Neuere Probleme der Schweissung im Stahlbau

Autor(en): **Amstutz, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **113/114 (1939)**

Heft 21

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-50501

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

sion für elektrische Anlagen hielt im Berichtjahr 10, die Kommission für die Ausfuhr elektrischer Energie eine Sitzung ab.

Energiestatistik [vgl. auch S. 174 und 198 lfd. Bds.]. Die wichtigsten Ergebnisse der Statistik über die Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz werden monatlich veröffentlicht. Die gesamte Elektrizitätserzeugung konnte im letzten Betriebsjahre, vom 1. Oktober 1937 bis 30. September 1938 auf 7054 Mio kWh (gegenüber 6855 im Vorjahr und 5057 im Jahre 1930/31) gesteigert werden. Sie erreichte 87 % der in einem Jahr mittlerer Wasserführung in den bestehenden Wasserkraftwerken technisch möglichen Erzeugung von 8,1 Mia kWh (3,6 im Winter- und 4,5 im Sommerhalbjahr). Bis zur Inbetriebsetzung neuer grosser Kraftwerke, die erst in den Jahren 1941/42 erfolgen wird, dürfte die Elektrizitätserzeugung, wenn nicht besonders günstige Wasserverhältnisse im Winter eintreten, kaum noch eine wesentliche Erhöhung erfahren. Von der gesamten Energieerzeugung wurden 5506 (Vorjahr 5299) Mio kWh im Inland verwendet und 1548 (1556) Mio kWh an das Ausland abgegeben.

Ausfuhr elektrischer Energie. Im Laufe des Berichtjahres wurden vier langfristige Ausfuhrbewilligungen für Leistungen von insgesamt 70 035 kW erteilt. Davon entfallen 22 015 kW auf die Erneuerung bisheriger Bewilligungen, während 48 020 kW neu zur Ausfuhr bewilligt wurden. Vorübergehende Bewilligungen wurden acht erteilt mit einer Leistung von zusammen maximal 48 800 kW im Sommer und 27 000 kW im Winter. Am Ende des Jahres waren noch zwei vorübergehende Bewilligungen gültig, mit einer Leistung von zusammen 22 000 kW. Die nachfolgende Aufstellung zeigt den Stand der zur Ausfuhr bewilligten Leistungen im Berichtjahr und im Vorjahr.

	Kilowatt			
	1937		1938	
	30. Juni	31. Dez.	30. Juni	31. Dez.
Insgesamt zur Ausfuhr bewilligt	492 263	480 438	514 928	524 308
Davon aus bestehenden Werken	416 223	404 398	438 888	446 268

Starkstromkontrolle

Dem Starkstrominspektorat wurden im Berichtjahre insgesamt 1829 (Vorjahr 1835) Vorlagen für elektrische Anlagen eingereicht, die sich auf 1130 (1128) Vorlagen für Leitungsanlagen und 699 (707) Vorlagen für Maschinen-, Transformatoren- und Schaltanlagen verteilen.

Von den Vorlagen für Leitungen bezogen sich 547 (537) auf Hochspannungsleitungen, 558 (570) auf Niederspannungsleitungen und 25 (21) auf Tragwerke von besonderer Konstruktion. Die neu erstellten Hochspannungsfreileitungen hatten eine Gesamtlänge von 182 (133) km und die Hochspannungskabelleitungen eine solche von 74 (91) km. Als Leitermaterial wurde auf 136 (131,5) km Streckenlänge Kupfer, auf 4 (9) km Stahl, auf 10 (1,5) km Stahlaluminium und auf 32 (0) km Aldrey verwendet. Bei den Niederspannungsleitungen kam ausschliesslich Kupfer zur Anwendung. Aus den vorstehenden Angaben ist ersichtlich, dass die Bautätigkeit im Berichtjahre nach der Anzahl der eingereichten Vorlagen gegenüber dem Vorjahre ungefähr gleich geblieben ist. Immerhin wurden einige grössere Hochspannungsleitungen erstellt, sodass die Länge dieser Kategorie von Leitungen um nahezu $^1/_3$ zugenommen hat.

