

H. Wenzel

Lastzüge.

Die Untersuchungen befassen sich mit überschweren Lastzügen, bestehend aus Lastkraftwagen oder Zugmaschinen und Anhängern, in den Anhängelasten 65 t, 95 t, 136 t. Für solche Gewichte liefert das auf den 38 t - Zug zugeschnittene Rechenverfahren zur Beurteilung der Verbindungsteile, Kupplung und Zugsstange, keine realistischen Ergebnisse. Durch die Deichselkraftmessungen wurden die erforderlichen Unterlagen gewonnen, das Rechenverfahren den bei den überschweren Lastzügen gegebenen Verhältnissen anzupassen. Dazu sollen nun Reduktionsfaktoren dienen, die für die einzelnen Gewichtsstufen in die Rechnung einzuführen sind. Außerdem ergaben sich Richtlinien und Empfehlungen für den praktischen Betrieb der überschweren Lastzüge.

K u r z f a s s u n g :

I n h a l t

(Va. TÜV)

D e i c h s e l k r a f t m e s s u n g e n
a n s c h w e r l a s t z ü g e n

=====

F O R S C H U N G S A U F T R A G N R. 56

=====

V o r w o r t

Vorliegende Arbeit wurde im Auftrag der Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine durchgeführt. Ihr sei für die zur Verfügung gestellten Mittel bestens gedankt. Besonderer Dank gebührt den Firmen: MAN, München, für die Stellung der Zugfahrzeuge, sowie für die Möglichkeit, die Messungen auf geschlossener Versuchsbahn durchführen zu können, Schmidbauer, München, für die Tiefladeanhänger, Rockinger, München, für die Verbindungseinrichtungen. Die Regierung von Obb. hat durch Ausnahmegenehmigungen den Betrieb der Schwerlastzüge auf öffentlichen Straßen ermöglicht.

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Grund und Zweck der Untersuchungen | 1 |
| 2 | Stand der Bauartprüfung von Kupplung | 2 |
| 1 | und Zuggabel | 1 |
| 2 | Selbsttätige Kupplungen | 2 |
| 3 | Zugelrichtungen | 3 |
| 3 | Umfang der Messungen | 3 |
| 3 | Verwendete Verbindungseinrichtungen | 3 |
| 4 | Mebwertgeber | 4 |
| 5 | Mebgeräte | 5 |
| 6 | Eichung der Deichsellängs- und -querkräfte | 6 |
| 6 | Spiel zwischen Zugöse und Kupplungsbogen | 6 |
| 7 | Versuchsanhänger | 7 |
| 8 | Zugfahrzeuge | 8 |
| 9 | Versuchsstrecke und Fahrprogramm | 9 |
| | Zusammenstellung der Summenhäufigkeitsver- | |
| 11 | teilungen der Deichsellängskräfte | 11 |
| 11 | Anhängelast: 65 t | 11 |
| 11 | Anhängelast: 96 t | 11 |
| 12 | Anhängelast: 136 t | 12 |
| 13 | Beurteilung der Mebergebnisse | 13 |
| 13 | Lebensdauer und Fahrleistung: | 13 |
| | Lastkollektive bei verschiedenen | |
| 13 | Anhängelasten | 13 |
| 14 | Mebergebnisse | 14 |

| | | | |
|----|------|---|----|
| 16 | 7.1. | Vergleich der gemessenen Lastschwingbreite mit der Prüflastspitze | 16 |
| 18 | 7.2. | Spieleinfluss in den Verbindungseinrichtungen | 18 |
| 19 | 7.3. | Beurteilung der Deichselquerkräfte | 19 |
| 21 | 7.4. | Vorschlag zur Ergänzung der Prüfrichtlinien | 21 |
| 22 | 8) | Begutachtung und Empfehlungen für den praktischen Fahrbetrieb überschwerer Lastzüge | 22 |
| 28 | 9) | Schrifttum | 28 |
| 29 | 10) | Anhang: Versuchsfahrzeuge (Aufstellung) | 29 |
| 33 | 11) | Bilder 1 mit 41 | 33 |

1. Grund und Zweck der Untersuchungen

Die Untersuchungen befassen sich nicht mit gewöhnlichen Schwerlastzügen, für die das Gesamtgewicht der zum Zug verbundenen Lastkraftwagen oder Zugmaschinen und Anhänger mit 38 t begrenzt werden kann, sondern mit überschweren Lastzügen mit Anhängelasten von 65 t und 136 t. Während das zur sicherheitlichen Kontrolle der Teile zur Verbindung der Fahrzeuge, also der Kupplungen und Zugstangen, festgelegte Rechenverfahren für den 38 t - Zug noch

brauchbare Werte liefert, führt dieses Verfahren bei den überschweren Lastzügen zu unrealistischen Ergebnissen. Um die für die Anpassung dieses Rechenverfahrens erforderlichen Unterlagen zu erhalten, wurden die nachfolgend beschriebenen Deichselkraftmessungen vorgenommen. Nebenbei sollten auch praktische Erfahrungen für die Betriebssicherheit der überschweren Lastzüge gewonnen werden.

2. Stand der Bauartprüfung von Kupplung und Zuggabel

Der § 22 a (1) StVZO Ziff. 4 fordert, daß die Hinrichtungen zur Verbindung von Fahrzeugen in einer amtlich genehmigten Bauart ausgeführt sein müssen. Weitergehende Forderungen sind u.a. in § 43 StVZO enthalten. Im einzelnen sind die Bauartprüfungen in den Technischen Anforderungen Nr. 31 der Fahrzeugteilverordnung aufgeführt.

2.1. Selbsttätige Kupplungen

Es ist die Dauerfestigkeit unter folgenden Bedingungen zu prüfen:

Sinusförmige Beanspruchung (wechselnd bzw. schwellend) im Dauerschwingversuch.

Mit dem Prüfling sind 2×10^6 Lastwechsel durchzuführen, ohne daß Risse oder Brüche auftreten dürfen.

Als Grundlage für die Belastung dient die horizontale Dreh-

selkraft D. Sie ist ein rechnerisch ermittelter Vergleichs-

wert für die Längskräfte, die zwischen dem Zugfahrzeug und

dem Anhänger auftreten.

Der D-Wert wird nach DIN 74051 oder DIN 74052 wie folgt

ermittelt:

$$D = \frac{G_K + G_A}{G_K \cdot G_A}$$

Darin bedeuten:

G_K = zulässiges Gesamtgewicht des Zugfahrzeuges

G_A = zulässiges Gesamtgewicht des Anhängers

Für die zulässigen Gesamtgewichte der Fahrzeuge gilt § 34

in Verbindung mit § 42 StVZO.

Außerdem ist nach DIN 74051 bzw. DIN 74052 der D-Wert an

bestimmte Kenngrößen gebunden, um die Fahrzeuge in gewissen

Gewichtsbereichen austauschen zu können.

Die Prüflast für selbsttätig wirkende Kupplungen beträgt bei

wechselnder Beanspruchung $\pm 0,6 D$ und bei schwellender Bean-

spruchung $1,2 D$.

Die selbsttätige Anhängerkupplung Typ 56 war an einen verstärkten Schlußquerträger (Bild 22) angebaut. Der in der Allgemeinen Bauartgenehmigung (ABG) enthaltene D-Wert beträgt 31,4 t. Entsprechend dem genannten D-Wert betrug bei der Bauartprüfung die Prüfwechsellast \bar{F} 18,9 t.

Anhängerkupplungen (Bild 1):

3.1. Verwendete Verbindungseinrichtungen

Gemessen wurden die Deichsellängs- und Querkräfte, die zwischen Zugabel und Anhängerkupplung entstehen.

3. Umfang der Messungen

Bei Zugelastungen wird eine statische Prüfung oder der rechnerische Nachweis als ausreichend angesehen, für den als Grundlage ebenfalls der D-Wert, wie er unter 2.1. beschrieben ist, gilt. Für die statische Prüfung ist eine Prüflast von 3 D aufzubringen. Bei dieser Belastung darf noch keine bleibende Verformung auftreten.

2.2. Zugelastungen

2.1. Durch frühere Arbeiten ist bereits nachgewiesen worden, daß der rechnerisch ermittelte D-Wert für die Betriebsfestigkeitsprüfung der Kupplungen und Zugstangen ein brauchbares Maß darstellt, wenn die von der StVZO als zulässig erklärten Gesamtgewichte zugrundegelegt werden. (1)

Je vier Dehnungsmessstreifen (DMS) wurden an der freien Schaftlänge der Zugöse aufgeklebt und weiterfest verpackt. Die Anbringung der DMS für die Messung der Deichsellängs- und Querkräfte an dieser Stelle sicherte einen gleichmäßigen Verlauf der Spannungslinien, da durch die DMS die gesamte rechteckige Querschnittsfläche erfaßt wurde (Bild 4). Durch die diagonale Anordnung der DMS wurde eine zusätzliche Kompensation der Biegespannungen im Zugösenenschaft erzielt. An den Längsträgern des 1. Zugfahrzeuges wurde zwischen Fahrerhaus und Ladebrücke für die Messungen der Horizontalbeschleunigungen ein induktiver Beschleunigungsgeber eingebaut (Bild 2). Die Zugabbremsungen wurden zusätzlich mit einem IFK-Verzögerungsschreiber aufgezeichnet.

3.2. Mebwertgeber:

Der Kupplungsboolen hat einen Durchmesser von 48 mm. Der Anhänger war mit einer Zuggabel Typ T 70 ausgerüstet. In deren ABG ist der Verwendungsbereich auf Anhänger mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 70 000 kg bei einem maximalen Zugfahrzeug-Gesamtgewicht von 22 000 kg begrenzt. Die Zuggabellänge ist 1700 mm, der Gabelaugenabstand 420 mm und der Durchmesser der Bohrung für die Gabelaugen 50 mm. Als Zuggabelstrebenprofil wird U 120 x 60 x 6 St 37 - 3 verwendet. Die zur Kupplung Typ 56 passende Zugöse mit einem Durchmesser von 50 mm ist in Bild 3 dargestellt.

Zuggabel (Bild 10):

3.1. Die Kupplung Typ 56 ist vertikal beweglich und ungefedert.

3.3. Meßgeräte (Bild 7):

Die Meßrößen wurden über drei Trägerrfrequenz-Meßverstärker KW S/T-5 mit Netzteil verstärkt und in einem Sechskanal-Schreiber, System Honeywell "Visicorder", aufgezeichnet. Die Schreibgeschwindigkeit der Spiegel-Galvanometererschleifen betrug maximal 75 cm/ms, so daß auch kurzzeitige Vorgänge, wie z.B. Laststöße, trägheitslos registriert werden konnten. Die Stromversorgung des ganzen Meßaufbaus erfolgte über ein Netz-Versorgungsaggregat für 220 V. Das Aggregat wurde von einem Benzin-Viertakt-Motor angetrieben und auf der Lade-
fläche der Zugmaschine Nr. 2 befestigt.

Mit dem Klassiergerät KS 16 T wurden über längere Versuchs-
strecken die Dechsel-Zug- und -Druckkräfte in 8 Anzeige-
stufen registriert.

Um die Meßimpulse des induktiven Beschleunigungsgebers von
nicht erwünschten Längsschwingungen des Fahrzeugs und den
kurzzeitigen Auflaufstößen bei Maximalspiel in den Verbin-
dungseinrichtungen zu befreien, wurde dem Trägerrfrequenz-
meßverstärker ein auf verschiedene Frequenzbereiche einstell-
barer Tiefpaß nachgeschaltet.

Die Meßgeräte wurden im Führerhaus der Zugmaschine unterge-
bracht (Bild 5 + 6).

Anhängerkupplung zugrundegelegt; es betrug somit 2 mm.
DIN 8454 für die Zugöse und DIN 74051 bzw. DIN 15170 für die
Für das "Normalspiel" wurde die Toleranz nach DIN 74054 und

Normalspiel:

ser von $48 \pm 0,1$ mm.
Einpresse einer gesondert gefertigten Buchse den Durchmes-
Durchmesser von 48 mm auf. Hierzu erhielt die Zugöse durch
Zugöse und Kupplungsbolzen der Anhängerkupplung weisen einen

Spielreihe Einstellung:

führt:
wurden als weiterer Parameter folgende Spielgrößen einge-
Bei den verschiedenen Anhängelasten und Zuggesamtgewichten

3.5. Spiel zwischen Zugöse und Kupplungsbogen:

Bild 9 zeigt die Eichkurve.
Gabelaugen mit Querkräften bis 1840 kg belastet (Bild 13).
oben) die Zugöse senkrecht zur Zugabellmitte in der Ebene der
wurde mit einem Flaschenzug und Federwaage (s. Bild 12 links
Die Querkräfte wurden bei gleicher Einspannung geeicht. Dabel
mit einem X-Y-Schreiber aufgezeichnete Eichkurve (Bild 11).
zwischen 0 und 40 t aufgebracht (Bild 10). Bild 8 zeigt die
über einen Hydraulik-Zylinder mehrfach die Prüflasten
relasmaschine geeicht. Dabel waren zur Eichung der Längskräfte
Die Zuggabel Typ T 70 mit den DMS wurde in einer 50 t-Zer-

3.4. Eichung der Dechsel-längs- und -querkräfte:

3.5. Maximales Spiel:

Im VdTUV-Merkblatt Nr. 712, (Kraftfahrwesen) (4) über Einrichtun-
gen zur Verbindung von Fahrzeugen (Ausgabe Dezember 1967)
werden die zulässigen Größtspiele festgelegt. Hiernach darf
die größte Abnutzung des Kupplungsbolzens 1,5 mm betragen.
Nach DIN 74054 darf die Abnutzung an Zugösen im Durchmesser
1,5 mm nicht überschreiten. Damit ergibt sich ein maximal
mögliches zulässiges Spiel zwischen den beiden Teilen von
5 mm.

3.6. Versuchsanhänger:

Der 8-Achs-Plattformanhänger, bestehend aus zwei 4-achsigen
Teilanhängern Typ K 100/4, Fabrikat Scheuerle, hatte ein zu-
lässiges Gesamtgewicht von 96 t (Bild 14).
Als Belastungsgewichte standen zwei beladene 3-Achs-Last-
kraftwagen mit 31 und 34 Tonnen Gesamtgewicht zur Verfügung
(Bilder 17, 18, 19).

Da ein weiterer Plattformanhängerteil für die höchste

Anhängeprüflast aus versuchstechnischen Gründen nicht ver-

wendet werden konnte, wurde ein weiteres Sattelkraftfahrzeug

mit einem Gewicht von 40 t spielfrei über eine Abschlepp-

stange an den Tiefladeanhänger angehängt und damit eine An-

hängelast von 136 t erreicht (Bilder 20, 21). Die Bremsanlage

dieses Sattelkraftfahrzeugs war auch mit der Bremse des Tief-

ladeanhängers verbunden.

An das Rahmenvorderteil der mit dem Anhänger verbundenen Zugmaschine wurde ein verstärkter Frontquerträger (Bild 23) mit einer weiteren Anhängerkupplung Typ 56 angebaut. Die Betriebsbremsanlage dieser Zugmaschine erhielt dann vorne Zweileitungs-Kupplungsköpfe mit den entsprechenden Verbindungs-schläuchen zum Anschluß an die erste Zugmaschine (Bild 16). Damit konnte über das Bremspedal der vorderen Zugmaschine die Betriebsbremsanlage beider Zugmaschinen und des Anhängers und auch die des zusätzlich angehängten Sattelkraftfahrzeugs betätigt werden. Der Fahrer der zweiten Zugmaschine konnte trotzdem unabhängig von der ersten Zugmaschine auch die Betriebsbremsanlage seiner Zugmaschine und des Anhängers bedienen. Der Verbindung der beiden Zugfahrzeuge durch eine Abschleppstange mit Stützeinrichtung wurde mit Schreiben vom 27.9.1973 durch den Fachausschuß Verkehr mit entsprechenden Auflagen zugestimmt (Bild 24).

3.7.2. bis 136 t Anhängelast (Bilder 20, 25):

stellt.

Außerdem wurden folgende technische Maßnahmen vorgenommen: Die Zugmaschine wurde mit einem zweiten Luftpressor ausgerüstet; die Ansprech- und Schwellzeit der Anhängerbremsanlage wurde gemessen und die ganze Bremsanlage optimal eingest.

(Bild 15).

Bei einer Hinterachslast von 2 x 10 000 kg ausgelastet Ladefläche umgebaut und auf ein Gesamtgewicht von 26 000 kg Eine Sattelzugmaschine wurde in eine Zugmaschine mit Behelfs-

3.7.1. bis 96 t Anhängelast:

3.7. Zugfahrzeuge:

Die gemessenen Deichsellängskräfte (Zug (+) und Druck (-)) wurden bei den nachfolgend aufgeführten Fahr- bzw. Versuchsprogrammen mit jeweils 3 verschiedenen Anhängelasten und in Abhängigkeit vom Spiel in der Verbindungseinrichtung als Parameter in räumlichen Schaubildern zusammengestellt. In den Diagrammen 26, 28, 30, 31, 34 und 35 wurde aufgrund einer übersichtlichen Darstellung für die Anhängelasten ein anderer Auftragsmodus gewählt.

Für die verschiedenen Zugzusammenstellungen wurde folgendes Meß- und Fahrprogramm abgewickelt:

In den nachfolgend erwähnten Bildern sind dreidimensionale Schaubilder enthalten, die folgende Zusammenhänge darstellen:

| | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------------|------|-------------------------|----|--------------------------|-----------|-------------------|-----------------------|
| Abmessungen der Strecke: | 1080 m | Länge einer Runde: | 64 m | mittlerer Kurvenradius: | 6° | Flachkurven-Querneigung: | ca. 300 m | Länge der Strecke | "schlechte Autobahn": |
| Außenbahn mit Flachkurven: | | | | | | | | | |

Die Versuche wurden auf dem Versuchsgelände der MAN in München durchgeführt. Die Normalstrecke, bestehend aus einem ovalen Rundkurs, besitzt autobahnähnlichen Charakter; parallel zu einer der beiden Geraden liegen Spezialstrecken mit schlechten Fahrbahnoberflächen.

4. Versuchsstrecke und Fahrprogramm

4. - Anfahren mit Durchschalten vom 1. bis in den 5. (6.) Gang mit einer Runde Normalbahn
- volle Beschleunigung im 1. Gang (Bilder 26, 27)
 - Anfahrdruck mit eingebremstem Anhänger (Bilder 28, 29)
 - Durchfahren der Strecke "schlechte Autobahn" bei konstanter Geschwindigkeit von 30 km/h (Bild 30)
 - (Wegen starker Resonanzschwingungen war hier keine höhere Fahrgeschwindigkeit vertretbar.)
 - Vollbremsung des ganzen Zuges aus ca. 35 km/h (Bilder 31, 32, 33)
 - Abbremsung des Zuges aus 30 km/h nur mit der Zugmaschine bei stufenweise erhöhten Bremskräften bis zum Ausknicken der Zugmaschine (Bild 34)
 - Zugabbremsung nur über die Anhängerbremsanlage aus ca. 30 km/h (Bilder 35, 36, 37)
 - volle Beschleunigung mit Durchschalten bis auf 30 km/h (Normalrunde) und weitere 2 Runden jeweils mit Durchfahren der Teilstrecke "schlechte Autobahn" und anschließender Zugabbremsung aus 30 km/h
 - (Messstrecke für die Ermittlung der Summen-Häufigkeitsverteilung)
 - Zur Aufzeichnung der Summenhäufigkeit mit dem Klassiergerät wurden bei den einzelnen Zugkombinationen jeweils 3 Runden gefahren, wobei zweimal tangential in die Strecke "schlechte Autobahn" eingefahren wurde. Damit wurde eine Streckenaufteilung "gut zu schlecht" mit 80 zu 20 % herbeigeführt.

4. Die Fahrten auf öffentlichen Straßen (Zubringer zur

BAB München-Stuttgart) zur Ermittlung der Höchstgeschwin-

digkeit konnten nur mit einer Zugmaschine und 96 t

Anhängelast vorgenommen werden, da nur hierfür die Aus-

nahmegenehmigung der Straßenverkehrsbehörde gegeben war.

5. Zusammenstellung der Summenhäufigkeitsverteilungen

der Detachellängskräfte

Die Ergebnisse der Klassierungen sind nachfolgend zusammen-
gestellt.

