.7341	-1.7291	-1.1351	3.1941	1.771	1.2021	
13	290.0001	16.4441	15.8841	15.8621	13.7361	17.8651	2.7461	13.3181	

***** R T E - II - S Y M A *****

VT08-B-1/0

Fr 25.11.88 13:29:32

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT08-B-1/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	25	46	40	41	48	35	53	
3	.0001	53	146	77	127	90	112	102	
4	.0001	77	228	112	198	135	173	152	
5	.0001	90	286	133	248	163	215	185	
6	30.0001	-308	156	-195	135	-119	117	-55	
7	60.0001	-642	-13	-468	-9	-350	-7	-245	
8	90.0001	-1021	-104	-780	-225	-622	-79	-476	
9	120.0001	-1445	-170	-1139	-429	-937	-113	-743	
10	140.0001	-1812	-107	-1503	-453	-1284	-24	-1060	
11	150.0001	-1957	-17	-1733	62	-1533	108	-1298	
12	.0001	-4540	-276	-9598	1688	-22597	9103	-9513	

Daten zu Geber-Nr. 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Versuch: VT07-A-4/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 50	Geber- Nr. 51	Geber- Nr. 52	Geber- Nr. 53	Geber- Nr. 54	Geber- Nr. 55	Geber- Nr. 56	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-349	-440	-398	-434	-406	-415	-409	
3	.0001	-595	-749	-700	-741	-692	-715	-712	
4	50.0001	-657	-1218	-664	-1109	-776	-865	-954	
5	80.0001	-720	-1505	-685	-1331	-775	-971	-1117	
6	90.0001	-745	-1554	-707	-1398	-806	-1004	-1173	
7	100.0001	-769	-1595	-737	-1443	-830	-1039	-1234	
8	110.0001	-808	-1626	-781	-1465	-842	-1043	-1316	
9	120.0001	-856	-2375	-738	-1586	-824	-1022	-1432	
10	130.0001	-919	-2970	-739	-1932	-770	-934	-1790	
11	135.0001	-1047	-8278	-830	-4820	-273	-264	-2104	
12	.0001	-467	-7170	-175	-3821	348	391	-1273	
13	290.0001	1322	8042	1333	5438	977	880	2648	

Daten zu Geber-Nr. 64, 65, 77, 91, 92, 93, 94

Versuch: VT07-A-4/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 64	Geber- Nr. 65	Geber- Nr. 77	Geber- Nr. 91	Geber- Nr. 92	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	.0001	0	0	0	.0001	.0001	.0001	.0001	
2	.0001	-183	-178	450	-3.9631	-4.4841	-4.7201	-4.5281	
3	.0001	-297	-189	760	-6.9341	-7.7681	-8.1661	-7.9581	
4	50.0001	-426	-197	1010	-8.1891	-9.2871	-9.7031	-9.5851	
5	80.0001	-458	-471	1170	-9.0041	-10.2511	-10.8281	-10.6241	
6	90.0001	-457	-482	1225	-9.5431	-10.6111	-11.1911	-10.9991	
7	100.0001	-483	-483	1270	-9.5931	-10.9491	-11.5691	-11.3521	
8	110.0001	-457	-457	1309	-9.8821	-11.2841	-11.9591	-11.7071	
9	120.0001	-457	-457	1339	-10.3881	-11.6451	-12.3241	-12.0951	
10	130.0001	-457	-457	1369	-10.4911	-12.0051	-12.7361	-12.5061	
11	135.0001	-457	-457	1366	-7.8091	-8.9761	-9.4801	-9.8801	
12	.0001	-748	-1254	275	-1.0901	-1.4381	-1.6861	-2.1521	
13	290.0001	1600	1003	1477	-13.4531	-16.5801	-16.8401	-16.0671	

Daten zu Geber-Nr. 103, 104, 105, 109, 110, 0, 0

Versuch: VT07-A-4/0									
um/m = Mikrometer/Meter									
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105	Geber- Nr. 109	Geber- Nr. 110	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[--]	[--]	
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	----	----	
2	.0001	4.8181	4.2171	1.2681	101.1181	103.0851	----	----	
3	.0001	8.3111	7.1621	1.9401	171.1381	174.7781	----	----	
4	50.0001	9.9281	8.4261	2.1731	194.6531	198.6971	----	----	
5	80.0001	10.9931	9.2711	2.3261	209.4431	213.5391	----	----	
6	90.0001	11.3681	9.5651	2.3771	214.2821	218.3981	----	----	
7	100.0001	11.7421	9.8581	2.4291	219.2391	223.3691	----	----	
8	110.0001	12.1201	10.1581	2.4781	224.2041	228.2901	----	----	
9	120.0001	12.5221	10.4691	2.5341	228.9591	233.0171	----	----	
10	130.0001	12.9491	10.8021	2.5901	233.9101	237.9391	----	----	
11	135.0001	9.6701	8.0561	2.0711	168.7501	171.0831	----	----	
12	.0001	1.9911	1.2081	1.981	1.1131	1.4391	----	----	
13	290.0001	16.1551	13.7141	3.1431	283.6671	286.8781	----	----	

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT08-B-1/0		um/m = Mikrometer/Meter							
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	
2	.0001	29	58	25	66	19	70	14	
3	.0001	100	109	86	126	69	141	51	
4	.0001	151	167	132	196	104	218	75	
5	.0001	188	207	164	245	128	273	89	
6	30.0001	101	-1	83	85	56	172	19	
7	60.0001	-13	-159	-24	-23	-37	117	-72	
8	90.0001	-83	-353	-99	-155	-120	64	-178	
9	120.0001	-119	-570	-144	-295	-189	26	-292	
10	140.0001	-36	-849	-76	-499	-163	-39	-361	
11	150.0001	92	-1075	34	-679	-106	-96	-389	
12	.0001	3331	-1360	-209	-24	-491	7	-306	

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT08-B-1/0									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21		
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]		
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	56	23	28	23	54	44	48		
3	.0001	126	52	65	50	109	118	98		
4	.0001	193	77	97	77	147	184	134		
5	.0001	242	93	120	96	177	230	162		
6	30.0001	179	43	69	103	144	330	120		
7	60.0001	140	-10	20	114	151	388	104		
8	90.0001	133	-102	-29	130	125	505	73		
9	120.0001	167	-205	-73	137	58	681	7		
10	140.0001	279	-356	-88	125	-110	920	-118		
11	150.0001	411	-494	-79	100	-267	1103	-120		
12	.0001	6769	-8209	380	-65	-2532	2994	-5086		

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT08-B-1/0									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 34	Geber- Nr. 35		
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]		
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-202	-203	-195	-201	-186	-199	-181		
3	.0001	-413	-413	-396	-407	-383	-404	-374		
4	.0001	-627	-628	-604	-622	-582	-617	-564		
5	.0001	-776	-778	-747	-771	-719	-764	-696		
6	30.0001	-802	-783	-774	-778	-753	-777	-736		
7	60.0001	-866	-836	-840	-836	-824	-841	-811		
8	90.0001	-1044	-980	-1001	-827	-976	-969	-956		
9	120.0001	-1182	-1137	-1129	-823	-1099	-1113	-1075		
10	140.0001	-1309	-1214	-1238	-791	-1196	-1173	-1162		
11	150.0001	-1394	-1283	-1301	-1241	-1253	-1206	-1212		
12	.0001	-985	-63	-2483	806	-4208	2021	-2443		

