

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 119/120 (1942)  
**Heft:** 16

**Artikel:** Bau-Unfall als Folge eines plötzlichen Mauerbruches  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-52453>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.12.2024

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

## Punktschweissen von Aluminium und Aluminium-Legierungsblechen mit einer 60 kVA-Maschine Schlatter

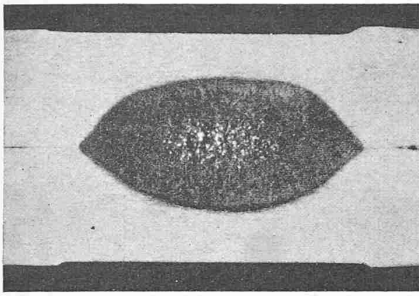


Abb. 16. Normaler, gesunder Schweisspunkt

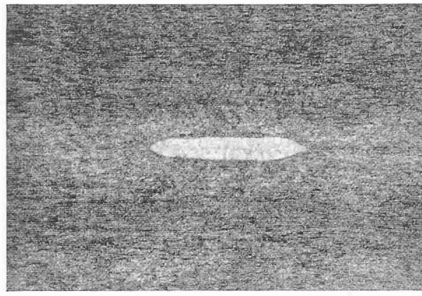


Abb. 17. Zu kleiner Schweisspunkt

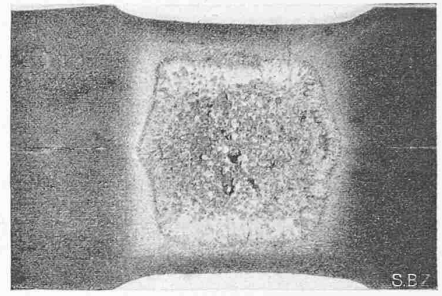


Abb. 18. Zu grosser Schw.-P. mit Poren u. Rissen

Materials auf, die sich mehrere cm beidseitig der Schweisstelle ausdehnt. Auch beim Punktschweissen von hartgewalzten oder vergüteten Legierungen, wie Anticorodal und Avional, ist direkt auf dem Schweisspunkt und neben diesem eine Erweichung feststellbar, da das Material zwischen den Blechen bis zum Schmelzen erhitzt wurde. Diese Erweichung ist jedoch sehr eng begrenzt und reicht nur bis etwa 5 mm beidseitig des Schweisspunktes. Naturgemäss ist die Erweichung bei einer Legierung mit hoher Warmfestigkeit wie Avional geringer als bei Reinaluminium hart oder Anticorodal B, wie Abb. 11 zeigt. Ein Nachvergüten von punktgeschweisstem Avional und Anticorodal, wie es bei der autogenen und elektrischen Schmelzschweissung erforderlich ist, muss also bei punktgeschweisstem Avional und Anticorodal nicht vorgenommen werden.

Fasst man die Arbeitsweise für das Punktschweissen mit der 60 kVA-Maschine für Reinaluminium und Aluminiumlegierungen zusammen, so ergeben sich etwa die folgenden