Von den Vorlagen für Maschinenanlagen entfielen 5 (9) auf neue Kraftwerke, worunter 4 (3) auf solche von mehr als 200 kW Leistung. Ausserdem erhielt das Inspektorat 556 (555) Vorlagen für Transformatorenstationen mit 662 (692) installierten Transformatoren und wiederum 138 (138) Vorlagen für anderweitige vorlagepflichtige Anlagen.

Auf die Kontrolle der Starkstromanlagen wurden 646 (576) Inspektionstage verwendet. Im weitern erforderte die Prüfung neuer Leitungsanlagen an der Baustelle vor Genehmigung der Planvorlagen 14 (18) volle Arbeitstage. Das Ergebnis dieser Inspektionen kann im allgemeinen als befriedigend bezeichnet werden. Wie dies schon in früheren Berichten hervorgehoben wurde, sind es namentlich die kleinern Elektrizitätswerke, die einer vermehrten Kontrolle bedürfen. In der zweiten Hälfte des Berichtjahres bildete indessen an manchen Orten die Ausbreitung der Maul- und Klauenseuche ein Hindernis für die Durchführung von Inspektionen, insbesondere in Hausinstallationen auf dem Lande.

Dem Starkstrominspektorat kamen im Berichtjahre 119 (111) *Unfälle* an elektrischen Anlagen zur Kenntnis, von denen insgesamt 130 (115) Personen betroffen wurden. Bei diesen Unfällen erlitten 23 (23) Personen den Tod, und zwar 9 (5) infolge Einwirkung von Hochspannung und 14 (18) von Niederspannung. Vom Betriebs- und Monteurpersonal verunfallten 63 (64) Personen, worunter 7 (10) tötlich. Auffallend ist wiederum die grosse Anzahl von 16 (13) tötlich verunfallten Drittpersonen. Der Grund hiezu liegt zum grossen Teil in der Sorglosigkeit, mit der sich die Leute trotz Aufklärung noch oft gegenüber den elektrischen Einrichtungen verhalten. Unter den 130 (115) verunfallten Personen befinden sich 31 (29), bei denen der Unfall nicht durch einen direkten Stromdurchgang durch den menschlichen Körper, sondern durch die Hitzewirkung des Flammenbogens bei Kurzschlüssen und dergleichen verursacht wurde. Die Tätigkeit des Starkstrominspektorats erstreckte sich ausserdem auf die Untersuchung von 82 (67) Brandfällen, bei denen als Ursache Zündung durch Elektrizität angegeben oder vermutet wurde. Nur bei einem kleinern Teil dieser Brandfälle konnte die Elektrizität als Brandursache wirklich nachgewiesen werden.

16 (22) Unfälle führten auf Grund des eidgenössischen oder kantonalen Strafrechtes zu einer Strafuntersuchung, wobei das Starkstrominspektorat nach Art. 32 des Elektrizitätsgesetzes den Tatbestand im Rahmen der Strafbestimmungen dieses Gesetzes zu prüfen und zu begutachten hatte. Die schweizerische Bundesanwaltschaft übermittelte dem Starkstrominspektorat als Kontrollstelle nach Art. 21, Ziff. 3, des Elektritätsgesetzes 108 (134) Strafsachen wegen Widerhandlungen gegen die Strafbestimmungen dieses Bundesgesetzes zur Prüfung und Begutachtung der sicherheitspolizeilich-technischen und der rechtlichen Fragen.