5.1) Anhängelast: 65 t Rollwiderstand: $W^R \sim 1,0$ t

a) Spielfrei (Klassierung - Nr. 4 + 5)

| | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Kraft (t) | 2,8 | 3,6 | 4,2 | 7,2 | 8,3 | 12,5 | 14,0 | 16,6 |
| Summen- | 187 | 124 | 94 | 45 | 30 | 8 | 1 | - |
| häufigk. | Druck | 180 | 137 | 72 | 22 | 19 | 5 | 1 |
| | Zug | - | 324 | 195 | 95 | 33 | 6 | 3 |
| | Druck | 60 | 40 | 35 | 18 | 6 | 2 | 2 |
| | Zug | - | - | - | - | - | - | - |

b) Maximalspiel: (Klassierung - Nr. 35 + 36)

| | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|
| Kraft (t) | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 4,0 | 5,0 | 7,5 | 10 | 12,5 |
| Summen- | - | 324 | 195 | 95 | 33 | 6 | 3 | - |
| häufigk. | Druck | 60 | 40 | 35 | 18 | 6 | 2 | 2 |
| | Zug | - | - | - | - | - | - | - |

5.2) Anhängelast: 96 t Rollwiderstand: $W^R \sim 1,2$ t

a) Spielfrei (Klassierung 15 + 16)

| | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|----|----|------|------|
| Kraft (t) | 3,1 | 3,8 | 5,0 | 7,0 | 7,8 | 10 | 11 | 14,2 | 15,5 |
| Summen- | 143 | 82 | 109 | 47 | 38 | 11 | - | 1 | 2 |
| häufigk. | Druck | 138 | 65 | 91 | 38 | 21 | 13 | - | 3 |
| | Zug | - | - | - | - | - | - | - | - |

b) Maximalspiel (Klassierung: 32 + 33 + 34)

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|------|----|
| Kraft (t) | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 2,9 | 5 | 7,5 | 10 | 12,2 | 15 |
| Summen- | - | - | 648 | 542 | 346 | 79 | 74 | 36 | 19 | 8 | - |
| häufigk. | Druck | 31 | 46 | 52 | 80 | 54 | 21 | 9 | 10 | 13 | 2 |
| | Zug | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

5.3) Anhängelast: 136 t Rollwiderstand: $W^R \sim 2,1 \text{ t}$

a) Spielfrei: (Klassierung: 13 + 14 + 17)

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|----|------|----|------|
| Kraft (t) | 2,5 | 4,0 | 6,0 | 8,3 | 11,1 | 12,5 | 15 | 16,1 | 20 | 22,5 |
| Summen- | | | | | | | | | | |
| Zug | 550 | 114 | 158 | 18 | 11 | 9 | 2 | 3 | 9 | 13 |
| Druck | 94 | 98 | 24 | 5 | 7 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| häufigk. | | | | | | | | | | |

b) Normalspiel: (Klassierung: 23 + 24 + 25 + 26)

| | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| Kraft (t) | 2,5 | 2,9 | 4,0 | 5 | 5,9 | 7,5 | 8,8 | 10 | 12 |
| Summen- | | | | | | | | | |
| Zug | 401 | 349 | 173 | 113 | 50 | 30 | 19 | 14 | 5 |
| Druck | 54 | 35 | 35 | 28 | 6 | 2 | - | - | 2 |
| häufigk. | | | | | | | | | |

| | | |
|------|------|------|
| 15,8 | 19,8 | 23,7 |
| 2 | 1 | 1 |
| 1 | - | - |

c) Maximalspiel: (Klassierung: 27 + 28 + 29)

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Kraft (t) | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 2,9 | 3,0 | 3,5 | 5,0 | 5,9 | 7,5 | 8,8 |
| Summen- | | | | | | | | | | |
| Zug | - | - | 258 | 318 | 188 | 201 | 98 | 72 | 40 | 18 |
| Druck | 56 | 32 | 26 | 17 | 7 | 3 | 28 | | | |
| häufigk. | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|----|------|----|------|------|
| 10 | 12,5 | 16 | 19,8 | 23,7 |
| 5 | 3 | 2 | 1 | - |
| | | 2 | - | - |

In den Bildern 38, 39 und 40 sind diese Zahlenwerte - hochgerechnet auf die angenommene Gesamtlebensdauer nach 5.2. - in Häufigkeitsschaubildern dargestellt.

hängelast und dem Spieleinfluss zusammengestellt.
wurden die Lastschwingbreiten in Abhängigkeit von der An-
Ausgehend von den Summenkurven für die Gesamtlauflistung,

6.2. Lastkollektive bei verschiedenen Anhängelasten:

rechnet werden.

kräfte die Summenkurve für die Gesamtlauflistung hochge-
konnte aus der ermittelten Häufigkeitsverteilung der Deichsel-
Aufgrund der entsprechenden Auswahl der Versuchsstrecke (2)

3 Bremsungen des gesamten Zuges auf je 10 km Fahrstrecke.

3 Anfahrvorgänge + Durchschalten auf je 10 km Fahrstrecke,

Landstraße mit welliger Fahrbahn,
versetzt durch Dehnungsfugen) bzw.
Autobahn" (Stöße, teilweise seitlich
Beanspruchung durch "schlechte

20 % der Lauflistung:
80 % der Lauflistung: Beanspruchung auf normaler Bahn
(Betonstraße ohne Stöße) bzw.
ebene Asphaltstraße,

Folgende Streckenaufteilung wurde angenommen:

mehrmals an neuen Zugfahrzeugen wieder verwendet werden.

Dabei ist berücksichtigt, daß diese Kupplungen meistens

Deichselkräfte wird für diese Fahrleistung angesetzt.

hängers als entscheidende Einflußgröße für die auftretenden

von 4 . 10⁵ km zugrundegelegt. Das zul. Gesamtgewicht des An-

wird - in Anlehnung an (1) u. (2) - eine Gesamtfahrleistung

für die Beurteilung der Lebensdauer von Kupplung und Zugabel

6.1. Lebensdauer und Fahrleistung:

6. Beurteilung der Meßergebnisse

6.2. Für die Bestimmung der resultierenden Deichselkraft wurden auch die Querkräfte aufgezeichnet, um weitere Aussagen über die Angriffsrichtung der Kräfte am Kuppelpunkt zu gewinnen. Die Querkräfte sind, wie schon früher (1) festgestellt, nach Größe und Zahl nicht von entscheidender Bedeutung für die Gesamtlastschwingbreite. Sie können daher unberücksichtigt bleiben.

6.3. Meßergebnisse:

Aus den Schaubildern 38, 39 und 40 wurden die maximalen Lastschwingbreiten der Deichsel längs Kräfte entnommen.

Diese betragen:

| Anhänge- last G_A (t) | Zug-Fzg. G_K (t) | $D_{\text{rechn.}}$ (t) | Max. Lastschwing- breite D_{imax} (t) | Spiel- einfluß |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|--|--|
| 65 | 26 | 18,6 | 28,4 (24,4) aus (3) | spielfrei (S) normal-Spiel (N) maximal-Spiel (M) |
| 96 | 26 | 20,4 | 30,7 | S N M |
| 136 | 52 | 37,6 | 42,5 43,0 38,5 | S N M |

Die maximalen Deichselkräfte aus den einzelnen Lastkollektiven erreichten folgende Spitzenwerte:

| | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| 136 | 52 | 45,2 | 35,5 | 0,78 | N |
| 96 | 26 | 24,4 | 23,0 | 0,94 | M |
| 65 | 26 | 22,4 | 15,5 | 0,69 | M |
| Anhänge- last (t) | G _K (t) | 1,2 · D rechn. (t) | max. Zugkr. Z (t) | Z 1,2 · D rechn. | Spiel- einfluss |

Bei dem Anfahrdruck mit eingebremstem Anhänger - was im wesentlichen einem Zerreiβversuch gleichzusetzen wäre - wurden folgende Kraftspitzen gemessen (Bild 28):

| | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------|--------------------|
| 136 | 52,0 | 45,2 | 22,5 - | 20,5 + | 0,46 | M |
| 96 | 26,0 | 24,4 | 16,5 + | 14,2 + | 0,58 | N |
| 65 | 26,0 | 22,4 | 14,4 + | 11,2 + | 0,50 | M |
| | | | 14,2 + | 14,2 + | 0,63 | N |
| | | | 14,4 + | 11,2 + | 0,50 | M |
| | | | 16,5 + | 14,2 + | 0,58 | N |
| | | | 14,2 + | 14,0 + | 0,57 | M |
| | | | 22,5 - | 20,5 + | 0,50 | S |
| | | | 25,5 + | 20,5 + | 0,57 | N |
| | | | 20,5 + | 20,5 + | 0,46 | M |
| Anhänge- last G _A (t) | G _K (t) | 1,2 · D rechn. (t) | Zug(+) - bzw. Druck(-) - Kräfte | Zug bzw. Druck 1,2 · D rechn. | | Spiel- einfluss |

6.3. Ein Vergleich der Maximalamplituden der Dechselkräfte (D_{lmax}) mit dem doppelten rechnerischen D-Wert bei den einzelnen Zug-Zusammenstellungen ergab bei einer Anhängelast und einem entsprechenden Verhältnis vom Gewicht des Anhängers (G_A) zum Gewicht des Zugfahrzeugs (G_K) folgende Ergebnisse:

| Anhängelast t | Spiel einfluss | D_{lmax} $\frac{2 \cdot D}{rechm.}$ | Anhängeverhältnis $\frac{G_A}{G_K}$ |
|---------------|----------------|--|-------------------------------------|
| 65 | S | 0,77 | 2,5 |
| | N | 0,65 | |
| | M | 0,57 | |
| 96 | S | 0,75 | 3,7 |
| | N | 0,69 | |
| | M | 0,63 | |
| 136 | S | 0,56 | 2,6 |
| | N | 0,57 | |
| | M | 0,51 | |

7. Beurteilung der einzelnen Meßergebnisse

7.1. Vergleich der gemessenen Lastschwingbreite mit der Prüflastspitze:

Die bei den Messungen aufgezichneten Werte haben die Gültigkeit der D-Wert-Formel nur bis 48 t Zuggewicht bestätigt. Die gemessenen Lastschwingbreiten bei Zugfahrzeugen mit einem zul. Gesamtgewicht von 26 t und 52 t und mit Anhängelasten von 65 t bis 136 t lagen deutlich unter den rechnerischen D-Werten.

7.1. Ein Vergleich von D_{rechn} mit den Meßergebnissen bei

65 t Anhängelast ergibt, daß der doppelte rechnerische

D-Wert durch die maximalen Lastschwingbreiten der vom

Spielenfluß abhängigen Belastungskollektive nur zu

maximal 77 % erreicht wird. Für 96 t Anhängelast wurden

max. 75 % von $2 \cdot D_{\text{rechn}}$ gemessen.

Beim Vorspannen einer zweiten Zugmaschine und einer Anhängelast

von 136 t wurden maximal 57 % von $2 \cdot D_{\text{rechn}}$ erzielt.

Die verhältnismäßig niedrige Lastschwingbreite, welche sich

beim Betrieb von zwei Zugmaschinen vergleichen mit den Er-

gebnissen bei 65 t Anhängelast und nur einer Zugmaschine

ergeben hat, dürfte ihre Ursache in dem ungleichen Zusam-

menwirken der Zug- bzw. Bremskräfte beim Vorspannbetrieb

haben.

Eine Addition der Kräfte konnte besonders bei Abbremsung

durch das Ausbrechen der zweiten Zugmaschine nicht voll

erzielt werden.

Die Spitzenkräfte der in die Anhängelast eingeleiteten

Zug- bzw. Druckkräfte erreichen die jeweils größte Prüf-

lastspitze bei dynamischer Schwellbeanspruchung ($1,2 \cdot D_{\text{rechn}}$)

nicht. Dies betrifft auch die Kräfte, die bei hartem Anfahr-

ruch mit eingebremstem Anhänger aufgetreten sind.

Frühere Messungen bestätigen, daß der Einfluß größerer Fahr-

zeuggewichte sich in dem Anstieg der Detachierkräfte bemerkbar

macht.

Der Einfluß durch unterschiedliches Spiel (0,2 und 5 mm) nimmt mit zunehmendem Rollwiderstand bzw. zunehmender Anhängelast ab. Ebenso läßt sich beim Betrieb mit 2 Zügen Maschinen, welche durch eine zusätzliche Kuppelstange verbunden sind, ein Spieleinfluß auf die Dechselkräfte im jeweiligen Lastkollektiv unter Berücksichtigung der Meßtoleranzen nicht mehr erkennen.

7.2. Spieleinfluß in den Verbindungseinrichtungen:

Bei beiden für die Versuche eingesetzten Verbindungseinrichtungen - der Anhängerkuppelung Typ 56 mit $D_{\text{rechn}} = 31,5 \text{ t}$ und der Zugabel Typ I 70 mit $D_{\text{rechn}} = 17,4 \text{ t}$ - wurde jeweils die größte Prüflastspitze bei dynamischer Schwellbeanspruchung ($1,2 \cdot D_{\text{rechn}}$) für die Kupplung und beim stat. Knickversuch ($3 \cdot D_{\text{rechn}}$) für die Zugabel in sämtlichen Messungen nicht erreicht.

Eine Vergrößerung des Anhängerverhältnisses von 2,5 auf 3,7 bei gleichem Zugfahrzeug lieferte ähnlich dem Verlauf der rechnerischen D-Wert-Kurve nur einen unbedeutenden Anstieg der gemessenen Lastschwingbreite.

Zfachen D-Wert bei etwa gleichem Anhängerverhältnis $G_A/G_K = 2,5$ ergibt für das niedrige Gesamtgewicht einen Lastanstieg um ca. 8 %. (Das Gesamtgewicht wurde dabei verdoppelt).

7.1. Ein Vergleich der jeweiligen Lastschwingbreiten mit dem

Inclusive der freien Zugosenlänge angesetzt.
Für die Berechnung von D_{quer} wird die gesamte Zugabellänge
rücksichtigt.

Bei Anhängergewichten über 50 t wird die an der Zugöse wir-
kende Seitenkraft D_{quer} mit einem Moment von 1000 mkp be-

7.3. Beurteilung der Deichselquerkräfte:

Das Spiel in den Verbindungseinrichtungen hat somit bei
großen Anhängelasten, sofern das zulässige Spiel nicht über-
schritten wird, keinen besonderen Einfluss auf die Deichsel-
kräfte.

Im praktischen Fahrbetrieb ist dieser Vorgang jedoch nicht
möglich.
Die umgekehrte Tendenz - vom Normal zur spielfreien Ver-
bindung - ist ungünstiger hinsichtlich der Lastspitzen.
Der Spiel einfluss aufgrund von Verschleiß in den Verbin-
dungseinrichtungen in der Tendenz von Normal- zum Maximal-
spiel hin, ergibt nach den Messergebnissen eine Abnahme
der jeweiligen maximalen Lastschwingbreite.

Der Spiel einfluss aufgrund von Verschleiß in den Verbin-
dungseinrichtungen in der Tendenz von Normal- zum Maximal-
spiel hin, ergibt nach den Messergebnissen eine Abnahme
der jeweiligen maximalen Lastschwingbreite.

7.2. Während bei der Anhängelast von 65 t zwischen der Ein-
stellung "Spiefrei" und "Maximal-Spiel" die Messwerte
um ca. 7 t voneinander abweichen, verringert sich diese
Differenz bei 96 t Anhängelast auf ca. 4,5 t .

Die Messergebnisse für die Querkräfte bestätigen im wesentlichen obige Handhabung. Die Querkraftspitzen bei den Zugab-
bremsungen mit hohen Anhängelasten sind vorwiegend auf ein
Einklinken des Zuges zurückzuführen. Durch den Faktor 3, mit
dem der errechnete D-Wert multipliziert wird, werden diese
größeren Querkräfte bei der statischen Knicklast-Prüfung der
Zugabel ausreichend berücksichtigt.

Eine Beibehaltung dieses Vorgehens kann befürwortet werden.

Die Festigkeitsberechnungen und die statischen Prüfungen er-
folgen nach der oben angegebenen D-Wert-Formel. Die Berech-
nung basiert auf der in den "Hinweisen für das Schweißen von
Anhängler-Zugabeln" angegebenen Methode. (5)

Diese Formel für die D-Wert-Berechnung von Zugabeln sollte
somit auch in die TA für die Prüfung von Fahrzeugteilen auf-
genommen werden.

- l_1 = Knicklänge in der x-Ebene
- l_2 = Zugabellänge abzüglich der nach DIN 74054 erforder-
lichen freien Zugösenlänge
- b = Gabelaugenmittenabstand

$$D_{ges} = D_{rech} \left(\frac{l_1}{l_2} + D_{quer} \frac{b}{2} \right)$$

7.3. Der Gesamt-D-Wert ergibt sich danach zu:

aufgetragen.

die 3 Zugfahrzeuggewichte (G_K) über der Anhängelast (G_A)

In Bild 41 ist die D-Wert-Korrektur nach obiger Formel für

mit $x = 0,7$ angesetzt werden. (Bild 41)

hältnissen über 4,0 sollte der Degressionsfaktor konstant

nach obiger linearer Funktion reduziert. Bei Anhängelastver-

samtgewicht über $G_A + G_K \geq 48 t$ den rechnerischen D-Wert

bis zu einem max. Verhältnis von 4,0 sowie bei einem Zugge-

Schwerlastzügen mit einem Anhängelastverhältnis ab $G_A/G_K \geq 1,6$

Hierbei stellt x einen Degressionsfaktor dar, welcher bei

Erläuterung:

(D-Wert nach DIN 74051 oder DIN 74052)

und für $G_A + G_K \geq 48 t$

$$1,6 \leq G_A/G_K \leq 4,0$$

dabei ist: $x = 1,2 - 0,125 \cdot \frac{G_A}{G_K}$ für

$$D = x \cdot \frac{G_K}{G_A + G_A}$$

in nachfolgend geänderter Form aufzunehmen:

mit diesen in ihrer Wirkung vergleichbaren Einrichtungen -

bindung von Fahrzeugen - ausgenommen Sattelkupplungen und

die D-Wert-Formel nach DIN 74051 für Einrichtungen zur Ver-

Es wird vorgeschlagen, im Absatz 5 der Nr. 31 in den TA

7.4. Vorschlag zur Ergänzung der Prüfrichtlinien:

aufgeführten Bedingungen eingehalten werden.

zugelassen werden, wenn zusätzlich die unter 7. bis 11.

Anhängelast bis 144.000 kg

Darüberhinaus kann eine

höhen erteilt werden.

lichen Ausnahmegenehmigungen müssen von den zuständigen Be-
werden. Die für den Betrieb des überschweren Zuges erforder-
nachfolgend aufgeführten technischen Voraussetzungen erfüllt
Bremsanlage zuzulassen, wenn außerdem die unter 1. bis 6.

für eine Anhängelast bis zu 96 t in Zügen mit durchgehender

Motorleistung: 304 DIN PS bis 320 DIN PS

zul. Gesamtgewicht: 26.000 bis 32.000 kg

einem

technischen Bedenken bestehen, die Sattelzugmaschinen mit
Gesamtgewicht von 188.000 kg haben bestätigt, das keine
und Bremsversuchen mit Zugmaschinenzügen bis zu einem Zug-
Die Ergebnisse aus den Detachselkraftmessungen und den Fahr-

Fahrbetrieb überschwerer Lastzüge:
8. Begutachtung und Empfehlungen für den praktischen

nahezu konstant.

einen verhältnismäßig großen Anhängelastbereich dann
Bereich $G_A/G_K \approx 1,6$. Der korrigierte D-Wert bleibt über
kontinuierlichen Übergang zum rechnerischen D-Wert im
7.4. Die gewählte Depressionsformel realisiert einen nahezu

Technische Bedingungen für Anhängelasten von mehr als

48.000 kp bis 96.000 kp

1. Umbau der Sattelzugmaschine in eine Zugmaschine mit Behelfsladefläche zur Unterbringung von Belastungsgewichten.

2. Auslastung der Zugmaschine bis zu einem Gesamtgewicht von 26.000 kp und Hinterachslasten von 2 x 10.000 kp. Hierzu ist das zulässige Gesamtgewicht von 22.000 kg auf 26.000 kg und die zulässigen Hinterachslasten von 2 x 8.000 kg auf 2 x 10.000 kg zu erhöhen.

3. Sachgemäßer Anbau einer selbsttätigen Anhängerkupplung mit einem entsprechend dieser Arbeit erforderlichen D-Wert, an einem entsprechend verstärkten Schlußquerträger.

4. Einbau einer optischen oder akustischen Warnanzeige im Führerhaus, welche dem Fahrer einen evtl. eintretenden unzulässigen Druckabfall in den Anhänger-Druckluftvorratsbehältern auffällig anzeigt.

5. Gegebenenfalls Ausrüstung der Zugmaschine mit einem

zweiten Luftpressor, wobei in einer zusätzlichen Prüfung nach Anhang IV Absatz 2 der EG-Richtlinie für Bremsanlagen vom 26.7.1971 mit Änderung vom 27.3.1972 die Leistung der Energiequellen bei Anhängerbetrieb überprüft werden muß.

6. Optimale Einstellung der Bremsanlage des Anhängers vor Antritt jeder Fahrt, um ein für das sichere Bremsverhalten ohne Verlust der Fahrstabilität des Zuges erforderliches Zeitverhalten der Betriebsbremsanlage des Anhängers zu gewährleisten.

Zusätzliche technische Voraussetzungen und vorgeschlagene Auflagen für Anhängelasten von mehr als 96.000 kp bis höchstens 144.000 kp

7. Anbau eines verstärkten Kupplungsquerträgers an das Rahmenvorderteil der mit dem Anhänger verbundenen Zugmaschine. An diesem Vorderquerträger ist eine entsprechend dimensionierte Anhängerkupplung anzubringen.

8. Vorspannen einer zweiten Zugmaschine, die folgende Bedingungen erfüllen muß:

a) Tatsächliches Gesamtgewicht: 22.000 kg bis 26.000 kg

b) Motorleistung: 304 DIN-PS bis 320 DIN-PS

9. Verbindung zwischen den beiden Zugfahrzeugen durch eine geeignete Abschleppstange mit den für Anhängerkupplungen Typ 56 passenden Zugösen.

(Der Verwendung dieser Verbindungseinrichtung zwischen

der selbsttätigen Anhängerkupplung der 1. Zugmaschine und der selbsttätigen Anhängerkupplung am vorderen Rahmende

der 2. Zugmaschine hat der Fachausschuß "Verkehr" mit

Schreiben vom 27.9.1973 zugestimmt, wenn die unter 12.d.

vorgeschlagenen Auflagen eingehalten werden.)

Da beim Betrieb des Zuges mit einer Anhängelast von mehr als 72.000 kg bis 96.000 kg mit einer Zugmaschine auf ebener Bahn nur eine Höchstgeschwindigkeit von weniger als 60 km/h (45 km/h bei einer Anhängelast von 96.000 kg) erreicht wird, ist für das Befahren von Autobahnen mit diesen Gewichtsen eine zusätzliche Ausnahmegenehmigung von der zuständigen Straßenverkehrsbehörde einzuholen.

lage).

