

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN STAHLBAUVEREIN



Stahlbau

Kundschauf

3. Jahrgang
Heft 3 / 1957

Inhalt

Autogenes Entspannen von Schweißnähten (Dipl.-Ing. Weitzer)	Seite 1
Stahlschweißen unter Argonschutz (Dr.-Ing. Trunschitz)	Seite 7
Freiluftabspanngerüste aus Stahl (Dipl.-Ing. Schober)	Seite 10
Der Einfluß des modernen Schienenverkehrs auf die Entwicklung der Weichen (Ing. Birnbacher)	Seite 13
Rohre im Bergbau (Dipl.-Ing. Exner)	Seite 43
Kurzauszüge (englisch)	Seite 47
Beratungsstelle für Stahlverwendung	Seite 48

Contents

Stress relieving of welded seams by the gas flame method (Dipl.-Ing. Weitzer)	Page 1
Argonarc Welding (Dr.-Ing. Trunschitz)	Page 7
Open Air Strain Constructions of Steel (Dipl.-Ing. Schober)	Page 10
Development of Switches influenced by the Modern Railbound Traffic (Ing. Birnbacher)	Page 13
Pipes for Mining Purposes (Dipl.-Ing. Exner)	Page 43
Extracts	Page 47

Stahlbau

Kundschau

Zeitschrift des Österreichischen Stahlbauvereines

3. Jahrgang

Heft 3 - 1957

Autogenes Entspannen von Schweißnähten

Von Dipl.-Ing. Heinz Helmut Weitzer, Linz/Donau

In geschweißten Konstruktionen spielen die vom Schweißvorgang herrührenden Spannungen eine mehr oder weniger beachtliche Rolle. Unter bestimmten Umständen ist es notwendig, diese Schweißspannungen zu vermindern. Zu den bisher üblichen Verfahren, die eine Verminderung bzw. Beseitigung dieser Spannungen bewirken, ist in den letzten Jahren das autogene Entspannen (auch Flammentspannen bzw. KENT = Kontrolliertes Entspannen bei Niedrig-Temperatur genannt) hinzugekommen. Dieses neue Verfahren wurde in erster Linie in den USA. entwickelt und bei der Schweißung von Schiffen und großen Behältern praktisch angewandt. Angeregt wurde dieses Behandlungsverfahren durch Schadensfälle, die an amerikanischen Schiffen (Libertyschiffen) zufolge der Verwendung von Stählen auftraten, die für die Schweißung weniger geeignet waren.

In den vergangenen Jahren ist man auch in Deutschland an die praktische Durchführung des autogenen Entspannens gegangen.

Allgemeine Betrachtungen über Eigenspannungen in geschweißten Konstruktionen und über die Möglichkeiten ihres Abbaues

In den Eigenspannungen ist eine Überlagerung dreier Wirkungen zu sehen.

1. Spannungen, die in Baugliedern infolge Formänderungsbehinderungen auftreten. Sofern dabei nur ein geringes Spannungsgefälle entsteht, sind sie bei ausreichend bemessenen Konstruktionen nicht gefährlich.

2. Spannungen, mit denen man in allen Walzprodukten, auch geglühten zu rechnen hat. Sie ruhen in erster Linie vom Richten auf Rollenrichtmaschinen her und haben ihre Ursache in den dabei auftretenden gemischt plastisch-elastischen Verformungen. Auch diese

Spannungen bringen im allgemeinen keine für die Sicherheit einer Konstruktion kritischen Verhältnisse.

3. Spannungen, die dem Werkstoff bei der Verarbeitung aufgezwungen werden. Dabei kann es sich um Eigenspannungszustände handeln, die durch ihre Höhe und durch ein sehr steiles Spannungsgefälle ausgezeichnet sind. Solche örtliche Spannungsfelder können z. B. an einem Scheren- oder Autogenschnitt und im Bereich eines aufgedornen Nietloches entstehen.

Die Eigenspannungszustände in Stahlkonstruktionen aus Walzprodukten, welche also durch ungleichmäßiges Erkalten während des Walzvorganges, durch Restspannungen nach Richt- und Bearbeitungsvorgängen entstehen können, werden bei geschweißten Bauteilen noch durch Schrumpfspannungen überlagert, die ihre Ursache in der Behinderung temperaturbedingter Formänderungstendenzen haben. Diese Schweißspannungen können im Nahtbereich die Streckgrenze erreichen bzw. örtlich überschreiten.

Bei Beanspruchung eines Bauteiles bis zum Bruch wirken sich die Schweißspannungszustände, sofern sie nicht bei empfindlichen Werkstoffen Sprödbrüche hervorrufen, nicht aus. Denn sie werden im plastischen Verformungsbereich weitgehend abgebaut. Wie es um die Auswirkungen der Eigenspannungen bei Wechselbeanspruchung steht, ist noch wenig bekannt. Man darf annehmen, daß sie bis zu einem gewissen Grade durch plastische Verformungen im Laufe der Zeit abgebaut werden, wobei die Vorgänge des Kriechens unterstützend wirken können. Indessen sind Fälle bekannt, in denen Eigenspannungen bei Wechselbelastung wie eine Vorlast wirkten und infolge der örtlichen Verengung der ertragbaren Spannungsamplitude zu Dauerbrüchen geführt haben.

Es sind daher alle jene Bemühungen verständlich, die zum Ziele haben, unvermeidliche Eigenspannungszustände in ihrer Wirkung auf die Tragsicherheit so weit zu reduzieren, daß die zugelassenen Gebrauchsspannungswerte mit Rücksicht auf die notwendige Wirtschaftlichkeit voll ausgenützt werden können. Das heißt also, die Spannungsspitzen so weit abzubauen, daß in den Schweißverbindungen eine gleichmäßige Spannungsverteilung erzielt wird.

Beim Spannungsfreiglühen beispielsweise wird der Formänderungswiderstand des Werkstoffes und des Schweißgutes herabgesetzt und dadurch ein Spannungsausgleich ermöglicht. Ähnliche Verhältnisse sind auch beim Normalglühen gegeben.

Ein anderes Verfahren ist das Entspannen von Schweißverbindungen durch eine Beanspruchung knapp oberhalb der Streckgrenze. (Dies wurde z. B. für geschweißte Kesseltrommeln vorgeschlagen.) In den meistens bis auf äußersten Zug vorgespannten Schweißnähten bringt schon eine kleine zusätzliche Zugbeanspruchung bleibende Verformungen und damit

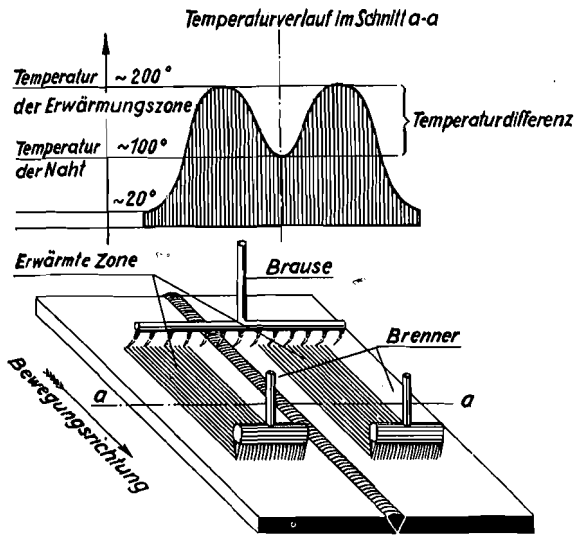


Bild 1: Schema des autogenen Entspannens
Fig. 1: Diagram, stress relieve by the gas-flame method

eine Entspannung nach der Entlastung. Darauf beruht das neue Verfahren der Flammentspannung. Dabei wird die zusätzliche Zugbeanspruchung der Schweißnähte durch eine gesteuerte Wärmeausdehnung der benachbarten Gebiete hervorgerufen.