Neuere Probleme der Schweissung im Stahlbau[1])

Von Dipl. Ing. E. AMSTUTZ, Mitarbeiter von Prof. Dr. F. Stüssi, Zürich

Die neuere Entwicklung des Stahlbaues ist gekennzeichnet durch die Einführung der hochwertigen Baustähle als Werkstoff und der elektrischen Schweissung als Verarbeitungsverfahren. Während in der Schweiz die beiden Neuerungen noch nicht in grösserem Masstab kombiniert wurden, hat man sich in Deutschland schon seit mehreren Jahren an die Verschweissung hochwertigen Stahles (St 52) im Brücken- und Hochbau gewagt, wodurch man ein Maximum an Wirtschaftlichkeit zu erreichen trachtete. Nach vielen durchaus ermutigenden Erfolgen haben plötzlich zwei dieser Bauwerke alarmierende Schäden gezeigt, die zunächst unerklärlich erschienen. Die durch diese bedauerlichen Rückschläge ausgelösten und noch im Gange befindlichen Versuche werden zweifellos unsere Anschauungen über das vielgestaltige Problem der Schweissung erweitern, wenn nicht überhaupt umwälzen. Die Rückwirkungen werden sich sicher auch auf das Schweissen von gewöhnlichem Baustahl (St 37) erstrecken; daher verdienen diese neueren Untersuchungen auch unser volles Interesse.

Die genannten Abhandlungen befassen sich in erweitertem Rahmen mit den möglichen Ursachen der neuen Schadenfälle. Es sei im folgenden völlig zwanglos über das Problem referiert.

Die im Stahlbau üblichen statischen Methoden zum Festigkeitsnachweis von Verbindungen (Stösse und Anschlüsse), zu denen ja auch die Schweissnähte gehören, setzen stillschweigend ein plastisch verformbares Material voraus. Sie versuchen nicht den wirklichen Spannungsverlauf, sondern nur einen möglichst einfach zu erfassenden und mit den Gleichgewichtsbedingungen verträglichen Zustand wiederzugeben. (Man verteilt Anschlusskräfte auf alle Niete gleichmässig; man vernachlässigt Einspannmomente von «frei aufliegenden», aber mit Winkeln angeschlossenen Trägern.) Nun ist zwar Baustahl im allgemeinen ein sehr zähes und verformbares Material und kann seine Form einem «möglichen Gleichgewichtszustand» weitgehend anpassen, ohne dass Trennbrüche ihm diese Aufgabe vorzeitig verunmöglichen. Unter gewissen Umständen neigt jedoch auch dieser vollkommenste aller Baustoffe zu den gefürchteten Trennbrüchen.

Die wichtigsten Ursachen zu Trennbrüchen sind bei Stahl: 1. Die dynamische Beanspruchung (schwellende und Wechsellast, Schwingungen) wird insbesondere gefährlich an Stellen, wo durch Kerben und kerbähnliche Formgebung Spannungsspitzen auftreten. 2. Die Härtung des Werkstoffes ist herstellungstechnisch bedingt und kann daher im Gegensatz zu 1. auch wieder behoben werden. 3. Der mehraxige Spannungszustand kann bei Vorwiegen der Druckspannungen ein sprödes Material plastisch (Gestein im Gebirgsdruck) machen, aber umgekehrt kann bei Vorwiegen der Zugspannungen ein plastisches Material seine Zähigkeit verlieren. Mehraxig sind meist die Selbstspannungszustände, insbesondere infolge Schrumpfbehinderung. Untersuchen wir kurz die verschiedenen Verbindungsmittel unter diesen Gesichtspunkten:

Der Bolzen hat vor der Nietung und der Schweissung den grossen Vorzug, dass er beim Einbringen keiner Wärmebehandlung bedarf und daher auch keine Härtung zu befürchten ist.

[1]) Betrachtungen zu den Aufsätzen von Dr. Ing. *K. Schächterle* (Berlin) in der «Bautechnik» vom 27. Januar 1939, und von Dr. Ing. *G. Schaper* in «Z.VDI» vom 28. Januar 1939.

Der Niet erfährt beim Abschrecken am kalten Konstruktionsteil eine wesentliche Härtung, der aber durch Wahl weicherer Stähle begegnet werden kann. Schwererwiegend wirkt sich der durch das Schrumpfen bedingte Selbstspannungszustand aus, der besonders die Festigkeit auf Abreissen stark herabsetzt, was ja jedem Konstrukteur geläufig ist.

