

# Neue Drahtseil-Konstruktionen mit Harry- Profildrähten

Autor(en): **Oechslin-Bucher, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **117/118 (1941)**

Heft 8

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83389>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

**INHALT:** Neue Drahtseil-Konstruktionen mit Harry-Profildrähten. — Elektrisches Schweißen unter Druckluft. — Tageslicht-Technik. — Arbeitsbeschaffung für Ingenieure und Architekten. — Automatische Grosseilwerke in Basel. — Mitteilungen: Instandsetzung eines Eisenbeton-Skelettbauwerks. Eine frühzeitliche Handwerker-Siedlung am Peters-

berg in Basel. Rhone-Rhein-Schiffahrtsverbindung durch die Schweiz. Barium als Schmiermittel. Basler Bauvorschriften für einfache Luftschutzräume. — Literatur. — Wettbewerbe: Strafanstalt in Rolle (Waadt). Altersasyl der Einwohnergemeinde Langenthal.

Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 117

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich  
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 8

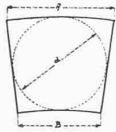


Abb. 1

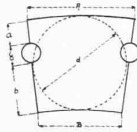


Abb. 2

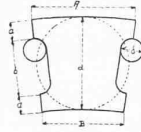


Abb. 3

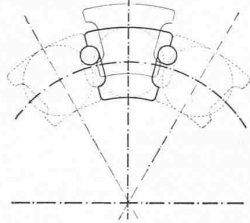


Abb. 4

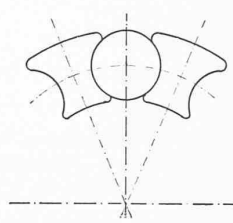


Abb. 5

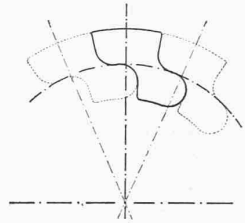


Abb. 6

## Neue Drahtseil-Konstruktionen mit Harry-Profildrähten

Von H. OECHSLIN-BUCHER, Schaffhausen

Die nachstehend beschriebene, in zahlreichen Staaten patentierte Erfindung<sup>1)</sup> bedeutet einen bemerkenswerten Fortschritt auf dem Gebiete der verschlossenen Drahtseilkonstruktionen. Der leitende Grundgedanke besteht darin, jeden runden Draht durch einen entsprechenden Profildraht zu ersetzen. Dies gelang in der Weise, dass dem Profildraht der einbeschriebene Kreis des entsprechenden runden Drahtes zu Grunde gelegt wurde (Abb. 1). Diese einfache Formgestaltung ermöglicht die Konstruktion verschlossener Litzen vermittelt Fülldrähte und zwar sowohl in Form von starrer (Abb. 2) als auch von beweglicher (Abb. 3 u. 4) Verriegelung. Im Vergleich zu den bisher allgemein bekannten, halb und ganz verschlossenen Seilkonstruktionen (Abb. 5 und 6) bedeutet im Besonderen die *bewegliche Verriegelung* eine fortschrittliche Neuerung. Ihr Zweck besteht erstens in der Vervollkommnung der Kontrollmöglichkeiten, zweitens in der Erweiterung der bisher beschränkten Verwendungsgebiete und zwar durch die Fabrikation von a) beweglich verriegelten Drahtspiralseilen besonders kleiner Abmessungen, b) beweglich verriegelten Litzenseilen.

1. *Vervollkommnung der Kontrollmöglichkeiten.* Bei den bekannten verschlossenen Seilen bleibt ein gebrochener Draht festgeklemmt, der Drahtbruch ist nicht sichtbar. Erfolgt hingegen ein Drahtbruch bei einem Seile aus beweglich verriegelten Harry-Profildrähten, so springt der gebrochene Draht vermöge seiner eigenen Federkraft aus dem Seilumfang so weit heraus, bis die unteren Kanten der Gleitflächen an den Fülldrähten anstossen und von ihnen zurückgehalten werden. Eine weitere Kontrollmöglichkeit ergibt sich aus dem Umstande, dass, sobald die äussere, mechanische Abnutzung einen gewissen Grad erreicht hat, die oberen Kanten der Gleitflächen und die Fülldrähte blossgelegt und sichtbar werden. Der bestimmte Nachweis eines Drahtbruches, sowie der bis zu einem gewissen Grade fortgeschrittenen Seilabnutzung erleichtern daher die Seilkontrolle ganz bedeutend und tragen wesentlich zur Hebung der Betriebsicherheit bei.