11. Ausrüstung beider Zugfahrzeuge mit einer Anlage zur Verständigung zwischen den beiden Fahrern, die insbesondere eine Abstimmung während des Anfahrens und Schaltens der Gänge und eine Verständigung beim Auftreten von Gefahrensituationen ermöglicht (z.B. Funk- oder Draht-Sprech-

mit betätigen kann.

10. Ergänzung der Betriebsbremsanlage der 2. Zugmaschine, Bremsanlagen der zweiten Zugmaschine und des Anhängers einrichtung (Bremspedal) seines Fahrzeuges die Betriebs- der zweiten Zugmaschine jederzeit über die Betätigungs- gewährleistet sein, daß unabhängig davon der Fahrer ersten (vorderen) Zugmaschine erfolgen kann. Dabei muß und des Anhängers über die Betätigungseinrichtung der Betätigung der Betriebsbremsanlage beider Zugmaschinen angebrachte Zweileitungs-Kupplungsköpfe eine direkte so daß über zwei, an der Vorderseite dieses Fahrzeuges

- zwischen den beiden Zugmaschinen aufhalten.
ren Zugmaschine, ohne das sich dabei Personen
Selbsttätiges Kuppeln und Zurücksetzen der vorderen
Zugmaschine.
gabel auf die Höhe der Anhänggekuppelung der vorderen
Einstellen der Abschleppstange mit Hilfe der Stütz-
der zweiten Zugmaschine.
Befestigung der Abschleppstange an der Kuppelung Typ 56
nach folgendem Arbeitsablauf zu erfolgen:
Ankuppeln der 1. Zugmaschine an die 2. Zugmaschine
d) Bei Anhängelasten von mehr als 96.000 kg hat das
die Fahrt so schnell wie möglich abubrechen.
Bei Unterbrechung der Verstäudigungsverbindung ist
zu prüfen.
gung zwischen beiden Fahrern vor Antritt jeder Fahrt
Bei zwei Zugfahrzeugen ist die einwandfreie Verstäudigung
geführt werden.
Befahrern (jedes Zugfahrzeug 1 Fahrer und 1 Befahrer)
c) Der Zug darf nur von besonders geschulten Fahrern und
geschwindigkeit von 30 km/h nicht überschritten werden.
die Dauerbremse einzuschalten. Dabei darf die Dauerge-
b) Beim Befahren jeder Gefällstrecke von mehr als 2 % ist
werden.
a) Steigungen von mehr als 6 % können nicht befahren
erforderlich erachtet:
12. Für den Betrieb des Zuges werden folgende Auflagen für

e) Besondere Auflagen, die im Zusammenhang mit der Bauart des Anhängers erforderlich sind, bleiben hiervon unberührt.

(1) Kaup, F., Schadel, O., Westhäuber, R.:
 Ermittlung der Betriebsbeanspruchung und der Gestaltfestigkeit
 von Anhängerkupplungen und Zugablen für Kraftfahrzeuge.
 Dtsch. Kraftfahrtforschung und Straßenverkehrstechnik,
 Heft 147, Düsseldorf, VDI-Verlag 1961

(2) Kling, W.:

Messung auftretender Lenkkräfte an verschiedenen Systemen
 und bei den in der Praxis vorkommenden Einsatzbedingungen
 von Sattelkraftfahrzeugen sowie Vorschlag einer auch für
 Zwangslenkung tauschbaren Sattelkupplung mit vereinfachtlich-
 tem Öffnungswinkel.
 Forschungsauftrag Nr. F 265 des BVM.

(3) Weis,

Technischer Bericht Nr. VII/Typ 8573-8574/70 über das Fahr-
 verhalten der DB-Lastkraftwagen-Typen:
 LP 2232/6x4 und LP 1632 in Verbindung mit einem Tieflade-
 anhängen von 72 t Gesamtgewicht.

(4) VdTUV-Merkblatt Nr. 712, (Kraftfahrwesen)

Einrichtungen zur Verbindung von Fahrzeugen

Ausgabe Dezember 1967

(5)

Fachbuchreihe-Schweißtechnik, Band 6, 3. Auflage.

Versuchsfahrzeuge (Aufstellung)

a) Zugfahrzeuge

| | <u>Hersteller:</u> | <u>Typ:</u> | <u>Fahrgestell-Nr.:</u> | <u>Radstand:</u> | <u>Zahl der ange-</u> <u>triebenen Achsen:</u> | <u>Bereitung:</u> | <u>Zulässiges</u> <u>Gesamtgewicht:</u> | <u>Prüfgewicht:</u> | <u>Achslasten (zul.)</u> | <u>Vorn:</u> | <u>Mitten:</u> | <u>hinten:</u> | <u>Motor</u> | <u>Typ:</u> | <u>Motorleistung</u> <u>(nach DIN 70020):</u> | <u>Betriebsbremse</u> | <u>Art:</u> | <u>Betriebsdruck (atü):</u> |
|----------------|--|-------------|-------------------------|------------------|---|-------------------|--|---------------------|--------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------|-------------|--|-----------------------|--|-----------------------------|
| 1. Zugmaschine | Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG Werk München | 26.320 DFS | 225-0015-0015 | 3200/1350 | 2 | 11,00-20 16 PR | 26 000 kg | 26 100 kg | 6 500 kg | 10 000 kg | 10 000 kg | 10 000 kg | | D 2530 MF | 320 PS/2500 U/min | Betriebsbremse | Zweikreis- Zweileitungs- Druckluftbremse | 6,2 - 7,35 |
| 2. Zugmaschine | | 32.320 DFAS | 90-246/6 | 3200/1350 | 3 | 11,00-20 16 PR | 26 000 kg | 26 300 kg | 6 500 kg | 10 000 kg | 10 000 kg | 10 000 kg | | D 2530 MF | 320 PS/2500 U/min | Betriebsbremse | Zweikreis- Zweileitungs- Druckluftbremse | 6,2 - 7,35 |

| <u>Anhängerkupplung</u> | <u>Hersteller:</u> | <u>Typ:</u> | <u>Prüfzeichen:</u> | <u>D-Wert:</u> | <u>nur in Verbindung mit Zugöse Typ:</u> | <u>Hersteller:</u> | <u>Schlussquerträger</u> | <u>verstärkte Ausführung:</u> | <u>Frontquerträger (verstärkt):</u> | <u>Abschleppkupplung</u> | <u>Hersteller:</u> | <u>Typ:</u> | <u>Schleppstange</u> | <u>(mit Abstützvorrichtung):</u> | <u>Zugösen-Typ:</u> | <u>Länge:</u> | <u>Abschleppstange für Sattelkz.:</u> | <u>Länge:</u> |
|-------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------|----------------|--|--------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|--|----------------------------------|---------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|
| <u>2. Zugmaschine</u> | Johann Rockinger 8 München 80 | 56 | M 568 | 31,4 t | 57005 | J. Rockinger | J. Rockinger | MAN-Nr. 81.41250.5044 | -- | Abschleppkupplung | Johann Rockinger 8 München 80 | SK 5 A | wahlw. Typ 56 (s.o.) Johann Rockinger 8 München 80 | Zeichnungs-Nr. 57 119 | 57 005 | 2500 mm | Abschleppstange für Sattelkz.: | 2750 mm |
| <u>1. Zugmaschine</u> | J. Rockinger 8 München 80 | 56 | M 568 | 31,4 t | 57005 | J. Rockinger | 81.41250.5044 | 81.41250.5044 | -- | Abschleppkupplung | Hersteller: | Typ: | Schleppstange | (mit Abstützvorrichtung): | Zugösen-Typ: | Länge: | Abschleppstange für Sattelkz.: | Länge: |

Plattformanhänger (2 Plattformanhänger)

Hersteller: WILLY Scheuerle Pfedelbach-Öhringen

Typ: K 100/4

Fahrgestell-Nr.: 3620 + 3622

Zahl der Achsen: 4 + 4

je 8 Halbachsen in Pendelaufhängung

Zul. Achslasten:

5 km/h 10 km/h 20 km/h

vorn:

2 x 28 000 kg 2 x 25 000 kg 2 x 24 000 kg

hinten:

2 x 28 000 kg 2 x 25 000 kg 2 x 24 000 kg

Radstand:

je 3 x 1,5 m

Zahl der Räder:

2 x 16

Größe der Bereifung:

7.50 R 15

Leergewicht:

15 500 kg + 15 500 kg

Gesamtgewicht:

48 000 kg + 48 000 kg

Maße über alles:

Länge:

16 250 mm

Breite:

3 000 mm

Höhe:

1 030 mm

Lenkung:

Art:

Allrad-zwangslenkung
(hydraulische Verdängerenlenkung)

Höchstgeschwindigkeit: 50 km/h (begrenzt wegen Art der Lenkanlage)

Beladung der Tieflader

Lkw 1

Hersteller:

MAN München

Typ:

22.320 DHK

Gesamtgewicht:

31 000 kg

Lkw 2

Hersteller:

MAN München

Typ:

22.320 DFK

Gesamtgewicht:

34 000 kg

Sattel-Kiez als zusätzlicher Anhänger:

Sattelzugmaschine:

Hersteller: MAN München

Typ: 30 320 DHS

Prüfgewicht: 20 000 kg

Sattelanhänger:

Hersteller: Schenk

Typ: SHK 2065 K

Prüfgewicht: 20 000 kg

Gesamtgewicht des
Sattelzugs:

40 000 kg

Bildunterschriften:

- Bild 1: Selbsttätige Anhängerkupplung Typ 56
Bild 2: Induktiver Beschleunigungsgeber am Fahrzeugrahmen
angebaut
- Bild 3: Zugöse Best.-Nr. 57005
Bild 4: Wetterfeste Einpackung der DMS an der freien
Schaftlänge der Zugöse
- Bild 5: Sechskanalschreiber und Klassiergerät
Bild 6: Zuführung der elektrischen Leitungen
Bild 7: Blockschaltbild für 188 t-Zug
Bild 8: Eichkurve für die Deichsellängskraft
Bild 9: Eichkurve für die Deichselquerkräfte
Bild 10: Einspannung der Zugabel Typ T 70 in die
Zerreibmaschine
- Bild 11: X-Y-Schreiber mit Meßwertverstärker KWS/T5
Bild 12: Einleitung der Querkräfte über Flaschenzug
Bild 13: Eichung der DMS für Deichselquerkräfte
Bild 14: Plattform-Anhänger Typ K 100/4
Bild 15: Zugmaschine MAN Typ 32.320 DFAS mit Plattform-
anhänger
- Bild 16: Selbsttätige Anhängerkupplung Typ 56 am verstärkten
Frontquerträger angebaut mit Bremsanschluß vorn
Bild 17: Anhängelast von 65 t
(Beladungsvorgang)
- Bild 18: Zulässiges Gesamtgewicht des Anhängers 96 t
(Beladungsvorgang)

Bild 19: Zugsgesamtgewicht von 132 t

Bild 20: Versuchszug mit einem Zugsgesamtgewicht von 188 t und einer Anhängelast von 136 t

Bild 21: Ansicht des Sattelzuges mit einem Gesamtgewicht von 40 t spleifrei an den Plattform-Anhänger angekuppelt

Bild 22: Zeichnung des verstärkten Schlaßquerträgers der Firma MAN

Bild 23: Zeichnung des verstärkten Kühlerquerträgers der Firma MAN

Bild 24: Verbindungsabschleppstange mit Stützabel und Zugösen 57005

Bild 25: Schema des gesamten Versuchs-zuges bei einem Gesamtgewicht von 188 t

Bild 26: Zusammenstellung der maximalen Deichsellängskraft bei den Anfahrversuchen im 1. Gang in einem räumlichen Schaubild

Bild 27: Meßschieb Versuchs-Nr. 84, $G_A = 136$ t beim Anfahrdruck mit eingebremstem Anhänger

Bild 28: Räumliches Schaubild der maximalen Deichsellkraft bei dem Anfahrdruck mit eingebremstem Anhänger

Bild 29: Meßschieb Versuchs-Nr. 82, $G_A = 136$ t räumliches Schaubild der Spitzenkräfte beim Ein- und Durchfahren der Teilstrecke

Bildunterschriften:

Bild 31: Räumliches Schaubild der maximalen Delchsellängsdruckkräfte bei Zugabbremsungen aus ca. 35 km/h
Bild 32 + 33: Meßschrieb Vers.-Nr. 86

Beginn und Ende (Haltepunkt) der Zugabbremsung
nur mit Zugmaschine für $G^A = 136 \text{ t}$
Bild 34: Räumliches Schaubild der maximalen Delchsellängskräfte bei Abbremsung des gesamten Zuges nur mit Zugmaschine (n) unter Berücksichtigung des Haltepunktes
Bild 35: Räumliches Schaubild der maximalen Delchsellängskräfte bei Abbremsung des gesamten Zuges nur mit der Anhängerbremsanlage unter Berücksichtigung des Haltepunktes
Bild 36 + 37: Meßschrieb Vers.-Nr. 87

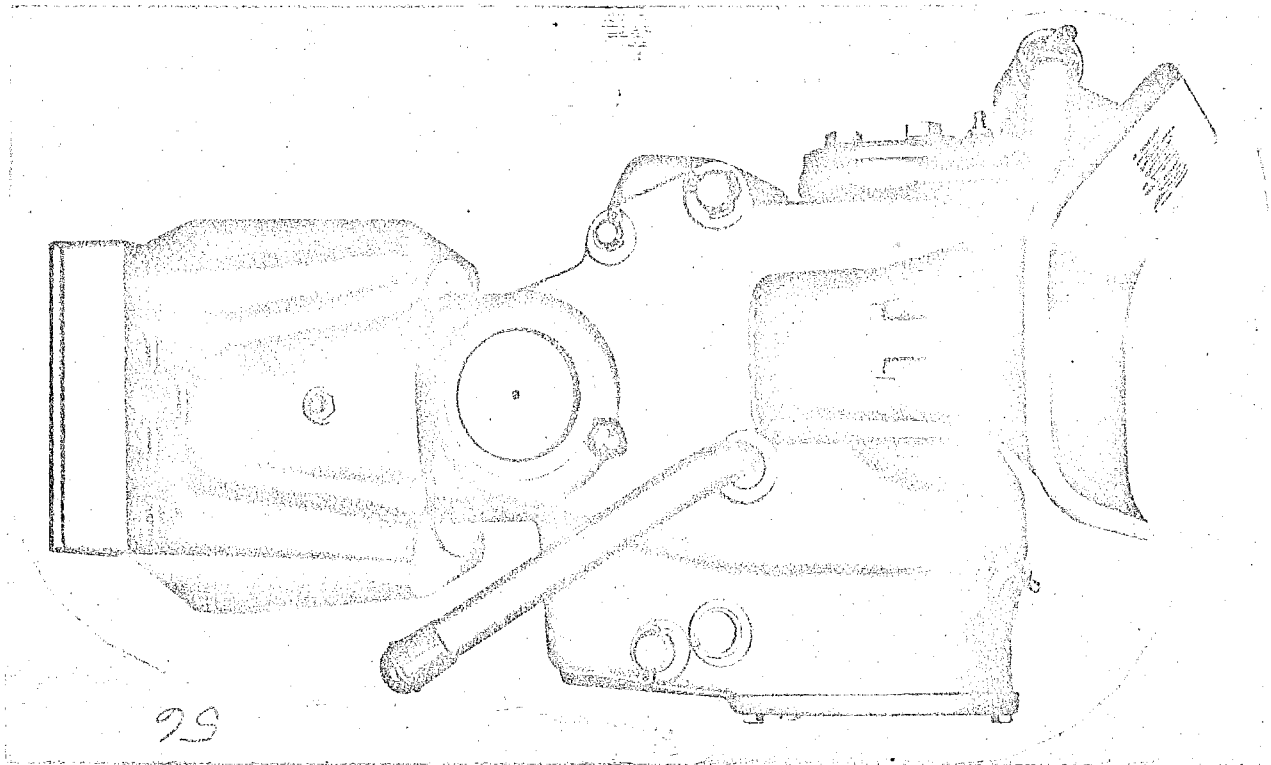
Beginn und Ende (Haltepunkt) der Zugabbremsung
nur über Anhängerbremsanlage für $G^A = 136 \text{ t}$

Bild 38: Häufigkeitsverteilung der Delchsellkräfte an der Zugabel bzw. Anhängerkuppelung bei $G^A = 65 \text{ t}$
für die angenommene Laufleistung von $4 \cdot 10^5 \text{ km}$

Bild 39: Häufigkeitsverteilung der Delchsellkräfte an der Zugabel bzw. Anhängerkuppelung bei $G^A = 96 \text{ t}$
für die angenommene Laufleistung von $4 \cdot 10^5 \text{ km}$

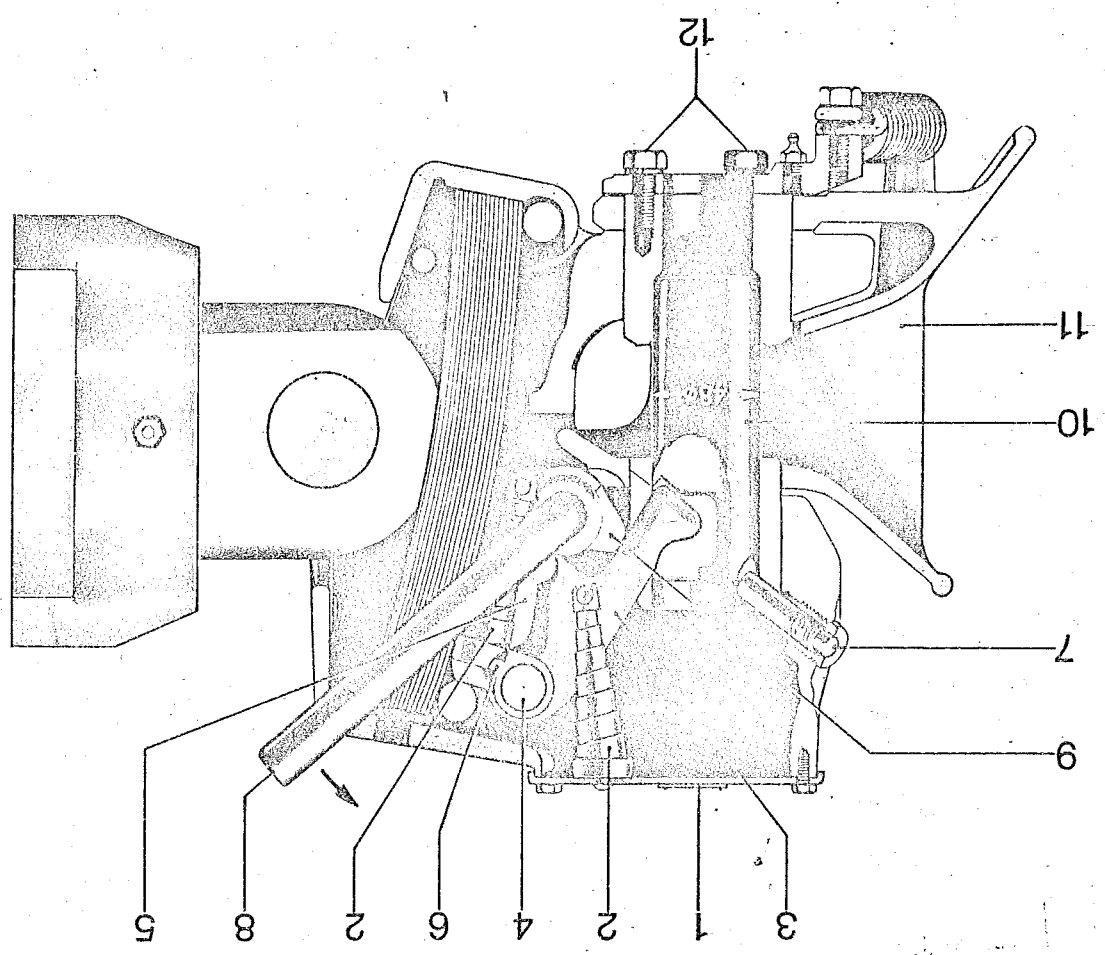
Bild 40: Häufigkeitsverteilung der Delchsellkräfte an der Zugabel bzw. Anhängerkuppelung bei $G^A = 136 \text{ t}$
für die angenommene Laufleistung von $4 \cdot 10^5 \text{ km}$

Bild 41: Diagramm für den Korrekturbereich der D-Wert-Formel
bei $G^A / G^K \leq 1,6$ und $\leq 4,0$



