

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	127/128 (1946)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Eisenbeton-Strassenbrücke über den Mänam Pasak bei Ayuthia, Siam
<b>Autor:</b>	Kruck, Gustav E.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-83873">https://doi.org/10.5169/seals-83873</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Eisenbeton-Strassenbrücke über den Mänam Pasak bei Ayuthia, Siam

Von GUSTAV E. KRUCK, Dr. sc. techn., Dipl. Bauing. E. T. H.,  
first class expert in H. Siamese M. Waysdepartment, Bangkok, Siam

### 3. Verschiedenes

(Schluss von Seite 19)

a) Nachweis, dass Systeme mit geneigten Hängestangen nicht im Bogen ausgepresst werden dürfen

In der Beschreibung der Brücke von Ayuthia wurde betont, dass Systeme mit geneigten Hängestangen nicht im Bogen ausgepresst werden dürfen. Hier soll nun der Nachweis geleistet werden.

Bild 50 a zeigt das System für das Auspressen im Bogen scheitel. Statisch bedeutet hier das Auspressen das Einfügen von Gelenken in den Knoten 8 und 10 und das Entfernen des Stabes 13; das System wird dadurch dreimal weniger unbestimmt, es bleiben 14 Unbekannte. Die Momente und Kräfte im Grundsystem infolge der Ueberzähligkeit sind die gleichen wie im definitiven System (Bild 36), die Momente und Kräfte infolge  $\Delta H = 1$  t sind in Bild 50 c wiedergegeben. Wir erhalten zwei gleiche Gruppen von je sieben Gleichungen.

Die Momente aus Eigenlast im Bogen sind sehr klein, die Exzentrizität der Druckkräfte daher verschwindend. Wenn die Pressen einen Horizontalschub  $H_e$ , der gleich der berechneten Kraft  $G_{13}$  des Stabes 13 für Eigenlast des definitiven Systems ist, im Scheitel ausüben, und wir uns das Gerüst abgesenkt denken, so haben wir praktisch die gleichen Momente und Kräfte im ausgepressten System, wie sie im unausgepressten System für Eigenlast entstehen würden. Die Uebereinstimmung ist genau, wenn wir die Pressen in der für Eigenlast bestehenden sehr kleinen Exzentrizität wirkend annehmen. Pressen wir nun weiter, so kommt zur Wirkung der Eigenlast der Einfluss von  $\Delta H = H - H_e$  hinzu, wobei  $H$  der Pressendruck ist. Es ist bedeutend einfacher, genauer und übersichtlicher, diesen Einfluss von  $\Delta H$  getrennt zu berechnen. Momente und Kräfte infolge  $\Delta H = 1$  t sind in Bild 50 d gezeichnet. Wir sehen, dass im Versteifungsträger negative Momente entstehen, die gegen die Mitte zu scharf ansteigen; die gegen den Kämpfer hin steigenden Diagonalen erhalten Zug, die gegen den Kämpfer hin fallenden Diagonalen Druck, beide von der Mitte gegen die Kämpfer zu rasch abnehmend. Die Bogenmomente bleiben klein.