2. *Erweiterung der Verwendungsgebiete.* Verschlossene Seile in der bisher üblichen Drahtspiral-Konstruktion finden hauptsächlich Verwendung als Tragseile für Luftseilbahnen und für Hängebrücken. Es handelt sich in diesen Fällen um sogenanntes «stehendes Gut». Als «laufendes Gut», d. h. als Zugseile haben sie nur ganz vereinzelt bei Standseilbahnen und für Schachtförderung im Bergbau Eingang gefunden, weil wegen der geringen Biegsamkeit dieser Seile ausserordentlich grosse Seilscheiben- und Trommeldurchmesser erforderlich sind.

a) *Beweglich verriegelte Drahtspiralseile.* Dank seiner einfachen, symmetrischen Formbeschaffenheit kann das Harry-Profil in kleineren Abmessungen hergestellt werden als das kompliziertere Z-Profil. Dadurch wird die Fabrikation leichter Tragseile von 6 bis 20 mm Durchmesser in Spiralkonstruktion (Abb. 7) ermöglicht.



Abb. 7. Dünnes Spiral-Tragseil, Harry-Profil

b) *Beweglich verriegelte Litzenseile.* Die weitaus grösste Bedeutung fällt der Verwendung verschlossener Litzenseile als Trag- und Zugseile zu, und zwar als Zugseile für Standseil- und

<sup>1)</sup> ⚡ Pat. 186236 und 190392, D.R.P. 671776, Gr. Brit. 462950, U.S.A. 2117881.

Schwebbahnen, als Tragseile für Luftseilbahnen und Kabelbagger. Dass es sich bei dieser Erfindung nicht um eine Utopie handelt und dass der beschriebene Weg neuen, bis heute nur vereinzelt angestrebten Zielen zuführt, findet seine Bestätigung in der von der G. H. H. Oberhausen ebenfalls durch D.R.P. (Nr. 656836) geschützten, verschlossenen Litzen-Seilkonstruktion aus Z-Profil-Drähten.

3. *Konstruktive Vorteile.* Abgesehen von den unter 1 erwähnten Kontrollmöglichkeiten besteht die Ueberlegenheit der verschlossenen Drahtseile gegenüber den runddrähtigen ganz allgemein darin, dass infolge der äusseren, glatten Oberfläche die Abnutzung entsprechend geringer ist. Erwähnt sei ferner der grössere Materialquerschnitt. Er beträgt im Verhältnis zu den Normal-Konstruktionen und wenn nur die äusserste Drahtschicht als verschlossen angenommen wird, für das Z-Profil rd. 30% und für das Harry-Profil (ohne Berücksichtigung der Fülldrähte) rd. 15%. Diese letzte, verhältnismässig kleine Querschnittvermehrung liefert an und für sich schon den Beweis grösserer Biegsamkeit im Verhältnis zum Z-Profil.

Verschieden verhalten sich die beiden Fassondrähte bei Beanspruchung auf Zug und Biegung. Da beim Z-Profil die radialen Schwerlinien ausserhalb des Drahtfusses oder des Drahtkopfes verlaufen (Abb. 6), entsteht das Bestreben zum Verkanten (Verdrehen) und bewirkt in den gewundenen Verriegelungsflächen bedeutenden Reibungswiderstand. Beim Harry-Profil verlaufen die Gleitflächen parallel und radial zu einander und deshalb ist der zu überwindende Reibungswiderstand viel geringer. Es ergibt sich hieraus, dass das Harry-Profil den konstruktiven Vorteil des Z-Profiles in Bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen die äussere, mechanische Abnutzung besitzt, ihm aber an Biegsamkeit und der beweglichen Verriegelung wegen überlegen ist. Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass die rechnerische Bestimmung der Litzendurchmesser sich auf die gleichen Werte stützt wie für die runddrähtigen Konstruktionen und dass theoretisch, in gewissen Grenzen, jede Normal-Konstruktion durch eine solche aus Harry-Profildrähten ersetzt werden kann.