**Richtlinien:**

1. Reinaluminium und sämtliche Aluminiumlegierungen sind nach den in der Tabelle II angegebenen Daten für Elektroden-Druck und Durchmesser, sowie für Stromstärke und Schweisszeit bis zu 3 mm, d. h. 2 Bleche zu je 3 mm einfach überlappt schweisbar. Entsprechend der Leistung der Maschine müssen bereits bei Blechen über 1,5 + 1,5 mm längere Schweisszeiten angewandt werden, um optimale Festigkeit zu erreichen. Auch verschieden dicke Bleche, deren Dickeunterschiede nicht über 0,5 mm betragen, z. B. ein 3 mm- mit einem 2,5 mm-Blech, lassen sich nach den Daten der Tabelle verschweissen. Ist der Unterschied in der Blechdicke grösser, so besteht die Gefahr, dass das dünnere Blech überhitzt wird und Anschmörungen oder sogar Durchschmelzen auftreten. Die Einstellung der Maschine, d. h. Schweiss-Strom und -Zeit müssen sich also nach dem dünneren Blech richten. Ebenso auch Elektroden-Durchmesser und -Druck. In solchen Fällen muss man die günstigsten Bedingungen durch Versuche ausprobieren.
2. Die Bleche sind auf der Aussenseite, die mit den Elektroden in Berührung kommt, mit einer Stahlbürste zu behandeln. Bei Blechen, die eine starke Oxydhaut besitzen, d. h. bei allen Legierungen, muss bei 0,5 mm und geringerer Blechstärke auch die Innenseite gebürstet werden, da sonst leicht Ueberhitzung und Verspritzen von Metall zwischen den Blechen entsteht. Bei vergüteten Blechen in Anticorodal und Avional ist beidseitiges Bürsten auch noch bei 1 mm Dicke zu empfehlen, da durch das Vergüten eine besonders dicke Oxyd- und Nitridschicht vorhanden ist.
3. Die Schweisszone an den Aussenseiten der Bleche ist leicht mit Talg oder Oel zu fetten. Tritt ein Ankleben der Elektroden, d. h. Legieren des Cu mit dem Al auf, so muss die Elektrode mit feinem Schmirgelpapier OO gereinigt werden. Sind die Schweissbedingungen und die Oberflächenbehandlung der Bleche richtig, so kann man, ohne die Elektrode reinigen zu müssen, mehr als 50 Punkte hintereinander verschweissen.
4. In besondern Fällen sind auch Schweissungen von grösseren Materialdicken als 3 + 3 mm möglich, wenn der Elektroden-durchmesser grösser gewählt wird und bei der Maximalstromstärke die Schweisszeit noch vergrössert wird. Z. B. wurde ein 5 mm Anticorodalprofil nach Abb. 12 mit einem 2 mm Blech verschweisst, wofür eine in Abb. 13 ersichtliche besondere Elektrodenform benutzt wurde, da das Profil für senkrecht übereinanderstehende Elektroden nicht zugänglich ist. Abb. 14 zeigt ein mit zwei Anticorodal-Blechen (3 mm) verschweisstes Anticorodal-Profil (5 mm).

Als Sonderfall betreffend Elektrodenform zeigt Abb. 15 ein mit rechteckiger Elektrode geschweisstes Gehäuse.

5. Die Güte der Schweissung kann bestimmt werden durch Zerreißen eines Probestreifens mit einem, zwei oder mehr Punkten. Die ungefähre Festigkeit pro Schweisspunkt für einfach überlappte Schweissung ist aus Abb. 8 zu entnehmen. Am besten wird die Güte einer Schweissung durch die Ausföhrung eines Schliffes durch den Schweisspunkt bestimmt. Abb. 16 zeigt einen in der Grösse richtigen und gesunden Schweisspunkt, Abb. 17 einen wegen Verwendung von zu geringem Strom oder zu kurzer Schweisszeit zu kleinen, und Abb. 18 einen zu grossen, fast bis nach aussen durchgeschweissten Punkt, der wegen Ueberhitzung des Materials bereits Poren und Risse aufweist.
6. Die Festigkeit eines Schweisspunktes ist etwa einer Nietung gleichwertig, solange die Schweissung wie nach Abb. 3 rechts auf reine Scherung beansprucht wird. Gegen Biege- und Verdrehbeanspruchung, sowie gegen Zugbeanspruchung senkrecht zum Schweisspunkt und gegen Dauerbeanspruchung ist der Schweisspunkt weniger widerstandsfähig. Die Punktschweissung wird heute bereits für Sonderfälle (Verschalungen) im Flugzeugbau, ebenso auch für Eisenbahn-Güterwagentore anstelle von Nietung angewandt. Man darf also folgern, dass die Punktschweissung nicht nur für das Zusammenheften wenig beanspruchter Teile, sondern bei sinngemässer Berücksichtigung der Festigkeitseigenschaften auch für Konstruktionsteile anzuwenden ist.
7. Die vorliegenden Ergebnisse beziehen sich nur auf die angegebenen Schweissbedingungen, wie sie mit der verwendeten 60 kVA-Maschine ausgeführt wurden.