Die Ausführung dieses Verfahrens ist verhältnismäßig einfach. Bild 1 zeigt das Schema. Zwei Gas-Sauerstoff-Brenner werden in bestimmten Abständen beiderseits der zu entspannenden Naht mit bestimmter Geschwindigkeit entlang geführt. Dabei wird in den erwärmten Streifen eine mittlere Temperatur von 200° C angestrebt. Ein Temperaturgebiet, in dem Festigkeit und Härte des Stahles ein Maxi-

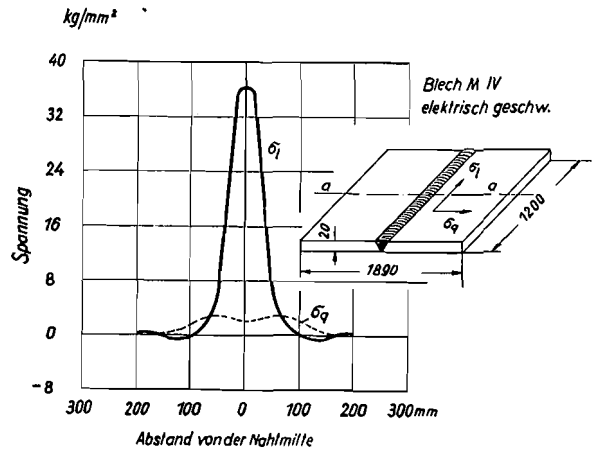


Bild 2: Eigenspannungsverlauf längs und quer zur Naht im Schnitt a—a vor der Entspannung (nach K. Wellinger)

Fig. 2: Course of residual stress alongside and across the seam, section a-a prior to stress relieving (as per K. Wellinger)

mum aufweisen. Diese Temperatur darf nicht wesentlich überschritten werden, da dann die erwärmten Bahnen nicht mehr in der Lage wären jene Kräfte aufzubringen, die zur entspannenden Zugverformung der Schweißnaht notwendig sind. In einem gewissen Abstand hinter den Brennern wird das Schweißnahtgebiet durch nachfolgende Wasserbrausen abgekühlt und dadurch das durch die Erwärmung erzeugte Spannungsfeld wieder abgebaut.

Bild 2 und Bild 3 zeigen ein Beispiel der mit diesem Verfahren erzielten Ergebnisse. (22) In den Bildern ist der Verlauf der Eigenspannung einer 20 mm dicken Platte vor und nach der autogenen Entspannung für einen Schnitt senkrecht zur Naht wiedergegeben. Die Höchsttemperatur der Erwärmungszone betrug etwa 180° C, der Temperaturunterschied zwischen ihr und der Schweißnaht rund 90° C.

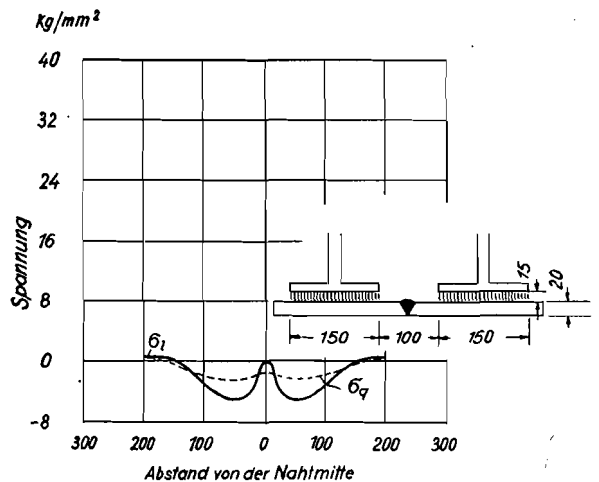


Bild 3: Eigenspannungsverlauf längs und quer zur Naht im Schnitt a—a nach der Entspannung (nach K. Wellinger)

Fig. 3: Course of residual stress alongside and across the seam, section a-a after stress relieving (as per K. Wellinger)

Mit dem Flammentspannen, das auf Konstruktionsteile bis etwa 40 mm Wandstärke angewendet werden kann, läßt sich naturgemäß die Wirkung des Normal- bzw. Spannungsfreiglühens nicht erzielen. Da es sich, metallurgisch gesehen, um eine Kaltverformung handelt, fehlen die notwendigen Temperaturen, die eine Gefügeumwandlung bzw. eine Erhöhung der Zähigkeit bedingen.

Von besonderer Bedeutung wird dadurch das Flammentspannen für geschweißte Konstruktionen aus jenen Stählen, die infolge des Normal- bzw. Spannungsfreiglühens eine entscheidende Änderung ihrer Eigenschaften erleiden würden. Dazu gehören jene hochwertigen Baustähle, die zur Ausscheidungshärtung neigen. Z. B. Baustähle mit Cu-Gehalten über 0,5 und die hochwertigen jüngsten schweißbaren Baustähle mit Werten der Streckgrenze in Bereichen von 50 kg/mm², deren Festigkeitseigenschaften in der Regel durch eine vergütende Wärmebehandlung hervorgerufen werden.

Das autogene Entspannen wird man auch dort in Betracht ziehen müssen, wo die Abmessungen der zu behandelnden Stücke ein Normal- bzw. Spannungsfreiglühen nicht gestatten, und trotzdem ein Spannungsabbau angestrebt wird. Ein weiterer Vorteil ist die uneingeschränkte Möglichkeit des Baustelleneinsatzes. Dieses Entspannungsverfahren wird in jenen Fällen vorteilhaft anzuwenden sein, bei denen der unter gewissen Umständen nachteilige Einfluß von Eigenspannungen auf die Korrosionsbeständigkeit von geschweißten Konstruktionen zu befürchten ist.

Tafel 1: Praktische Arbeitsbedingungen für das autogene Entspannen von Kohlenstoffstählen bis 50 kg/mm² Festigkeit (nach deutschen Angaben)

table 1: Practical working conditions for gas-flame stress relieving of carbon steel up to 50 kg/mm² tensile strength (according to german information)

Blechedicke mm	Brennerbreite mm	Brennerabstand von Oberfläche mm	Brennermittlenabstand mm	Wasserbr.-abstand mm	Vorschubgeschw. mm/min.
6	60	40	110	130	700
8	60	40	115	130	600
10	60	25	125	130	400
10	100	25	155	130	600
15	100	25	180	130	500
20	100	25	180	130	250
25	100	25	180	130	200
30	105	30	250	130	150/175
35	130	30	250	130	100/125
40	130	30	250	130	80/100

Praktische Durchführung des autogenen Entspannens, Entspannungsgeräte und Betriebsmittel

Vor Beginn einer autogenen Entspannung ist ein genaues Studium der praktischen Arbeitsbedingungen notwendig, da für die Entspannungswirkung die Streckgrenze des Werkstoffes und des Schweißgutes entscheidend ist. Die zur Entspannung erforderliche Temperaturdifferenz Δt zwischen Schweißnaht und Wärmezone errechnet sich, da in den erforderlichen Temperaturbereichen der E-Modul von der Temperatur unabhängig ist, aus:

$$\Delta t = \frac{\sigma_s}{\delta \cdot E} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

(Hiebei bedeuten: σ_s = Streckgrenze in kg/mm², E = Elastizitätsmodul, δ = Temperaturausdehnungszahl.)

Zu dieser Formel kommt man durch Gleichsetzen der mechanischen Längenänderung

$$\Delta l = \sigma_s \frac{l_0}{E} \text{ mit der } \Delta l = l_0 \cdot \delta \cdot \Delta t \text{ (}^\circ\text{C)}$$

So würde für einen St 44 K T mit einer Streckgrenze von 26 kg/mm² eine Temperatur Δt

$$\text{von etwa } \frac{26 \cdot 10^6}{2,1 \cdot 10^4 \cdot 12} = 103^\circ \text{ zur Erreichung}$$

der Streckgrenze genügen.

Aus der so errechneten Temperaturdifferenz wird nun die erforderliche Vorschubgeschwindigkeit mit Hilfe eines Diagrammes ermittelt.