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Versuch: VT08-B-1/0									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 43	Geber- Nr. 44	Geber- Nr. 45	Geber- Nr. 46	Geber- Nr. 47	Geber- Nr. 48	Geber- Nr. 49		
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]		
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-85	-94	-201	-204	-189	-189	-197		
3	.0001	-175	-194	-410	-414	-384	-383	-406		
4	.0001	-263	-284	-617	-623	-579	-576	-614		
5	.0001	-325	-364	-755	-771	-719	-712	-760		
6	30.0001	-343	-375	-883	-893	-837	-829	-781		
7	60.0001	-374	-397	-1045	-1079	-980	-952	-823		
8	90.0001	-417	-431	-1241	-1296	-1187	-1195	-897		
9	120.0001	-466	-465	-1459	-1527	-1437	-1424	-1041		
10	140.0001	-499	-491	-1642	-1702	-1764	-1733	-1165		
11	150.0001	-512	-508	-1777	-1840	-2767	-2649	-1256		
12	.0001	-425	-554	-1327	-1268	-3618	-3124	-1289		

Daten zu Geber-Nr. 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Versuch: VT08-B-1/0									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 57	Geber- Nr. 58	Geber- Nr. 59	Geber- Nr. 60	Geber- Nr. 61	Geber- Nr. 62	Geber- Nr. 63		
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]		
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-215	-211	-216	-212	-217	-214	-215		
3	.0001	-433	-426	-436	-427	-436	-432	-430		
4	.0001	-649	-638	-653	-640	-653	-647	-642		
5	.0001	-803	-786	-806	-789	-806	-798	-790		
6	30.0001	-918	-907	-906	-911	-907	-913	-950		
7	60.0001	-1011	-971	-1204	-1069	-1029	-1069	-1097		
8	90.0001	-1101	-1039	-1681	-1139	-1100	-1199	-1261		
9	120.0001	-1117	-1071	-2039	-1166	-1138	-1283	-3585		
10	140.0001	-1140	-1098	-2374	-1196	-1158	-1341	-4196		
11	150.0001	-1146	-1103	-2630	-1204	-1144	-1366	-4392		
12	.0001	464	-345	-1136	-535	634	99	-4316		

Daten zu Geber-Nr. 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103

Versuch: VT08-B-1/0									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	Geber- Nr. 103		
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001		
2	.0001	2.3931	-2.2321	-2.1021	-1.9441	.4961	1.9721	2.2721		
3	.0001	4.7151	-4.5571	-4.6041	-4.0481	.9551	3.9861	4.5931		
4	.0001	7.0801	-6.8421	-6.8851	-6.0821	1.1251	5.9821	6.8741		
5	.0001	8.7231	-8.4391	-8.6371	-7.5191	1.6671	7.3811	8.4811		
6	30.0001	9.8501	-9.3611	-9.5371	-8.2621	1.6341	8.1031	9.3681		
7	60.0001	11.1531	-10.4371	-10.5931	-9.1211	1.7161	8.9981	10.4691		
8	90.0001	12.5561	-11.7301	-11.8271	-10.1241	1.8941	10.0081	11.6561		
9	120.0001	14.0671	-12.9761	-13.0141	-11.1021	2.0631	11.0461	12.9901		
10	140.0001	15.2381	-13.8831	-13.8491	-11.8261	2.1861	11.8031	13.8971		
11	150.0001	15.9171	-14.4511	-14.2071	-12.2511	2.3411	12.2331	14.3951		
12	.0001	5.2381	-3.7381	-3.7681	-2.4601	.3561	2.5011	3.1771		

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT08-B-1/0									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28		
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]		
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	42	39	43	51	32	61	22		
3	.0001	115	68	134	93	101	122	69		
4	.0001	175	101	215	140	160	186	106		
5	.0001	220	121	271	171	200	230	132		
6	30.0001	289	-238	112	-18	109	125	58		
7	60.0001	330	-586	-90	-183	-4	49	-35		
8	90.0001	415	-964	-229	-371	-73	-18	-116		
9	120.0001	550	-1384	-298	-611	-100	-97	-209		
10	140.0001	762	-1784	-230	-880	-32	-182	-265		
11	150.0001	1213	-2027	-112	-1087	70	-233	-287		
12	.0001	5600	-4878	14	-7104	4501	-579	262		

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT08-B-1/0									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 36	Geber- Nr. 37	Geber- Nr. 38	Geber- Nr. 39	Geber- Nr. 40	Geber- Nr. 41	Geber- Nr. 42		
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]		
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-195	-175	-192	-155	-181	-145	-169		
3	.0001	-402	-362	-397	-321	-376	-298	-345		
4	.0001	-610	-550	-606	-490	-573	-448	-522		
5	.0001	-755	-679	-749	-604	-710	-554	-647		
6	30.0001	-778	-720	-779	-647	-758	-597	-697		
7	60.0001	-851	-801	-858	-724	-853	-670	-787		
8	90.0001	-982	-938	-987	-831	-981	-764	-907		
9	120.0001	-1121	-1046	-1125	-922	-1122	-868	-1052		
10	140.0001	-1173	-1132	-1172	-999	-1183	-939	-1155		
11	150.0001	-1193	-1173	-1179	-1031	-1185	-984	-1226		
12	.0001	1101	-1519	716	-574	317	-184	-2644		

Daten zu Geber-Nr. 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Versuch: VT08-B-1/0									um/m = Mikrometer/Meter	
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 50	Geber- Nr. 51	Geber- Nr. 52	Geber- Nr. 53	Geber- Nr. 54	Geber- Nr. 55	Geber- Nr. 56		
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]		
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-200	-177	-189	-163	-184	-219	-207		
3	.0001	-412	-364	-389	-335	-379	-439	-421		
4	.0001	-623	-549	-589	-506	-573	-658	-631		
5	.0001	-770	-681	-730	-626	-710	-812	-779		
6	30.0001	-754	-720	-750	-669	-754	-853	-875		
7	60.0001	-760	-790	-799	-741	-831	-1074	-925		
8	90.0001	-797	-891	-875	-843	-937	-1193	-1007		
9	120.0001	-930	-1025	-992	-955	-1064	-1176	-1610		
10	140.0001	-1032	-1116	-1052	-1028	-1133	-1189	-1813		
11	150.0001	-1107	-1152	-1075	-1052	-1169	-1188	-1936		
12	.0001	-331	-5757	3530	-6179	1858	449	-1893		

Daten zu Geber-Nr. 64, 65, 91, 92, 93, 94, 95

Versuch: VT08-B-1/0							um/m = Mikrometer/Meter		
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 64	Geber- Nr. 65	Geber- Nr. 91	Geber- Nr. 92	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 95	
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	.0001	0	0	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	
2	.0001	-216	207	-2.136	-2.1791	-2.467	2.2801	.0101	
3	.0001	-440	421	-4.163	-4.4691	-4.778	4.5691	.0091	
4	.0001	-661	634	-6.276	-6.8611	-6.896	6.8161	.0111	
5	.0001	-816	782	-7.7471	-8.4061	-8.4311	8.4021	.0161	
6	30.0001	-896	869	-8.4201	-9.3481	-9.4261	9.4851	-.0621	
7	60.0001	-941	966	-9.4371	-10.3841	-10.5001	10.7301	-.1441	
8	90.0001	-1012	1172	-10.4541	-11.3731	-11.6791	12.1001	-.2031	
9	120.0001	-1160	1386	-11.4401	-12.3771	-12.8811	13.5561	-.2511	
10	140.0001	-1174	1513	-12.1941	-13.6531	-13.8671	14.6541	-.2801	
11	150.0001	-1176	1576	-12.5941	-14.1481	-14.4211	15.3201	-.2911	
12	.0001	-2247	369	-2.6581	-3.2421	-3.4571	4.4661	-.2221	