**Zusammengefasst:** Mit einer 60 kVA-Punktschweissmaschine schweizerischen Ursprungs wurden an Reinaluminium und Aluminiumlegierungen Punktschweissversuche durchgeführt. Es werden allgemeine Richtlinien für das Punktschweissen gegeben, besonders aber festgestellt, dass die verwendete Maschine bei 350 mm Ausladung zum Punktschweissen bis zu  $2 \times 1,5$  mm Blechstärke mit den für Al üblichen kurzen Schweisszeiten verwendet werden kann. Auch grössere Blechstärken lassen sich unter Verwendung längerer Schweisszeiten verschweissen, wobei naturgemäss die Lebensdauer der Elektroden infolge der stärkeren Erwärmung eine geringere ist.

Wenn auch die Entwicklung neuerer Punktschweissverfahren, besonders auf dem Gebiet der Stromsteuerung, noch nicht abgeschlossen erscheint, so gestattet diese vorstehend beschriebene Punktschweissmaschine die Herstellung einwandfreier Punktschweissverbindungen an Aluminium und Aluminiumlegierungen nach der angegebenen Arbeitsweise.

**Bau-Unfall als Folge eines plötzlichen Mauerbruches**

Ein ungewöhnlicher Unfall ereignete sich im Sommer 1941 beim Bau einer Kellermauer in Bern. Es handelte sich um einen Fabrikneubau von  $13 \times 31$  m Grundfläche mit zwei Keller-geschossen; der Boden des zweiten Kellers kam rd. 5 m unter die Oberfläche des ursprünglichen Geländes zu liegen.

Zu Beginn der Bauarbeiten wurde die ganze Baugrube etwa 2 m tief ausgehoben und schräg abgeböschet, und darnach für die Grundmauer der Stirnfassade ein 2,5 m breiter Graben ausgeschachtet. Dieser Graben wurde mit horizontal liegenden Bohlen, vertikalen Kanthölzern und entsprechenden Querverstrebungen ausgezimmert (Abb. 1a). Nach der Abnahme des Schnurgerüstes wurde der 1,05 m breite Schlitz für das Fundament ausgehoben, sofort ausbetoniert (ohne Seitenschalung) und anschliessend die 55 cm starke Grundmauer (P 200) hochgeführt. Der Boden war

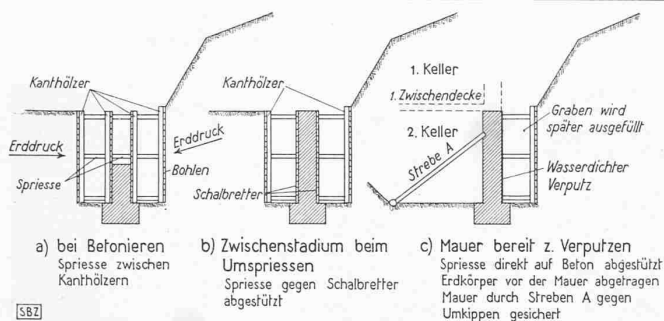


Abb. 1. Die Bauetappen a, b und c. — Masstab 1:200

in den obersten 3 m erdig-lehmig mit vielen Steinen, dann folgte eine Schicht von sehr kompaktem Sand mit wenig Kies; das Fundament kam in festen Kies zu liegen.