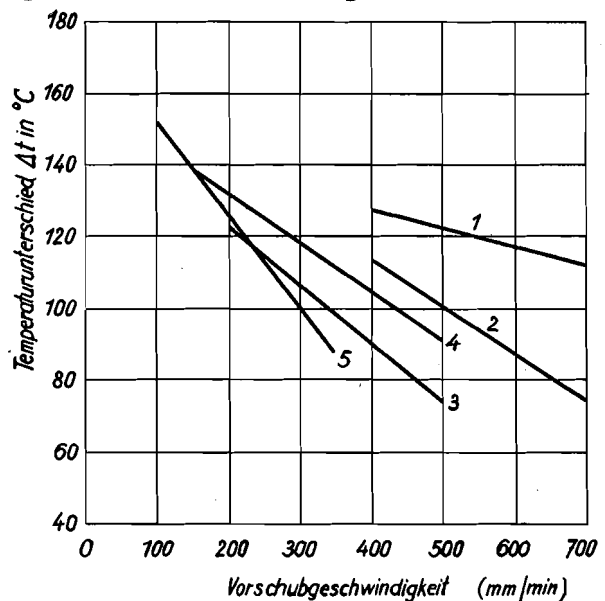


Bild 4: Vorschubgeschwindigkeiten für das autogene Entspannen (nach H. Kunz)

Fig. 4: Speed of feed for stress relieving by the gas-flame method (as per Kunz)

Bild 4 zeigt ein solches Diagramm, das die Temperaturdifferenz für verschiedene Blechdicken als Funktion der Vorschubgeschwindigkeit angibt. Für Kohlenstoffstähle mit Festigkeiten bis zu 50 kg/mm^2 werden als praktische Arbeitsbedingungen von H. Kunz (25) die in Tafel 1 zusammengestellten Werte angegeben.

Für Entspannungsarbeiten an Großbauten wird es erforderlich sein, die Entspannungswirkung nachzuweisen und zu kontrollieren. Der Nachweis kann durch Vorversuche durchgeführt werden. Ein Blech wird unter den gleichen Bedingungen wie das Bauwerk geschweißt. Wobei unter gleichen Bedingungen die Gleichheit der Blechform, technologische Eigenschaften des Werkstoffes, Schweißverfahren, Elektrodentyp, Nahtform, Schweißfolge usw. zu verstehen ist. Das halbe Probeblech wird nun autogen entspannt und die Spannungen in beiden Blechhälften gemessen. Ein Vergleich dieser Eigenspannungen zeigt, ob die gewünschte Entspannungswirkung mit den gewählten Arbeitsbedingungen erreicht wurde. Weiters kann eine Verfahrenskontrolle an dem Bauteil durch Kontrollmessungen vor und nach dem autogenen Entspannen durchgeführt werden.

Die Form des zu entspannenden Bauteiles ist für die Wahl der Entspannungsgeräte entscheidend. Bei Arbeiten an großen Konstruktionen haben sich Geräte mit Magnetrollenführung sowie mit Windenzug bestens bewährt. Um ein gutes Hatten des Gerätes an der Blechoberseite gewährleistet zu haben, ist es allerdings bei der Magnetrollenführung erforder-

lich, daß sich die Rollen an die nicht immer ebene Blechoberfläche anpassen können und daß der Vershubweg von Schweiß-Spritzern und Rost gesäubert wird. Geräte mit Schienenführung eignen sich für Entspannungsarbeiten an ebenen Blechen und kleineren zylindrischen Körpern in der Werkstatt.

Für Blechdicken bis etwa 25 mm genügt ein Flammstrahlbrenner. Für stärkere Bleche wird ein Härtebrenner erforderlich. Es empfiehlt sich die Brenneranordnung so zu treffen, daß sie nach Höhe und Seite verstellbar sind.

Als Heizgas hat sich ein Azetylen-Sauerstoff-Gemisch als besonders brauchbar erwiesen. Für die Werkstatt wird sich eine stationäre Gasversorgung eignen. Für den Baustellenbetrieb jedoch ist eine bewegliche Gasversorgung, also Flaschengas vorteilhafter.

Ein Arbeitsplan, den man für die Entspannung an Großbauten aufstellen wird, muß zwei Komponenten in sich vereinigen. Einmal muß die Entspannungsfolge so gewählt werden, daß keine Zwangszustände durch Verformungen geschaffen werden. Und dann muß dieser Arbeitsplan in den Gesamtarbeitsablauf so eingebaut werden, daß keine Verlängerung der Bauzeit eintritt.

Wirtschaftlichkeit, Anwendungsbeispiele und Zusammenfassung

In einer Reihe von Anwendungsfällen hat sich das autogene Entspannen bewährt und seine wirtschaftliche Überlegenheit gegenüber

Bild 5: T. T. S. „Tina Onassis“

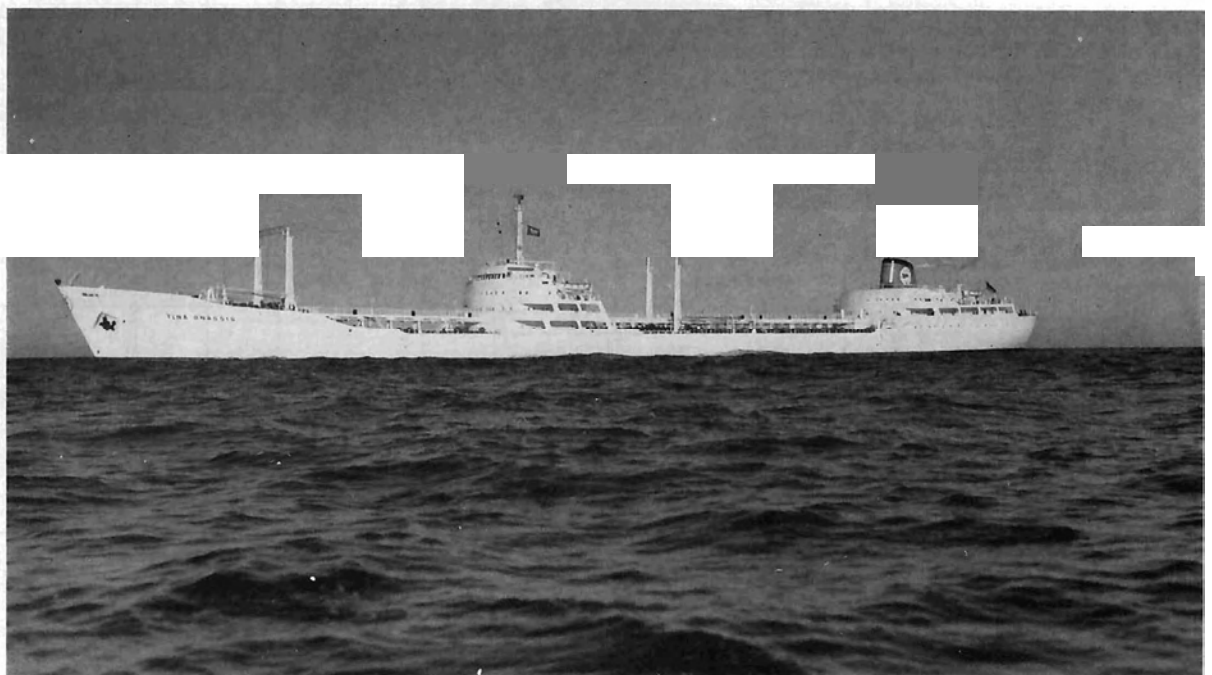


Fig. 5: T. T. S.: „Tina Onassis“

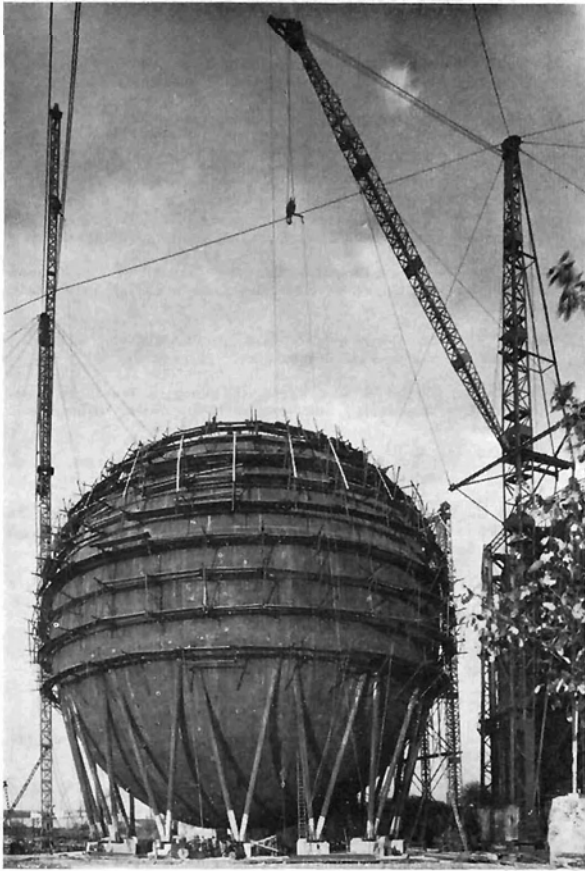


Bild 6: Hochdruck-Kugel-Gasbehälter in Köln-Ehrenfeld (Pintsch Bamag — August Klönne)

Fig. 6: High pressure spherical gas tank in Köln-Ehrenfeld (Pintsch Bamag — August Klönne)

den anderen Wärmebehandlungsverfahren bewiesen.