RT E - II - S Y M A

VT09-A-1/0 Fr 25.11.88 13:32:33

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT09-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-29	63	-15	57	-7	53	3
3	.0001	9	112	28	99	35	91	43
4	.0001	56	156	77	136	83	126	85
5	.0001	93	209	121	180	127	166	127
6	.0001	159	252	197	217	205	201	195
7	20.0001	-197	23	-86	56	-27	83	27
8	40.0001	-581	-251	-403	-126	-298	-42	-166
9	60.0001	-931	-553	-706	-315	-569	-164	-366
10	80.0001	-1239	-863	-1022	-495	-868	-263	-580
11	100.0001	-1616	-1202	-1363	-635	-1258	-304	-853
12	120.0001	-1869	-1267	-1858	-537	-2073	-31	-1181
13	130.0001	-800	-4300	-6116	665	-19748	3599	-1190
14	.0001	3395	-11280	-10499	1849	32767	3751	206

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT09-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	46	15	39	33	13	-149	-145
3	.0001	83	51	71	73	13	-308	-303
4	.0001	118	86	107	101	29	-461	-459
5	.0001	155	128	139	135	42	-622	-620
6	.0001	194	179	187	229	15	-814	-816
7	20.0001	121	62	134	214	-47	-785	-757
8	40.0001	42	-43	51	217	-133	-795	-722
9	60.0001	-25	-138	-41	201	-207	-795	-674
10	80.0001	-72	-206	-146	185	-275	-778	-623
11	100.0001	-62	-230	-303	151	-337	-716	-527
12	120.0001	55	233	-843	-1145	918	-1002	-533
13	130.0001	517	1946	-1799	-1156	936	-1224	-1919
14	.0001	-826	2072	-1472	-1082	955	-395	-3623

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT09-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-144	-141	-139	-137	-129	-129	-118
3	.0001	-294	-294	-284	-285	-263	-265	-243
4	.0001	-440	-444	-424	-430	-392	-398	-361
5	.0001	-592	-600	-569	-581	-527	-537	-488
6	.0001	-780	-797	-754	-775	-705	-721	-662
7	20.0001	-758	-757	-744	-748	-706	-709	-671
8	40.0001	-773	-743	-768	-743	-737	-716	-708
9	60.0001	-780	-717	-785	-729	-766	-716	-736
10	80.0001	-775	-683	-796	-702	-802	-710	-779
11	100.0001	-764	-641	-791	-661	-865	-699	-843
12	120.0001	-842	-552	-815	-548	-981	-663	-973
13	130.0001	1015	1309	-1481	1337	-3197	1424	-1954
14	.0001	4686	3238	-833	1446	-3320	2395	-2068

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT09-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-113	-79	-64	-188	-131	-174	-148
3	.0001	-235	-162	-132	-352	-296	-346	-304
4	.0001	-351	-237	-192	-511	-458	-513	-456
5	.0001	-475	-320	-257	-672	-623	-687	-610
6	.0001	-646	-447	-359	-836	-799	-890	-774
7	20.0001	-646	-457	-364	-1005	-770	-1078	-761
8	40.0001	-667	-490	-385	-1821	-804	-1270	-911
9	60.0001	-681	-517	-397	-3504	-765	-1416	-947
10	80.0001	-702	-560	-412	-4025	-700	-1717	-997
11	100.0001	-728	-608	-427	-4498	-574	-2325	-1489
12	120.0001	-771	-395	-417	-5509	-424	-3683	-1822
13	130.0001	-589	-456	-469	-11376	74	-9488	-1245
14	.0001	-248	-336	-406	-15655	653	-15055	4

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT09-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 34	Geber- Nr. 35
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	.0001	.0001
2	.0001	-159	-154	-153	-153	162	-1.7961	-2.0921
3	.0001	-327	-314	-316	-313	322	-3.5661	-4.1101
4	.0001	-486	-468	-472	-465	504	-5.4181	-6.0001
5	.0001	-648	-624	-630	-620	690	-7.4011	-8.3151
6	.0001	-834	-805	-815	-805	891	-9.7201	-10.8391
7	20.0001	-975	-914	-833	-875	968	-10.1611	-11.3681
8	40.0001	-1061	-1449	-1348	-1260	1022	-10.8131	-12.0531
9	60.0001	-1069	-1697	-1736	-1570	1090	-11.3901	-12.7981
10	80.0001	-1054	-1901	-1937	-1754	1164	-12.0401	-13.5061
11	100.0001	-1036	-2120	-2290	-2054	1243	-12.7711	-14.4921
12	120.0001	-1202	-2753	-2973	-2589	1234	-13.6491	-15.5471
13	130.0001	-935	-3410	-2380	-3569	911	-10.5861	-12.1151
14	.0001	-50	-2991	-727	-4442	230	-2.6531	-3.3791

Daten zu Geber-Nr. 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100

Versuch: VT09-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-1.9831	-1.9471	-1.3871	-1.9401	-1.9391	-1.6991	2.2101
3	.0001	-3.9141	-3.8691	-3.7401	-3.7861	-3.5841	-3.4561	4.0841
4	.0001	-5.9461	-5.6291	-5.9121	-5.8551	-5.9471	-5.2611	6.0701
5	.0001	-8.1041	-7.7251	-8.0291	-7.9231	-8.0191	-7.1701	8.1471
6	.0001	-10.6051	-10.1931	-10.5051	-10.4251	-10.8471	-9.4201	10.6911
7	20.0001	-11.1681	-10.7681	-11.0081	-11.0021	-11.3861	-9.8041	11.3431
8	40.0001	-11.9371	-11.5551	-11.7901	-11.7581	-12.1431	-10.4831	12.1831
9	60.0001	-12.5251	-12.2441	-12.5111	-12.5581	-12.8091	-10.9831	12.9221
10	80.0001	-13.3941	-13.0121	-13.2971	-13.3241	-13.5351	-11.6141	13.7361
11	100.0001	-14.2971	-13.9111	-14.2161	-14.3201	-14.3981	-12.3881	14.6871
12	120.0001	-15.4991	-15.1911	-15.4781	-15.4821	-15.6301	-13.1681	16.2051
13	130.0001	-12.2321	-12.3381	-12.7971	-12.2641	-12.1731	-10.1371	13.9531
14	.0001	-3.3951	-4.2101	-4.9101	-3.3771	-3.5971	-2.5611	5.9911

Daten zu Geber-Nr. 101, 102, 103, 104, 105, 106, 109

Versuch: VT09-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105	Geber- Nr. 106	Geber- Nr. 109
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Volt]	[kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	.4441	1.7511	1.9221	1.7441	.5301	-.0001	51.1051
3	.0001	.8401	3.4631	3.8001	3.4821	1.0011	.0001	102.4381
4	.0001	1.2051	5.2351	5.7481	5.2791	1.4471	.0001	152.1721
5	.0001	1.5691	7.1131	7.8271	7.1911	1.8631	.0001	203.3661
6	.0001	1.8981	9.3171	10.2701	9.4011	2.2971	-.0001	253.8551
7	20.0001	1.9731	9.7691	10.8041	9.8671	2.3731	.0001	262.8641
8	40.0001	2.0561	10.3961	11.5511	10.5051	2.4591	.0001	272.6341
9	60.0001	2.1361	10.9641	12.2041	11.0521	2.5361	-.0001	282.5261
10	80.0001	2.2201	11.5511	12.9341	11.6781	2.6401	.0001	292.6911
11	100.0001	2.3211	12.2471	13.7581	12.3871	2.7431	.0001	302.9171
12	120.0001	2.4341	13.0751	14.5061	13.1811	2.8551	.0001	313.0791
13	130.0001	1.6211	10.1951	11.2251	10.1801	2.0851	.0001	211.8731
14	.0001	.3821	2.6731	3.0151	2.6301	.3501	.0001	-.8401