56

BILD 1



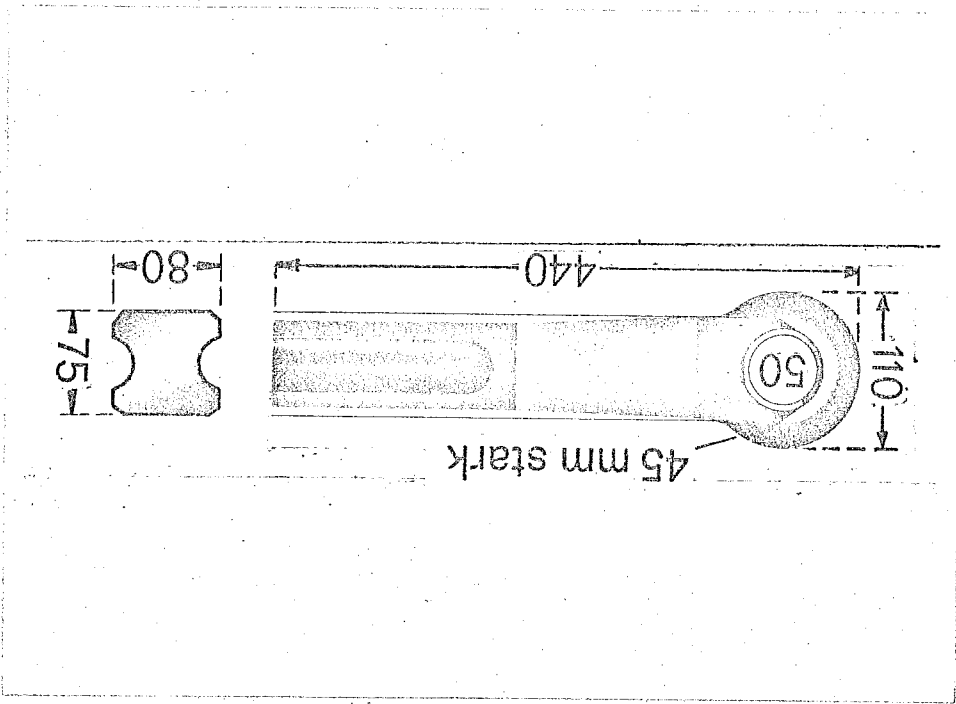


Bild 3

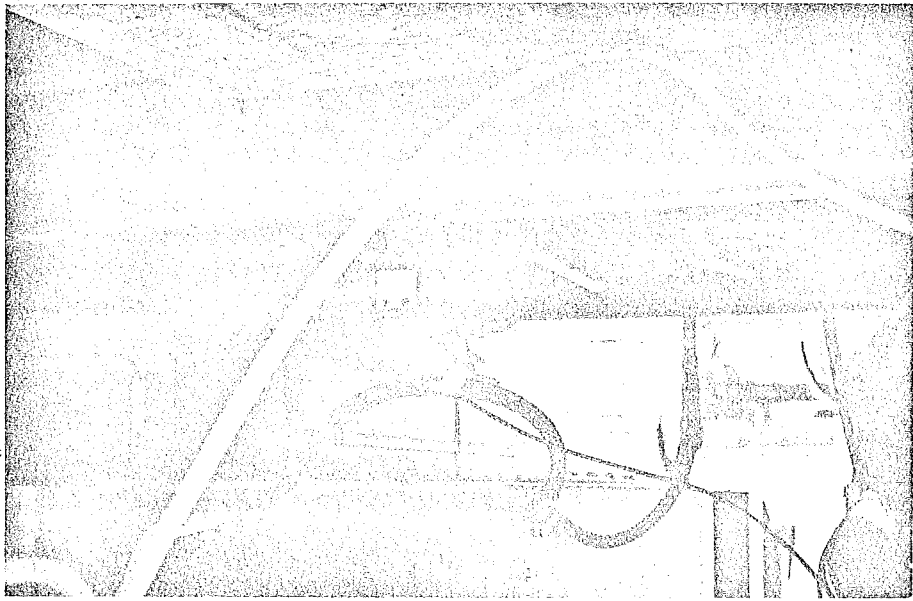


Bild 2

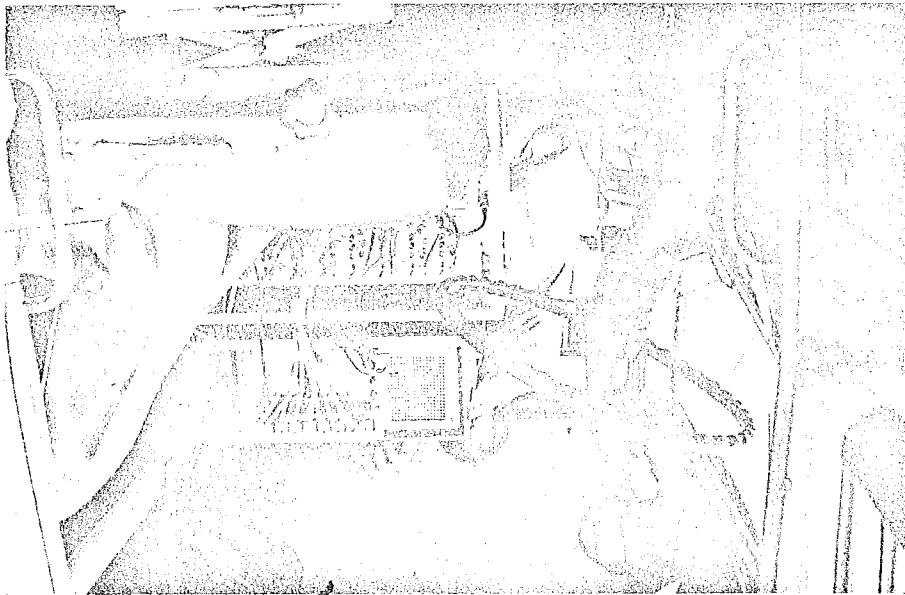


Bild 6

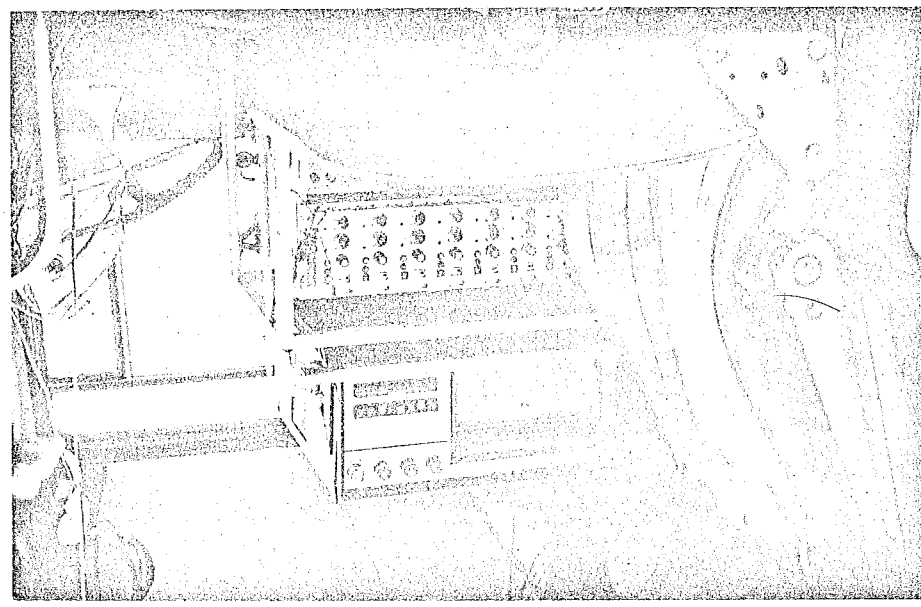


Bild 5

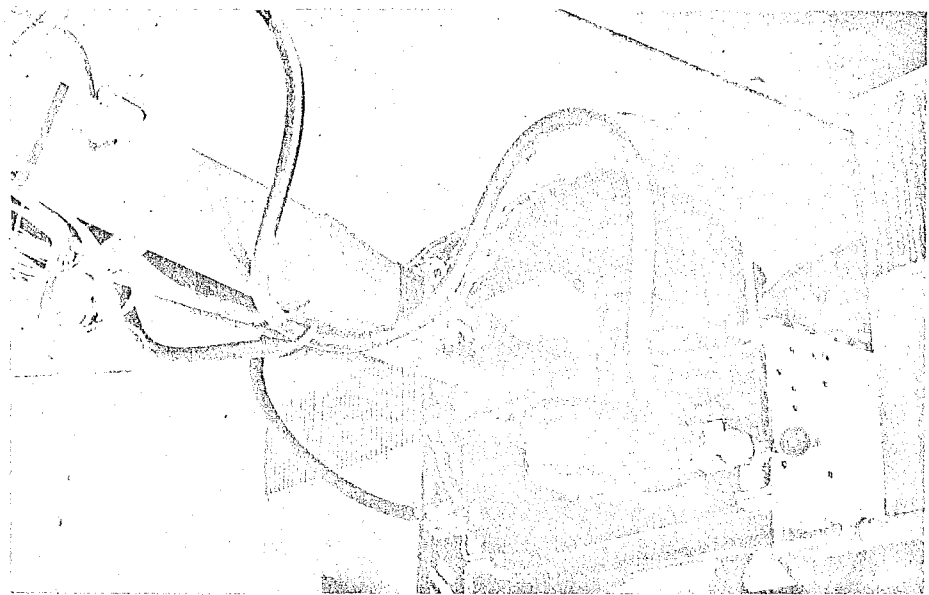


Bild 4

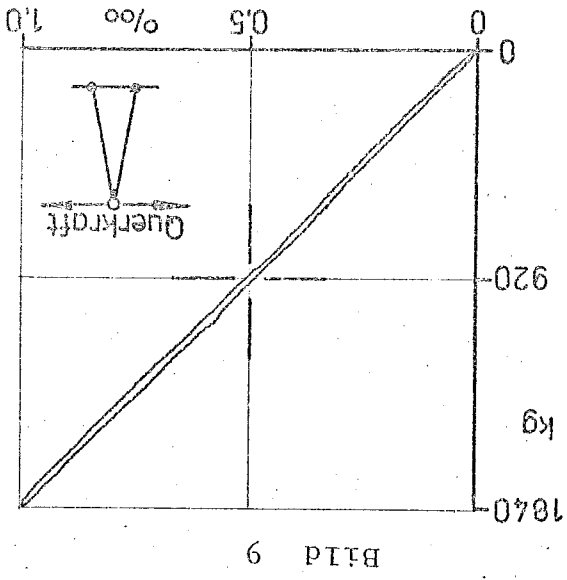


Bild 9

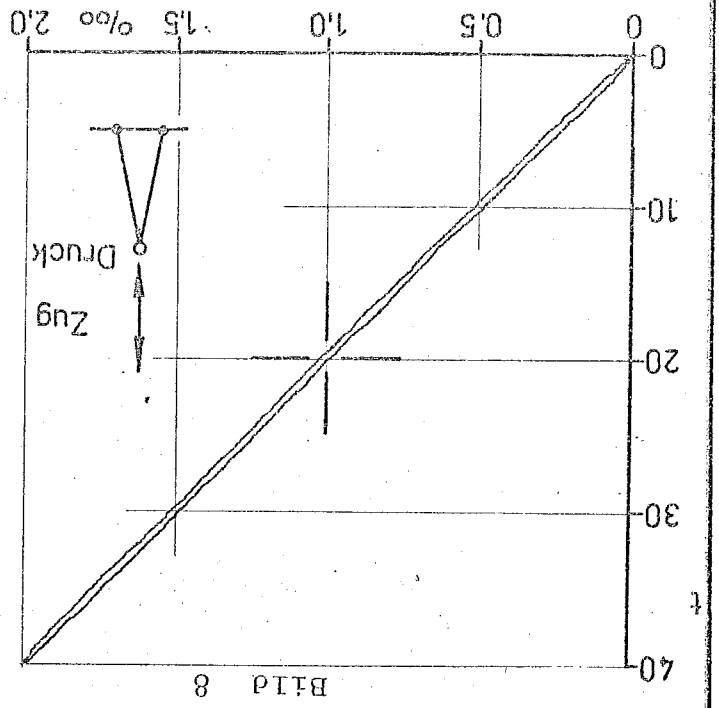


Bild 8

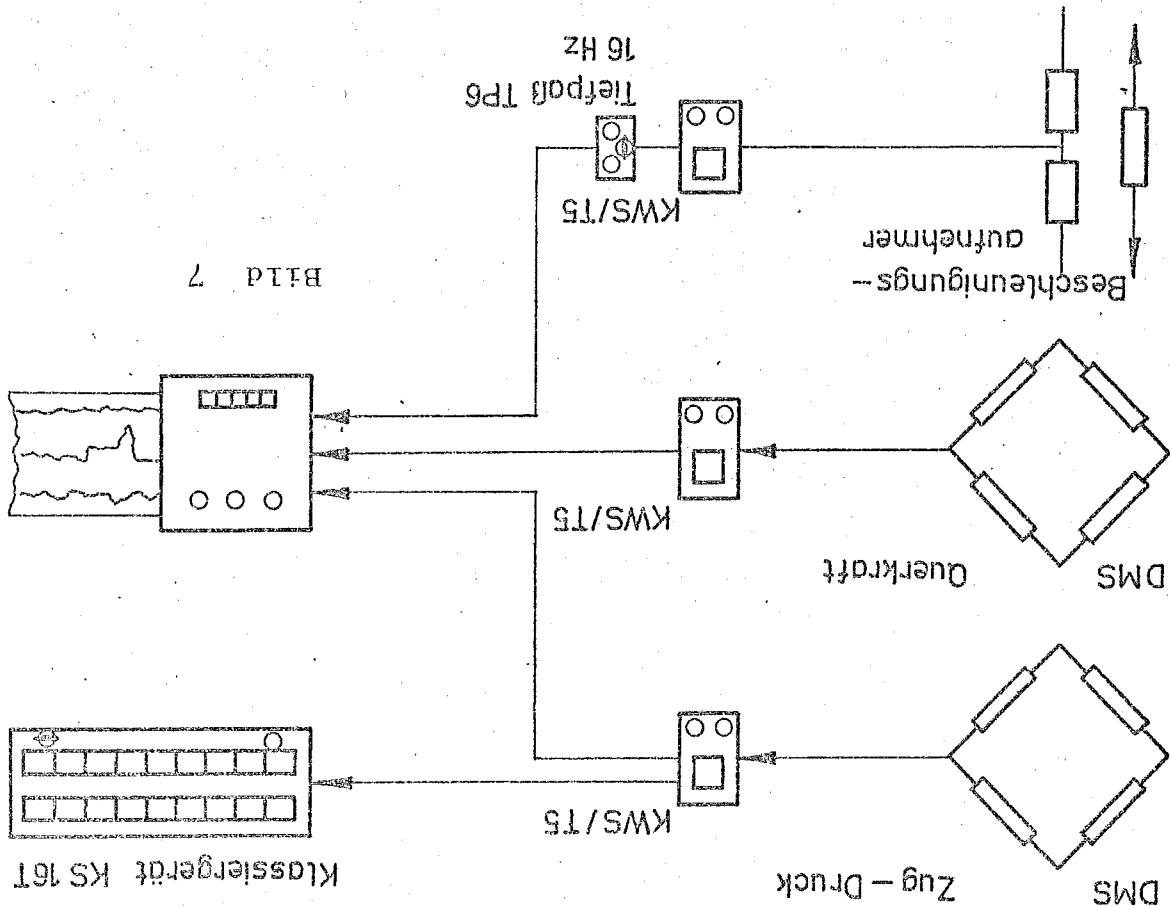


Bild 7

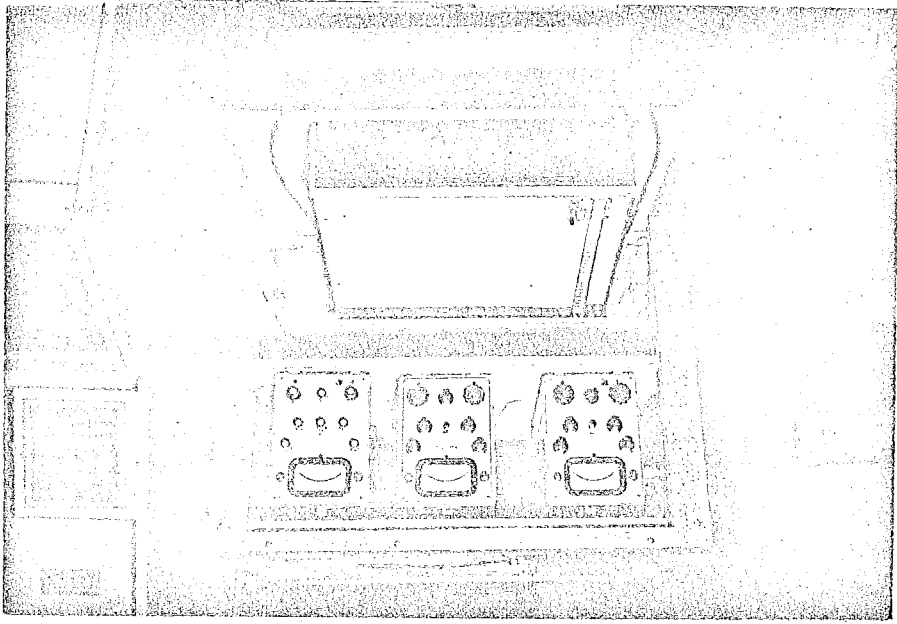


Bild 11

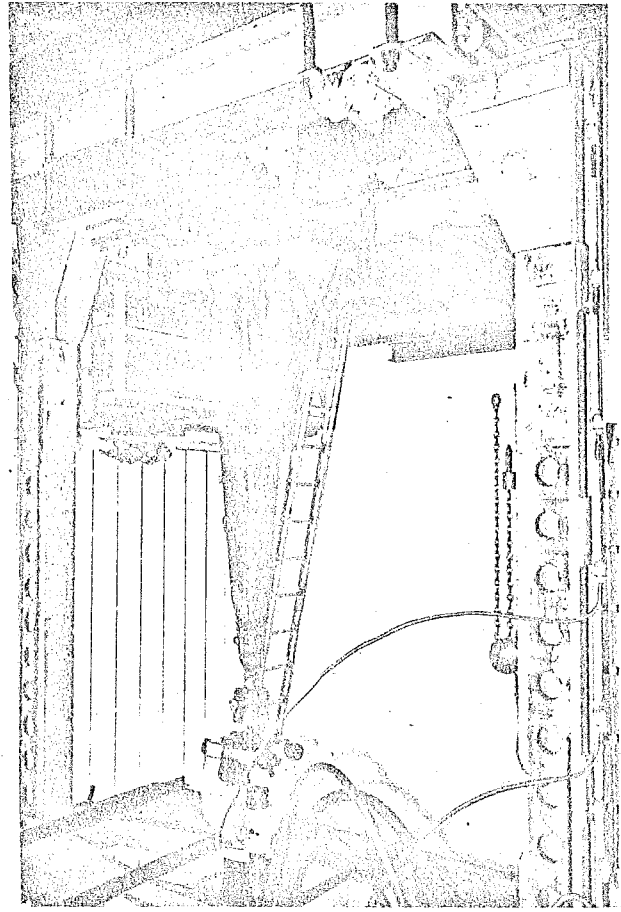


Bild 10

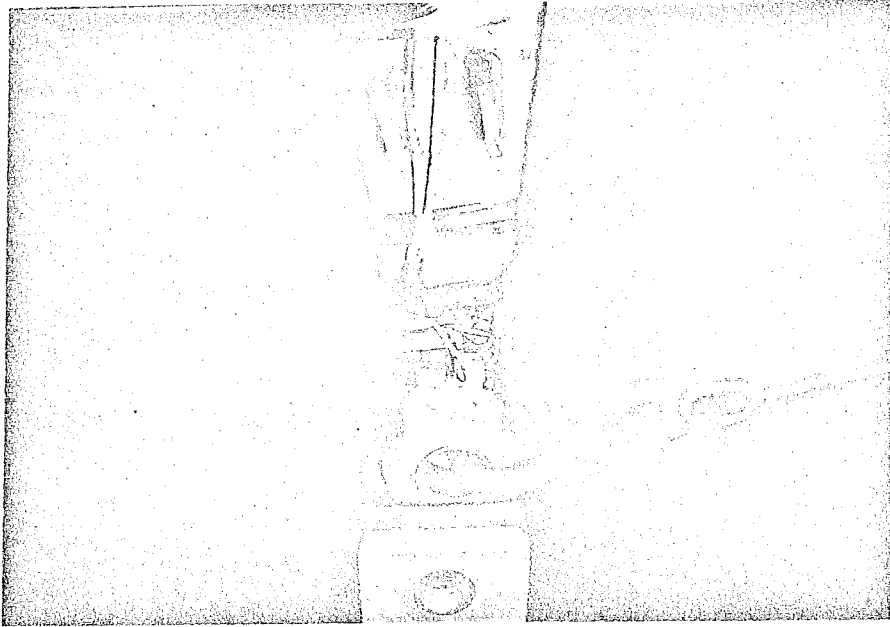


Bild 13

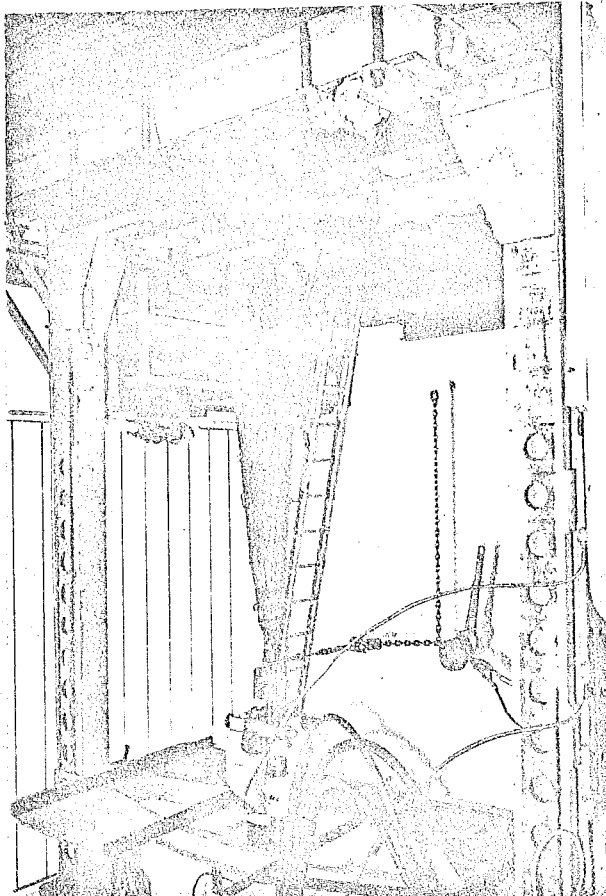


Bild 12

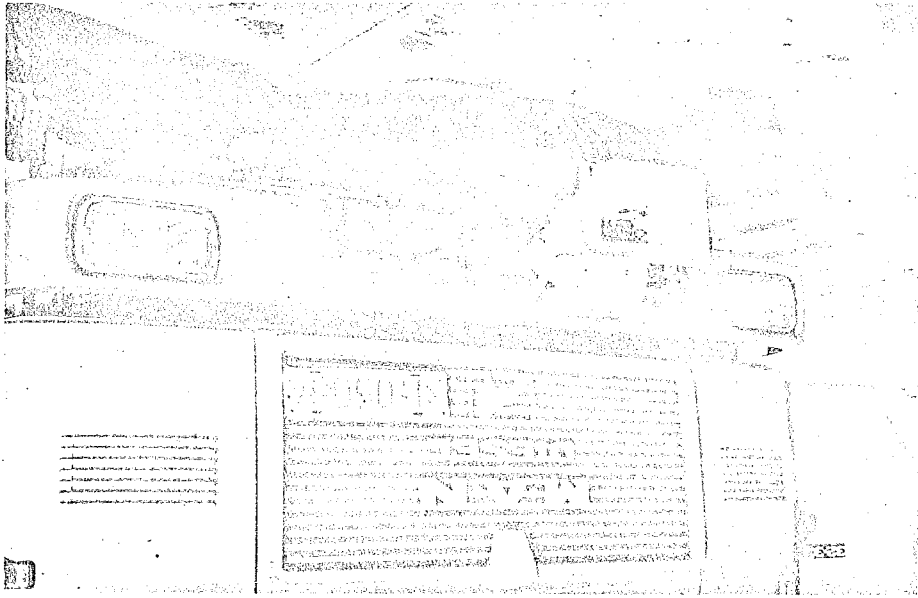


Bild 16

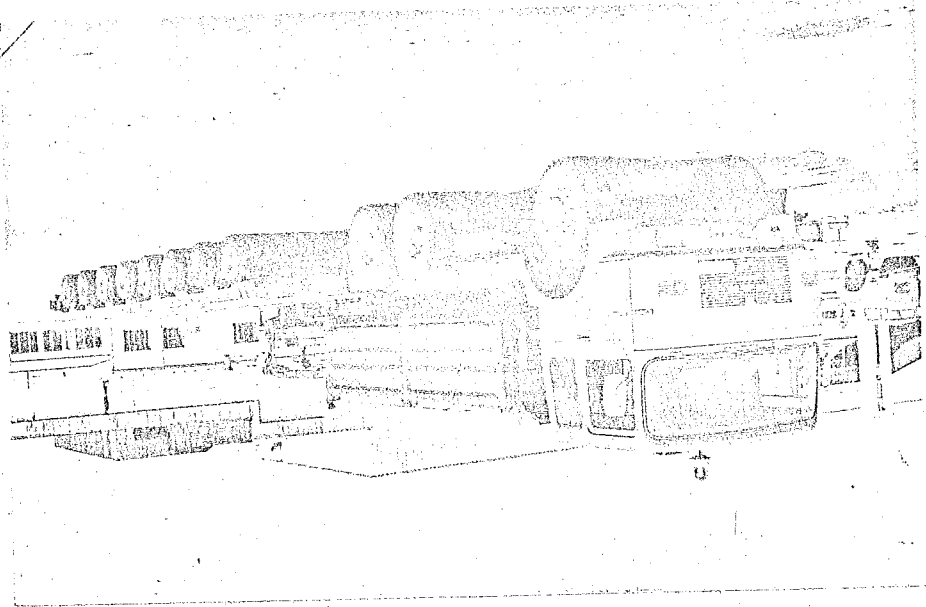


Bild 15

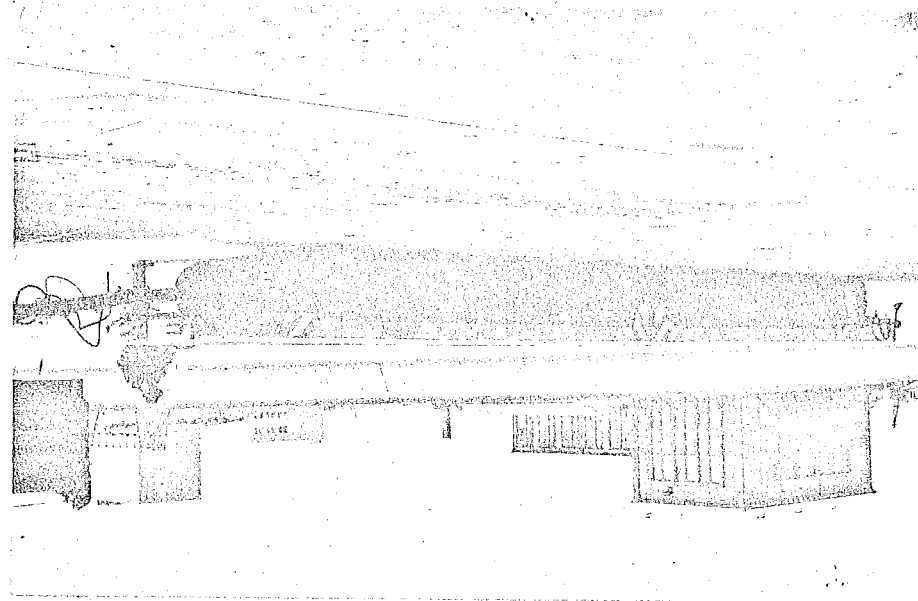


Bild 14



Bild 19

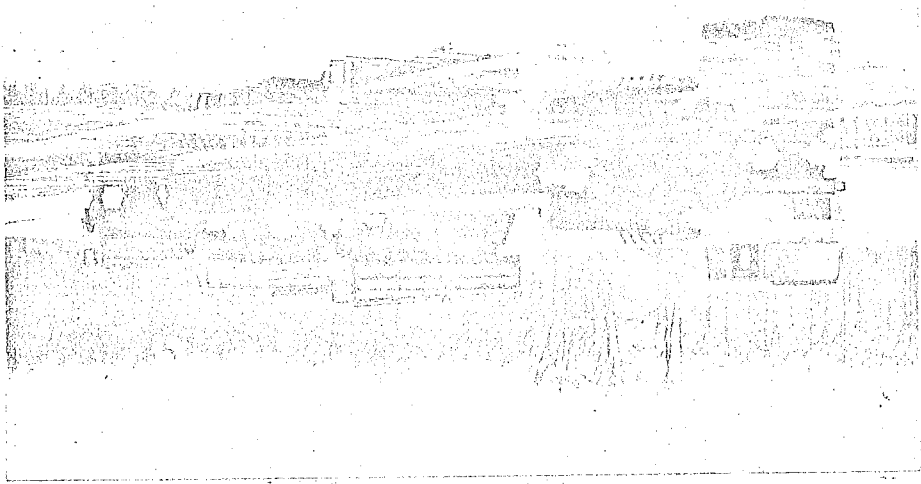


Bild 18

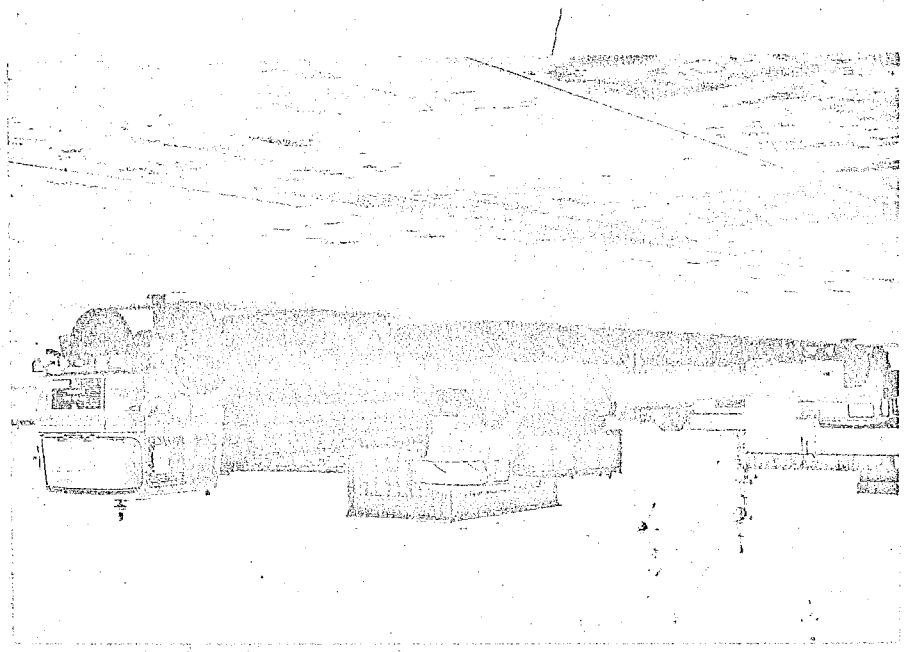


Bild 17

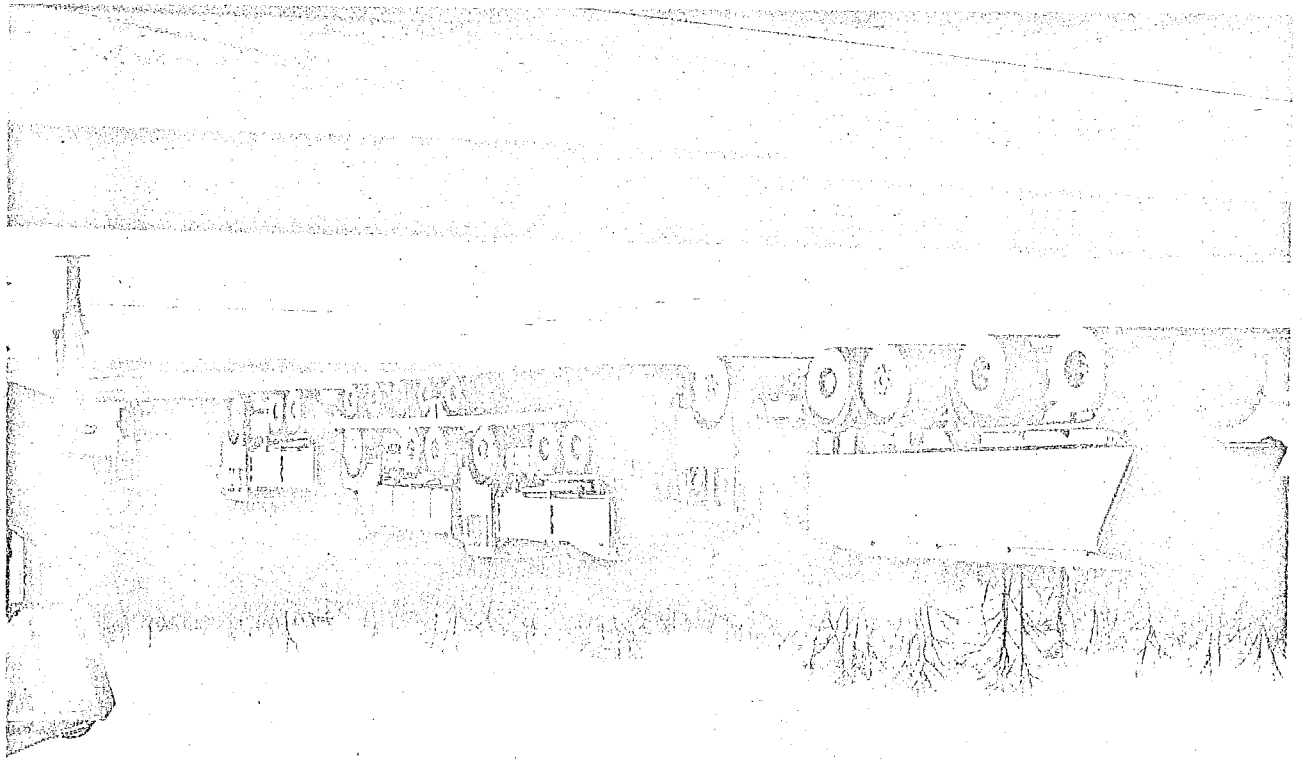


Bild 21



Bild 20

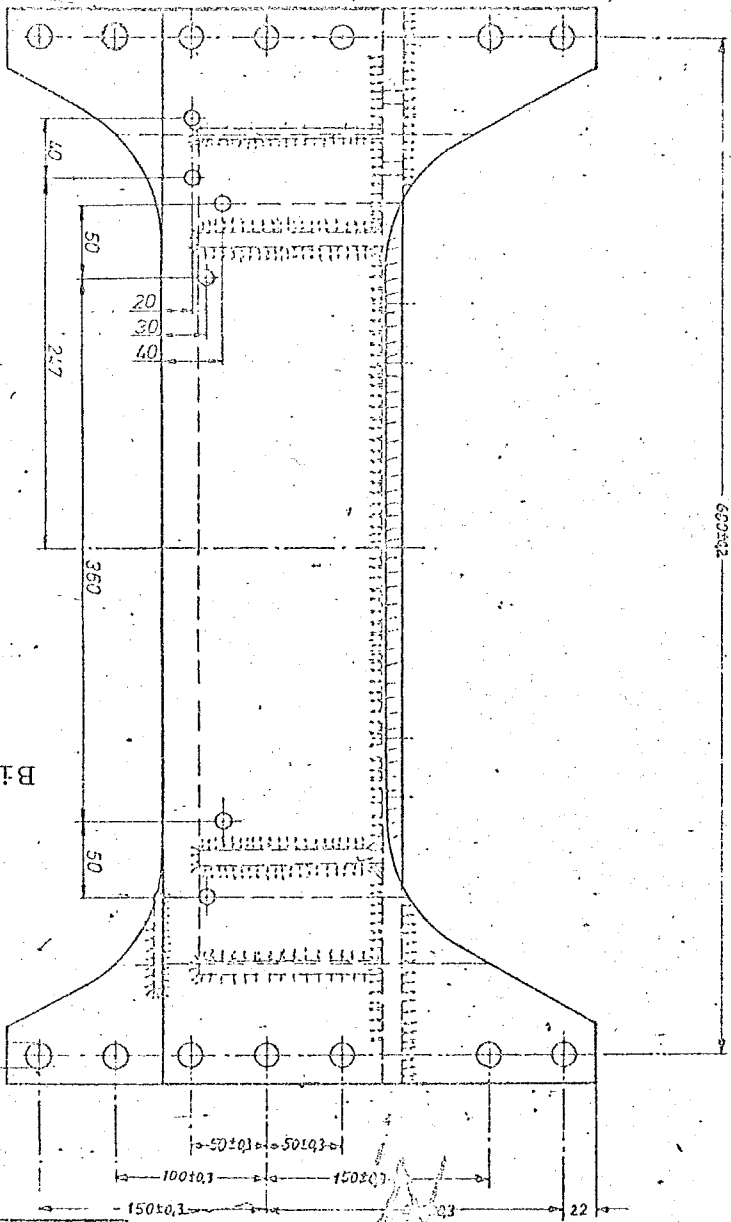