4. *Allgemeines.* Aus der anfangs erwähnten Harry-Litze (Abb. 7) ist ein sechslitziges Seil (Abb. 8) angefertigt worden. Das hierzu erforderliche Drahtmaterial wurde in verdankenswerter Weise vom Drahtwerk Vogt & Cie. (Reinach) zur Verfügung gestellt. Bei Vergleich dieses Seiles mit dem aus runden Drähten hergestellten (Abb. 9) fallen als typisches äusseres Merkmal die glatteren Litzen und deren grössere Drahtoberfläche auf.

Die Fabrikation dieser Seile ist mit keinen nicht längst gelösten Problemen verbunden. Es handelt sich darum, die Fassondrähte derart zu stützen, dass im Betrieb eine allmähliche Lockerung der verriegelten Schicht vermieden wird. Die Mittel hiezu bieten die allgemein üblichen Seale-, Warrington- und Fülldräht-Konstruktionen.

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen sind die charakteristischen Eigenschaften dieser neuartigen Seilkonstruktionen dargestellt worden. Beabsichtigt wird damit, die Zweckmässigkeit des Harry-Profiles als zukünftiges Litzenseil hervorzuheben, nicht aber die seit Jahrzehnten bestbewährten, vollverschlossenen Spiralkonstruktionen irgendwie herabzumindern. Die nachfolgenden Berechnungen bezwecken, den Wert dieser Erfindung vom technischen Standpunkte aus zahlenmässig zu begründen.

5. *Berechnung der Verriegelung.* Zur Erzielung der Verriegelung gilt die Voraussetzung  $y \geq z$  (Abb. 10).

Es sei beispielsweise

- $D$  = Litzendurchmesser am Kopfe der Verriegelungsschicht
- $D_1$  = Litzendurchmesser am Fusse der Verriegelungsschicht
- $d$  = Profildrahtdurchmesser
- $\delta$  = Fülldrahtdurchmesser
- $a_v$  = Abstand des Draht-Kopfes und -Fusses von der Gleitfläche
- $b_v$  = Länge der Gleitfläche
- $n$  = Anzahl der äusseren Profildrähte
- $y$  = Abstand zwischen den unteren Kanten der Gleitflächen
- $z$  = Abstand in der Axe zwischen den Fülldrähten

Ferner sei  $a_v = \frac{1}{4}d$  und  $b_v = \frac{1}{2}d$

dann ist der Querschnitt eines Profildrahtes

$$F = \frac{(D^2 - D_1^2) \frac{\pi}{4} - n \left[ (0,5 d \delta) - \left( \delta^2 - \delta^2 \frac{\pi}{4} \right) \right]}{n}$$

**Beispiel.** Berechnung eines Drahtspiralseiles, bestehend aus zwölf äusseren Profildrähten von 3 mm Durchmesser. Es ist (ohne Berücksichtigung des Flechtwinkels):

$$\begin{aligned} D &= 5 \cdot 3 = 15 \text{ mm} \\ D_1 &= 15 - 2d = 9 \text{ mm} \\ a_v &= 0,25d = 0,75 \text{ mm} \\ b_v &= d - 2a = 1,50 \text{ mm oder } 0,5d \\ \frac{y}{2} &= c_y \sin \frac{\alpha}{2}; \frac{\alpha}{2} = \frac{360}{2 \cdot 12} = 15^\circ \end{aligned}$$

$$c_y = \frac{D}{2} - (a_v + b_v) = 5,25 \text{ mm und}$$

$$y = 2 (5,25 \cdot 0,25882) = 2,72 \text{ mm}$$

Angenommen, es sei

$$d : \delta = 3, \text{ so ist } \delta = 3 : 3 = 1 \text{ mm}$$

$$\text{dann ist } \frac{z}{2} c'' \sin \frac{\alpha}{2} - \delta$$

$$c'' = \frac{D}{2} - \left( a_v + \frac{\delta}{2} \right) = 6,25 \text{ mm}$$

$$\text{und } z = 2 (6,25 \cdot 0,25882) - 1 = 2,24 \text{ mm}$$

$$\text{oder } y - z = 2,72 - 2,24 = 0,48 \text{ mm}$$

Die Verriegelung erreicht annähernd  $\frac{1}{2} \delta$  und ist somit gewährleistet. Die Beweglichkeit der Verriegelung beträgt

$$b_v - \delta = 1,5 - 1,0 = 0,5 \text{ mm}$$

Der Querschnitt beträgt:

$$F = \frac{(15^2 - 9^2) \frac{\pi}{4} - 12 \left[ (0,5 \cdot 3 \cdot 1,0) - \left( 1,0^2 - 1,0^2 \frac{\pi}{4} \right) \right]}{12} = 8,14 \text{ mm}^2$$

Der Querschnitt des Runddrahtes von 3 mm Durchmesser beträgt  $7,07 \text{ mm}^2$ ; es ergibt sich somit eine Querschnittsvermehrung von  $1,07 \text{ mm}^2$  oder von  $\sim 15\%$ .