Betrachten wir die Verformung des Versteifungsträgers beim Auspressen im Scheitel: In Bild 51 a ist die Deformation des Systems für  $\Delta H = 1$  t gegeben, die Brückenmitte hebt sich um 2,7 mm. In Bild 51 b ist nach unten die Durchbiegung des Versteifungsträgers aus Eigenlast, nach oben die gewünschte Ueberhöhung für das erwartete Schwinden und Kriechen des Bogens dargestellt. Wir denken uns, die Pressen im Scheitel über den Horizontalschub für Eigengewicht  $H_e = G_{13}$  aus und das Gerüst sei abgesenkt worden, dann wird sich der Versteifungsträger wie gezeichnet nach unten durchbiegen. Von dieser Durchbiegung infolge Eigenlast sind nach oben die Durchbiegungen für  $\Delta H = 4, 8, 12, 16$  t abgetragen. Pressen wir nun weiter, so sehen wir, dass für  $H = H_e + 6$  t die Brückenmitte in ihre Ausgangslage zurückgehoben wurde, für  $H = H_e + 10$  t liegt der ganze Versteifungsträger über der Ursprungslage und für  $H = H_e + 16$  t hat die Brückenmitte die gewünschte Ueberhöhung leicht überschritten. Das Auspressen scheint also erfolgreich vor sich gegangen zu sein. Wegen seiner Elastizität wird das Gerüst dem Beton beim Auspressen eine gewisse Strecke mitfolgen; der Umstand, dass sich die Brückenmitte viel vor den Vierteln abhebt, wird dadurch verschleiert. Aus Bild 51 b geht nun aber klar hervor, dass im Viertel der Versteifungsträger nicht genügend gehoben worden ist; nach dem Auswirken des Kriechens müssen wir die schraffierte Durchbiegungslinie erwarten. Aus der Krümmung erkennen wir, dass im Viertel grosse positive und in der Mitte grosse negative Momente entstehen müssen. Diese Momente berechnen sich aus dem Einfluss von Eigenlast,  $\Delta H = 16$  t, Kriechen und Schwinden. Die gegen den Kämpfer hin steigenden Diagonalen sind stark überbeansprucht, die gegen den Kämpfer hin fallenden beinahe entlastet. Eine Ueberbeanspruchung des Systems wird in der Regel erst mit der Nutzlast auftreten. Wegen der vorhandenen Sicherheitsfaktoren der zulässigen Spannungen und dem Umstand, dass kaum je die vorschriftsmässigen Belastungen auftreten, wird das System in der Regel kaum zu Schaden kommen, doch ist auf alle Fälle die Sicherheit stark herabgedrückt worden. Es wäre einfacher und ehrlicher, einen gewöhnlichen Langerschen Träger zu verwenden und die zulässigen Spannungen um 50 oder 100 % zu erhöhen, statt Systeme mit geneigten Hängestangen auszupressen, wie dies wiederholt gemacht worden ist. Man könnte versuchen, statt des Scheitels andere Stäbe des Bogens paarweise

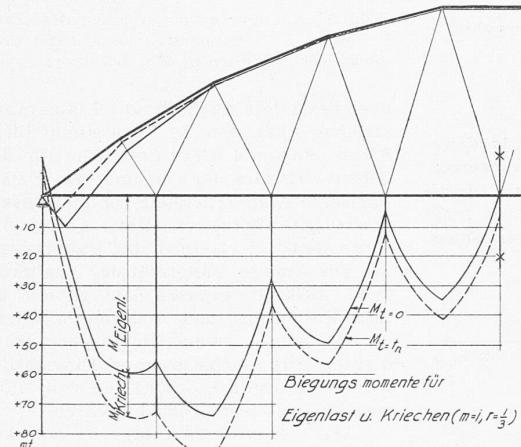


Bild 49 (zu Seite 19)

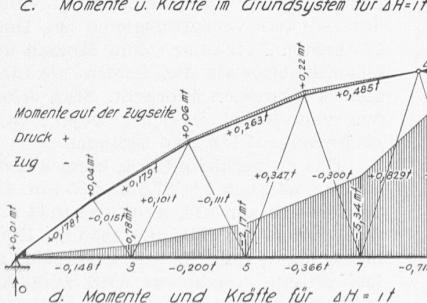
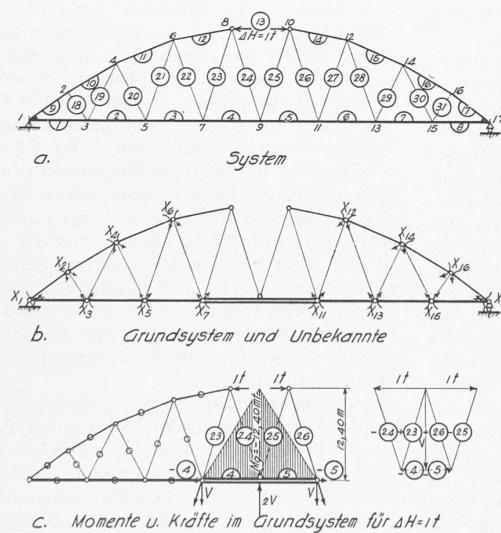


Bild 50. Auspressen im Scheitel

auszupressen. Wir erhalten zwei gleiche Gruppen von je sieben Gleichungen.