H. Kunz (18) zeigt in einem Kostenvergleich, daß die Kosten der autogenen Entspannung etwa 15 bis 20% derjenigen einer Spannungsfreiglühlung betragen. Dabei wurden die Entspannungskosten eines Behälters von 12 m Länge, 3 m Durchmesser und einer Wandstärke von 25 mm für eine Behandlung im Glühofen bei 650° C den Kosten einer Flammmentspannung bei 180° C gegenübergestellt. Dies zeigt die Wirtschaftlichkeit des autogenen Entspannens, das durch niedrige Amortisationskosten und durch die niedrigen Arbeitszeiten je laufenden Meter Naht ausgezeichnet ist.

Im Jahre 1953 wurden an dem von den Howaldtswerken Hamburg erbauten 45.000-t-Tanker „Tina Onassis“ die wichtigsten Schweißverbindungen der Außenhaut autogen entspannt. (Bild 5). Es konnten dabei die maximalen Längsspannungen (in den Schiffswänden lagen sie um + 24 kg/mm², in den dickeren Boden- und Deckblechen um + 37 kg/mm²) auf Restspannungen von ± 2 kg/mm² herabgesetzt werden. Dieses Entspannungsergebnis war ausgesprochen günstig und es waren praktisch die autogen entspannten Nähte eigenspannungsfrei.

Ein sehr gutes Entspannungsergebnis konnte auch an dem zur Zeit größten Kugel-Gasbehälter der Welt (Bild 6) erzielt werden. Der Behälter wurde zu Beginn des Jahres 1955 fertiggestellt. Der Durchmesser beträgt 33,70 m, der Rauminhalt rund 20 000 m³. Sechs Mann benötigten für die Entspannungs- und Meßarbeiten der 1800 m Schweißnahtlängen (es wurden sämtliche Nähte autogen entspannt) sieben Wochen. Die maximalen Längsspannungen konnten dabei um 75% (zwischen + 3 und + 9 kg/mm²), die mittleren Längsspannungen um 85% reduziert werden.

Diese zwei Anwendungsbeispiele zeigen, daß die Sicherheit solcher Großbauten durch das autogene Entspannen erhöht wird. Die Brauchbarkeit wurde nachgewiesen und so konnte dem vorher erwähnten Kugel-Gas-

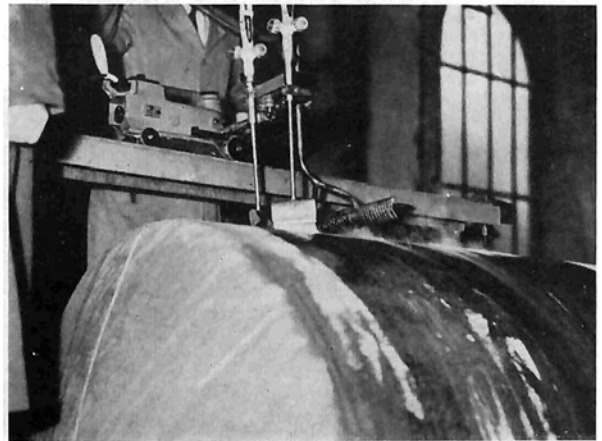
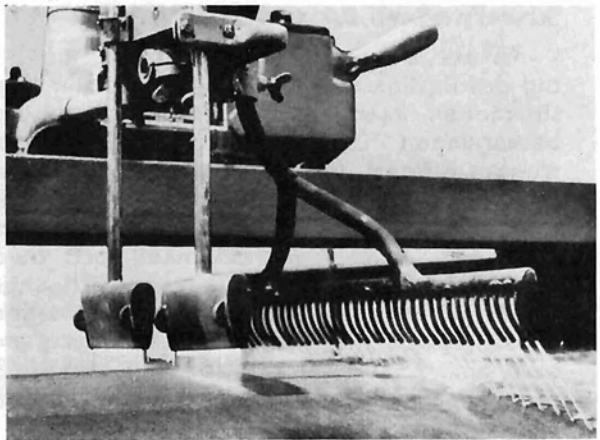


Bild 7: Entspannungsgerät mit Schienenführung (nach BEFA)

Fig. 7: Stress relieving apparatus with rail guide (according to Befa)

Bild 8: Autogenes Entspannen einer Kessel-Längsnaht (nach BEFA)

Fig. 8: Gas-flame stress relieving of a longitudinal seam of a boiler (according to Befa)



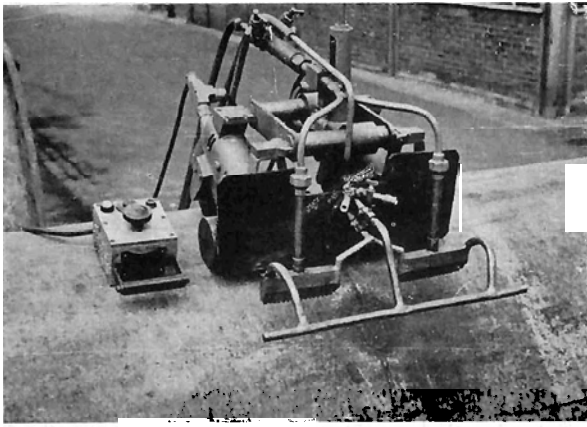


Bild 9: Zweimotoriges Entspannungsgerät an Rohren (nach BEFA)

Fig. 9: Twin motor stress relieving equipment for pipes (according to Befaf)

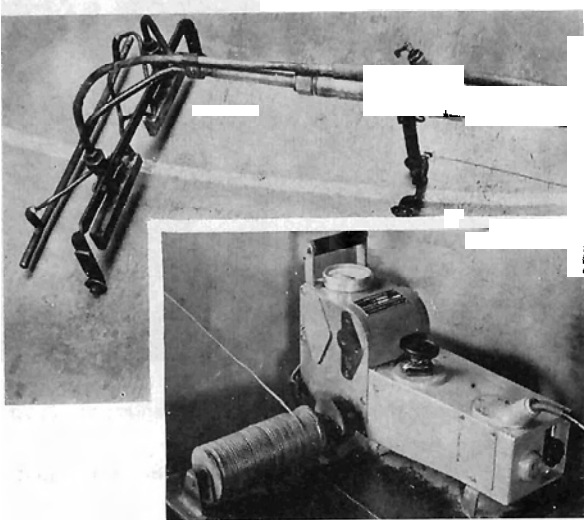


Bild 10: Entspannungsgerät für Windenzug (nach BEFA)

Fig. 10: Stress relieving equipment, winch operated (according to Befaf)

behälter in Köln die Höherbewertung der Schweißung mit 0,9 zuerkannt werden.

Es wurde der Einfluß von Restspannungen auf das Festigkeitsverhalten geschweißter Konstruktionen untersucht. Die praktischen Arbeitsbedingungen für das autogene Entspannen wurden erörtert und die dafür notwendigen Geräte beschrieben. Mit dem autogenen Entspannen wurde ein Verfahren geschaffen, das sich durch seine Wirtschaftlichkeit und durch die leichte Eingliederung in den Fertigungsablauf auszeichnet und das als vollwertiger Ersatz (soweit nicht eine Gefügewandlung bzw. eine Erhöhung der Zähigkeit angestrebt wird) für die bisher üblichen Wärmebehandlungsverfahren angesehen werden kann.