**6. Vergleich der äusseren, mechanischen Abnützung zwischen einem Rund- und einem Harry-Profildraht.** Dieser theoretische Vergleich setzt Material absolut gleicher mechanischer Eigenschaften voraus. Angenommen, die Abnützung erreiche  $\frac{1}{2}d$ , was ungefähr der zulässigen, natürlichen Abnützung bis zur Ausserbetriebsetzung entsprechen dürfte, dann vermindert sich der Drahtdurchmesser in beiden Fällen auf 2 mm. Zur rechnerischen Erfassung des um 1 mm sich abnützenden Teiles sei er in zehn gleichmässige, parallel verlaufende Schichten zerlegt und die Gesamtlänge dieser zehn Sehnen für beide Draht-

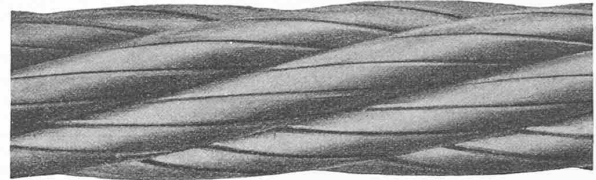


Abb. 8. Sechslitziges Harry-Profildrahtseil

profile festgestellt. Es ergeben sich von aussen nach innen folgende Sehnenlängen:

a) für den Runddraht (Abb. 11):

$$\left( \frac{a}{2} \right)^2 = \left( \frac{d}{2} \right)^2 - b^2; \frac{d}{2} = 1,5 \text{ mm}$$

$$a_{1:10} = 2 \sqrt{\left( \frac{d}{2} \right)^2 - b_{1:10}^2}$$

b) für den Profildraht (Abb. 10):

Die Sehnen  $a_{1:2}$  bilden rechtwinklige Dreiecke, von denen die Hypotenuse  $\frac{D}{2} = 7,5 \text{ mm}$  und die Katheten  $b_1 = \frac{D}{2} - 0,1 = 7,4 \text{ mm}$  und ebenso  $b_2 = 7,3 \text{ mm}$  bekannt sind. Demzufolge ist

$$\cos \alpha_{a_1} = \frac{7,4}{7,5} = 0,98667; \alpha_{a_1} = 9^\circ 22'$$

$$\cos \alpha_{a_2} = \frac{7,3}{7,5} = 0,97333; \alpha_{a_2} = 13^\circ 16'$$

Für die Sehnen  $a_{3:9}$  bleibt  $\frac{\alpha}{2}$  konstant, die Katheten  $b_{3:9}$  sind

$$\text{bekannt; es ist daher } a_{3:9} = 2 b_{3:9} \text{tg } \frac{\alpha}{2}$$

Die Berechnung der Sehne  $a_{10}$  geschieht in gleicher Weise wie für

$a_{1:2}$  auf Grund der Dreiecke  $a'' b' c''$  und  $a' b' \frac{\delta}{2}$ . Es ist

$$\frac{a''}{2} = c'' \sin \frac{\alpha}{2} = 6,25 \cdot 0,25882 = 1,61763 \text{ mm}$$

$$b'' = c'' \cos \frac{\alpha}{2} = 6,25 \cdot 0,96593 = 6,03706 \text{ mm}$$

$$b' = D - \left( \frac{1}{3}d + b'' \right) = 7,5 - (1,0 + 6,03706) = 0,46294 \text{ mm}$$

$$a' = \sqrt{\left( \frac{\delta}{2} \right)^2 - b'^2} = \sqrt{0,5^2 - 0,46294^2} = \sqrt{0,03569} = 0,18893 \text{ mm}$$

somit

$$a_{10} = 2 \left( \frac{a''}{2} - a' \right) = a'' - 2a' = 3,23526 - 0,37786 = 2,85740 \text{ mm}$$