Beide Verbindungsmittel haben den Nachteil der starken Kerbung (abgesehen von der Verschwächung) des Grundquerschnittes durch die Niet- und Schraubenlöcher, was sich auf die Dauerfestigkeit nachteilig auswirkt. Diese sinkt etwa von 23 für den vollen auf 19 für den gelochten und auf 15 kg/mm² für den genieteten Stab (dieser letztgenannte Wert liegt im Bereich der zulässigen Spannungen!).

Besonders ungünstig können (müssen aber nicht) die Verhältnisse bei der Schweissnaht werden. Als Gussmaterial neigt sie zur Härtung infolge Abschreckung. Immerhin sind heute Elektroden im Handel, die bei Beachtung gewisser Vorsichtsmassnahmen Schweissen von hoher Verformbarkeit ergeben. Ungünstiger wirken sich die hohen Eigenspannungen aus, die als Folge behinderter Schrumpfwirkungen entstehen und meist als mehraxiger Zug auftreten, also besonders gefährlich sind. Punkto Kerbwirkung müssen wir zwischen der Konstruktionsgestalt und der Oberflächenbeschaffenheit unterscheiden. Bezüglich Gestalt ist die Stumpfnaht das idealste unter allen Verbindungsmitteln, da sie den ungehindertsten Kräfteverlauf erlaubt. Die Oberflächenbeschaffenheit kann durch Bearbeitung weitgehend verbessert werden.

Schon aus diesen kurzen Darlegungen ersehen wir, dass die Voraussetzung plastischen Verhaltens bei Verbindungsmitteln im allgemeinen kaum zutrifft. Wenn sich trotzdem die Nietung so gut bewährt hat, so liegt dies wohl daran, dass der Niet ein immer gleichartig vorkommendes Element darstellt, das schon im Tragfähigkeitsversuch alle ungünstigen Einflüsse offenbart. Dies gilt nicht mehr für die Schweissverbindung, die im Bauwerk einer Unzahl von Variationsmöglichkeiten hinsichtlich Anordnung und Schrumpfwirkung fähig ist, die noch lange nicht alle durch den Versuch geklärt sind. Fragen wir nach den Grundsätzen, die beim Entwurf geschweisster Stahlbauten zu beachten sind, so erweist sich immer mehr die Beherrschung der Schrumpfspannungen als ein spezifisch schweisstechnisches Problem.

Bis vor kurzem wandte die Wissenschaft ihr Augenmerk besonders auf die gestaltliche Durchbildung der Schweissverbindungen mit Rücksicht auf ihre Kerbempfindlichkeit, obwohl dies eigentlich ein allgemeines und kein speziell schweisstechnisches Problem ist. Diese wissenschaftlichen Bemühungen haben uns den Erfolg gebracht, dass in der Praxis der Laschenstoss vollständig dem Stumpfstoss gewichen ist, dass auf möglichst sanfte Uebergänge und möglichstes Vermeiden von Einbrandzonen geachtet wird und dass an besonders gefährdeten Stellen die Nähte bearbeitet werden.

Demgegenüber wurde die Erfassung der Schwindspannungen fast vollständig vernachlässigt mit der Begründung, dass sie bei Ueberlagerung der äusseren Belastung durch plastische Verformung abgebaut würden. Diese Ansicht wäre bei plastischem Verhalten des Werkstoffes durchaus richtig, ja sie kann selbst bei Dauerbeanspruchung begründet werden; denn wir wissen, dass Dauerbrüche nicht oder nur wenig von der Grundspannung (bzw. Eigenspannung), sondern nur von der Schwingweite abhängen. Erst wenn die obere Spannung die Fliessgrenze erreicht, wird diese allein massgebend, dann können aber auch — plastische Verformbarkeit vorausgesetzt — die Eigenspannungen bei erstmaliger Belastung abgebaut werden.