Schriftumsverzeichnis:

1. Horne: The Influence of Residual Stresses on the Behaviour of Ductile Structures. — Residual Stresses in Metals and Metal Construction. — Ship Structure Committee (USA) S. 139.
2. Robertson, Ts.: Propagation of Brittle Fracture in Steel J. Iron Steel Inst. (1953) H. 12.
3. Soete W.: Ist das autogene Entspannen erforderlich? S. u. S. 7 (1955) H. 7 S. 300/305.
4. Soete W.: Possibilités dans la détermination et la relaxation des tensions résiduelles, Extrait de la Soudure (1948) Nr. 3.
5. Kunz H.: Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet des autogenen Entspannens von Schweißnähten. S. u. S. 4 (1952) Sonderheft, S. 55/64.
6. Gunnerl R.: To what extent does stress relieving occur at 200 — 300° C. Weld. Res. Suppl. (Juni 1953), S. 292/301.
7. Forsman O., Olsson K. G.: Stress Relieving in Welds by Heating at Comparatively Low-Temperature. State Testing Inst. Stockholm 1947.
8. Greene T. W.: Evaluation of Effect of Residual Stresses, Weld. Journal, Research Suppl., Mai 1949.
9. Greene T. W., Holzbauer A. A.: Controlled Low-Temperature Stress Relieving, Supplement to The Journal of the American Welding Soc. (1946).
10. Kraus R.: Radiographing and Controlled Low-Temperature Stress Relieving of Welded Tanks for Wet Seal Gas Holder. Weld. Journal 26 (1947).
11. Greene T. W.: Welding Stresses Dissipated by Low-Temperature. Steel 123 (1948), S. 78/82.
12. Rayn W.: Methods of Stress Relieving. Weld J. 23 (1944).
13. Soete W., Vancrombrugge R.: An industrial Method for the Determination of Residual Stresses.
14. Brodsky A. Y.: New Facts on the Straightening of Welded Aircraft Structures, Eng. Dig. 10 (1949) Nr. 5.
15. Wellinger K., Ludwig N.: Abbau von Schweißspannungen durch fortschreitende Erwärmung unter 200° C. S. u. S. 3 (1951) S. 344.
16. Ludwig N.: Abbau von Schweißspannungen durch fortschreitende Erwärmung bei etwa 180° C. Vortrag: Erf. Austausch 1951 f. Konstr. u. Betriebsing. d. Fa. Peddinghaus, S. III. 1951, Gevelsberg.
17. Wolff L., Mantel W.: Das Entspannenwärmen mit Brausebrenner S. u. S. 3 1951 Sonderheft.
18. Kunz H.: Autogenes Entspannen von Schweißnähten. Mitteilungen der BEFA, Beratungsstelle für Autogen-Technik EV., Knapsack, Bez. Köln. (1951) Nr. 16.
19. Mielentz W.: Die Aussichten des autogenen Entspannens S. u. S. 5. (1953) H. 7 S. 268/269.
20. Giesinger K., Nass R.: Das Abbauen von Schweißspannungen an Rundkörpern durch niedrige Temperaturen mittels Brausebrennerwagen. Energie, Jahrg. 4, Nr. 6. 15. Juni 1952, S. 129/134.
21. Kunz H.: Erfahrungen beim autogenen Entspannen von Behältern. Mitteilungen der BEFA, Beratungsstelle für Autogen-Technik EV., Knapsack, Bez. Köln. (1953) Nr. 8.
22. Wellinger K.: Möglichkeiten des Abbaues von Schweißspannungen S. u. S. 5 (1953) Sonderheft S. 157/162.
23. Kunz H.: Autogenes Entspannen geschweißter Großkonstruktionen im Schiff- u. Behälterbau S. u. S. 6 (1954) H. 8 S. 328/340.
24. Wellinger K., Eichhorn Fr., Löffler Fr.: Versuche über den Abbau von Schweißspannungen durch überlagerte Wärmespannungen. S. u. S. 7 (1955) H. 1 S. 7/14.
25. Kunz H.: Grundlagen und Bedingungen für die Durchführung des autogenen Entspannens. S. u. S. 7 (1955) H. 7 S. 291/300.
26. Liebig W.: Das autogene Entspannen im praktischen Betrieb S. u. S. 7 (1955) H. 8 S. 355/358.
27. Kunz H.: Neue Möglichkeiten mit dem autogenen Entspannen im Behälterbau. Journal de la Soudure 46 (1956) Nr. 3 S. 57/62. Nr. 4, S. 79/82.
28. Menges G.: Niedertemperaturentspannen von Schweißnähten an Druckrohren. Bauingenieur 31 (1956) Heft 7. (Nach British Welding. Journal 3 (1956) Nr. 3. S. 78).

Anmerkung: S. u. S. = Schweißen und Schneiden.

Stahlschweißen unter Argonschutz

— Argonarc- und Sigmaschweißen —

Von Dr.-Ing. Valentin Trunschitz, Wien

Allgemeines

Zu den bisher bekannten Schweißverfahren, Autogenschweißung und Lichtbogenschweißung, hat sich in den letzten Jahren ein neues Verfahren hinzugesellt: das Argonschweißen, bekannt unter dem Namen Argonarc- und Sigmaschweißen.

Während bei der Autogenschweißung eine mit Sauerstoff und Dissousgas gespeiste Schweißflamme die notwendige Schweißtemperatur herstellt, wobei die Flammenhülle, ganz allgemein gesprochen, reduzierend wirkt und außerdem als Schutzhülle den Zutritt von Sauerstoff und Stickstoff aus der Luft verhindert, wird bei der Lichtbogenschweißung der elektrische Lichtbogen als Wärmequelle benützt und durch Umhüllung der Elektroden die notwendige Schutzgaszone geschaffen, bzw. werden durch Zusätze von Legierungsbestandteilen in die Elektrodenumhüllungsmasse der metallurgische Aufbau der Schweißnaht und deren technologische Eigenschaften beeinflusst.

Während man bei der Autogenschweißung nur blanke Drähte als Zusatzwerkstoff verwendet, da ja, wie schon vorhin erwähnt, die Schweißflamme gebildete Oxyde reduziert, bzw. das Schmelzbad vor dem Zutritt der Luft schützt, werden bei Lichtbogenschweißungen blanke sowie umhüllte Drähte verwendet. Bei den blanken Elektroden, wie man bei der Lichtbogenschweißung den Zusatzwerkstoff benennt, ist kein Schutz gegen Luftzutritt gegeben, sodaß außer dem Sauerstoff auch noch der Stickstoff in das Schmelzbad eindringen kann. Während die Oxydationsprodukte bei der blanken Elektrodenverschweißung vornehmlich als Schlacke auf der Badoberfläche schwimmen, dringt der Stickstoff in das Bad ein und bildet Nitride, die eine Verhärtung der Naht zur Folge haben. Erst durch Umhüllung der Elektroden wird, je nach der Dicke der Umhüllung, der Stickstoffanteil in der Naht herabgesetzt und bei stärker ummantelten Elektroden auf ein solches Minimum reduziert, daß die technologischen Eigenschaften der Naht nicht mehr beeinflusst werden.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Argonschweißung. An sich stellt dieses Verfahren ein Lichtbogenschweißverfahren dar, wobei entweder eine Wolframelektrode als Lichtbogensträger verwendet und ohne oder mit blanken Zusatzdrähten, ähnlich wie bei der Autogenschweißung, gearbeitet wird, oder

man verwendet einen blanken Draht als Lichtbogensträger. In der Durchführung der Schweißung ähnelt die Argonschweißung dem Autogenschweißen, und zwar ganz besonders bei Verwendung der Wolframelektroden mit blanken Zusatzdrähten.

Während bei der Lichtbogenschweißung das Schmelzbad mit einer aus der Elektrodenumhüllung stammenden flüssigen Schlacke vor dem Luftzutritt gesichert werden muß, wird bei der Argonschweißung das Argon als Schutzgas, ähnlich der Schutzhülle der Autogenschweißflamme, verwendet, um der Luft den Zutritt zum Schweißbad zu verwehren. Da das Argon ein inertes Gas ist, beteiligt sich dieses Gas nicht an einer Reaktion mit dem Schweißbad.

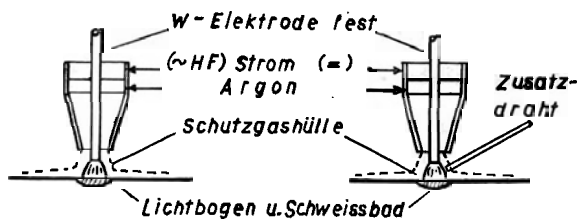
Nach dieser einleitenden Übersicht bezüglich der prinzipiellen Eigenschaften der drei Schweißverfahren: Autogenschweißung, Lichtbogenschweißung und Argonschweißung, wollen wir uns nun dem eigentlichen Thema, der Stahlschweißung unter Argonschutz zuwenden.

Wir unterscheiden zwei Verfahren: das Argonarc-schweißverfahren und das Sigmaschweißverfahren.