Tabelle

Schicht Nr.	Runddrähte		Profildrähte	
	b	a	b	a
1	1,4	1,077	7,4	2,441
2	1,3	1,497	7,3	3,442
3	1,2	1,800	7,2	3,858
4	1,1	2,040	7,1	3,805
5	1,0	2,236	7,0	3,751
6	0,9	2,400	6,9	3,698
7	0,8	2,538	6,8	3,644
8	0,7	2,653	6,7	3,591
9	0,6	2,750	6,6	3,537
10	0,5	2,828	6,5	2,857
		21,819 mm		34,624 mm

Die Differenz der Sehnenlängen zwischen den beiden Summen der Tabelle beträgt  $12,805 \text{ mm}$  oder  $\sim 59\%$ . Aus der Tabelle geht somit hervor, wie verschieden die Abnützung der beiden Drahtprofile sich gestaltet. Während beim Runddraht die Abnützungsfäche erst mit fortschreitendem Verschleiss sich vergrössert, setzt sich beim Profildraht kurz nach Beginn die grösste Materialfläche der Abnützung aus, um bei zunehmendem Verschleiss sich allmählich zu verringern. Zu Gunsten der Profildrähte spricht ferner die Feststellung, dass selbst im Moment des angenommenen Maximal-Verschleisses von  $\frac{1}{3}$  Drahtdurchmesser beim Profildraht die Abnützungsfäche (also nach theoretisch um  $59\%$  grösserer Arbeitsleistung) immer noch grösser ist, wenn auch nur ganz unbedeutend, als beim entsprechenden Runddraht.

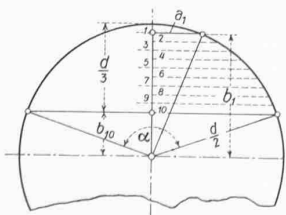
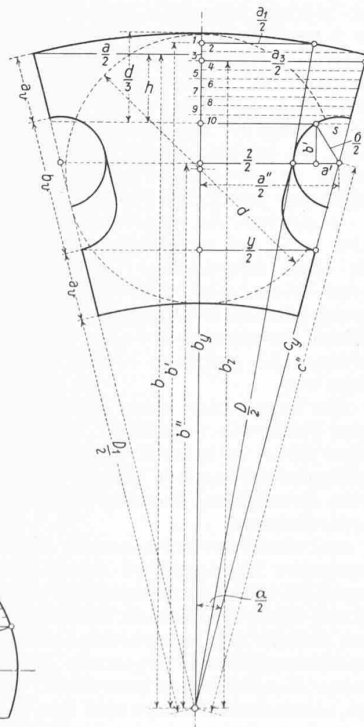


Abb. 11

Abb. 10

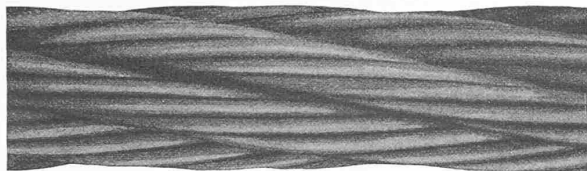


Abb. 9. Sechslitziges Runddrahtseil

Materialquerschnitt des um  $\frac{1}{3}$  abgenützten Rund- und Profildrahtes.

a) Runddraht. Der Inhalt des Kreisabschnittes beträgt

$$F = \frac{r^2}{2} \left( \frac{\pi}{180} \alpha - \sin \alpha \right); r = \frac{d}{2}$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{b_{10}}{r} = \frac{0,5}{1,5}; \alpha = 141^\circ$$

$$\text{somit } F = \frac{1,5^2}{2} \left( \frac{\pi}{180} \cdot 141 - 0,62932 \right) = 2,06 \text{ mm}^2$$

b) Profildraht. Die Querschnittsfläche des abgenützten Teiles wird in einen Kreisabschnitt und in ein Trapez zerlegt. Der erste wird bestimmt wie oben

$$F_1 = \frac{7,5^2}{2} \left( \frac{\pi}{180} \cdot 30 - 0,5 \right) = 28,125 \cdot 0,023599 = 0,66 \text{ mm}^2$$

Zur Ermittlung der Trapezfläche bleiben, des ganz unbedeutenden Einflusses wegen, die durch die Aushebung der Gleitflächen bedingten Verkürzungen der untern Paralleelseite unberücksichtigt. Somit ist

$$F_2 = \frac{a + a_{10s}}{2} h; h = b - b_{10} = 7,244 - 6,5 = 0,744 \text{ mm}$$

Somit

$$F_2 = \frac{3,882 + 3,483}{2} \cdot 0,744 = 2,74 \text{ mm}^2$$

$$F = F_1 + F_2 = 0,66 + 2,74 = 3,40 \text{ mm}^2$$

Der verbleibende Drahtquerschnitt beträgt somit für  
den Runddraht = 7,07 - 2,06 = 5,01 mm<sup>2</sup>  
den Profildraht = 8,14 - 3,40 = 4,74 mm<sup>2</sup>

Zusammengefasst ergibt sich aus vorstehendem Rechenbeispiel, dass

1. der verbleibende Querschnitt der Profildrähte nur unbedeutend hinter jenem der Runddrähte zurücksteht ( $\sim 5\%$ ).