Der untere Teil der Mauer war etwa fünf Tage alt, als umgespriest wurde: die Mauer-Schalung wurde entfernt, die äussere Zimmerung direkt gegen den Beton abgestützt und die Wand gegen das Gebäudeinnere schräg verstrebt, indem der Erdkern entsprechend abgetragen wurde (Abb. 1a bis c). Bei diesem Umspriessen hörte man einen Knall. Bevor sich die beiden Arbeiter, die zwischen Mauer und Erdwand standen, flüchten konnten, klappte der Einbau auf die ganze Länge zusammen (Abb. 2).

In der Folge stellte man fest: Sämtliche Querstreben lagen unbeschädigt auf der Schachtsohle. Die Kanthölzer standen mit ihrem Fusspunkt an der ursprünglichen Stelle, lehnten oben gegen die Mauer und waren zum Teil dort gebrochen. Die Bohlen waren ganz, ausgenommen diejenigen, die mit dem Einbau für die Längsfassaden in Verbindung standen und deshalb bei der Verschiebung einseitig zurückgehalten worden waren. Die Mauer wies auf der Rückseite einen  $1 \div 3$  cm breiten Riss auf,  $5 \div 10$  cm über dem Fundament; das Fundament war noch genau in seiner ursprünglichen Lage (vgl. Abb. 2).

Da im amtlichen Gutachten (von diesem wird anschliessend noch gesprochen werden) behauptet wurde, der Einbau sei ungenügend gewesen, wurden zunächst die Beanspruchungen der Hölzer berechnet. (Der amtliche Experte kam nämlich ohne Spannungsausweis, ja sogar ohne Aufnahme der Holzquerschnitte, nur auf Grund eines falsch berechneten Erddruckes zu einem vernichtenden Urteil.) Die Nachrechnung ergab, dass auch bei den ungünstigsten Annahmen für Gleitwinkel und Lage der Abrissfläche die Spannungen in den Hölzern weit unter der Bruchgrenze lagen, was auch dem Zustand des Einbaues nach dem Unfall durchaus entsprach.

Hierauf wurden die Spannungen in der Betonwand untersucht. Infolge aktiven Erddruckes ergaben sich an der Bruchstelle maximal  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  Zug. Dabei wurde der natürliche Böschungswinkel  $\varphi$  bis auf  $35^\circ$  vermindert und die Wirkung der Streben «A» gleich Null angenommen; ebenso wurde nicht berücksichtigt, dass die Mauer an beiden Enden auf etwa 1 m im Winkel betoniert worden war. Die Abrissfläche wurde in der oberen Hälfte angenommen, entsprechend dem Zustand am Bau. Für diesen Fall wird der Erddruck nach Coulomb zwar kleiner, als wenn man die Gleitfläche mit dem Mauerfuss zusammenfallen lässt, aber das Moment auf die Mauer wird  $10\%$  grösser, bei geringerer Vertikalkomponente. Die resultierenden Spannungen sind etwa  $20\%$  ungünstiger. Bei diesen, trotz ungünstigster Annahmen geringen rechnerischen Biegezugspannungen ist nicht anzunehmen, dass der Mauerbruch durch den aktiven Erddruck allein ausgelöst werden konnte, besonders weil der Riss  $5 \div 10$  cm über dem Fundament lag, ein Beweis dafür, dass die Arbeitsfuge zwischen Fundament und Mauer einwandfrei war.

Beim Umspriessen können sehr grosse, unkontrollierbare und ganz lokal wirkende Kräfte auf die Mauer ausgeübt werden. Die neuen Querspriessen werden etwas zu lang geschnitten und dann mit dem Hammer eingetrieben. Besonders kräftig wird angetrieben, wenn man Rissbildungen im Erdkörper verhindern will. (Rissbildung ist identisch mit Abnahme der Kohäsion und Zunahme des aktiven Erddruckes.) Bei entsprechender Verkeilung kann durch die Querspriessen ein Druck auf die Mauer ausgeübt werden, der im Grenzfall dem passiven Erddruck entspricht.