Daten zu Geber-Nr. 110, 0, 0, 0, 0, 0, 0

Versuch: VT09-A-1/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 110	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	----	----	----	----	----	----
2	.0001	52.0611	----	----	----	----	----	----
3	.0001	105.4491	----	----	----	----	----	----
4	.0001	156.9241	----	----	----	----	----	----
5	.0001	209.1621	----	----	----	----	----	----
6	.0001	259.8741	----	----	----	----	----	----
7	20.0001	269.0301	----	----	----	----	----	----
8	40.0001	278.7851	----	----	----	----	----	----
9	60.0001	288.7431	----	----	----	----	----	----
10	80.0001	298.8181	----	----	----	----	----	----
11	100.0001	308.9171	----	----	----	----	----	----
12	120.0001	319.2161	----	----	----	----	----	----
13	130.0001	215.4351	----	----	----	----	----	----
14	.0001	-.8911	----	----	----	----	----	----

***** R T E - I I - S Y M A *****

VT09-A-4/0

Fr 25.11.88 13:36:49

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT09-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-45	86	-31	74	-21	69	-4
3	.0001	-2	129	11	114	19	109	32
4	.0001	44	166	58	149	63	147	72
5	.0001	86	192	98	172	102	174	105
6	20.0001	-193	7	-152	38	-124	84	-83
7	40.0001	-461	-283	-400	-161	-355	-44	-294
8	60.0001	-708	-627	-630	-395	-581	-190	-515
9	80.0001	-947	-997	-857	-634	-817	-326	-752
10	100.0001	-1241	-1420	-1127	-868	-1102	-433	-1044
11	120.0001	-1500	-1672	-1471	-986	-1523	-419	-1463
12	130.0001	-1873	-1853	-1758	-892	-1904	-242	-1801
13	140.0001	-3495	-1884	-1991	-691	-3972	628	-2154
14	.0001	420	-13161	-5201	514	32767	3403	977

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT09-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-147	-134	-142	-117	-125	-119	-111
3	.0001	-299	-281	-289	-244	-256	-249	-228
4	.0001	-453	-429	-437	-369	-390	-380	-346
5	.0001	-575	-548	-555	-467	-496	-485	-438
6	20.0001	-556	-505	-543	-431	-484	-460	-432
7	40.0001	-532	-462	-526	-392	-476	-439	-427
8	60.0001	-503	-418	-506	-350	-468	-415	-423
9	80.0001	-474	-364	-488	-307	-457	-380	-412
10	100.0001	-455	-297	-482	-246	-465	-333	-408
11	120.0001	-602	-192	-588	-148	-526	-231	-410
12	130.0001	-808	-123	-748	-60	-623	-125	-429
13	140.0001	-1057	37	-1151	268	-966	202	-499
14	.0001	2174	1335	-1276	-417	-1564	895	-434

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 91, 92

Versuch: VT09-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 91	Geber- Nr. 92
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]
1	.0001	0	0	0	0	0	.0001	.0001
2	.0001	-165	-152	-157	-159	130	-2.0511	-1.8901
3	.0001	-327	-307	-317	-317	289	-3.7901	-3.9111
4	.0001	-494	-470	-484	-481	567	-5.6981	-6.0451
5	.0001	-628	-600	-617	-612	820	-7.3281	-7.8641
6	20.0001	-700	-665	-662	-675	875	-7.7311	-8.2311
7	40.0001	-780	-742	-717	-752	1010	-8.2291	-8.9531
8	60.0001	-857	-831	-776	-833	1138	-8.6581	-9.4921
9	80.0001	-930	-919	-870	-911	1288	-9.2391	-10.1361
10	100.0001	-1006	-1041	-897	-1014	1394	-9.7051	-10.7791
11	120.0001	-987	-1324	-959	-1182	1555	-10.2331	-11.5691
12	130.0001	-961	-1536	-1028	-1295	1674	-10.5301	-11.8861
13	140.0001	-1024	-2088	-1067	-1353	1798	-10.8971	-12.5741
14	.0001	178	-1480	976	-1612	1025	-9.9701	-1.3391

Daten zu Geber-Nr. 101, 102, 103, 104, 105, 106, 109

Versuch: VT09-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102	Geber- Nr. 103	Geber- Nr. 104	Geber- Nr. 105	Geber- Nr. 106	Geber- Nr. 109
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Vol%]	[kN]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	.4841	1.8251	2.0721	1.8541	.6261	-.0001	50.2721
3	.0001	.9711	3.6501	4.1211	3.7091	1.1671	.0001	101.2101
4	.0001	1.4581	5.5851	6.3201	5.6801	1.6931	-.0001	152.3291
5	.0001	1.8451	7.1321	8.0741	7.2431	2.0561	.0001	192.4141
6	20.0001	1.9241	7.5271	8.5531	7.6351	2.1411	-.0001	201.2161
7	40.0001	2.0231	8.0061	9.1261	8.1131	2.2311	-.0001	211.0831
8	60.0001	2.1111	8.4781	9.6881	8.5981	2.3211	-.0001	221.1381
9	80.0001	2.1931	8.9711	10.2961	9.1031	2.4211	-.0001	231.2891
10	100.0001	2.2831	9.4391	10.8371	9.5731	2.5061	-.0001	241.3831
11	120.0001	2.3741	9.9571	11.4161	10.1111	2.6021	-.0001	251.6701
12	130.0001	2.4521	10.2461	11.7671	10.4081	2.6491	-.0001	256.8311
13	140.0001	2.5091	10.5891	12.1941	10.8021	2.6701	-.0001	262.1091
14	.0001	.2781	1.0491	1.2041	.9931	.2021	-.0001	-1.7301

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT09-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	53	10	38	34	-7	-154	-141
3	.0001	91	37	79	75	-13	-314	-294
4	.0001	125	65	117	115	-21	-475	-449
5	.0001	148	88	146	146	-30	-603	-572
6	20.0001	124	-53	148	126	-77	-590	-534
7	40.0001	88	-214	142	95	-131	-564	-489
8	60.0001	54	-376	132	64	-190	-530	-436
9	80.0001	41	-530	115	37	-254	-496	-375
10	100.0001	65	-692	92	19	-334	-459	-302
11	120.0001	194	-822	19	46	-462	-736	-223
12	130.0001	384	-840	-58	113	-577	-1060	-255
13	140.0001	700	-648	-250	233	-723	-1461	-400
14	.0001	-1328	1720	-1962	224	-391	-955	-2873

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT09-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-109	-54	-60	-179	-131	-194	-123
3	.0001	-227	-110	-127	-340	-284	-355	-285
4	.0001	-344	-159	-193	-508	-440	-524	-451
5	.0001	-437	-195	-246	-641	-565	-657	-583
6	20.0001	-424	-215	-177	-787	-566	-851	-514
7	40.0001	-412	-225	-113	-955	-563	-1040	-479
8	60.0001	-399	-222	-59	-1129	-561	-1225	-460
9	80.0001	-379	-209	-10	-1316	-556	-1402	-455
10	100.0001	-354	-174	20	-1502	-567	-1659	-437
11	120.0001	-314	-114	35	-1748	-705	-1567	-598
12	130.0001	-289	-65	28	-2465	-832	-1555	-752
13	140.0001	-270	0	6	-3577	-826	-18437	-682
14	.0001	-169	71	-24	-9672	127	-15324	529