2. unter den gleichen Voraussetzungen die Widerstandsfähigkeit der Profildrähte gegen die äussere, mechanische Abnutzung rechnerisch den Runddrähten um etwa 59% überlegen ist.

3. Der effektive Materialquerschnitt der Profildrähte (ohne Berücksichtigung der Fülldrähte) denjenigen der runden Drähte nur um  $\sim 15\%$  übertrifft. Diese verhältnismässig geringe Querschnittsvermehrung ist ausserordentlich wichtig in dem Sinne, als dadurch einerseits die Beweglichkeit und Geschmeidigkeit denjenigen der runddrähtigen Seile sich nähern, andererseits aber gleichzeitig, in Bezug auf die äussere Abnutzung, die Vorteile der vollverschlossenen Seilkonstruktionen erreicht werden.

Damit ist eindeutig dargelegt, dass die Harry-Profil-Drahtseile den bisherigen, runddrähtigen Seilkonstruktionen überlegen sind, was sich im Betrieb durch grössere Sicherheit und angemessene Ersparnisse auswirken wird. Es ist wohl auch das erste Mal, dass derartige Vergleiche zwischen runden und Profildrähten vorgenommen worden sind; die vorstehenden Ausführungen dürften auch in dieser Hinsicht ganz allgemein Interesse bieten.

## Elektrisches Schweißen unter Druckluft

Beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam ist der Tunnelkörper unter dem Fluss durch einen Stahlmantel gedichtet. Dieser wird gebildet durch 6 mm starke Platten, die elektrisch verschweisst sind, wobei die Stösse im allgemeinen durch Profileisen gedeckt werden. Es war so eine einheitliche Hülle von 560 m Länge und rund 38000 m<sup>2</sup> Oberfläche herzustellen. Da der Tunnel in neun fertigen Stücken in den Untergrund verlegt wurde mit zehn offenen Fugen von je 1,05 m Breite, war in diesen Fugen die elektrische Schweißung des Stahlmantels in Wassertiefen von 12 bis 25 m unter Druckluft vorzunehmen. Es sind unter Drücken von 1,2 bis 2,5 atü rund 2,5 km Schweissnaht ausgeführt worden, wobei ebenso porenfreie, homogene und vollkommen dichte Schweisse erzielt wurden wie bei normaler Arbeit. Dieses Ergebnis wurde auf folgende Weise erzielt.

Der Ausführung gingen sorgfältige Untersuchungen voraus. Eine Krankenschleuse wurde als Laboratorium hergerichtet und zunächst der Einfluss bis auf 3 atü steigender Drücke auf die

Schweißung mit normalen Elektroden von 5 mm Stärke festgestellt. Bald zeigte sich die Konzentration von Stickstoff und Sauerstoff durch heftiges Funkensprühen bei einem heftig brennenden Lichtbogen und unruhiges Fliessen des geschmolzenen Materials und der Schlacke. Uebersteigt der Druck 2 atü, so steigern sich diese Erscheinungen so sehr, dass ein normales Schweißen aufhört; es treten in der Raupe Löcher auf.

In einer langen Reihe von Versuchen gelang es dann der Firma W. Smit, Nijmegen, eine Elektrode aufzubauen, deren Umhüllung von stark organischem Charakter einen genügend starken Gasmantel lieferte, um Sauerstoff und Stickstoff in solchem Masse vom Lichtbogen abzuhalten, dass sich eine ruhige und gasfreie Schweißung bei Drücken zwischen 0 und 3 atü ergab. Bei 3 atü gibt eine 4 mm-Elektrode eine porenfreie Schweißung, während eine 5 mm-Elektrode Poren erzeugt. Es rührt dies daher, dass mit zunehmender Elektrodendicke mit grösserer Bogenlänge geschweisst wird, wobei die Einwirkung des Sauerstoffs sich in erhöhtem Masse geltend macht. Die Umhüllung ist bei diesen Elektroden merklich dicker als bei normalen. Auch ist die Länge der Elektrode etwas kürzer gehalten (30 cm), da die Erwärmung der Elektrode infolge der intensiveren Reaktion eine stärkere ist; durch die Verkürzung wird sie in zulässiger Grenze gehalten.