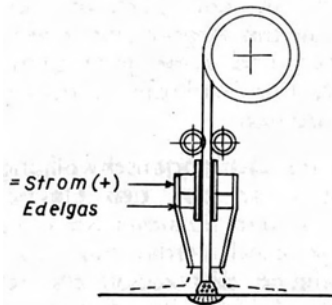
Beim Argonarc-schweißverfahren wird als Lichtbogensträger eine sich nicht verzehrende Wolframelektrode verwendet und entweder mit oder auch ohne Zusatzdraht gearbeitet, wobei der Zusatzdraht blank ist. Bei der Sigmaschweißung bildet der Zusatzdraht, der ebenfalls blank ist, die Elektrode und wird maschinell mit der Abschmelzgeschwindigkeit in die Schweißpistole und somit zum Lichtbogen geführt (Bild 1).

Die Argonarc-schweißung

Die Elektrode, die bei der Argonarc-schweißung verwendet wird, besteht, wie schon früher erwähnt, aus Wolfram. Bei der Stahlschweißung wird die Elektrode an den Minuspol angeschlossen, da sie bei dieser Polung am wenigsten beansprucht wird. Die Elektrodenbelastung, also die Stromstärke, ist nur so hoch zu wählen, daß kein Abschmelzen der Elektrode eintritt. Neuerdings verwendet man Wolframelektroden mit Thoriumzusatz, die im Handel als thorierte Wolframelektroden erhältlich sind. Durch den Zusatz von Thorium wird die Elektronenemission verbessert, wodurch eine bessere Zündwilligkeit der Elek-



SCHWEISSUNG MIT W-ELEKTRODE



SCHWEISSUNG MIT ZUSATZDRAHT
ALS ELEKTRODE

Bild 1: Schema der Argonarc- und der Sigma-schweißung

Fig 1: Diagram of the "Argonarc- and Sigma-welding"

trode besteht. Die Strombelastung kann bis zu 25% höher gewählt werden, wobei die Lebensdauer der Elektroden um etwa 50% erhöht wird. Beim Schweißen mit hohen Stromstärken verwendet man aber auch reine Wolframelektroden, da sie einen weicheren Lichtbogen ergeben. Während man Wolframelektroden von Zeit zu Zeit nachspitzen muß, ist dies bei thorierten Wolframelektroden nicht notwendig.

a) Das Schweißen von weichen Kohlenstoffstählen

Das Argonschweißen ist vorzüglich zum Schweißen von weichen Kohlenstoffstählen geeignet, vor allem auf dem Gebiete der Dünnschweißung. Dieses Verfahren zeichnet sich durch hohe Schweißgeschwindigkeiten aus, die Nähte bleiben schmal und der Verzug wird gering. Außerdem ist das Durchschweißen einfach und die Unterraupen werden schön. Um glatte und blanke Unterraupen zu bekommen, empfiehlt es sich, die Unterseite der Naht abzudecken, damit das Argon, das durch den Schweißspalt strömt, längs der Nahtunterseite stehen bleibt und somit eine 100% ige Sicherheit gegen Luftzutritt gewährleistet.

Ein weiterer großer Vorteil der Argonarc-schweißung besteht noch darin, daß die Nahtumgebung keinerlei Verschmutzung aufweist, also keine Schweißspritzer zeigt.

Es ist klar, daß zum Argonarc-schweißen besonders entwickelte Elektroden Verwendung finden, sodaß das Schweißen mit den gewöhnlichen Autogenzusatzdrähten kein günstiges Ergebnis zeigt.

Bei der Nahtvorbereitung ist ganz besonders auf eine gute und einwandfreie Arbeit zu achten und müssen weiters nicht nur die Nahtkanten, sondern auch die angrenzenden Blechflächen frei von Öl, Fett und Schmutz sein. Rost und Zunder müssen vor dem Schweißen entfernt werden.

Bei der Handschweißung (Stumpfnähte) kommen Blechstärken von 0,9 mm bis etwa 2,2 mm in Frage, mit Strombelastungen zwischen 100 und 170 Ampere für den vor genannten Blechstärkenbereich. Die Schweißgeschwindigkeiten reichen von 0,45 bis 0,30 m/min. Bei der Maschinschweißung verändert sich der Stromstärkenbereich auf etwa 100 bis 250 Ampere. Der Blechstärkenbereich beträgt 0,9 bis 2,5 mm. Die Schweißgeschwindigkeiten liegen zwischen 0,70 bis 0,35 m/min. Die Argonmengen betragen 4 bis 5 l/min bei der Handschweißung und 3 bis 4 l/min bei der Maschinschweißung.

Bild 2: Halbautomatische Vorrichtung für die Argonarc-schweißung

Fig. 2: Semi automatic device for argonarc-welding



Bild 2 zeigt eine halbautomatische Vorrichtung zur Argonarcschweißung, bei der ein normaler Brenner mit Wolframelektrode mit einer automatischen Drahtzuführung vereinigt ist. Man nennt diese Vorrichtung auch Bügel-eisen. Diese Schweißvorrichtung ist besonders für Kurvennähte sehr geeignet und wird für Blechdicken von 0,5 bis 3 mm angewendet. Der motorisch angetriebene Drahtvorschub bestimmt die Schweißgeschwindigkeit.

b) Das Schweißen von legierten Stählen

Die Argonarcschweißung von legierten Stählen ist oft einfacher als die von weichen Stählen. Eine besondere Eignung des Argonarcschweißverfahrens liegt auch darin, daß bei legierten Stählen Legierungsverluste beim Schweißen praktisch vermieden werden, sodaß die Schweißnaht und der Grundwerkstoff gleiche Eigenschaften besitzen.

Auch das Schweißen von rost-, säure- und hitzebeständigen Stählen ist einwandfrei möglich, da auch hier keine Legierungsverluste auftreten. Es finden, was dem Charakter des Schweißverfahrens entspricht, keine Aufkohlungen statt und daher besteht keine Gefahr der interkristallinen Korrosion. Da mit Blankdraht gearbeitet wird, vermindert sich die Empfindlichkeit gegen Warmrisse. So wie bei den anderen Schweißverfahren ist auch hier darauf zu achten, daß die martensitischen Chromstähle eine Aufhärtung zeigen und daher auf diesen Umstand besonders zu achten ist.

Die Sigmaschweißung

Wie schon früher erwähnt, wird die Metalllichtbogenschweißung unter Argonschutz in der Regel mit Gleichstrom, Elektrode am Pluspol, ausgeführt. Die Wahl des Pluspoles geht von der Erkenntnis aus, daß durch Überschreiten einer bestimmten spezifischen Mindeststromstärke statt des grobtropfigen Werkstoffüberganges ein feintropfiger stattfindet. Diese Stromstärke, bzw. Stromdichte, die also den feintropfigen Werkstoffübergang bedingt, nennt man kritische Stromstärke. Daher muß bei der Sigmaschweißung mit Stromstärken gearbeitet werden, die jenseits dieser kritischen liegen. Da aber bei diesen Stromstärken eine Überhitzung der Tropfen stattfindet, verursachen diese überhitzten Tropfen einen tieferen Einbrand, als man mit der Minuspolschweißung erreichen würde. Der von einer negativ gepolten Elektrode abfließende Tropfen ist in diesem Falle kälter und bedingt keinen solchen tiefen Einbrand.

Durch die Pluspolung wird auch die Abschmelzmenge wesentlich erhöht und dies bedingt die großen Schweißgeschwindigkeiten, die beim Sigmaschweißen erreicht werden.

Die kurz angedeuteten Erklärungen für die Wahl des Poles an der Elektrode stehen scheinbar im Widerspruch zu den bisherigen Erkenntnissen, daß der Minuspol der heißere ist. Man darf aber nicht vergessen, daß bei der Handelektrodenschweißung ganz andere Verhältnisse im Lichtbogen herrschen als bei der Sigmaschweißung, da hier mit überkritischen Stromstärken gearbeitet wird.

Als Hinweis sei nur angeführt, daß z. B. bei einem Zusatzdraht von 1,6 mm Durchmesser bei weichem Kohlenstoffstahl die spezifische Strombelastung in Ampere/mm² zwischen 100 und 180 liegt. Diese spezifische Strombelastung nimmt bei zunehmender Drahtdicke ab. Dafür liegen auch die Drahtabschmelzungen sehr hoch, und zwar wieder für den 1,6 mm dicken Draht zwischen 2,8 bis 5,2 kg/h.