Beim Umspriessen wurden offenbar die Biegezugspannungen in der Mauer zu gross. Die Mauer brach plötzlich, mit Knall. Sie schnellte nach vorn, teils weil die verbiegenden Energien der Mauer frei wurden, teils weil die Querspriessen und das anliegende Gelände gespannt waren. Die Streben vor der Mauer waren zwar im Stande diesen Ruck abzustoppen, aber erst nach

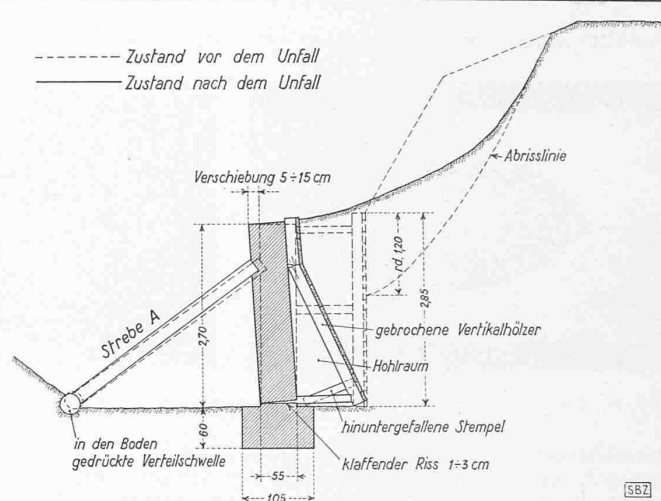


Abb. 2. Zustand vor (gestrichelt) und nach dem Unfall. — 1:100

einer gewissen Deformation durch elastische oder plastische Verschiebung der Fusspunkte. In diesem Augenblick konnten die entspannten Querspriessen herausfallen, die Erde rutschte nach, und der Einbau wurde zusammengeklappt (Abb. 2).

Das Unerwartete war der plötzliche Mauerbruch, und die Vorgänge, die sich bei der damit zusammenhängenden Kräfteverlagerung abspielten. Wäre die Mauer langsam schiefe gedrückt worden, so wäre die Erdwand der Bewegung gefolgt, die Querspriessen wären unter Spannung geblieben und nicht herausgefallen, die Streben vor der Mauer wären nach und nach in Funktion getreten. In einem Modellversuch wurde dies nachgewiesen, indem mit einigen Drähten als Armierung ein langsamer Bruch bewirkt wurde, im Gegensatz zu einem zweiten unarmierten Probekörper, der spröde war.

Normalerweise wird sich am Bauplatz folgendes abspielen: Beim Umspriessen wird die Mauer einseitig überlastet. Die Bodenpressungen an der vorderen Fundamentkante werden zu gross, der Boden gibt etwas nach, Mauer samt Fundament drehen sich ein wenig, die schräge Verstrebung tritt immer mehr in Funktion, bis ein neuer Gleichgewichtszustand erreicht ist. In unserem Fall jedoch war das Fundament auf einer harten Schicht betoniert und seine Seiten scheinen grossen Widerstand in den Erdwänden gefunden zu haben. Die Mauer an sich war starr, auf alle Fälle im Vergleich zu den hölzernen Verstrebungen. Im Moment des Mauerbruches genügte eine kleine Verschiebung, dass die Stempel herausfallen konnten (elast. Verlängerung der Stempel  $0,2 \text{ mm}$ ).

Es ergibt sich, dass die Verstrebungen vor der Mauer sehr sorgfältig fundiert werden müssen und durch Keile in Spannung zu bringen sind, wenn man bei hartem Boden und nicht armierten tiefliegenden Grundmauern ähnliche Unfälle vermeiden will. Eine andere Lösung wäre ein Gelenk über dem Fundament, wie man es häufig hat, wenn man sich mit einer Papplage gegen aufsteigende Feuchtigkeit schützen will, wobei der Mauerfuss natürlich gegen seitliches Verschieben gesichert werden muss. Eine verschmutzte, nicht bindende Arbeitsfuge könnte unter diesen Umständen erwünscht sein, da sie wie ein Gelenk wirken würde. Das Gelenk ermöglicht ein ständiges Zusammenwirken von Einbau und Verstrebung. Der Schock einer plötzlichen Lastverlagerung könnte nicht auftreten.