In der Beschreibung der Brücke von Ayuthia wurde betont, dass Systeme mit geneigten Hängestangen nicht im Bogen ausgepresst werden dürfen. Hier soll nun der Nachweis geleistet werden.

Bild 50 a zeigt das System für das Auspressen im Bogen scheitel. Statisch bedeutet hier das Auspressen das Einfügen von Gelenken in den Knoten 8 und 10 und das Entfernen des Stabes 13; das System wird dadurch dreimal weniger unbestimmt, es bleiben 14 Unbekannte. Die Momente und Kräfte im Grundsystem infolge der Ueberzähligkeit sind die gleichen wie im definitiven System (Bild 36), die Momente und Kräfte infolge  $\Delta H = 1$  t sind in Bild 50 c wiedergegeben. Wir erhalten zwei gleiche Gruppen von je sieben Gleichungen.

Die Momente aus Eigenlast im Bogen sind sehr klein, die Exzentrizität der Druckkräfte daher verschwindend. Wenn die Pressen einen Horizontalschub  $H_e$ , der gleich der berechneten Kraft  $G_{13}$  des Stabes 13 für Eigenlast des definitiven Systems ist, im Scheitel ausüben, und wir uns das Gerüst abgesenkt denken, so haben wir praktisch die gleichen Momente und Kräfte im ausgepressten System, wie sie im unausgepressten System für Eigenlast entstehen würden. Die Uebereinstimmung ist genau, wenn wir die Pressen in der für Eigenlast bestehenden sehr kleinen Exzentrizität wirkend annehmen. Pressen wir nun weiter, so kommt zur Wirkung der Eigenlast der Einfluss von  $\Delta H = H - H_e$  hinzu, wobei  $H$  der Pressendruck ist. Es ist bedeutend einfacher, genauer und übersichtlicher, diesen Einfluss von  $\Delta H$  getrennt zu berechnen. Momente und Kräfte infolge  $\Delta H = 1$  t sind in Bild 50 d gezeichnet. Wir sehen, dass im Versteifungsträger negative Momente entstehen, die gegen die Mitte zu scharf ansteigen; die gegen den Kämpfer hin steigenden Diagonalen erhalten Zug, die gegen den Kämpfer hin fallenden Diagonalen Druck, beide von der Mitte gegen die Kämpfer zu rasch abnehmend. Die Bogenmomente bleiben klein.