Schweissnähte stehen infolge Schrumpfwirkung fast immer unter mehraxigen Zugspannungen, sie verlieren daher mehr oder weniger ihre plastische Verformbarkeit; obige Argumentation ist nicht mehr gültig, es besteht die Neigung zu Trennbrüchen. Es gilt dies nicht nur für dynamische, sondern auch für ruhende Belastung, und es ist bezüglich der Schrumpfspannungen das statisch belastete Tragwerk nicht sorgloser zu behandeln als das dynamisch beanspruchte, das lediglich bezüglich Kerbwirkung empfindlicher ist. Diese Forderung wird durch den Trennbruch an der Rüdersdorfer Brücke erhärtet, der unter ruhender, ständiger Last durch schroffen Temperaturabfall ausgelöst (nicht verursacht) wurde.

Unsere Einblicke in die Schrumpfspannungszustände sind noch bescheiden, und es kann von einer theoretischen quantitativen Erfassung noch nicht die Rede sein. Der Statiker sieht also keine Möglichkeit, die Schrumpfspannungen bei der Bemessung seiner Tragwerke zu berücksichtigen, es sei denn durch eine reine Schätzung. Umsomehr muss der Konstrukteur bei der Formgebung auf möglichst ungehinderte Schrumpfwirkung achten, um die Schrumpfspannungen überhaupt und die mehraxigen Zugspannungen im besonderen tunlichst auszuschalten.

Schon bei der einfachsten Schweissverbindung, dem Stumpfstoss, treten mehraxige Schrumpfspannungen auf. Die unter Längszugspannungen stehende Naht versucht die Stossflächen zu verwölben, wodurch in der Nahtmitte Querzug und an den Nahtenden Querdruck entsteht. Günstig wirken sich hier die Druckvorspannungen an den besonders kerbempfindlichen Nahtenden aus.

In den Halsnähten zwischen Stehblech und Gurtung von Vollwandträgern treten nebst den Längs- und Schubspannungen auch Querzugspannungen auf, die umso grösser sein werden, je dicker die Gurtplatte ist, je weniger sie also durch Verwölbung dem Querzug nachgeben kann (Abb. 1).

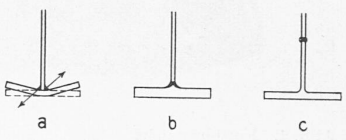


Abb. 1. Gurtprofile geschweisster Vollwandträger. a) Dünne Gurtplatte: Querspannungen in Halsnähten noch gering, unerwünschte Verwölbung der Gurtplatte. — b) Dickes Wulstprofil: Grosse Querzugspannungen in den Halsnähten, starke Abschreckwirkung, Wulstmaterial rissig. — c) T-Querschnitt: Keine Querspannungen, keine Abschreckwirkung, Schweissnähte statisch günstig gelegen, gut zugänglich beim Schweissen und Prüfen (Röntgen)

Als ungünstig haben sich die besonders für das Schweissverfahren entwickelten dicken Wulstprofile erwiesen. Diese Profile neigen schon beim Walzen zu Rissen in der Profilnase. Beim Schweissen üben die dicken Platten eine starke Abschreckwirkung aus, sodass die Naht unter den Schrumpfspannungen noch im warmen Zustande Risse erhält. Die beiden neueren Schadenfälle (Ueberführung beim Bahnhof Zoo, Berlin, und Rüdersdorfer Strassenbrücke der Reichsautobahn) werden denn auch auf dieses ungünstige Verhalten der Wulstprofile zurückgeführt. An ihrer Stelle sind als Gurtungen T-Profile zu empfehlen. Es wäre auch mit Hinsicht auf andere Verwendungszwecke zu begrüssen, wenn die Walzwerke eine Serie hochstegiger parallelflanschiger T-Profile schaffen könnten.