In diesem Zusammenhang soll ein krasser Fall zur Frage des Titelschutzes mitgeteilt werden.

Wie schon oben erwähnt, lag bei der gerichtlichen Behandlung des Unfalles ein amtliches Gutachten vor. Vom Untersuchungsrichter war «Ing.» Max Schürmann, Gerüstkontrolleur beim Stadtbauamt Bern zum gerichtlichen Experten ernannt worden. «Ing.» Schürmann reichte nebst einem schriftlichen Gutachten eine stat. Berechnung ein gemäss Plan 1:20 (in Abb. 3 red. auf 1:100). Ohne die Dimensionen und Abstände der Hölzer zu untersuchen, ohne darzustellen, welche Bauteile beim Unfall beschädigt wurden, und ohne weiteren rechnerischen Nachweis gelangt er in seiner «Expertise» u. a. zu folgenden Schlussätzen: «7. Die beiliegende statische Berechnung betr. den Erddruck auf die Sprisswand an der Unfallstelle bestätigt in allen Teilen die unglückliche Anlage des Einbaues.

8. Da erwartet werden darf, dass Herr He. (der Angeklagte ist Dipl. Ing.) die Theorie des Erddruckes kennt, hätte er ein zuverlässigeres System des Einbaues wählen müssen, wodurch der Unfall wahrscheinlich verhütet worden wäre.» —

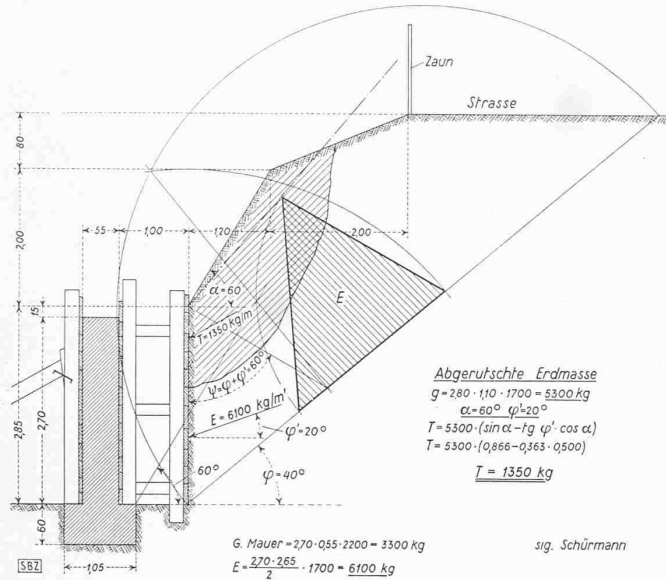


Abb. 3. Erddruckbestimmung des Gerichts-Experten Max Schürmann

Herr Schürmann ist seines Zeichens Tiefbautechniker. Als solcher sollte eigentlich auch er eine normale Erddruckberechnung durchführen können, sogar wenn er sich noch nicht zum Ingenieur emporgearbeitet hat.

Falsch ist an seiner Poncelet-Konstruktion, dass die Terrainausgleichlinie steiler ist als die nat. Böschung  $\varphi$ ; der Erddruck müsste somit gleich  $\infty$  werden! Dank der in Richtung und Angriffspunkt falschen Stellungslinie, sowie der Negierung der bei dieser Konstruktion erforderlichen ideellen Stützwand bekommt Schürmann  $E = 6,1 \text{ t/m}^2$  (statt  $E = \infty$ ), bzw. bei richtiger Berechnung wird  $E = 3,7 \text{ t/m}^2$ .