Bezüglich der Drahtqualität und Nahtvorbereitung gelten die gleichen Regeln, wie sie schon beim Argonarcschweißen besprochen wurden. Ganz besonders muß auf die Reinheit der Zusatzdrähte geachtet werden, d. h. die Drahtoberfläche muß vollkommen blank sein, damit einerseits keine Oxyde oder sonstige Verunreinigungen in das Schmelzbad kommen, bzw. andererseits der Stromübergang von der Maschine zum Draht gewährleistet wird.

Das verwendete Schutzgas erfährt gegenüber der Argonarcschweißung insofern eine Änderung, als Zugaben von reinem trockenem Sauerstoff in Mengen von 1 bis 5% zum Argon gegeben werden. Rostfreie Stähle dürfen maximal 1% Sauerstoff im Argon haben, weiche Kohlenstoffstähle etwa 3% bis maximal 5%.

Diese Sauerstoffzugabe ist deshalb notwendig, damit kerbenfrei geschweißt werden kann, d. h., die Oberflächenspannung des Schweißbades herabgesetzt wird. Da aber auch der feintropfige Übergang der abschmelzenden Elektrode erst bei hohen spezifischen Strombelastungen möglich ist, wird durch Zugabe des Sauerstoffes die Feintropfigkeit des Werkstoffüberganges gefördert und der Schweißbereich erweitert.

Zur Orientierung seien noch einige Schweißdaten für weiche Kohlenstoffstähle angeführt: wenn wir eine Blechdicke von 8 mm annehmen (Stumpfnah mit 2 Lagen), so ergibt sich für die **Sigmahandschweißung** eine Strombelastung der Elektrode von 400 bis 420 Ampere, bei einer Schweißgeschwindigkeit von 0,5 m/min pro Lage. Bei der **Sigma Maschinschweißung** beträgt die Strombelastung etwa 440 bis 460 Ampere, bei einer Schweißgeschwindigkeit von 0,5 bis 0,6 m/min und Lage. Bei diesen Strombelastungen (Maschinschweißung) verwendet man einen Schweißdraht mit einem Durchmesser von 3,2 mm, wobei die Abschmelzmenge etwa 5 kg/h beträgt. Für die Handschweißung genügt ein Draht mit 2,4 mm

Durchmesser, bei einer Abschmelzmenge von ebenfalls etwa 5 kg/h.

Bild 3 zeigt ein Sigmaschweißgerät mit Lichtbogenfernregelung und Handschweißpistole.

Dafß natürlich mit den beiden Schweißverfahren außer Stahl auch Nichtisenmetalle verschweißbar sind, wobei besonders auf das Schweißen von Aluminium hinzuweisen wäre, sei noch ergänzend erwähnt. Bei Verwendung von Argon als Schutzgas braucht man z. B. bei der Aluminiumschweißung kein Schweißpulver.

Während aber bis vor einigen Jahren bloß bei Aluminium und rostfreien Stählen diese Verfahren geeignet schienen und bei der Einführung dieser Verfahren auch vorerst dafür verwendet wurden, konnte im Laufe der Zeit durch besondere Entwicklung von Zusatzdrähten und eingehende Versuche das Arbeitsgebiet auch für Stahl, Kupfer u. dgl. erweitert werden.

Die als Hinweis angegebenen Arbeitsdaten für die Schweißgeschwindigkeit zeigen ganz deutlich, daß diesen beiden Verfahren in der Zukunft noch viele Verwendungsmöglichkeiten offen stehen, die wesentlich zur Erhöhung der Betriebsleistung und damit zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit in der Fertigung führen können.

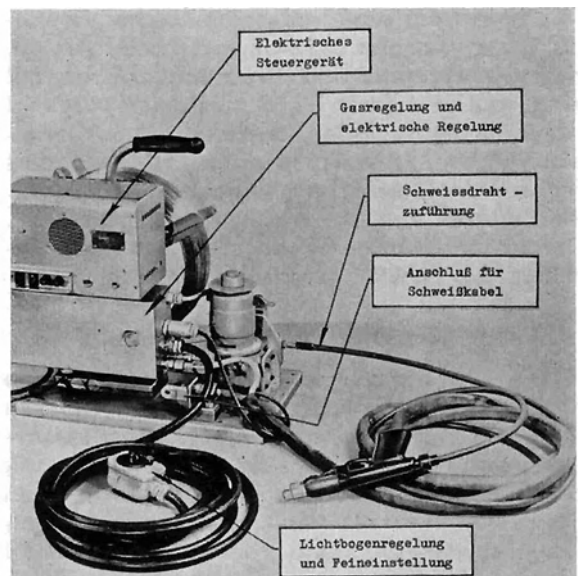


Bild 3: Sigmaschweißgerät mit Lichtbogenfernregelung und Handschweißpistole

Fig. 3: Sigma-welding equipment with electric ARC remote regulator and hand welding pistol

Schriftennachweis:

Dr. Ing. Lothar Wolff: Die Sigma-Schweißung und ihre Verwendung, insbesondere für die Verarbeitung von Stählen (Schweißen und Schneiden, Sonderheft 1954).

Dr. W. Mantel: Überlegungen über die Bedeutung der physikalischen Vorgänge im Schweiß-Lichtbogen (Schweißen und Schneiden, 1956, H. 8).

Freiluftabspanngerüste aus Stahl

Von Dipl.-Ing. Norbert Schöber, Graz

Statische Berechnung und Konstruktion von Gerüsten, die Abspannungen, Schalter, Transformatoren u. dgl. für Umspannwerke tragen, bereiten keinerlei technische Schwierigkeiten. Die Werte für die Belastungen durch Seilzüge und Apparate erhält der Bauingenieur von der projektierenden Elektrofirma oder vom Bauherrn, Winddruck, Schnee- und Eislast sind in Normen festgelegt. Da die Umfänge der Anlagen im Vergleich z. B. mit Hochspannungsleitungen gering sind, sind die wirtschaftlichen Vorteile, die sich durch besondere konstruktive Maßnahmen erzielen lassen, nicht so bedeutend, daher soll an dieser Stelle in erster Linie von der Verantwortlichkeit des Ingenieurs zur Gestaltung gesprochen werden.

Umspannwerke und deren Freiluftanlagen liegen meist in der Nähe von Kraftwerken, die als große Ingenieurbauwerke Blickpunkte in der Landschaft sind.

Die Frage, ob man Ingenieurbauwerke zeigen oder ob man sie verbergen soll, wird

immer wieder erörtert. Am Inn löste man dieses Problem bei Kraftwerkskranen, indem man sie so ausführte, daß sie in Ruhestellung auf die Wehrkrone gelegt werden können. Ähnliche Maßnahmen sind bei Schaltanlagen natürlich nicht möglich. Das ist aber keineswegs zu bedauern: Die Erkenntnis, daß jedes Bauwerk, also auch die rein technische Konstruktion, so errichtet werden kann, daß das Landschaftsbild nicht gestört wird, ist längst Allgemeingut geworden; um bei dem angeführten Beispiel zu bleiben: Der Kran wird dergestalt geformt, daß er als Gipfel die Wehranlage krönt. Demnach soll das Bemühen des Entwerfers nicht dahin gehen, die Freiluftanlage zu verstecken. Wohl kann man, läßt das Gelände es zu, den Hauptteil der Anlage mit den vielen Apparaten und Verspannungen in tieferes Gelände verlegen; die schweren Gerüste der abgehenden Leitungen, schon wegen der günstigeren Trassenführung auf befonten Geländepunkten, Rücken von Boden-

wellen oder Nasen, verleihen der Landschaft durch das Ersichtlichwerden des Bauzwecks der Gesamtanlage ein Gepräge, das die Schönheit der Natur keinesfalls beeinträchtigt.

Auch wenn man sich der Aufgabe, die einzelnen Gerüste schön zu gestalten, nicht entzieht, soll man allenfalls das Gewirr von Drähten und Gerüsten durch Belassen alten Baumbestandes in unmittelbarer Nähe der Anlage gefälliger erscheinen lassen. Solche Maßnahmen, dem Straßenbauer heute eine Selbstverständlichkeit, sind nicht sehr alt. Sie wurden Ende der Zwanzigerjahre in Amerika bei dem Bau von Autobahnen erstmalig und zehn Jahre später auch in Deutschland großzügig angewendet. Heute findet man auch innerhalb der Abspannanlagen häufig Grünflächen und Sträucher.