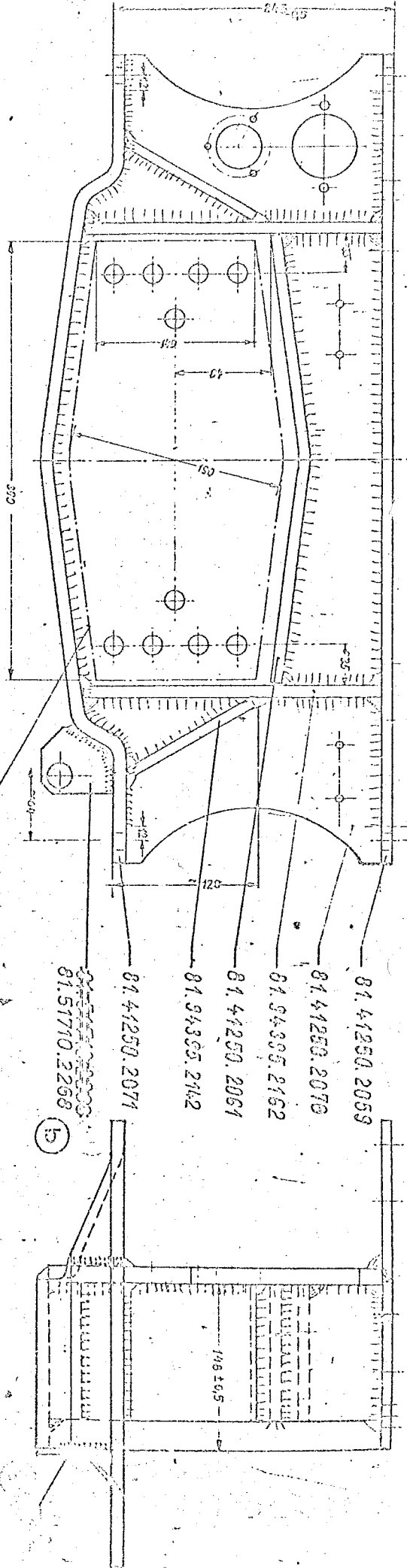


Bild 22



Innenhalb der Kontur auf der sichtbaren Fläche zur Unebenheit des Rumpfes

- 81.41250.2059
- 81.41250.2070
- 81.54335.2162
- 81.41250.2061
- 81.54335.2162
- 81.41250.2071
- 81.51710.2256

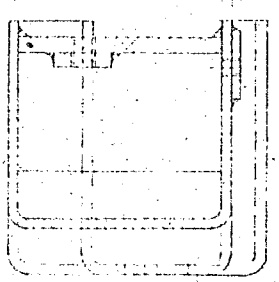
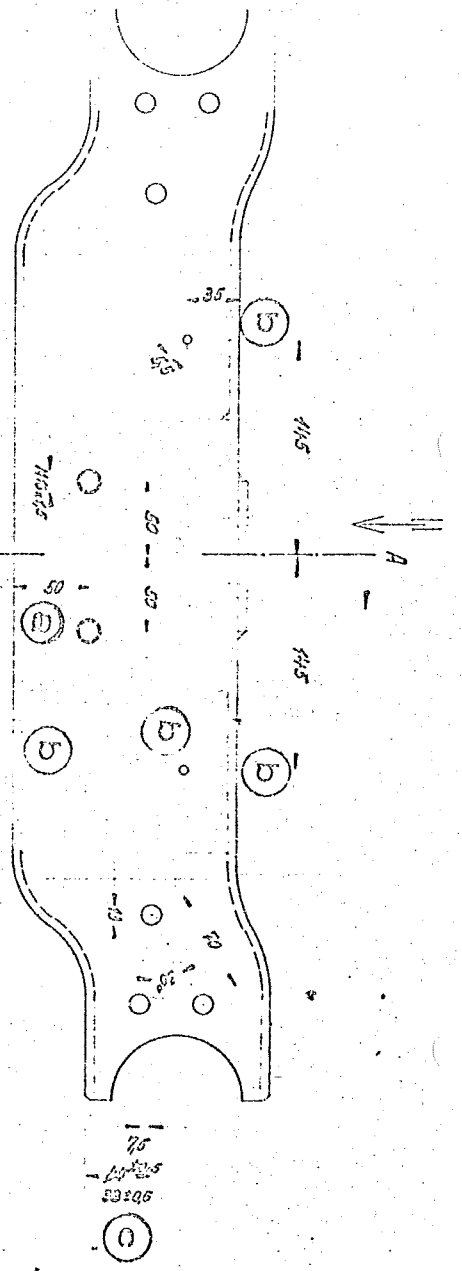
(b)

| | | | |
|--|--|-------------------------|--|
| Projekt 1502101 1502101 1502101 1502101 1502101 | | Baujahr 1952 | |
| Auftraggeber Zsb. Schlundquerträger 81.41250.5014 | | Zeichner 1502101 | |
| Konstruktor 1502101 | | Prüfer 1502101 | |
| Freigegeben 1502101 | | Unterschrift 1502101 | |

(13)

b) 3. Masten- & Mastenstützen 9. bis 12. Masten
 und Mastenstützen 13. bis 15. Masten
 c) 3. Masten- & Mastenstützen 16. bis 18. Masten
 und Mastenstützen 19. bis 21. Masten

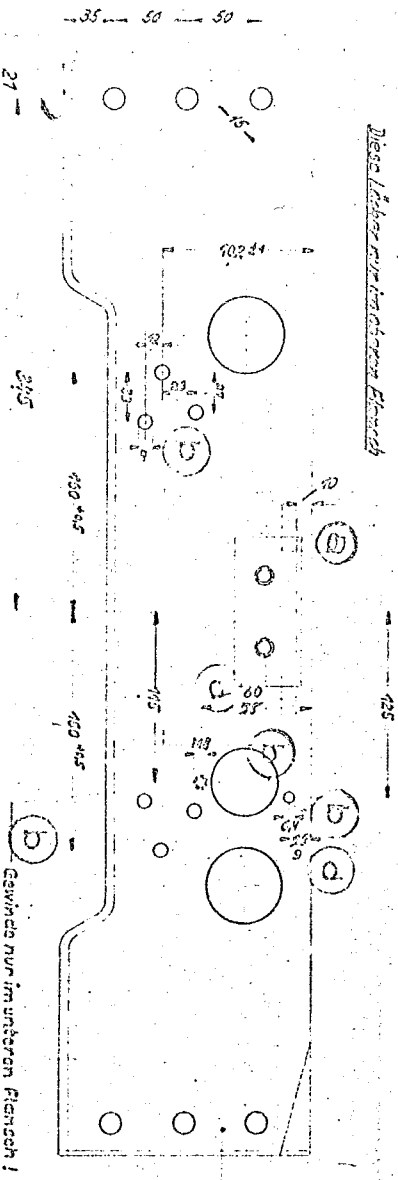
Schnitt A-B



0252.30.00507

129 F.507
 Lauber u. sorgfältig einschweißen!
 Schweißnaht 5

Diese Lauber nur im unteren Flansch!