Jede graph. Erddruckkonstruktion ermittelt zuerst die Gleitfläche. Die Schürmannsche Konstruktion aber kümmert sich überhaupt nicht darum, sonst müsste die Sinnlosigkeit der Abb. 3 noch auffälliger werden.

Interessant ist besonders der Wert  $T$ . Es handelt sich offenbar um die Kraft, die die auf der schiefen Ebene ( $\alpha = 60^\circ$ ) gleitende Erdmasse  $g$  gegen die Stützwand ausübt.  
 $g \cdot \sin \alpha =$  Gewichtskomponente in Gleitrichtung;  
 $g \cdot \cos \alpha =$  Normalkraft auf Gleitebene ( $\alpha =$  Neigung der Ebene);  
 $g \cdot \cos \alpha \cdot \text{tg } \varphi =$  Reibung, die der Bewegung entgegenwirkt;  
 $\text{tg } \varphi =$  Mass der inneren Reibung des Erdkörpers = nat. Böschung.  
 Der Wert  $\text{tg } \varphi'$  (Reibung an der Wand) steht mit diesem Problem nicht in Beziehung.

Ueberdies ist der Wert  $T = 5300 \cdot (0,866 - 0,363 \cdot 0,500)$  algebräisch falsch aufgelöst:  
 Sch. hat gerechnet  $5300 \cdot (0,866 - 0,363) \cdot 0,500 = 1350$   
 statt  $5300 \cdot (0,866 - 0,363 \cdot 0,500) = 3630$

Nach Schürmann bestätigen diese «Berechnungen» von  $E$  und  $T$  die «in allen Teilen unglückliche Anlage des Einbaues» (notabene ohne die geringste kritische Betrachtung der einzelnen Einbauteile!). Vergleichsweise sei die Erddruckberechnung unter denselben Annahmen durchgeführt (Abb. 4 und 5). Obschon diesem «amtlichen Experten» das Parteigutachten und die gerichtlich angeordnete Oberexpertise sechs Wochen vor der Verhandlung vorgelegt worden waren, blieb er bis zuletzt bei seinen Behauptungen.  
 Dipl. Ing. M. Hartenbach

*Anmerkung der Redaktion.* Der Experte Max Schürmann (geb. 1900), der sich «Ingenieur» nennt, ist Absolvent des Technikums Burgdorf als Tiefbautechniker. Frage: Hätte ihn der Untersuchungsrichter wohl auch mit der Expertise betraut, wenn er sich Tiefbautechniker nennen würde? Was wären die Folgen gewesen für den Projektverfasser, wenn das Gericht nur das amtliche Gutachten Schürmann vorgelegt bekommen hätte? — Gerade im Vertrauen auf seine Berufsbezeichnung als «Ingenieur» ist Sch. *gutgläubig* mit der Gerichtsexpertise betraut worden, denn «was wir in der Schweiz unter Ingenieur verstehen, weiss das ganze Volk» (vgl. Bd. 118, S. 200). Der Fall beweist schlagend, was der Ingenieurtitel bei uns bedeutet und wie gerechtfertigt deshalb sein Schutz wäre: ein *Schutz der Öffentlichkeit* vor irreführender Anmassung unberufener Techniker. Dass fähige und *durch Leistung ausgewiesene* Techniker auch von den Ingenieuren als vollwertige Kollegen anerkannt werden, bezeugt die stattliche Zahl der in den S.I.A. aufgenommenen Mittelschul-Absolventen.