Als Vorteil des Schweissverfahrens wird oft die Möglichkeit begrüsst, komplizierteste Formen herstellen zu können. Diesen Vorteil möchte ich für Tragkonstruktionen mit Hinblick auf die Schrumpfwirkungen nicht unterstreichen. Es muss im Gegenteil das Bestreben des Konstrukteurs sein, die Formen so einfach wie nur möglich zu gestalten, um die Schrumpfung möglichst wenig zu hindern. Insbesondere sollen die Werkstücke tunlichst statisch bestimmte Gebilde darstellen, damit sie bis zum Ziehen der letzten Naht noch beweglich sind und der Schrumpfung folgen können.

Betrachten wir etwa die Ausführung A der in Abb. 2 dargestellten geschweissten Rahmenecke, wie sie wegen der geringen Werkstattarbeit bei Verwendung von Walzprofilen gerne angewandt wird. So einwandfrei diese Lösung in statischer Hinsicht sein mag, so ungünstig ist sie vom schweisstechnischen Standpunkt aus. Die Rahmenecke weist einen dreigurtigen, also statisch unbestimmten Querschnitt auf. In welcher Reihenfolge wir auch die Nähte ziehen, immer werden die Stumpfnähte der äussern Gurte unter starken Zugspannungen stehen, da beim Ziehen der letzten Naht die schon verschweissten Gurtungen einen steifen Querschnitt bilden, der der Schrumpfung nicht mehr folgen kann.

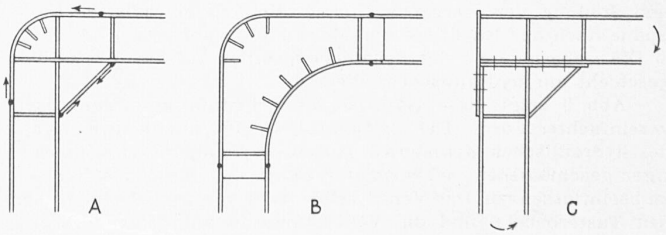


Abb. 2. Schrumpfspannungen in geschweissten Rahmenecken.
Lösung A grosse Schrumpfspannungen infolge verhinderter Verformung
Lösung B geringe Schrumpfspannungen, da keine überzählige Gurtung
Lösung C keine Schrumpfspannungen bei komb. Niet-Schweissverfahren

Einwandfrei ist dagegen Lösung B. Das Eckstück ist mittels gewöhnlicher Stumpfstösse an Riegel und Ständer angeschlossen. Will man ein besonderes Eckstück vermeiden, so kommt Lösung C in Betracht. Hier sind Schrumpfspannungen dadurch vermieden, dass die Anschlusstücke getrennt mit Rie-

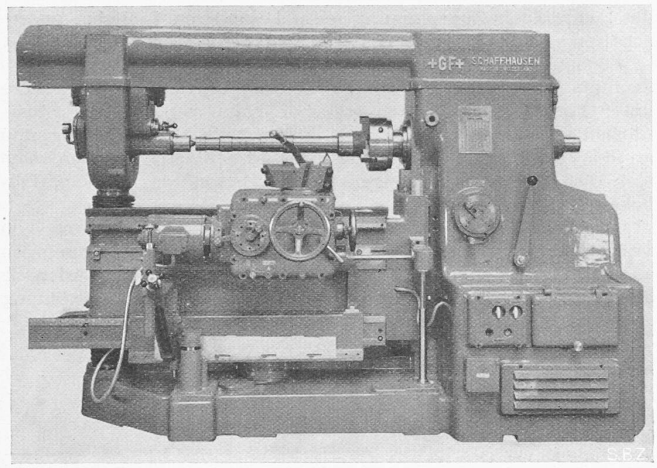
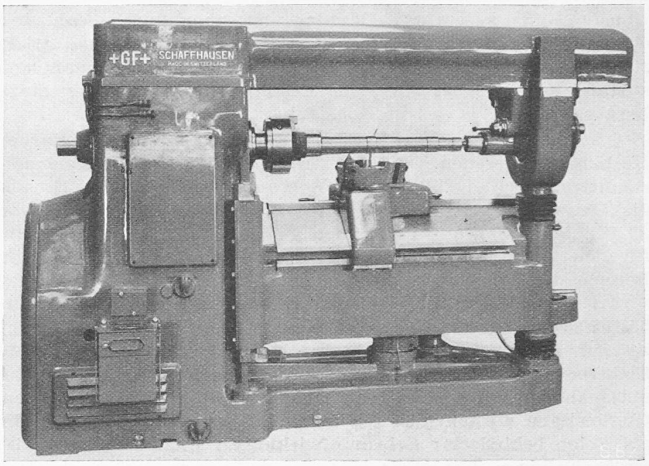