Daten zu Geber-Nr. 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100

Versuch: VT09-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100
	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-1.9391	-2.0601	-.8571	-2.1471	-1.7151	-1.7871	2.2981
3	.0001	-4.0301	-4.0641	-3.6381	-4.1151	-3.7721	-3.6841	4.2851
4	.0001	-6.1801	-6.2621	-5.7461	-6.2361	-6.2241	-5.6471	6.4341
5	.0001	-7.9311	-8.0211	-7.4211	-7.9431	-7.8981	-7.2371	8.1531
6	20.0001	-8.4351	-9.0381	-13.6341	-8.4601	-8.4651	-7.6531	8.7391
7	40.0001	-9.0791	-9.6861	-14.3651	-9.0771	-9.0751	-8.1321	9.4351
8	60.0001	-9.7031	-10.2771	-14.7271	-9.6731	-9.6721	-8.6271	10.1051
9	80.0001	-10.4011	-11.0021	-15.3761	-10.4151	-10.4261	-9.1271	10.8071
10	100.0001	-11.0601	-11.6511	-16.0541	-11.0511	-11.0341	-9.6121	11.5051
11	120.0001	-11.8001	-12.4071	-16.9841	-11.8311	-11.7701	-10.1131	12.2811
12	130.0001	-12.2391	-12.8851	-17.5181	-12.0971	-12.2421	-10.4181	12.7551
13	140.0001	-12.6081	-13.4971	-18.0791	-12.6041	-12.7831	-10.8421	13.3481
14	.0001	-1.5991	-2.5871	-7.7511	-1.3701	-1.2811	-1.0781	2.4811

Daten zu Geber-Nr. 110, 0, 0, 0, 0, 0, 0

Versuch: VT09-A-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 110	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0	Geber- Nr. 0
	[kN]	[kN]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]	[--]
1	.0001	.0001	----	----	----	----	----	----
2	.0001	51.4321	----	----	----	----	----	----
3	.0001	104.2991	----	----	----	----	----	----
4	.0001	156.9311	----	----	----	----	----	----
5	.0001	197.7461	----	----	----	----	----	----
6	20.0001	206.8661	----	----	----	----	----	----
7	40.0001	217.1501	----	----	----	----	----	----
8	60.0001	227.3881	----	----	----	----	----	----
9	80.0001	237.6051	----	----	----	----	----	----
10	100.0001	247.8471	----	----	----	----	----	----
11	120.0001	258.0501	----	----	----	----	----	----
12	130.0001	263.1441	----	----	----	----	----	----
13	140.0001	268.2981	----	----	----	----	----	----
14	.0001	-1.6791	----	----	----	----	----	----

RT E - II - S Y M A

VT10-B-4/0

Fr 25.11.88 13:40:21

Interaktion von Biegung und einseitiger Lasteinleitung

Daten zu Geber-Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Versuch: VT10-B-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 1	Geber- Nr. 2	Geber- Nr. 3	Geber- Nr. 4	Geber- Nr. 5	Geber- Nr. 6	Geber- Nr. 7
[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	24	53	35	39	37	28	52
3	.0001	43	116	69	88	74	66	126
4	.0001	58	184	98	141	109	105	196
5	.0001	91	235	141	181	155	137	266
6	.0001	164	233	211	181	219	137	334
7	50.0001	8	-344	152	-295	229	-302	386
8	100.0001	-174	-864	149	-831	352	-854	550
9	120.0001	-181	-1132	261	-1159	529	-1205	692
10	130.0001	-107	-1339	414	-1419	718	-1476	809
11	140.0001	230	-1748	858	-1944	1234	-2098	1040
12	150.0001	438	-1936	1262	-2459	2375	-4048	1371
13	160.0001	-1295	889	255	-3311	5193	----	243

Daten zu Geber-Nr. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Versuch: VT10-B-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 15	Geber- Nr. 16	Geber- Nr. 17	Geber- Nr. 18	Geber- Nr. 19	Geber- Nr. 20	Geber- Nr. 21
[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	19	56	36	33	60	11	-119
3	.0001	39	124	72	75	122	25	-247
4	.0001	48	202	104	120	184	36	-374
5	.0001	76	262	147	157	249	45	-500
6	.0001	141	278	211	163	315	47	-600
7	50.0001	103	-356	317	-308	420	-303	-618
8	100.0001	26	-930	565	-908	678	-808	-694
9	120.0001	18	-1229	804	-1317	906	-1139	-750
10	130.0001	86	-1455	1035	-1648	1102	-1361	-792
11	140.0001	268	-1776	1700	-2664	1487	-1688	-847
12	150.0001	297	-1921	2911	-4826	1916	-1893	-886
13	160.0001	-1521	896	7398	----	64	-196	-1337

Daten zu Geber-Nr. 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Versuch: VT10-B-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 29	Geber- Nr. 30	Geber- Nr. 31	Geber- Nr. 32	Geber- Nr. 33	Geber- Nr. 34	Geber- Nr. 35
[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-116	-114	-150	-151	-137	-139	-149
3	.0001	-234	-230	-307	-309	-281	-283	-308
4	.0001	-353	-348	-465	-469	-425	-426	-467
5	.0001	-468	-462	-619	-626	-568	-571	-624
6	.0001	-565	-557	-745	-756	-686	-690	-759
7	50.0001	-631	-625	-951	-971	-882	-874	-762
8	100.0001	-727	-722	-1250	-1262	-1176	-1117	-825
9	120.0001	-770	-778	-1422	-1418	-1362	-1238	-905
10	130.0001	-786	-787	-1530	-1526	-1474	-1309	-927
11	140.0001	-796	-791	-1726	-1712	-1720	-1531	-963
12	150.0001	-839	-815	-2018	-2026	-2101	-2068	-986
13	160.0001	-300	-1725	-1292	-1071	-1827	-1453	-1719

Daten zu Geber-Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Versuch: VT10-B-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 43	Geber- Nr. 44	Geber- Nr. 45	Geber- Nr. 46	Geber- Nr. 47	Geber- Nr. 48	Geber- Nr. 49
[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-156	-153	-152	-152	-150	-154	-155
3	.0001	-319	-311	-313	-311	-308	-314	-318
4	.0001	-480	-465	-471	-467	-465	-471	-477
5	.0001	-645	-621	-632	-625	-626	-628	-640
6	.0001	-765	-733	-749	-739	-747	-738	-762
7	50.0001	-1137	-820	-906	-933	-846	-882	-969
8	100.0001	-2838	-967	-897	-1068	-954	-1026	-1200
9	120.0001	-3587	-1020	-936	-1111	-1002	-1085	-2198
10	130.0001	-4118	-1165	-966	-1150	-1020	-1109	-3147
11	140.0001	-4844	-1240	-1078	-1170	-1000	-1001	-4919
12	150.0001	-5840	-1262	-1390	-1211	-1003	-1012	-5943
13	160.0001	-8544	-377	-372	22	-2725	83	-11772

Daten zu Geber-Nr. 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Versuch: VT10-B-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 96	Geber- Nr. 97	Geber- Nr. 98	Geber- Nr. 99	Geber- Nr. 100	Geber- Nr. 101	Geber- Nr. 102
[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	1.8411	-1.8044	-1.8481	-1.5555	1.8191	.4771	1.6771
3	.0001	3.8181	-3.8881	-3.8001	-3.3371	3.7951	.9151	3.4721
4	.0001	5.8641	-6.0511	-5.8741	-5.2401	5.8281	1.3281	5.3171
5	.0001	7.8821	-8.1091	-7.9391	-7.0871	7.8821	2.0501	7.2151
6	.0001	9.7551	-9.8901	-9.8761	-8.7071	9.6761	2.3801	8.8481
7	50.0001	11.5701	-11.4801	-11.2521	-9.9471	11.4871	2.3721	10.0931
8	100.0001	13.7121	-13.4761	-13.1671	-11.4711	13.6121	2.8731	11.5661
9	120.0001	14.7671	-14.4791	-14.1231	-12.2361	14.6531	2.8441	12.2321
10	130.0001	15.4051	-15.1011	-14.6781	-12.6401	15.2781	2.9381	12.6261
11	140.0001	16.3391	-16.0101	-15.7151	-13.1421	16.1951	3.1121	13.0941
12	150.0001	17.5231	-17.1341	-16.6541	-13.7321	17.3511	2.9981	13.6291
13	160.0001	10.5371	-7.2931	-5.6431	-3.6471	10.7091	.5431	3.7101