Die so erzielten sauberen, homogenen Raupen zeigten bei der Strukturuntersuchung unter dem Mikroskop ein ausserordentlich schönes Gefügebild und kaum Spuren von Gas. Die eingehenden Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften der Raupen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die Zugfestigkeit geht bei von 0 auf 3 atü steigendem Druck von 56,2 auf 53,5 kg/mm<sup>2</sup> zurück.

Die Dehnung geht bei von 0 auf 2,5 atü steigendem Druck von 25 auf 17% zurück und bei 3 atü auf 16%, die Kerschlagzahl hierbei von 8,7 auf 6,8 kg/mm<sup>2</sup>. Die Zugfestigkeit der Kopfschweißung geht von 38 auf 30 kg/mm<sup>2</sup> zurück.

Mit diesem Elektrodentyp sind die Schweißungen in den Fugen ausgeführt worden. Die horizontalen Nähte wurden durch eine Lage mit 4 mm-Elektroden, die vertikalen Nähte durch zwei Lagen von solchen von 3 1/4 mm geschweisst.

In einer Fuge arbeiteten gewöhnlich zwei Schweißer. Die beiden normalen Schweisstransformatoren befanden sich in freier Luft. Sie erhielten auf der Sekundär-Seite ein Relais vorgeschaltet, das die Spannung zur Sicherheit auf 40 V beschränkte; die Schweisskabel von 30 m Länge wurden mittels Stopfbüchsen an geeigneter Stelle nach der Druckluftseite durchgeführt. Die Schweißer trugen Lederkleidung. Alle brennbaren Gegenstände waren aus ihrer Nähe gewissenhaft zu entfernen, da Funkenwurf zu äusserst rascher Entflammung und gieriger Verbrennung führen würde. Alle Eisenteile erwiesen sich vollständig trocken, sodass das eigentliche Schweißen in ganz normaler Weise verlief. Durch einen kräftigen Luftstrom und durch geeignet gelegene Entlüftungsöffnungen wurden die entstehenden Gase abgeführt, ohne dass sie die übrigen Arbeiten im Raume beeinflussten. — Die Kontrolle jedes Nahtabschnittes war eine minutiöse; doch zeigten sich die Schweißungen überall so, dass sie, obschon im offenen Fluss 25 m unter Wasser ausgeführt, sich in nichts von den übrigen Teilen des Tunnelmantels unterschieden.

Erwin Schnitter

## Tageslicht-Technik

Von Dipl. Arch. E. WUHRMANN S. I. A., Zürich)

Die Tageslicht-Technik, als Teil der Lichttechnik im allgemeinen, ist ein noch wenig bearbeitetes und daher auch wenig bekanntes Gebiet der technischen Wissenschaften. Sie umfasst den ganzen Wissens- und Arbeitsbereich, der unmittelbar und mittelbar mit dem natürlichen Tageslicht und dessen Ursprung, dem Sonnenlicht, zu tun hat.

Nachdem man früher der Ausnützung der Tageslicht-Beleuchtung keine grössere Wichtigkeit beigelegt hatte, in der Meinung, Mängel in dieser Hinsicht unschwer durch elektrisches Licht ausgleichen oder beheben zu können, ist man inzwischen durch unangenehme Erfahrungen gesundheitlicher und auch wirtschaftlicher Art darauf gekommen, dass das Tageslicht eben doch, als von der Natur gegeben, allen anderen Beleuchtungsmitteln überlegen ist und daher wo immer möglich nutzbar gemacht werden sollte.

Die gesundheitlichen Vorzüge des natürlichen Tageslichtes sind so offenkundig, dass darauf nicht weiter eingegangen werden muss. Seine wirtschaftlichen Vorteile treten, abgesehen von der Ersparnis an elektrischem Strom oder anderen Beleuchtungsmitteln, vor allem in der Menge und Güte der geleisteten Arbeit

) Autoreferat zum Vortrag vom 4. Dezember 1940 im Z. I. A.