Abb. 1. Vorderansicht



Starrdrehmaschine vorm. Georg Fischer, Schaffhausen

Abb. 2. Rückansicht

gel und Ständer verschweisst werden, die Verbindung erfolgt dann auf einfachste Weise mittels weniger Bolzen oder Niete. Wir haben ja nun wohl jene «grundsatztreue» Periode hinter uns, wo eine geschweisste Konstruktion keinen Niet sehen lassen durfte, und wir werden uns nicht daran stossen, Nietung und Schweissung so zu kombinieren, wie wir es für zweckmässig halten.

In der Beherrschung der Schrumpfwirkung stehen wir noch am Anfang der Entwicklung, und es bedarf zäher theoretischer und versuchstechnischer Arbeit, um die Lösung des Problems der Praxis zur Verfügung stellen zu können.

Das Gebiet der Schweissung ist überhaupt so vielgestaltig, dass die wichtigsten Fragen nur gestreift werden konnten. Der Eindruck drängt sich aber wohl auf, dass das Schweissen eine Kunst ist, eine Kunst nicht nur vom handwerklichen, sondern wohl mehr noch vom konstruktiven und statischen Standpunkt aus. Es ist erfreulich zu sehen, wie die jüngsten Misserfolge im Verschweissen von harten Stählen die massgebenden deutschen Kreise nicht entmutigen, sondern zu neuem Forschen anspornen. Sie wollen damit dem entwerfenden Ingenieur die Werkzeuge verschaffen zu erfolgreichem und fortschrittlichem Bauen, eingedenk des Grundsatzes, dass die Erkenntnis der Zusammenhänge der erste Schritt zur Beherrschung der Materie ist.

Starrdrehmaschine mit Hydrokopiereinrichtung

Unter den nach Schablonen arbeitenden Werkzeugmaschinen an der Leipziger Messe fand die Starrdrehmaschine mit Hydro-Kopiereinrichtung (Abb. 1), die von der A.-G. der Eisen- und Stahlwerke vormals Georg Fischer in Schaffhausen entwickelt wurde, viel Beachtung. Im Aufbau dieser bemerkenswerten Werkzeugmaschine sind hauptsächlich drei Gedanken verwirklicht: 1. Durch den starren Rahmenbau und die massive Bettkonsole werden Vibrationen und Resonanzschwingungen ausgeschlossen und damit hohe Schnittgeschwindigkeiten bei grosser Präzision gewährleistet; 2. Die Bettkonsole ist in den Führungsschienen des Ständers vertikal verstellbar, wobei die Zustellung des Drehstahles von unten nach oben erfolgt. Drehsinn der Arbeitsspindel und Stellung der Werkzeugschneide sind so gewählt, dass die Späne nach der Rückseite der Maschine zu abfliessen (Abb. 2); 3. Die Uebertragung des Schablonenprofiles auf das Werkstück geschieht auf hydraulischem Wege.

Abb. 3 zeigt diese Hydrokopiereinrichtung in schematisch vereinfachter Form. Die Bettkonsole 1 ruht auf dem Kolben 2 des hydraulischen Zylinders 3. Durch die Pumpe 4 wird ein stetiger geschlossener Oelkreislauf erzeugt, der durch das Ventil 5 zu beeinflussen ist. Das Ventil selbst wird von dem Taster 7 über den Tasterhebel 6 und die Ventilstange 10 auf folgende Weise gesteuert: Wird der Schlitten vorgeschoben, so greift der Taster das mitgeführte Schablonenprofil 9 ab; seine Bewegungen übertragen sich auf das Ventil und bewirken entsprechende Vergrösserungen oder Verringerungen des Oeldurchflusses. Man erkennt ohne weiteres, dass die dadurch im Zylinder entstehenden Druckänderungen analoge Vertikalverschiebungen der Bettkonsole und damit des Werkzeuges zur Folge haben, die eine Rückführung der Ventilsteuerung in die Normallage bewirken.