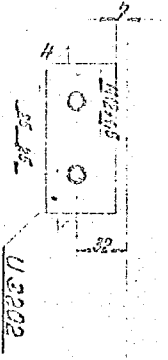


0252.30.00503 C

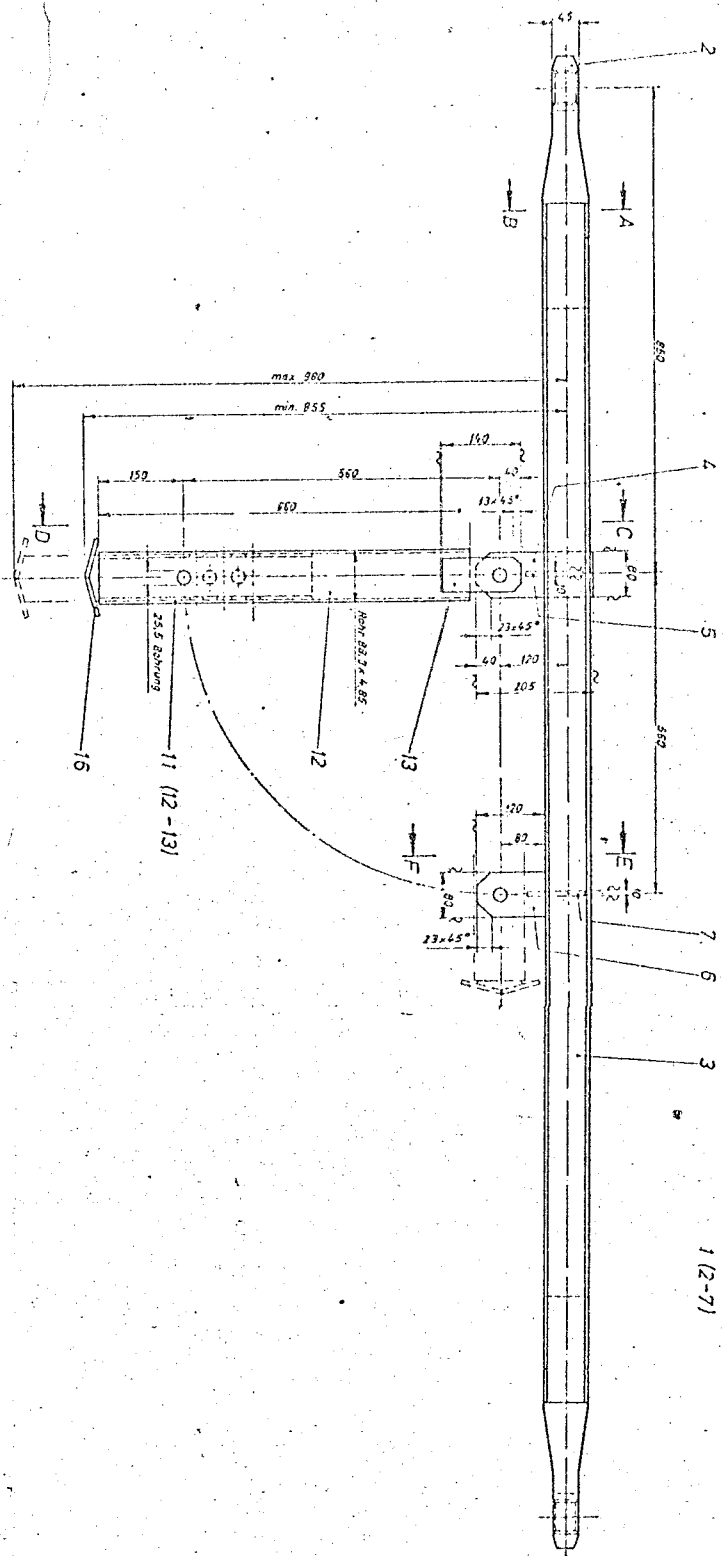
| Stück | Bezeichnung | Menge | Material | Anmerkungen |
|-------|-----------------|-------|----------|-------------|
| 1 | 0252.30.00503 C | 1 | St 42 | |
| 1 | 0252.30.00507 | 1 | St 42 | |
| 1 | 129 F.507 | 1 | St 42 | |

Bild 23

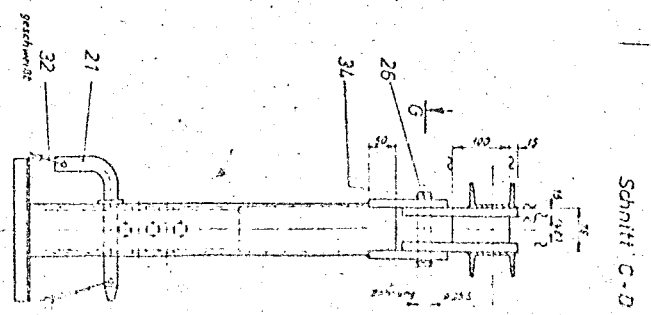
Anschluß an Drehmaschine



| Stück | Bezeichnung | Menge | Material | Anmerkungen |
|-------|-------------------|-------|----------|-------------|
| 1 | 0252.30.00503 C | 1 | St 42 | |
| 1 | 0252.30.00507 | 1 | St 42 | |
| 1 | 129 F.507 | 1 | St 42 | |
| 1 | Mittelpunktträger | 1 | St 42 | |



1 (2-7)

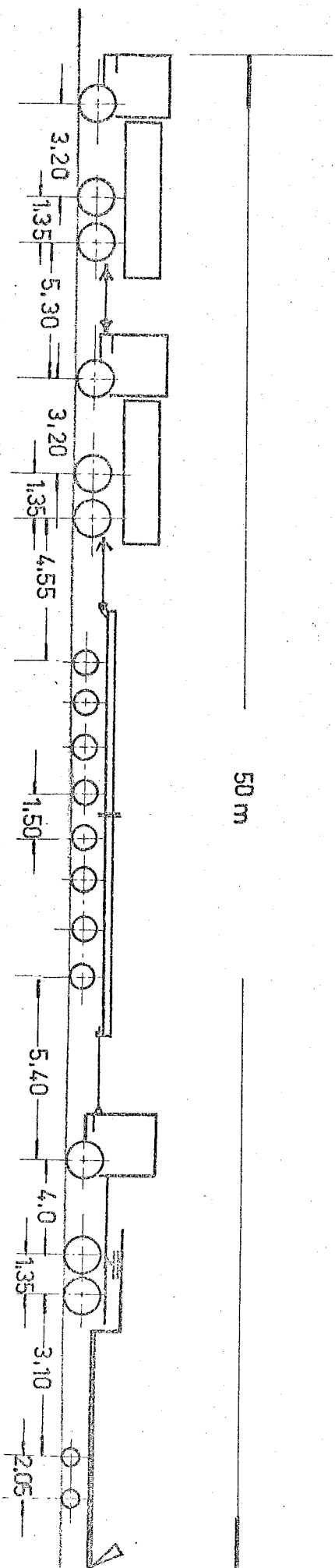


Schnitt C-B

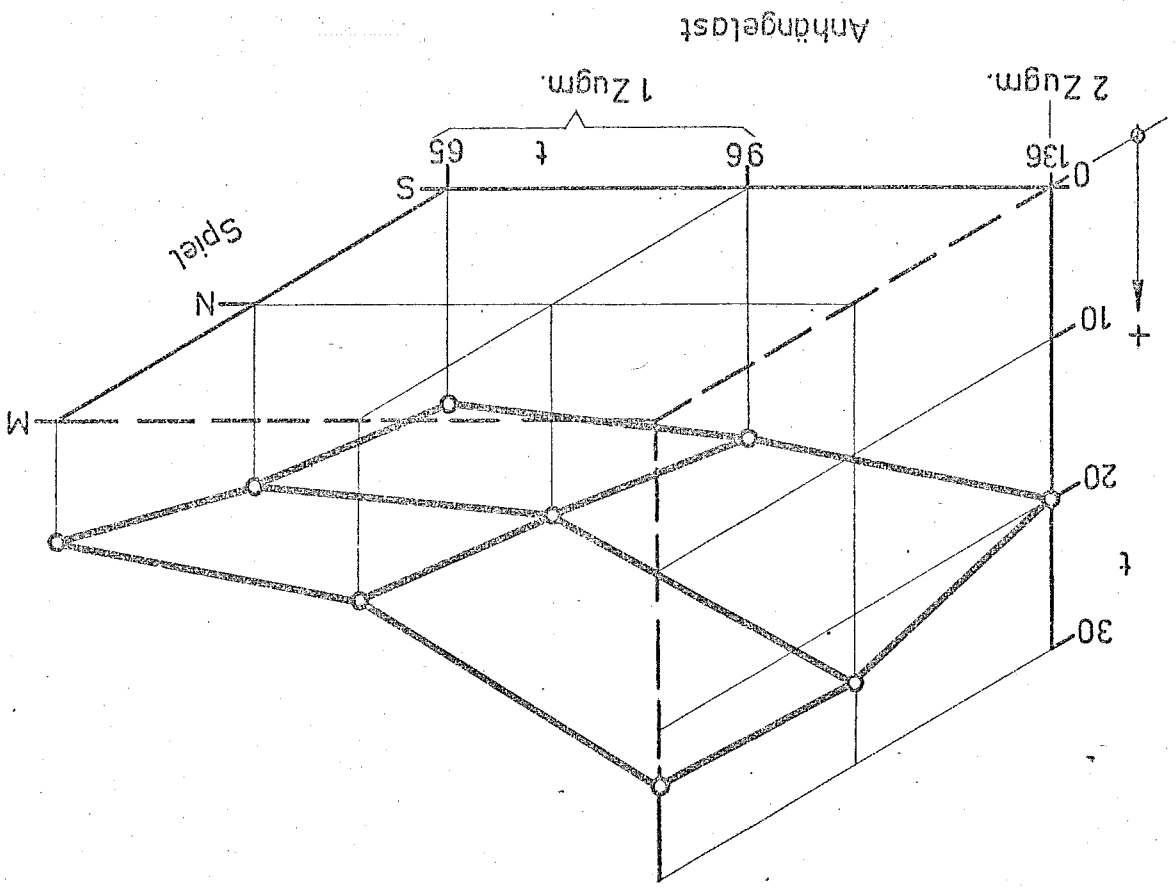
Schnitt G-H

Bild 24

Bild 25



| | | | | | | |
|--------------|-----------|------------|-------------|-------------|-----------|------------------------------------|
| Kennz. | M-040470 | M-050640 | M-C 3501 | M-C 3503 | M-04038 | M-04968 |
| Fg. Nr. | 225-0015 | 90-246/6 | 3620 | 3622 | 90-247/5 | 22983 |
| Herst. | MAN | MAN | Scheuerle | Scheuerle | MAN | Schenk |
| Typ | 26320DFS | 32320 DFSA | K100/4 | K100/4 | 30320 DHS | SHK2065M |
| Ges. Gew.(t) | 26 | 26 | (48) | 96 | (48) | 20 (-AufL-Last) 40 20 (+AufL-Last) |
| Achslast(t) | 6.5/10/10 | 6.5/10/10 | 12/12/12/12 | 12/12/12/12 | 6/7/7 | 10/10 |



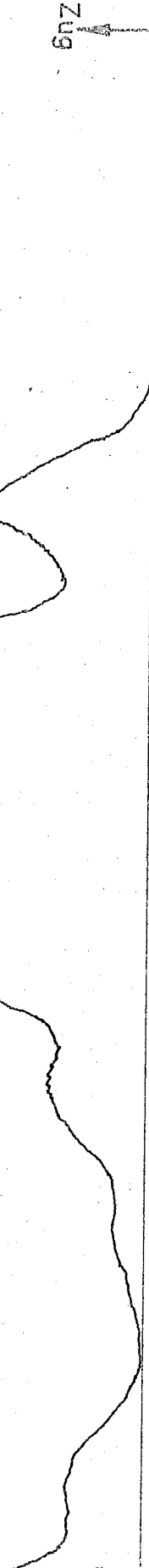
Scharfes Anfahren im 1 Gang

Querkraft



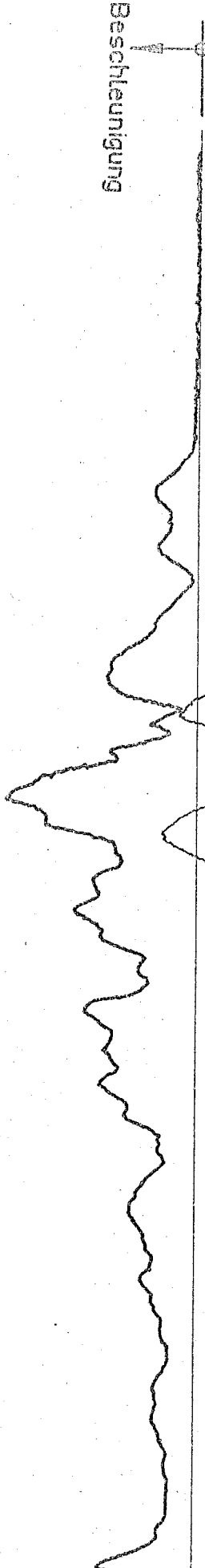
Druck

Zug



Verzögerung

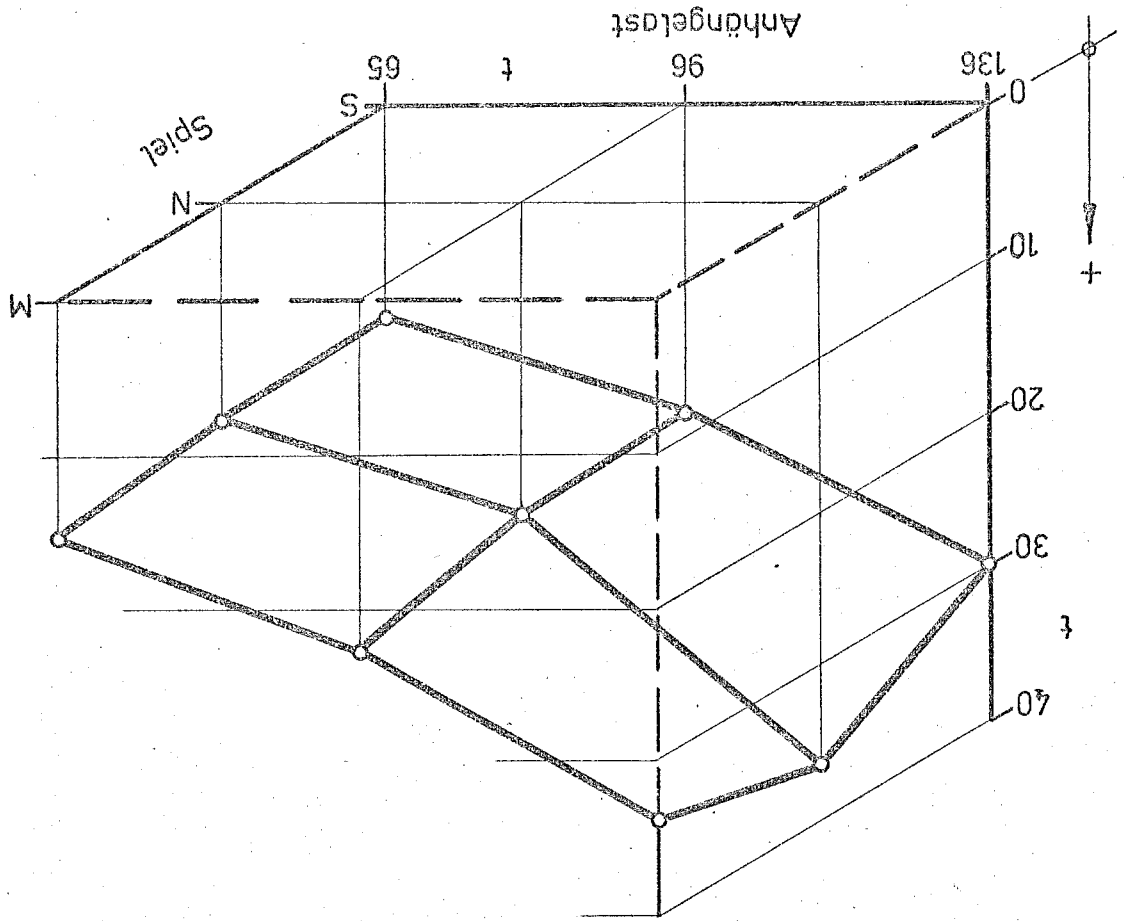
Beschleunigung



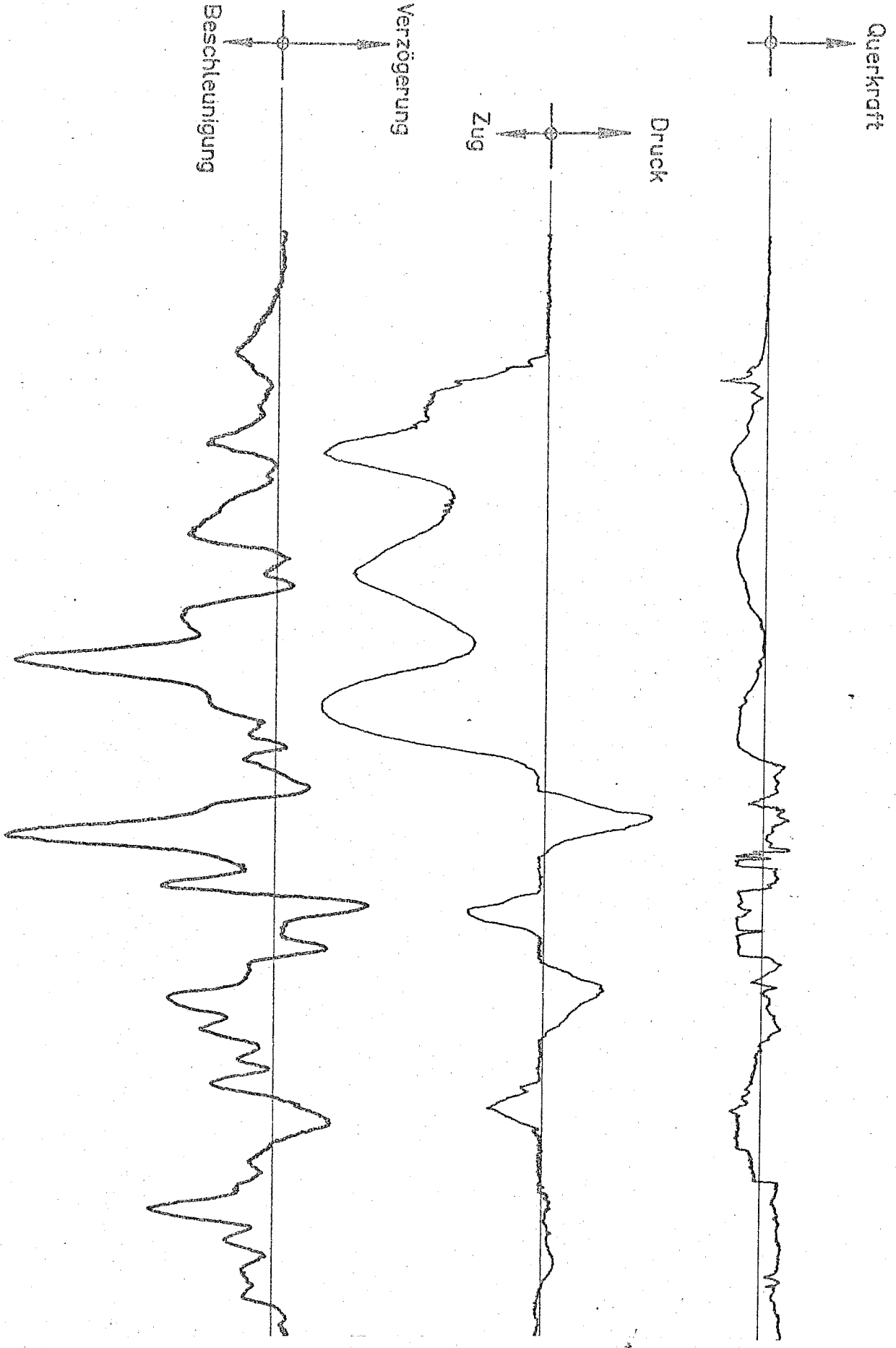
Vers.-Nr. 84 Volle Beschleunigung im 1. Gang