### Wettbewerb für Bebauungsvorschläge und einfache Wohnbauten im Scheibenschachen, Aarau

Als Bauareal steht der nördliche Teil des Scheibenschachens im Nettoausmass von rd. 36500 m<sup>2</sup> zur Verfügung. In Richtung NW-SO wird das Gebiet durch die Rombachstrasse, als nordwestlicher Fortsetzung des zweiten Aareübergangs, eines der zukünftig wichtigsten Verkehrszüge, durchschnitten. Rombach-, Gysula- und Stockmattstrasse liegen zum Teil auf Dämmen und weisen Steigungen auf. Ausser den Erschliessungsstrassen waren in Zone A (südwestl. der Rombachstr.) in zwei Etappen zu erstellende Wohnhäuser (1. Etappe 30, 2. Etappe 20 Häuser) in aufgelösten Gruppen zu projektieren, mit Parzellen von 300 bis 350 m<sup>2</sup> (1. Etappe), bzw. 350 bis 400 m<sup>2</sup> (2. Etappe). Von dem zur Verfügung stehenden Land waren pro Haus 200 bis 250 m<sup>2</sup> als Pflanzland vorzusehen; maximale Bausumme pro Haus 19000 Fr., ohne Land, Einfriedigungen und Wege. Diese 4-Zimmer-Häuser waren für einfache Wohnverhältnisse für Familien mit

### VERGLEICHSWEISE ERDDRUCKBESTIMMUNG NACH PONCELET UND CULMANN

Beide ergeben  $E_{\max}$  zu 3,7 t/m

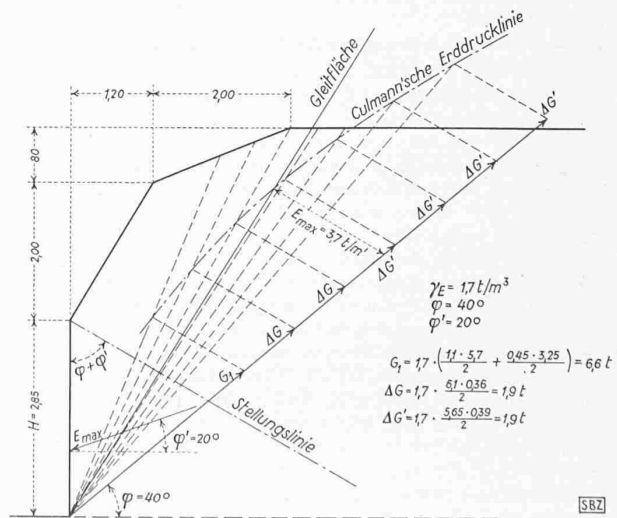
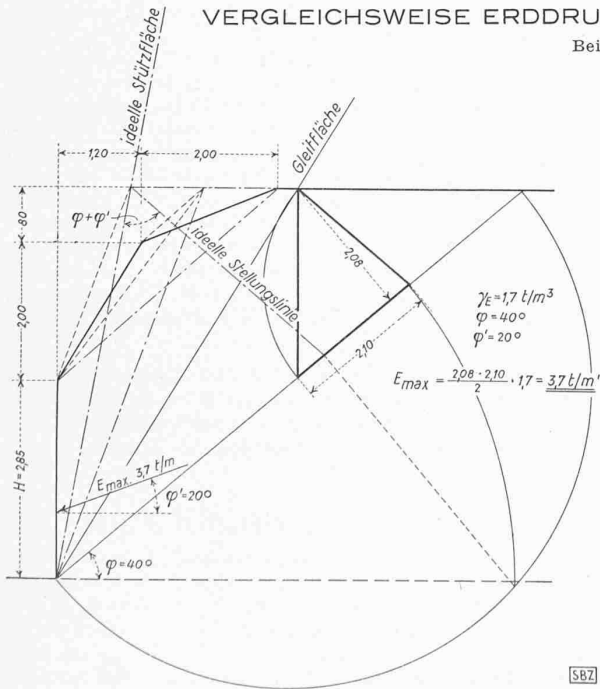


Abb. 5. Konstruktion nach Culmann

SBZ

Abb. 4 (links). Konstruktion nach Poncelet