Betrachten wir die Verformung des Versteifungsträgers beim Auspressen im Scheitel: In Bild 51 a ist die Deformation des Systems für  $\Delta H = 1$  t gegeben, die Brückenmitte hebt sich um 2,7 mm. In Bild 51 b ist nach unten die Durchbiegung des Versteifungsträgers aus Eigenlast, nach oben die gewünschte Ueberhöhung für das erwartete Schwinden und Kriechen des Bogens dargestellt. Wir denken uns, die Pressen im Scheitel über den Horizontalschub für Eigengewicht  $H_e = G_{13}$  aus und das Gerüst sei abgesenkt worden, dann wird sich der Versteifungsträger wie gezeichnet nach unten durchbiegen. Von dieser Durchbiegung infolge Eigenlast sind nach oben die Durchbiegungen für  $\Delta H = 4, 8, 12, 16$  t abgetragen. Pressen wir nun weiter, so sehen wir, dass für  $H = H_e + 6$  t die Brückenmitte in ihre Ausgangslage zurückgehoben wurde, für  $H = H_e + 10$  t liegt der ganze Versteifungsträger über der Ursprungslage und für  $H = H_e + 16$  t hat die Brückenmitte die gewünschte Ueberhöhung leicht überschritten. Das Auspressen scheint also erfolgreich vor sich gegangen zu sein. Wegen seiner Elastizität wird das Gerüst dem Beton beim Auspressen eine gewisse Strecke mitfolgen; der Umstand, dass sich die Brückenmitte viel vor den Vierteln abhebt, wird dadurch verschleiert. Aus Bild 51 b geht nun aber klar hervor, dass im Viertel der Versteifungsträger nicht genügend gehoben worden ist; nach dem Auswirken des Kriechens müssen wir die schraffierte Durchbiegungslinie erwarten. Aus der Krümmung erkennen wir, dass im Viertel grosse positive und in der Mitte grosse negative Momente entstehen müssen. Diese Momente berechnen sich aus dem Einfluss von Eigenlast,  $\Delta H = 16$  t, Kriechen und Schwinden. Die gegen den Kämpfer hin steigenden Diagonalen sind stark überbeansprucht, die gegen den Kämpfer hin fallenden beinahe entlastet. Eine Ueberbeanspruchung des Systems wird in der Regel erst mit der Nutzlast auftreten. Wegen der vorhandenen Sicherheitsfaktoren der zulässigen Spannungen und dem Umstand, dass kaum je die vorschriftsmässigen Belastungen auftreten, wird das System in der Regel kaum zu Schaden kommen, doch ist auf alle Fälle die Sicherheit stark herabgedrückt worden. Es wäre einfacher und ehrlicher, einen gewöhnlichen Langerschen Träger zu verwenden und die zulässigen Spannungen um 50 oder 100 % zu erhöhen, statt Systeme mit geneigten Hängestangen auszupressen, wie dies wiederholt gemacht worden ist. Man könnte versuchen, statt des Scheitels andere Stäbe des Bogens paarweise

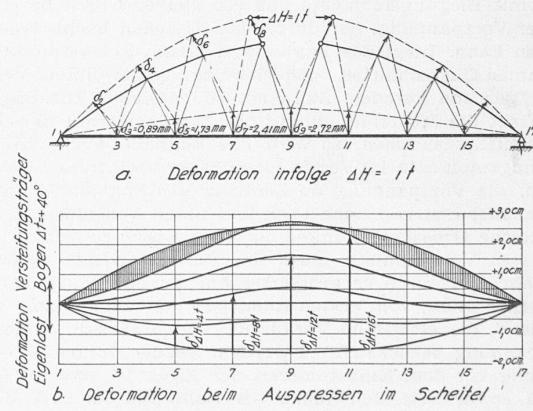


Bild 51

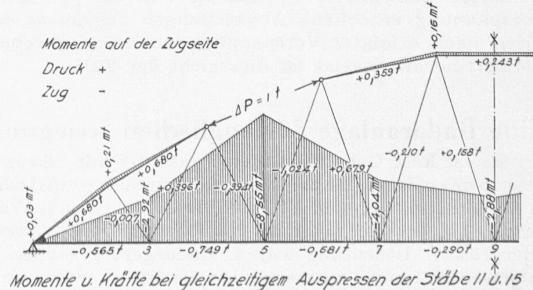


Bild 52

auszupressen; Bild 52 zeigt ein Beispiel. Die Ueberlastungen wären in diesem Fall kleiner, doch bleibt das Verfahren unkorrekt. Das Ergebnis liesse sich verbessern durch Anspannen und Verlängern bestimmter Diagonalen; doch wäre dies ein unsicheres Vorgehen und komplizierter als das verwendete.

b) Vorspannung des Zugbandes

Wir bezeichnen:

$$n = \frac{E_{\text{Stahl}}}{E_{\text{Beton}}}, E = \text{Elastizitätsmodul}$$

$F'_i$  = fiktiver Querschnitt beim Vorspannen =

Betonquerschnitt +  $(n - 1)$  facher Bewehrungsquerschnitt

$F_z$  = Querschnitt des Zugbandes,  $f$  = Mörtelumhüllung des Zugbandes

$F_i$  = fiktiver Querschnitt im definitiven Zustande

$H$  = Horizontalschub bei Vollbelastung der Brücke

$vH$  = Vorspannung des Zugbandes

Wir nehmen an, das Zugband liege im Schwerpunkt des Querschnittes. Durch die Vorspannung entsteht im Zugband