Daten zu Geber-Nr. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Versuch: VT10-B-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 8	Geber- Nr. 9	Geber- Nr. 10	Geber- Nr. 11	Geber- Nr. 12	Geber- Nr. 13	Geber- Nr. 14
[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	14	63	-9	18	59	38	32
3	.0001	32	131	-16	35	128	75	72
4	.0001	45	209	-36	43	204	109	115
5	.0001	59	278	-41	70	260	153	149
6	.0001	65	324	-27	138	261	217	152
7	50.0001	-270	315	-180	460	35	469	-97
8	100.0001	-739	371	-377	810	-148	835	-405
9	120.0001	-1018	387	-432	1059	-288	1105	-622
10	130.0001	-1206	350	-419	1295	-461	1329	-820
11	140.0001	-1494	211	-258	1792	-875	1925	-1238
12	150.0001	-1634	-86	176	2253	-1280	2909	-2010
13	160.0001	-653	-949	1788	-394	1144	5786	-11739

Daten zu Geber-Nr. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Versuch: VT10-B-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 22	Geber- Nr. 23	Geber- Nr. 24	Geber- Nr. 25	Geber- Nr. 26	Geber- Nr. 27	Geber- Nr. 28
[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-106	-120	-152	-130	-144	-82	-135
3	.0001	-219	-247	-312	-268	-296	-167	-273
4	.0001	-331	-372	-473	-404	-449	-252	-412
5	.0001	-436	-495	-631	-538	-599	-333	-546
6	.0001	-517	-594	-762	-646	-727	-401	-657
7	50.0001	-472	-629	-850	-697	-816	-449	-743
8	100.0001	-497	-717	-1025	-791	-993	-553	-895
9	120.0001	-510	-769	-1126	-827	-1102	-620	-990
10	130.0001	-508	-810	-1195	-852	-1176	-665	-1049
11	140.0001	-492	-849	-1307	-839	-1343	-746	-1155
12	150.0001	-532	-761	-1274	-625	-1685	-783	-1704
13	160.0001	-926	1705	2364	330	-1748	1153	-2476

Daten zu Geber-Nr. 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Versuch: VT10-B-4/0 um/m = Mikrometer/Meter

Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 36	Geber- Nr. 37	Geber- Nr. 38	Geber- Nr. 39	Geber- Nr. 40	Geber- Nr. 41	Geber- Nr. 42
[kN]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]	[um/m]
1	.0001	0	0	0	0	0	0	0
2	.0001	-148	-131	-134	-117	-128	-152	-148
3	.0001	-307	-273	-274	-234	-261	-314	-304
4	.0001	-470	-419	-425	-347	-395	-475	-469
5	.0001	-629	-559	-566	-458	-522	-638	-618
6	.0001	-771	-682	-689	-552	-630	-753	-736
7	50.0001	-838	-730	-780	-625	-718	-1015	-854
8	100.0001	-955	-799	-936	-742	-983	-1807	-875
9	120.0001	-1078	-837	-1043	-822	-1074	-1847	-938
10	130.0001	-1145	-843	-1085	-874	-1049	-1847	-938
11	140.0001	-1281	-753	-1215	-909	-1221	-2082	-969
12	150.0001	-1489	-502	-1398	-852	-1623	-2325	-979
13	160.0001	-487	450	-855	2043	-1682	-4667	-82

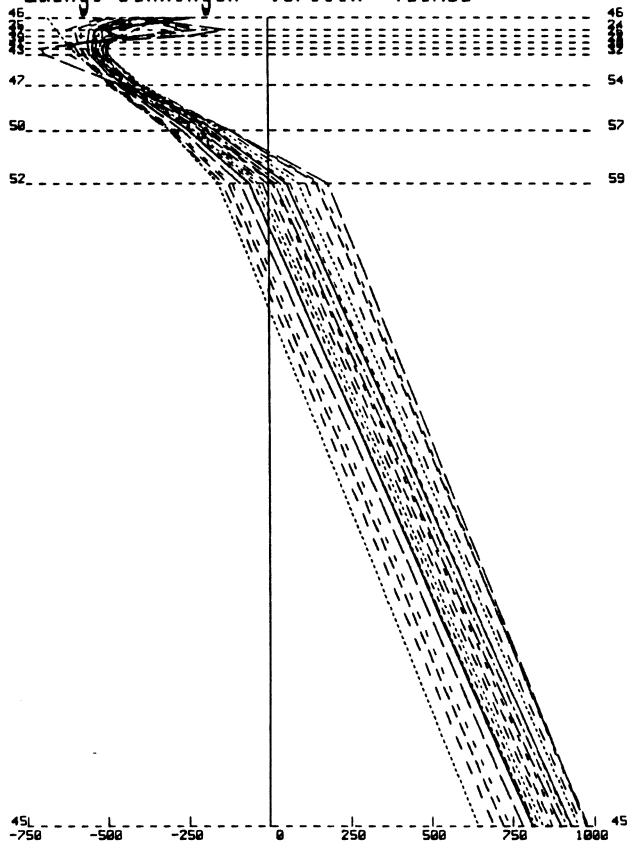
Daten zu Geber-Nr. 50, 51, 91, 92, 93, 94, 95

Versuch: VT10-B-4/0				um/m = Mikrometer/Meter				
Z-Nr.	Last	Geber- Nr. 50	Geber- Nr. 51	Geber- Nr. 91	Geber- Nr. 92	Geber- Nr. 93	Geber- Nr. 94	Geber- Nr. 95
	[kN]	[um/m]	[um/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	.0001	0	0	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
2	.0001	-148	156	-1.6211	-1.4201	-1.7481	1.8421	.0011
3	.0001	-306	227	-3.4291	-3.4381	-3.7401	3.8171	.0011
4	.0001	-464	250	-5.4051	-5.8931	-5.9011	5.8561	.0021
5	.0001	-624	318	-7.4591	-7.8881	-8.0421	7.9291	.0011
6	.0001	-741	389	-8.8291	-9.7021	-9.8801	9.7361	.0021
7	50.0001	-827	484	-10.2171	-11.2481	-11.4471	11.5231	-.0461
8	100.0001	-903	611	-11.7211	-13.0581	-13.3791	13.6211	-.1071
9	120.0001	-1212	667	-12.2381	-14.0611	-14.3251	14.6421	-.1311
10	130.0001	-1444	714	-12.7491	-14.6761	-14.9511	15.2661	-.1361
11	140.0001	-1582	763	-13.5521	-15.4341	-15.8431	16.1771	-.1471
12	150.0001	-1664	786	-13.7011	-16.5881	-16.9051	17.3181	-.1711
13	160.0001	-1698	-300	-3.6201	-5.5121	-6.9041	10.2731	.8631