$G_A = 136 \text{ t}$; Max. Spiel

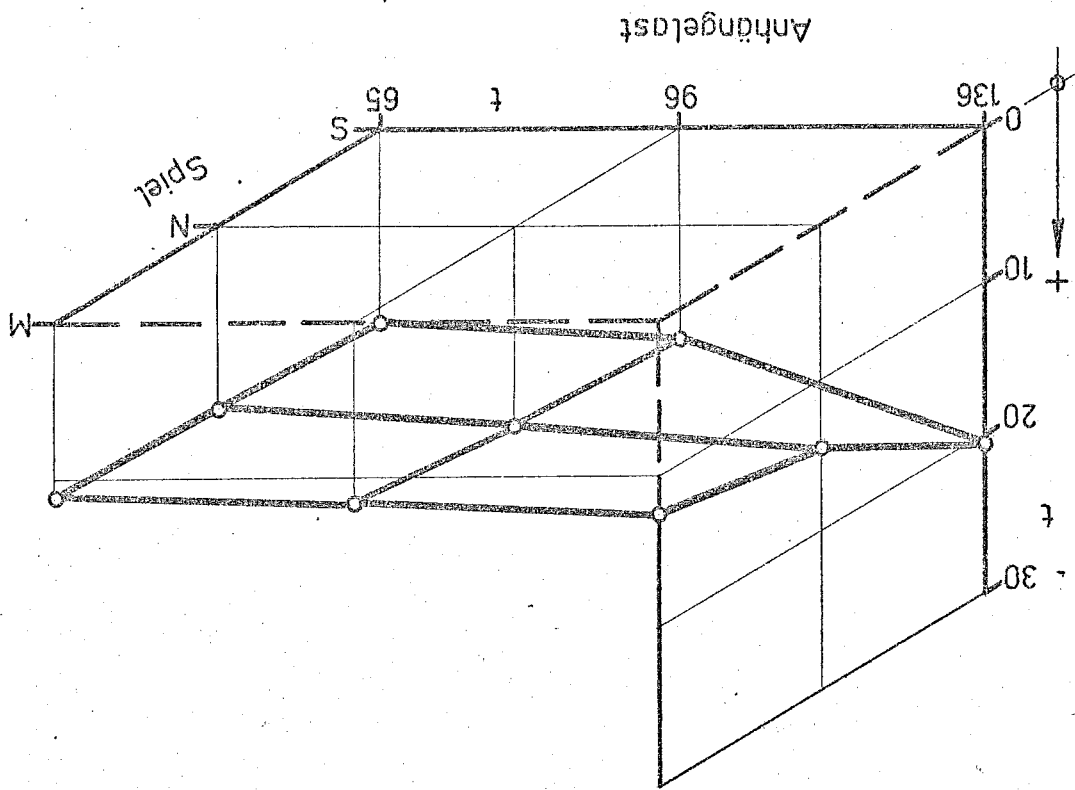
Bild 27



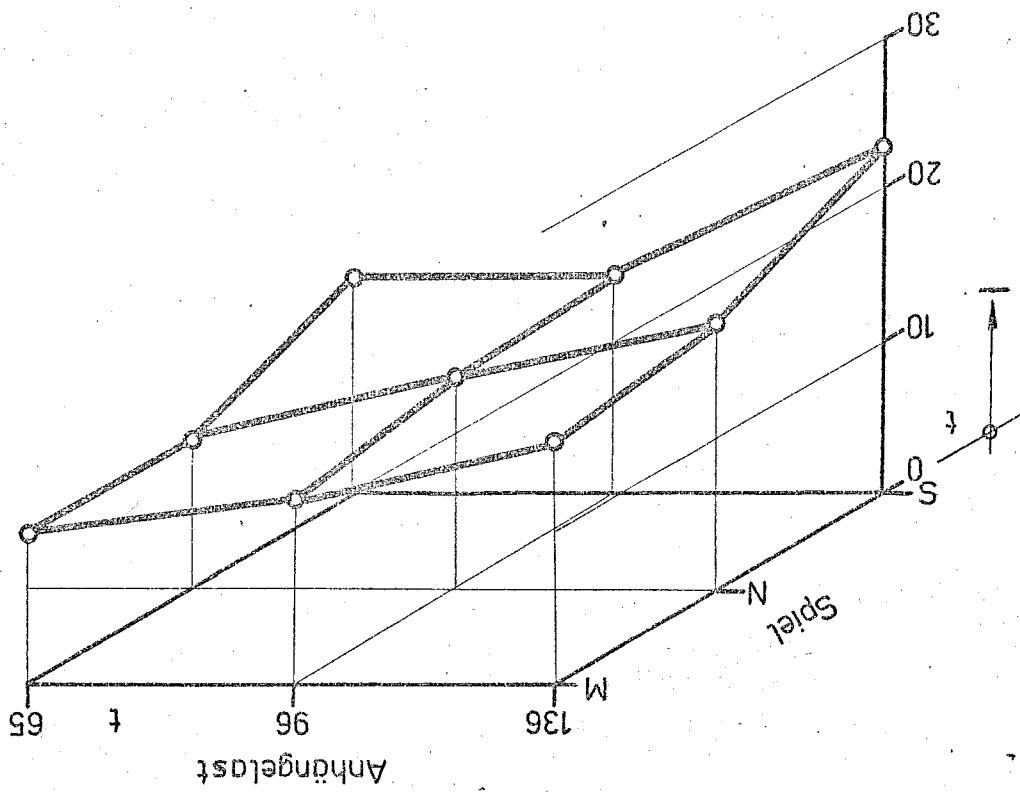
Anfahrdruck mit eingebremsten Anhänger



Vers-Nr. 82 Anfahrdruck mit eingebremstem Anhänger
 $G_A = 136 \text{ t}$; Max. Spiel

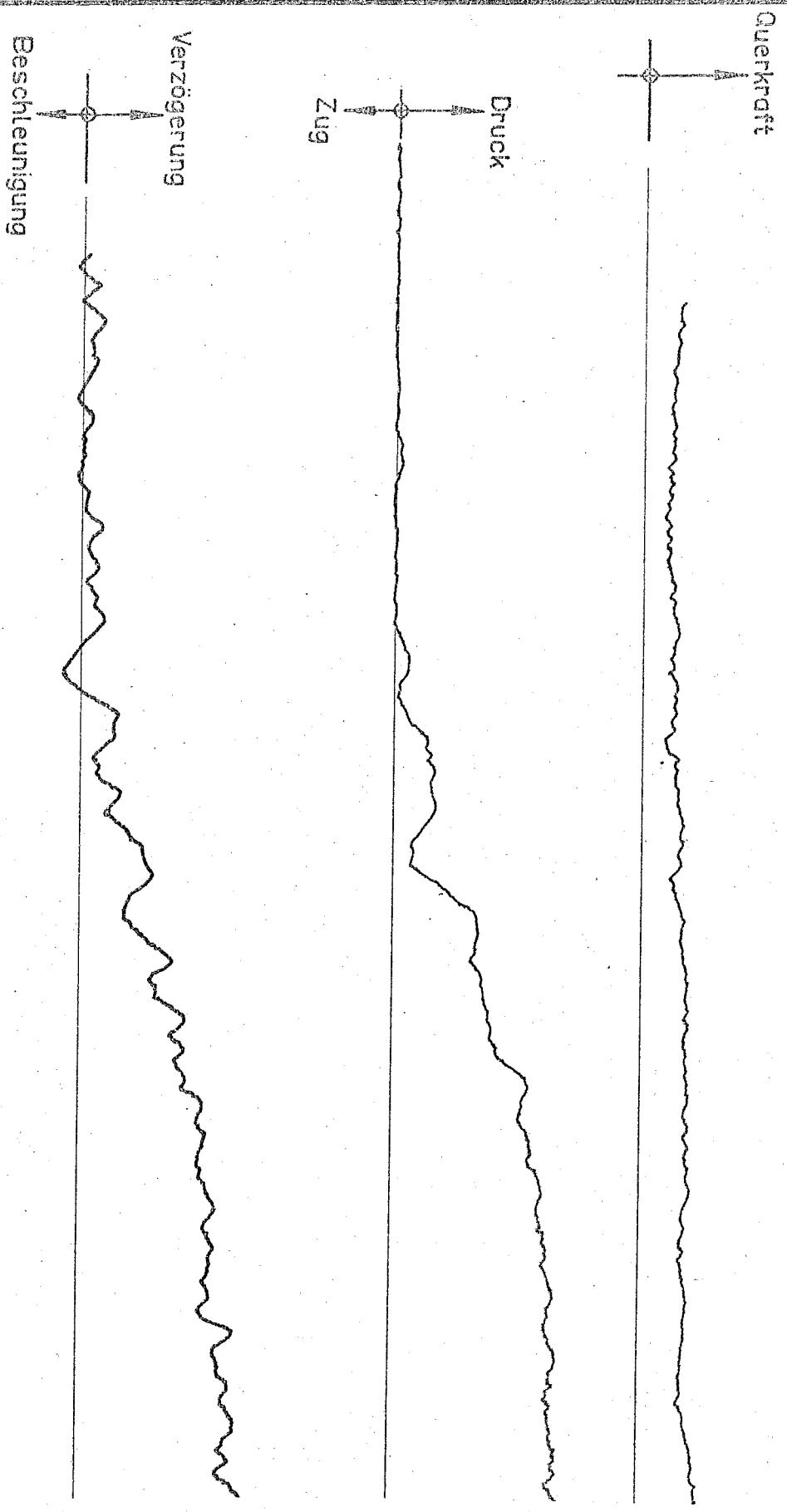


Einfahren in "Schlechte Autobahn"



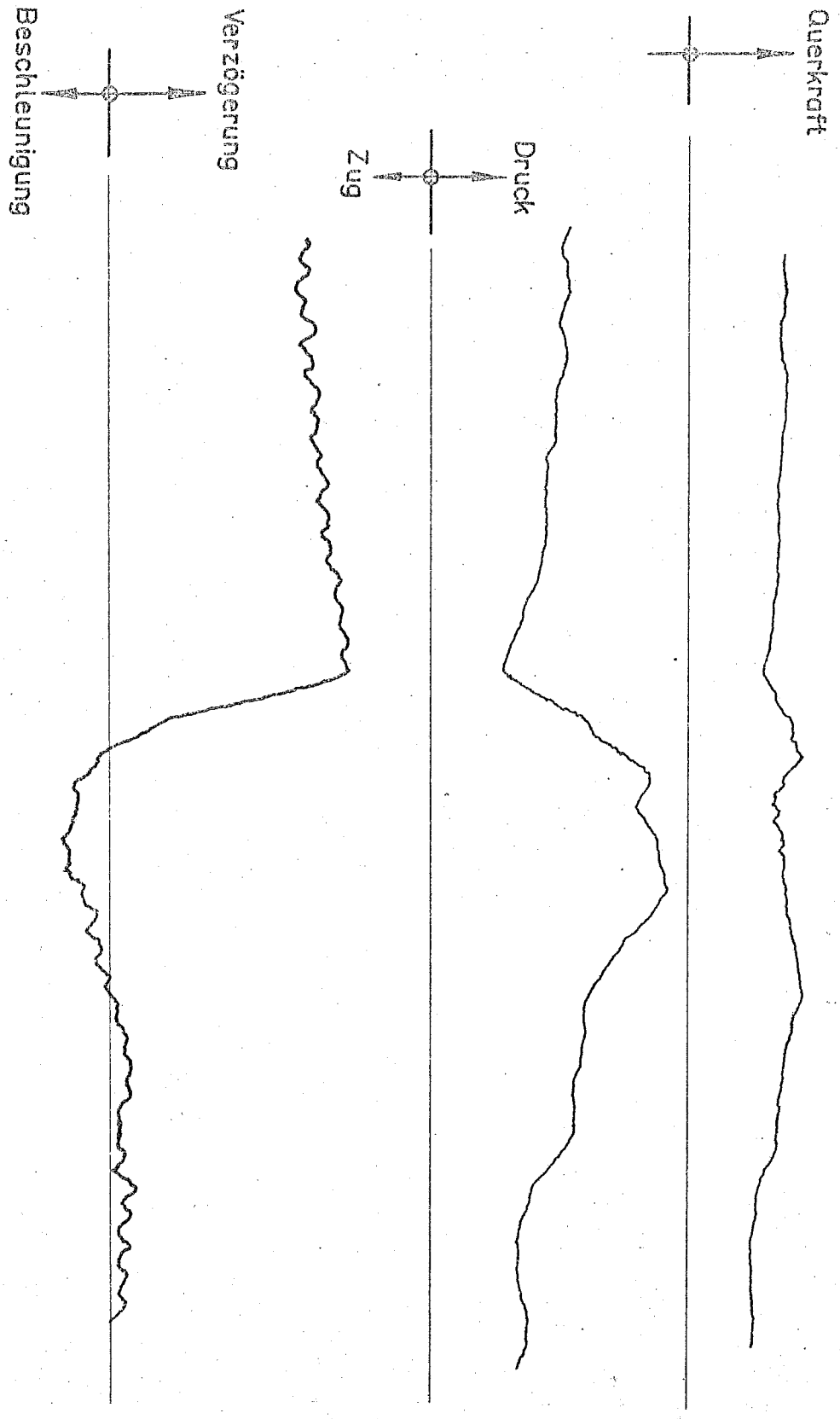
Zugbremse aus ca. 35 km/h

Bild 31



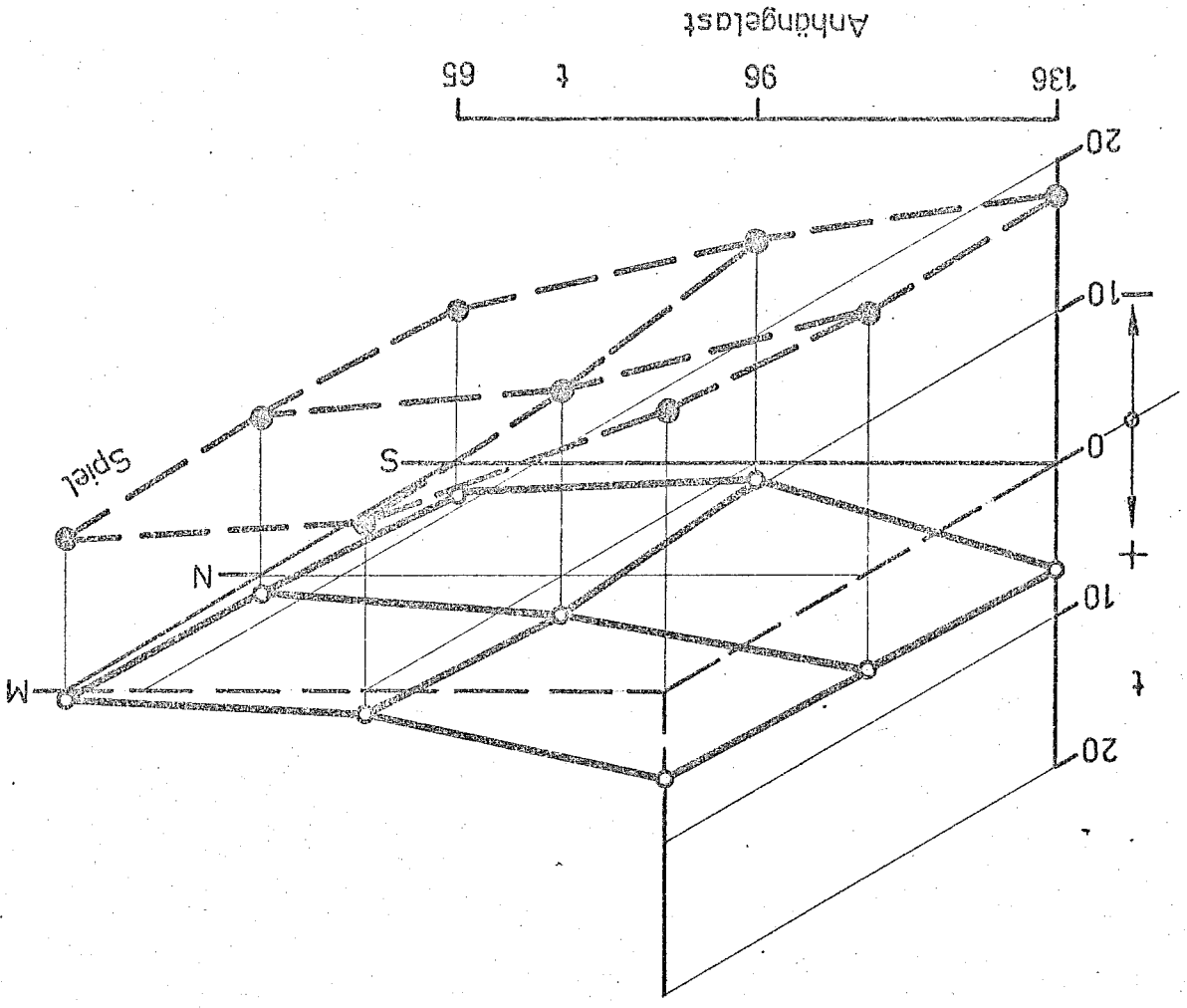
Vers-Nr. 86 Zugabbremmung (Beginn)
 $G_A = 136 \text{ t}$; Max. Spiel