$\delta_z = -\frac{vH}{F_z}$  und im Beton  $\delta_B = +\frac{vH}{F'_i}$ . Bei Vollbelastung

kommt hinzu im Zugband  $\delta_z = -\frac{nH}{F_i}$  und im Beton  $\delta_B = -\frac{H}{F_i}$ . Wir wollen die Vorspannung so wählen, dass bei Vollbelastung das Zugband allein den Horizontalschub aufnimmt:

$$\delta_z = -\frac{vH}{F_z} - \frac{nH}{F_i} = -\frac{H}{F_z}$$

Daraus folgt:  $v = 1 - \frac{nF_z}{F_i}$

Gemäss den Messungen in Ayuthia können wir als Querschnitt  $F_i$  annähernd den vollen Fahrbahnquerschnitt einsetzen.  $n$  müssen wir aus der Festigkeit des Betons schätzen. Ob die starkem Zug ausgesetzte Mörtelumhüllung  $f$  mitwirkt ist fraglich, doch hängt der Vorspannungsfaktor wenig ab von diesen Werten, wie die Tabelle 10 für Nakhon Sawan zeigt, weil  $F_i$  sehr gross ist.

Tabelle 10.

		$n = 6$	$n = 7$	$n = 8$
für $F_i = F'_i + nF_z + f$	wird	$v = 0,92$	$0,91$	$0,90$
für $F_i = F'_i + nF_z$	wird	$v = 0,91$	$0,90$	$0,89$
Im Beton entsteht die Spannung $\delta_B = +\frac{vH}{F'_i} - \frac{H}{F_i}$				

Vernachlässigen wir die Mörtelumhüllung des Zugbandes, so wird  $F_i = F'_i + nF_z$  und  $\delta_B = 0$ ; bei Berücksichtigung von  $f$  bleibt ein kleiner Druck übrig. Im Versteifungsträger wirken somit Biegungsmomente und ein kleiner Druck herrührend von der Vorspannung, der durch das Kriechen leicht reduziert werden kann. Liegt das Zugband nicht im Schwerpunkt des wirk samen Querschnittes, beispielsweise bei gewölbtem Versteifungsträger und geradem Zugband, so entstehen Zusatzspannungen. Wirkte die Mörtelumhüllung des Zugbandes mit dem Betonquerschnitt zusammen, so wird das Zugband auch durch die Biegungsmomente im Versteifungsträger beeinflusst. Dies führt dazu, die Vorspannung im Zentrum des Zugbandes am höchsten anzunehmen und nach oben und unten abnehmen zu lassen, um gleiche Grössstspannungen in allen Eisen zu erhalten. Bei der ersten Vorspannung muss das zu erwartende Schwinden der Fahrbahn durch vergrössertes Anspannen ausgeglichen werden; ferner muss, vom ersten Rundeisenpaar zum letzten hin abnehmend, die elastische Verkürzung der Fahrbahn unter der Vorspannung berücksichtigt werden. Bei der Kontrolle der Vorspannung vor dem Einbetonieren der Eisen ist das allfällige weiter zu erwartende Schwinden der Fahrbahn bis zum Moment des Ausrüstens zu berücksichtigen (durch Extrapolation der kontrollierten Schwindkurve). Sollten sich bei der Kontrolle der Vorspannung erhebliche Abweichungen zeigen, so müssen die Eisen nach erfolgter Vorspannung nochmals durchkontrolliert werden; normalerweise ist dies nicht der Fall.