6.6. Aufzeichnung der Dehnungsverteilung unter der Lasteinleitung

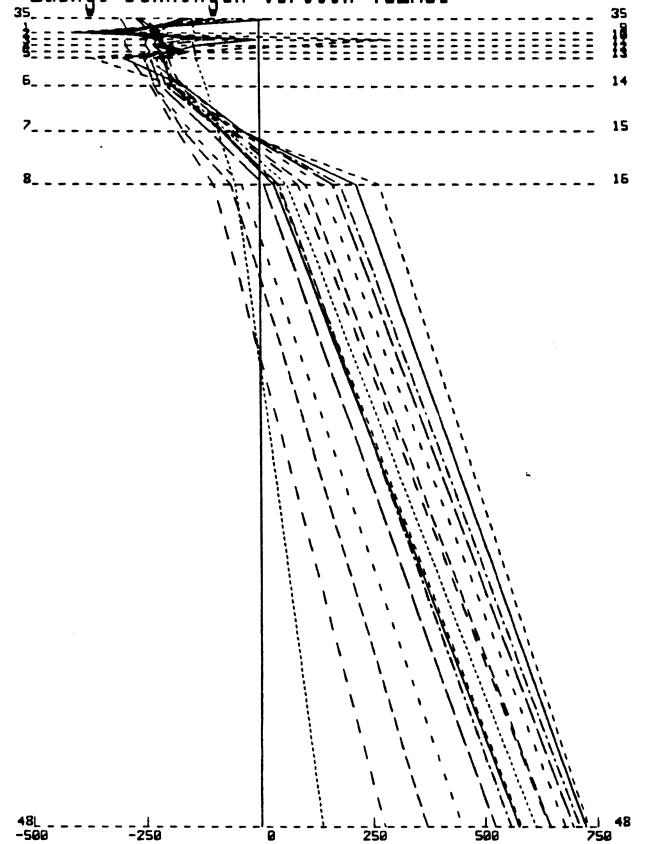
Bei den nachfolgend aufgezeichneten Dehnungsebenen handelt es sich ausschliesslich um Längsdehnungen. Die Verteilung der Dehnungen in vertikaler Richtung unter der konzentrierten Last lässt sich analog aus den Daten im Anhang 6.5. der entsprechenden DMS aufzeichnen.

Laengs-Dehnungen Versuch T01A08



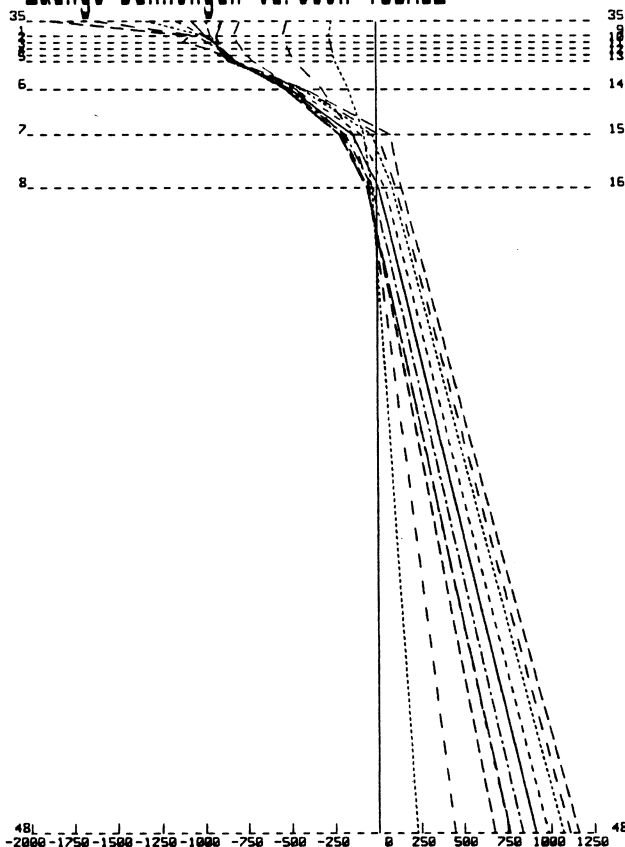
MO 26.11.84 13:33:31 VERSUCH T01A08 18-JAN-88 10:45:49 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch T02A01



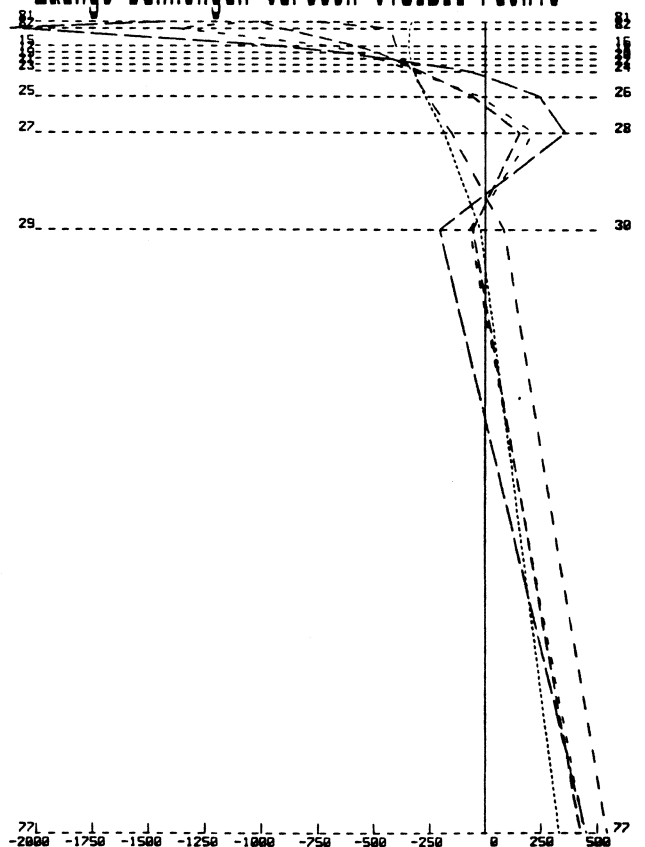
MO 21. 1.85 10:38: 7 VERSUCH T02A01 19-JAN-88 12:37:31 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch T03A02



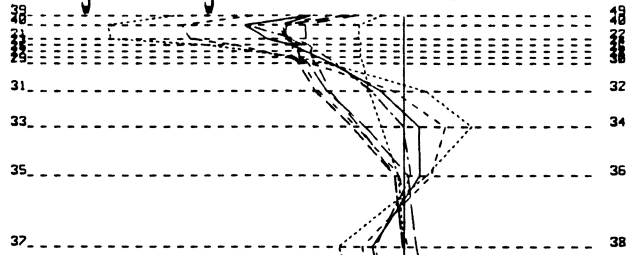
M1 20. 2.85 9:43:49 VERSUCH T03A02 19-JAN-88 12:39:22 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT01B11 rechts



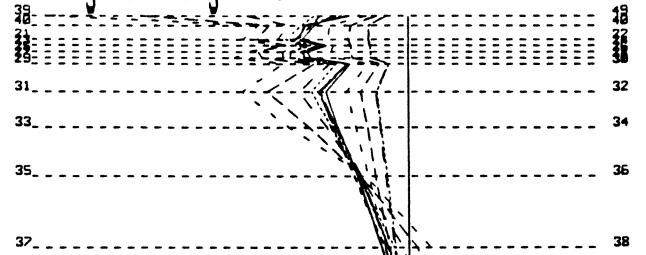
D1 25.11.86 13:59:57 VERSUCH UT01-B-1/1 19-JAN-88 18:38:19 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT02A01



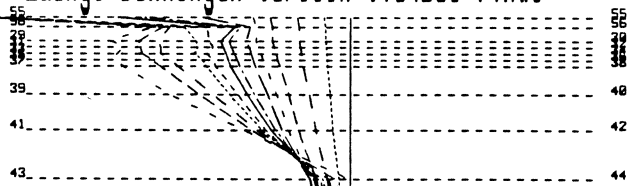
MD 19. 1.87 13: 1:15 VERSUCH UT02-A-1/0 19-JAN-88 12:41:32 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT03A01



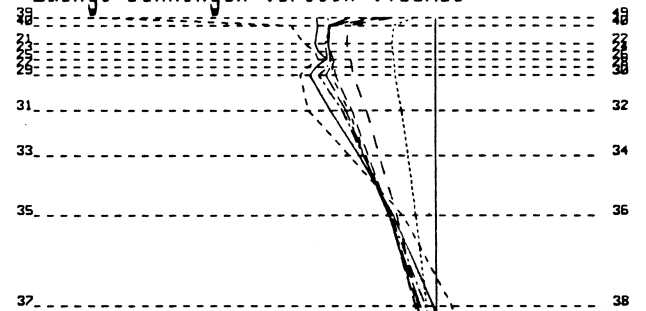
MD 2. 2.87 15:28:19 VERSUCH UT03-A-1/0 19-JAN-88 12:43:09 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT04B01 links