Bild 32

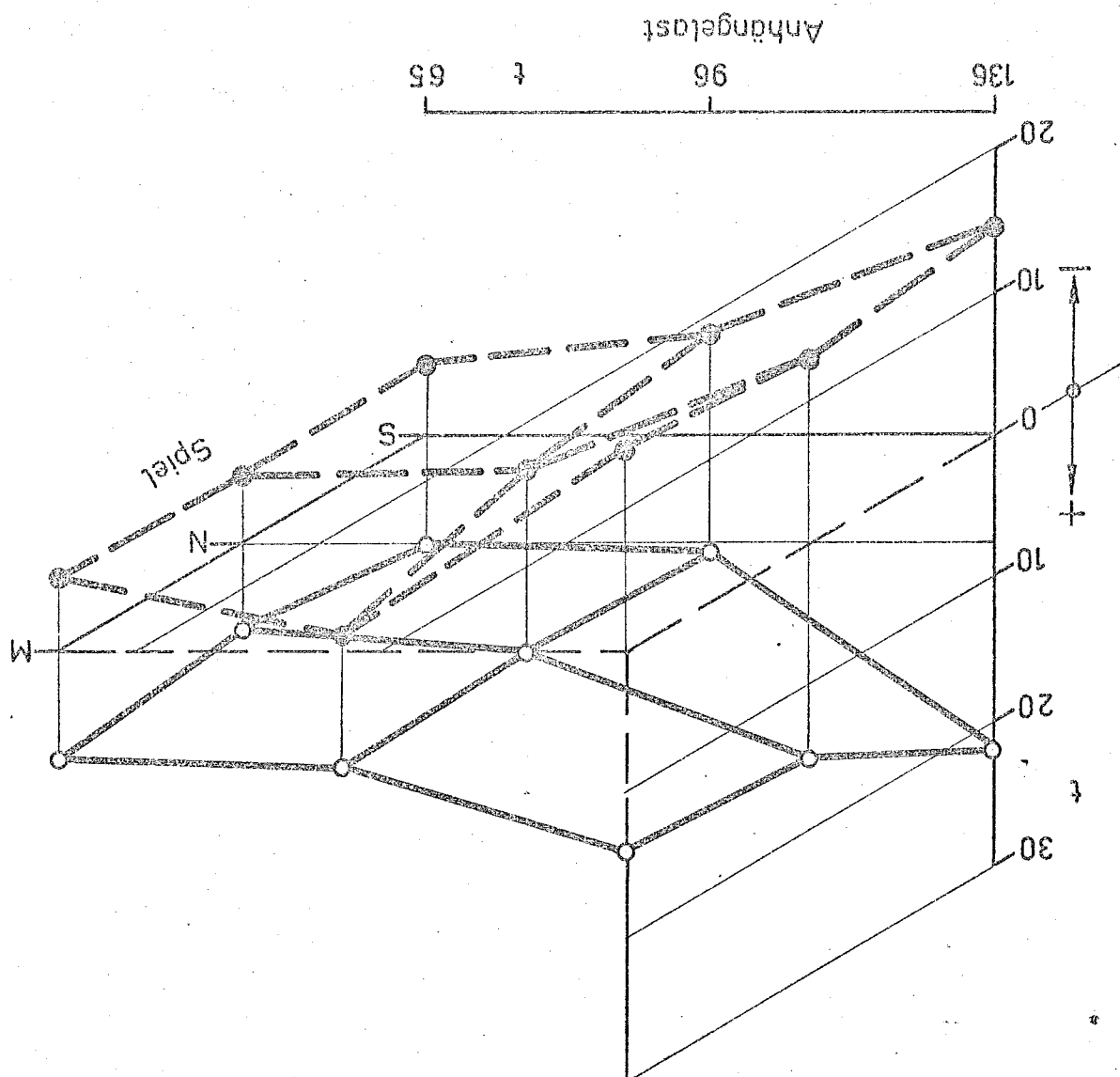


Vers-Nr. 86 Zugabbremsung (Halteuck) $G_A = 136 \text{ t}$; Max. Spiel

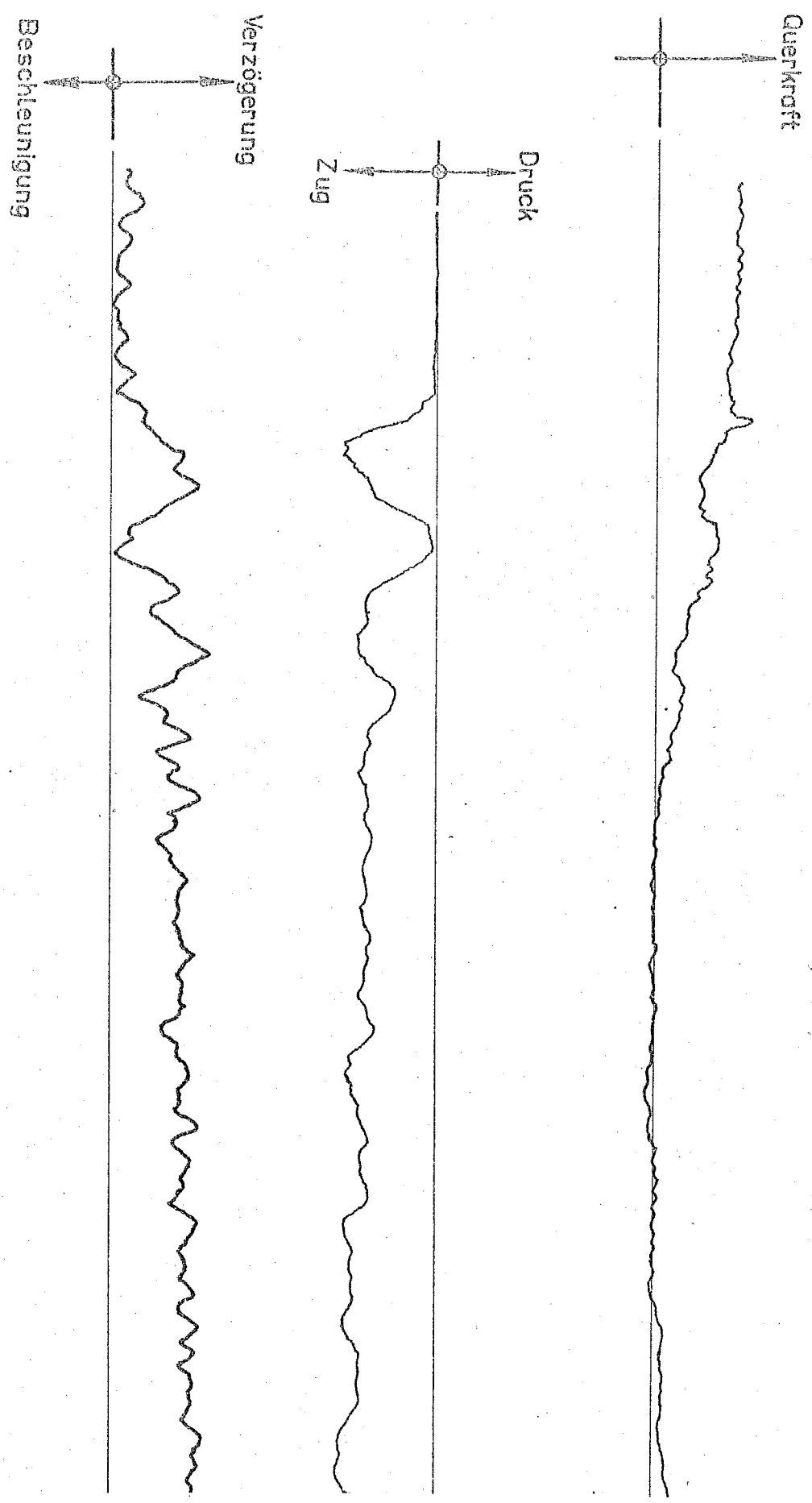
Bild 33



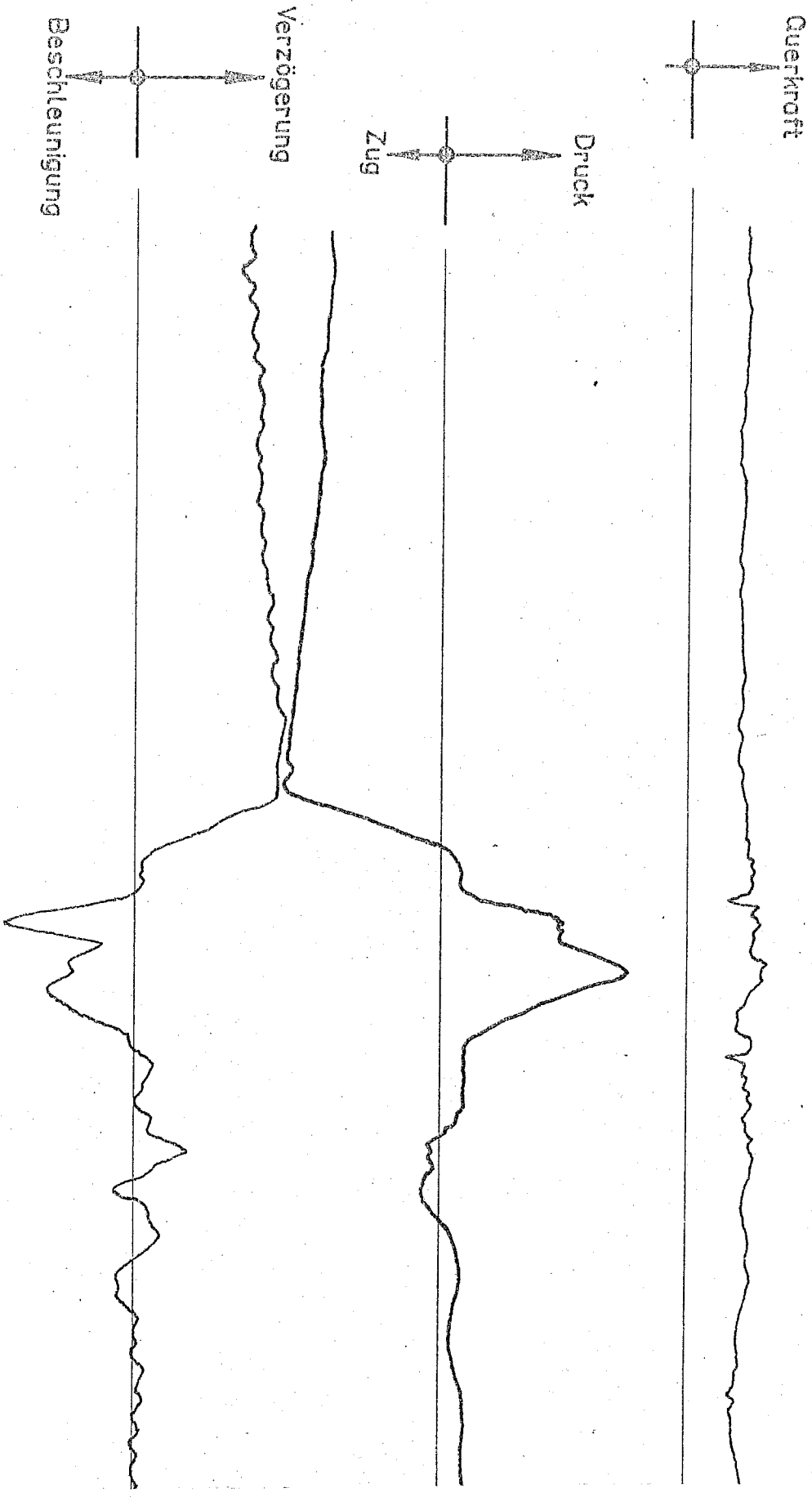
Bremmung nur Zugmaschine(n) incl. Halteruck



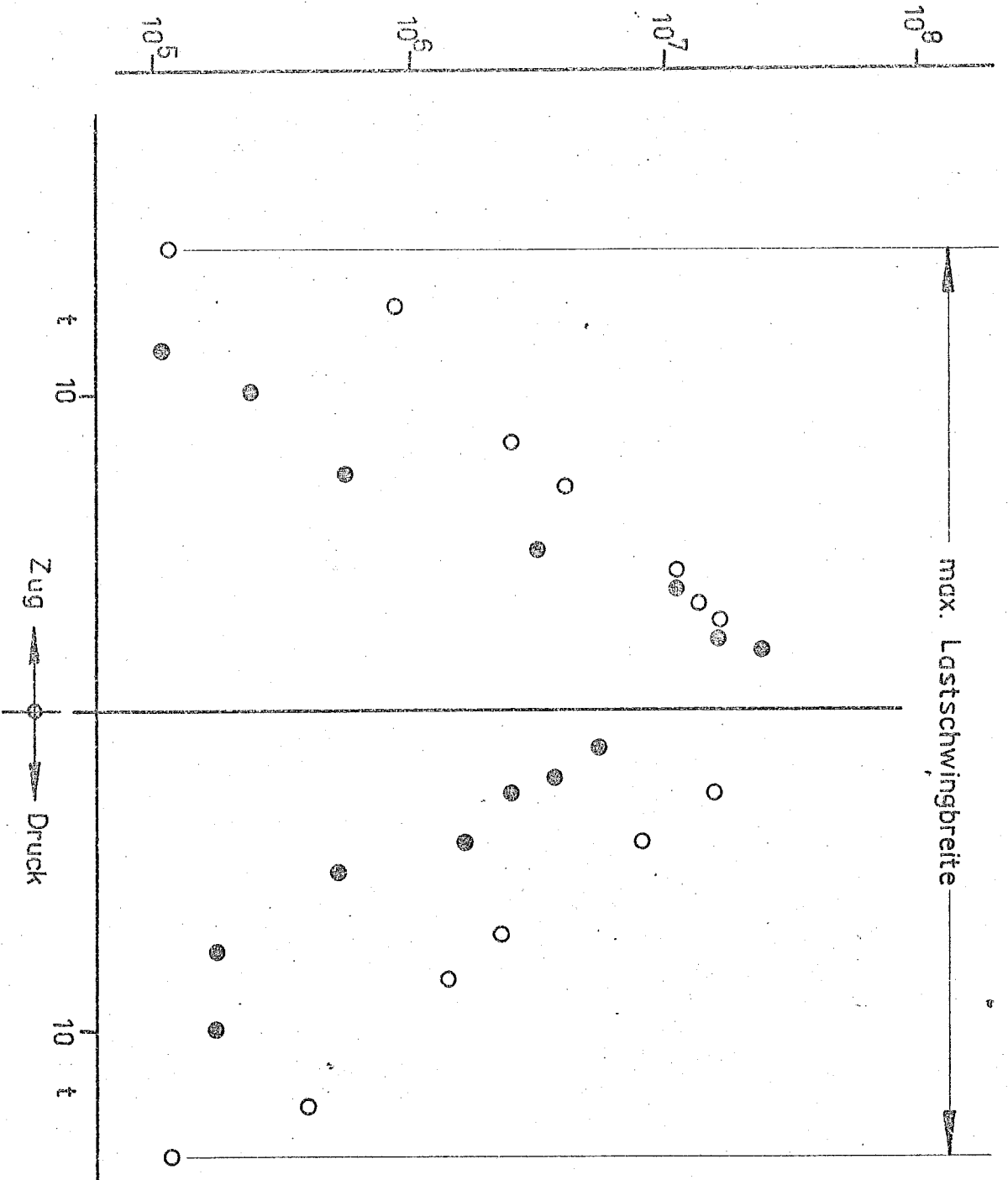
Vollbremsung nur Anhänger (incl. Halteruck)



Vers-Nr. 87 Bremsung nur Anhänger (Beginn)
 $G_A = 136 \text{ t}$; Max.Spiel
 Bild 36

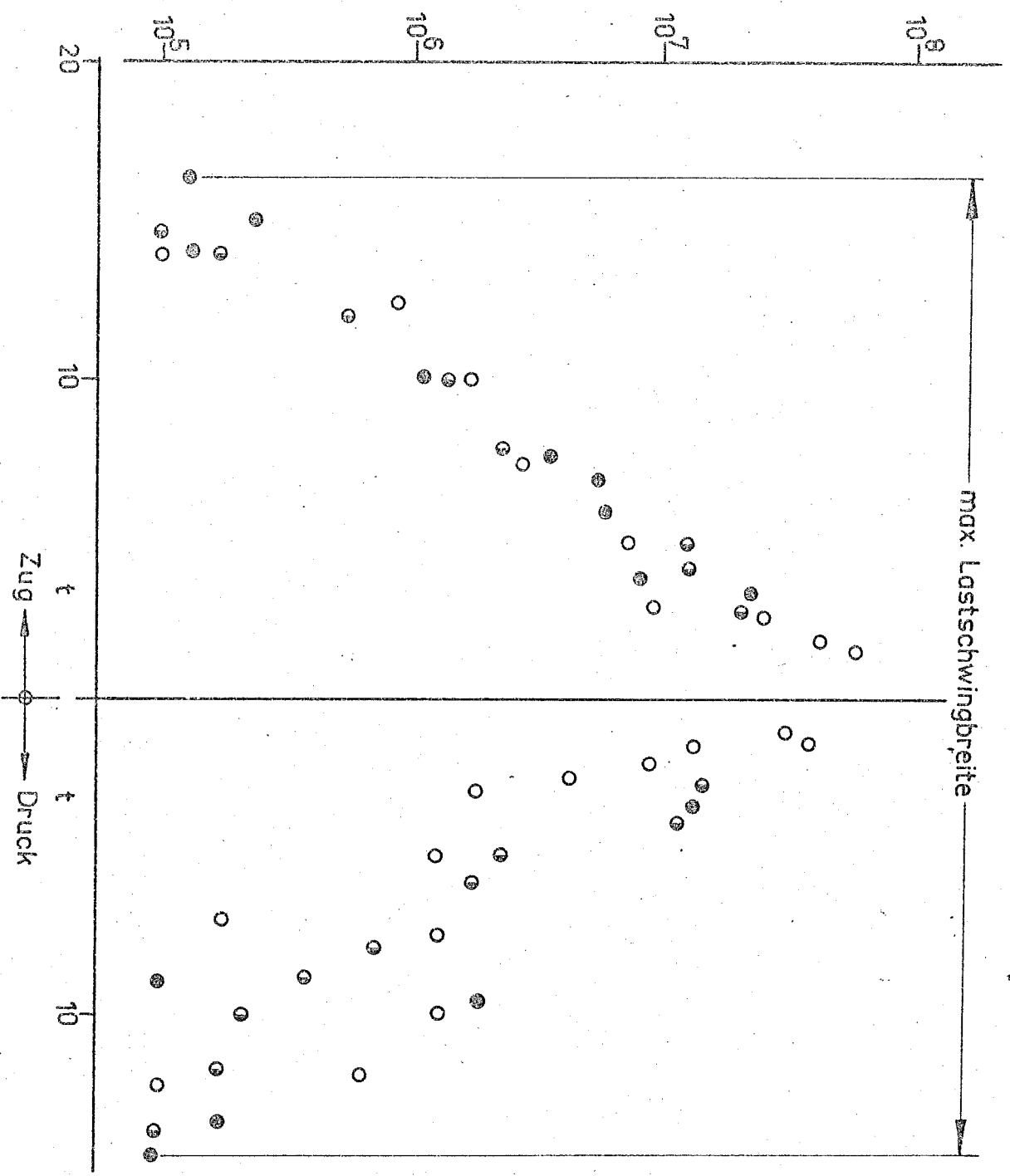


Vers.-Nr. 87 Bremsung nur Anhänger (Halteruck) $G_A = 136 \text{ t}$; Max. Spiel
Bild 37



- Spielfrei (S)
- Maximal-Spiel (M)

Bild 38



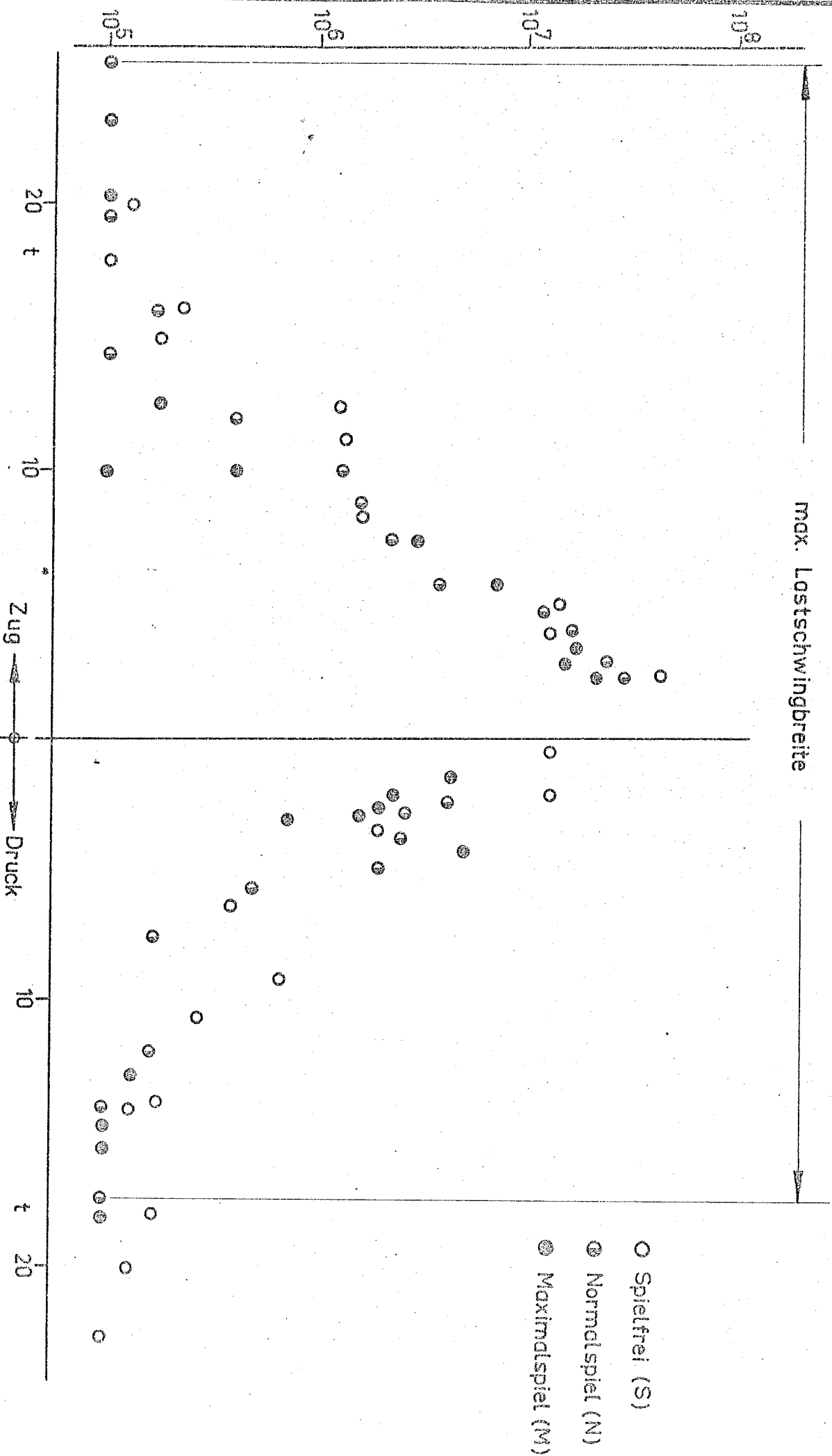
96 t

- Spielfrei (S)
- ◐ Normal-Spiel (N)
- Maximal-Spiel (M)

Bild 39

136 t

max. Lastschwingbreite



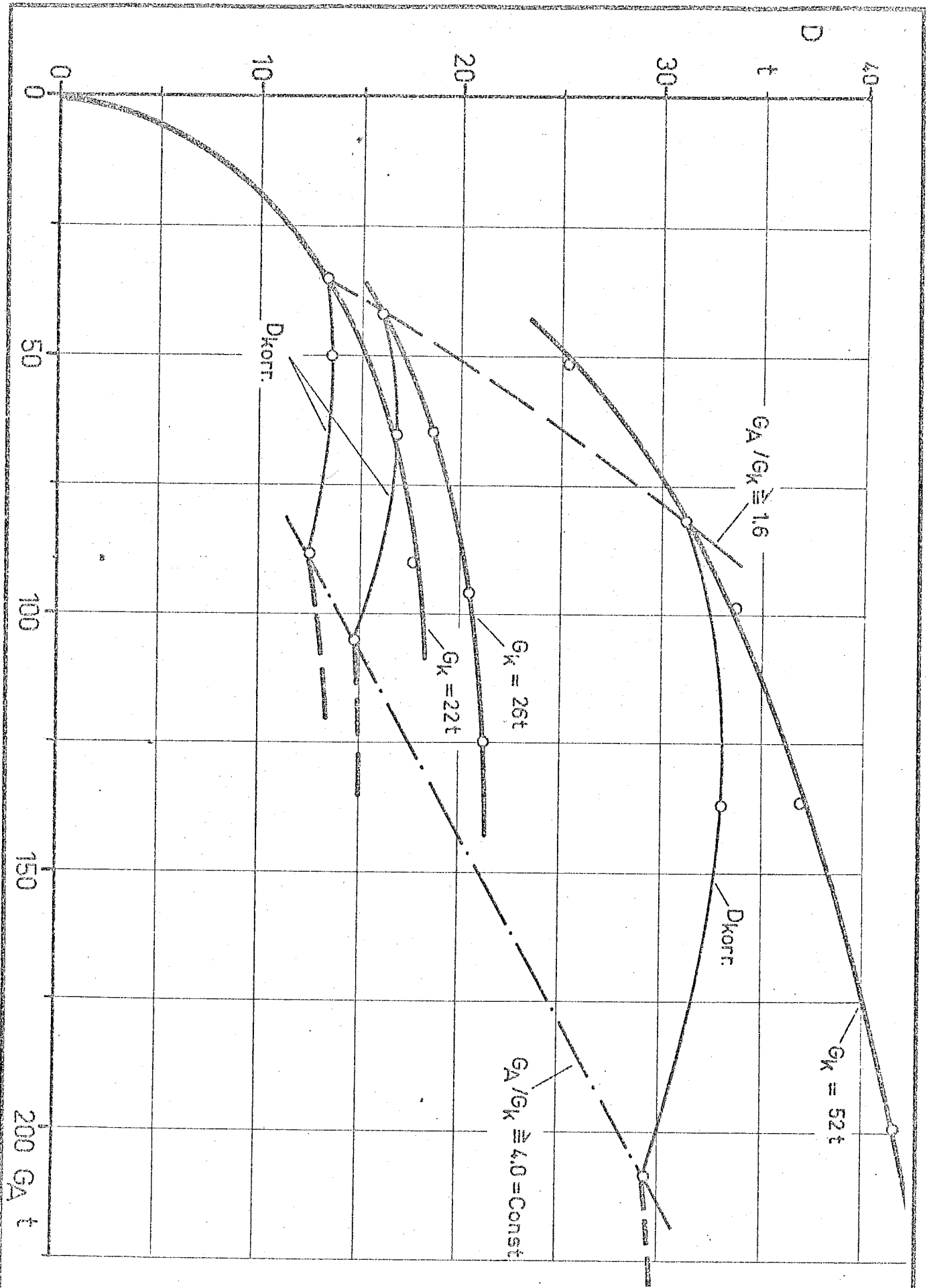


Bild 41