### Eine Radaranlage der englischen Kriegsmarine

Es ist kein Geheimnis mehr, dass die mit «Radar» bezeichneten Funkmessgeräte zur Lagebestimmung militärischer Objekte in der Schlacht um den Atlantik die entscheidende Wendung gebracht hatten und auch in der Führung des Luftkrieges von allergrösster Bedeutung waren. Radargeräte können aber auch in unserem Lande zu wertvollen Helfern werden, so vor allem auf dem Gebiete der Flugsicherung im zivilen Flugverkehr; dann



Bild 1. Antenne mit rotierendem «Kässchnitten»-Reflektor.  
1 Reflektor, 2 Wellenleiter, 3 Trichter zum Einstrahlen der elektrischen Wellen in den Reflektor

aber besonders auch für die Fliegerabwehr und für andere militärische Aufgaben. In Voraussicht dieser Möglichkeiten hat die Firma *Hasler A.-G.* in Bern eine für die englische Kriegsmarine gebaute Radaranlage in unserem Gelände ausprobiert und ihre Verwendungsmöglichkeit für aus unseren Verhältnissen sich ergebenden Aufgaben studiert. Am 19. Juni hat sie dieses interessante Gerät Vertretern der Fachpresse im Gelände vorgeführt.

Die Anlage entspricht der Ausführung, wie sie gegen Kriegsende (1944) in grosser Zahl gebaut und auf Truppentransportern, Zerstörern und anderen militärischen Seefahrzeugen verwendet worden war. Die «Queen Mary», die als Transporter diente, trug sechs solcher Einrichtungen, die so aufgestellt waren, dass alle Störschatten von Kaminen, Türmen und anderen Aufbauten überbrückt waren.

Die vorgeführte Anlage ist von der Firma *Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.* in Chelmsford konstruiert worden, mit der die Hasler A.-G. schon seit Jahren enge Geschäftsbeziehungen pflegt. Sie dient zum Aufsuchen und genauen Feststellen von Distanz und Richtung militärischer Objekte von einem Schiff aus, kann aber auch auf dem Festland mit Erfolg verwendet werden. Sie besteht im wesentlichen aus einer Antenne mit drehbarem Reflektor, Bild 1, und einem mehrteiligen Gerätakasten, Bild 2. Als Zubehör ist ein kleiner Einphasen-Wechselstromgenerator von 1 bis 1,5 kW, 180 V und 500 Hz zu nennen, der durch einen Benzinmotor angetrieben wird. Gerätakasten und Antenne werden durch einen Wellenleiter miteinander verbunden, der in Bild 1 als bogengärmiges Stück vor dem Reflektor, auf Bild 2 oben rechts als horizontaler Stab erkennbar ist. Dieser Wellenleiter ist ein Kanal von rechteckigem Querschnitt und besteht aus Kupferblech; er ermöglicht die Aufstellung des Gerätakastens in einer geschützten Dunkelkammer in beliebiger Entfernung von der Antenne, deren Ort so gewählt werden muss, dass das Bild durch Störschatten möglichst wenig beeinträchtigt wird.

Die grundsätzliche Wirkungsweise beruht auf der Reflexion sehr starker elektrischer Wellen an dem zu suchenden Objekt; sie ist schon verschiedentlich beschrieben worden<sup>1)</sup>. Der reflektierte Wellenteil (Echo) erzeugt auf dem Schirm eines Braunschen Rohres (Kontrollröhre) einen Lichtstreifen, dessen Lage, gemessen von einem bestimmten Nullpunkt aus, der Entfernung des Objektes verhältnismässig ist. Der Schirm ist auf Bild 2 im Teilkasten 2 sichtbar. Zum Messen der Entfernung wird durch einen Schalter auf dem Schirm ein Lichtstreifen mit Eichmarken zum Aufleuchten gebracht. Man erkennt aus Bild 3, dass sich das vom Strahl erreichte Objekt in einer Entfernung von 5,2 Eichmarken-Einheiten befindet.

Das vorgeführte Gerät kann auf drei Reichweiten eingestellt werden, nämlich 5,5, 27,5 und 55 km. Die Distanz der Eichmarken beträgt alsdann 914, 4570 und 9144 m (10000 Yard); die Ablesegenauigkeit 183, 914 und 1830 m. Ein Zusatzgerät gestaltet die Messgenauigkeit für alle Distanzen auf  $\pm 25$  m zu verbessern. Die grösste Reichweite wird zum Abtasten des Geländes und

1) Vgl. SBZ Bd. 126, S. 249\* (1945), speziell Abb. 11, S. 250.