DI 24. 2.87 14:51:36 VERSUCH UT04-B-1/0 19-JAN-88 18:01:10 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT05A01



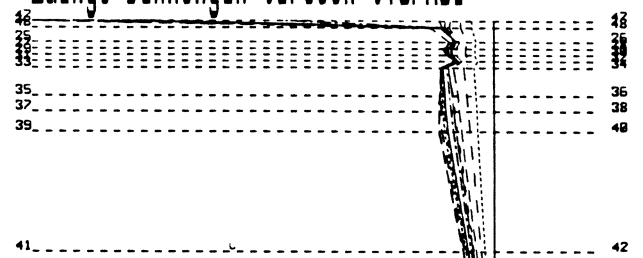
FR 13. 3.87 15:15:37 VERSUCH UT05-A-1/0 19-JAN-88 12:44:56 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT06A01



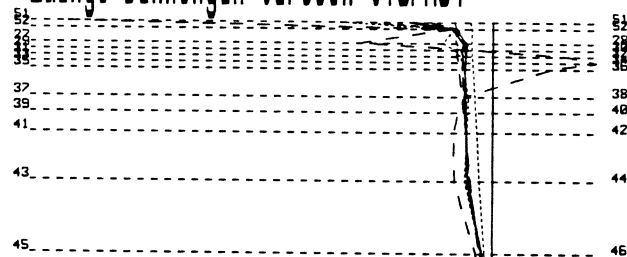
MD 23. 3.87 15:45:15 VERSUCH UT06-A-1/0 19-JAN-88 12:47:00 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT07A01



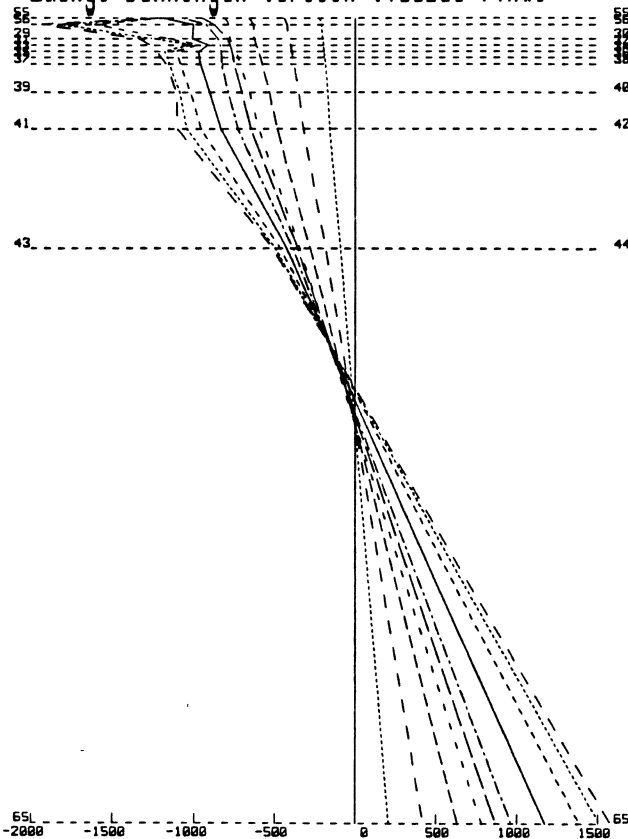
MD 8.12.86 14:49:27 VERSUCH UT07-A-1/0 19-JAN-88 15:51:57 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT07A04



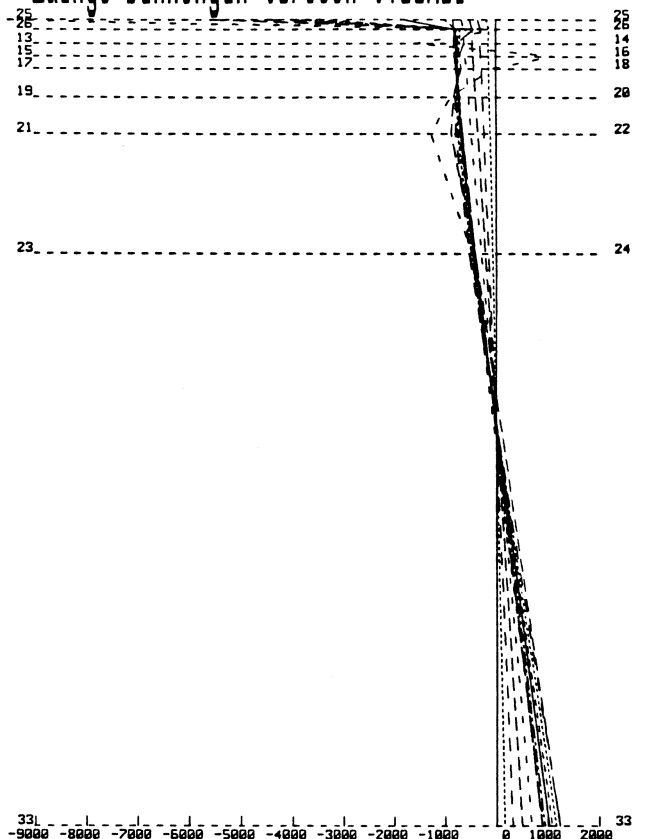
MI 17.12.86 13:11:16 VERSUCH UT07-A-4/0 19-JAN-88 15:55:44 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT08B01 links



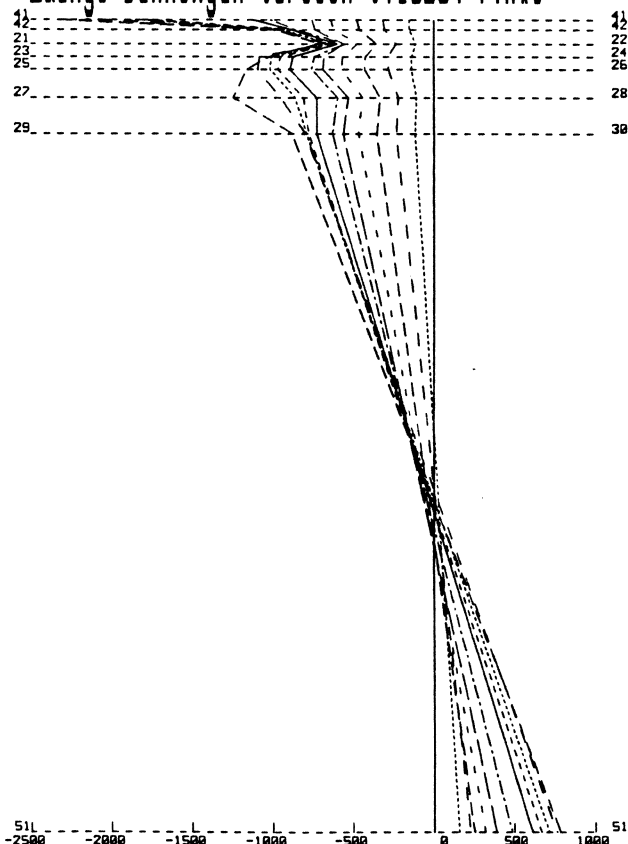
FR 3. 4.87 9:12:36 VERSUCH UT08-B-1/0 19-JAN-88 18:03:47 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT09A01



DI 28. 4.87 13:15:24 VERSUCH UT09-A-1/0 19-JAN-88 16:00:16 IBS-ETHZ

Laengs-Dehnungen Versuch UT10B04 links



DI 26. 5.87 13:15:25 VERSUCH UT10-B-4/0 19-JAN-88 17:34:29 IBS-ETHZ