Den Vorschub des Schlittens 8 (Abb. 4) besorgt ein besonderer Motor über ein Getriebe, das 16 verschiedene Vorschübe von 10 bis 520 mm/min einzuschalten gestattet. Der Antrieb der Arbeitsspindel erfolgt durch den Hauptmotor von 17 PS über eine Mehrscheiben - Kupplung und ein Getriebe, wobei sich acht verschiedene Drehzahlen, die zwischen 30 und 1500 U/min liegen, wählen lassen. Auf Gleitschienen, die im Oberarm liegen, kann der Reitstock bewegt werden. Zum Ausgleich der Längenänderungen des Werkstückes ist die Pinole hydraulisch verstellbar. Gegen Oeldruckausfall ist eine ausreichende Sicherung vorhanden. Das Einspannen des Werkstückes erfolgt wie üblich zwischen den Spitzen unter Verwendung eines Drehherzens, oder zwischen mitlaufender Spitze und Spannfutter. Der Werkzeughalter ist als Revolverkopf ausgebildet.

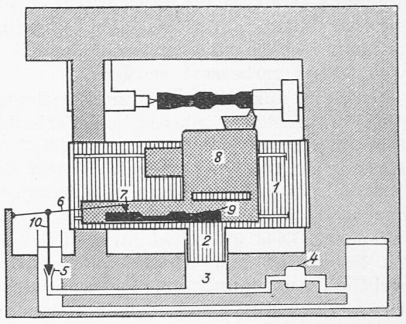


Abb. 3. Schema der Hydrokopiereinrichtung (Legende im Text)

Für Einstecharbeiten wird eine besondere Einstechvorrichtung geliefert, die sich am Oberarm anbringen lässt. Sie ermöglicht, einschlägige Arbeiten auch bei grossen Stückzahlen rationell und ohne Einschränkung der Leistung des Längsdrehens vorzunehmen.

In Abb. 5 und 6 findet man Drehproben zusammengestellt, die ein Bild von der Leistungsfähigkeit der Maschine geben. Zu ihrer Ergänzung dienen noch die Werte der nachfolgenden Tabellen:

Grosse Stücke (Abb. 5)

Nr.	Bearbeitungszeit inkl. Handzeiten	Stahlsorte	
1	8 min	St. 60. 11	aus dem Vollen gedreht
2	19 min	VCN 35w	dto.
3	13 min	VCN 35w	dto.
4	11 min	ECN 35	dto.
5	15 min	ECN 35	dto.
6	2,7 min	ECN 35	vorgeschmiedet
7	12 min	ECN 35	aus dem Vollen gedreht
9	5 min	Geschoss-St. 95 kg/mm²	dto.

Kleine Stücke (Abb. 6)

1	16 min	St. 50. 11	aus dem Vollen gedreht
2	17 min	St. 50. 11	dto.
3	2,5 min	Temperguss	Temperguss
4	4 min	St. 60. 11	aus dem Vollen gedreht
5	11,8 min	St. 50. 11	dto.
6	5,2 min	St. 50. 11	dto.
7	2 min	Temperguss	Temperguss
8	9,1 min	St. 60. 11	aus dem Vollen gedreht

Als maximal zulässige Abmessungen für Werkstücke werden 1000 mm Länge und 300 mm ∅ angegeben. Die erzielbaren Genauigkeiten können mit Schlesinger-Toleranzen angegeben werden. Um die Leistungsfähigkeit der Maschine voll auszunützen,