In den letzten dreißig Jahren hat sich auf vielen Gebieten, die ehemals eine Domäne des Stahlbaues waren, der Stahlbeton als starker und billiger Konkurrent erwiesen. In dieser Zeit der stürmischen Entwicklung der Stahlbetonbauweise war es dem Stahlbau nur durch seine technischen Vorzüge möglich, sich zu behaupten. Vor allem in den romanischen Ländern wurde der Stahl als gestaltendes Element abgelehnt, da die Ingenieure nur an seine wirtschaftliche Ausnutzung dachten; Stahlbeton wirkt hingegen durch seine glatten Flächen auch dann ruhig, wenn der Erbauer rein technische Zwecke verfolgt hat.

Die Vorzüge des Stahlbaues liegen in der schnellen Aufstellung — worin der Beton mit Fertigteilen allerdings im Einholen begriffen ist —, in der leichteren Anbringung der Abspannungen und der Geräte, hauptsächlich jedoch in der Umbaumöglichkeit, was bei dem schnellen Wachstum der Kraftwerke besonders wichtig ist.

Doch nicht allein diese technischen Vorteile haben es bewirkt, daß der Baustoff Stahl bei uns fast ausschließlich, in den romanischen Ländern wieder in steigendem Maße, für Umschaltanlagen verwendet wird. Die Überzeugung, daß funktionell bauen gleich schön bauen ist, bewirkte die Vermeidung aller Verzierungen an Stahlbauten und förderte die Überlegung zu Gunsten der Ästhetik schon bei Auswahl der Systeme. Nach dieser Revolutionierung der Grundeinstellung zum Bauwesen hält Stahl, dessen Funktionen nie verborgen sind, heute wieder die Spitze.

Ursprünglich waren Fachwerke aus Winkelprofilen die übliche Ausführung der Steher und Riegel. Diese Fachwerke, deren Diagonalen meist mit kräftigen Knotenblechen angeschlossen wurden, wirken häßlich. Dies führte zur vollkommenen Ablehnung ausgefachter Konstruktionen. An deren Stelle trat die Ausführung der Steher aus geschweißten I-Profilen, die sich nach der Spitze hin meist zweiachsig

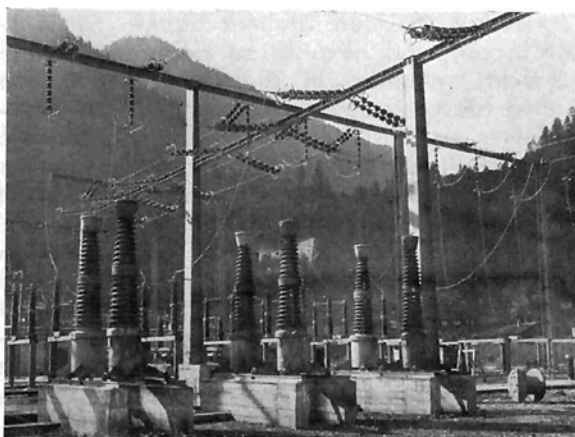


Bild 1: Umspannanlage Wien-West

Fig. 1: Transformer Plant Wien-West

verjüngen, und der Riegel aus genietetem oder geschweißtem Huf- oder I-Profil. Heute noch werden die meisten Abspanngerüste in dieser Form gebaut. Ausschlaggebend hierfür sind die geringeren Werkstattkosten wie der Wunsch nach einer einfachen Form. Doch auch Fachwerkkonstruktionen werden jetzt lohnsparend ausgeführt, z. B. durch Entfall der Knotenbleche bei genieteten Konstruktionen sowie durch Anwendung der Schweißung bei Rohrkonstruktionen, die in Italien recht gefällig hergestellt werden. Nach Überwindung der grundsätzlichen Ablehnung von Fachwerken werden diese immer wieder, so auch im Brückenbau, als kostensparend verlangt und als schön empfunden.

Die kommende Zeit wird erweisen, was an den verschiedenen Ausführungen technische Errungenschaft, was modisch und was, weil wirklich zweckmäßig, von bleibendem Wert ist. Kein Entwurf, und wirkt er heute noch so überzeugend, ist davor sicher, in späteren Veröffentlichungen als Beispiel für schlechte Bauweise angeführt zu werden.



Bild 2: Schaltanlage Ybbs-Persenbeug

Fig. 2: Switching Plant Ybbs-Persenbeug

Greifen an den Stehern starke Torsionskräfte an, sind I-Profile zu deren Aufnahme schlecht geeignet. In diesem Falle wurden Steher als Kastenprofile aus Mittelblechen ausgeführt; werden die Schotte dreieckförmig in zwei Hälften ausgebildet, lassen sich die Kasten auch mit geringem Arbeitsaufwand zusammenbauen.

Hohlstützen sind auch am Platz, wenn Portalreihen so aufgelöst werden, daß die an den Leitern angreifenden Windkräfte nicht über jede Stütze ins Fundament geleitet werden, sondern nur über einzelne, in bestimmten Abständen aufgeteilte Steher. Die dazwischen liegenden Stiele sind in Richtung der Leiterzüge eingespannt und wirken quer dazu als Pendelstützen. Nachteile dieses Systems sind das plumpe Aussehen der Hauptstützen und der Umstand, daß im Falle eines Umbaues der Anlage die statischen Grundlagen gestört und Umbauten der bleibenden Portale erforderlich werden. Aus denselben Gründen werden häufig durchlaufende Riegel vermieden.

Ein Beispiel für einen schlankeren Riegel, auch wenn auf die Durchlaufwirkung verzichtet werden soll, zeigt nebenstehende Skizze; die Konstruktion wurde inzwischen ausgeführt. Der Riegel ist etwa in den Drittelpunkten an den nach oben verlängerten Stielen aufgehängt. An den Verlängerungen der Stiele sind die Erdseile angebracht.

Im vergangenen Jahre wurden Anlagen mit Stützen in A-Form mit mehreren Querverbindungen erstellt, wobei der Schnittpunkt der Stiele möglichst so gelegt wurde, daß er mit der Wirkungslinie der Hauptzüge zusammenfällt; dadurch verringert sich der Anzug der Stützen im oberen Drittelpunkt, was die Stützen besonders schlank erscheinen läßt. Das Material für den A-förmigen Teil waren U-Stähle oder in derselben Form geschweißte Profile, im oberen Teil Kasten- bzw. I-Profile.

Zur Formgebung allgemein: Es wäre kleinlich, sich vor Ähnlichkeiten mit Ausführungen aus Beton zu hüten, aber auch bedenklich, bewußt Formen zu schaffen, die wohl in Beton schön, in Stahl jedoch unorganisch wirken.

Zum Abschluß noch einige Worte über den Anstrich:

Vor allem dient er als Korrosionsschutz, und dies bestimmt lediglich die Qualität der Farbe. Bei der Wahl des Farbtons wird bei uns an einer Tradition eisern fest-

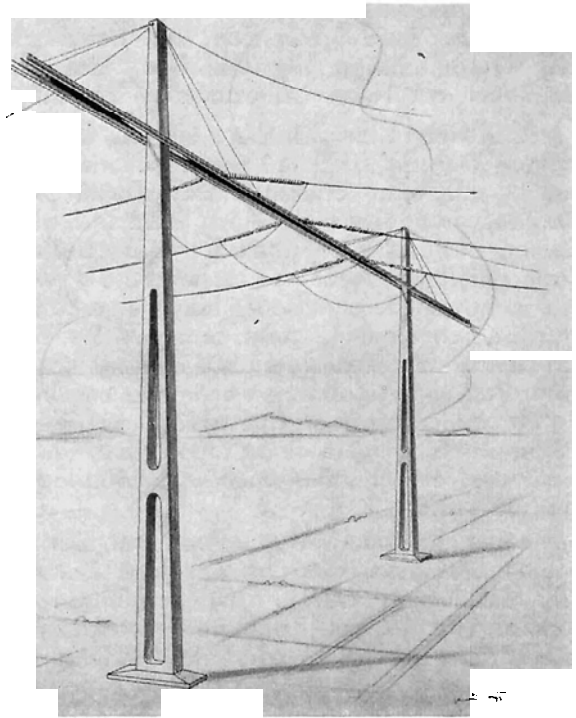


Bild 3: Entwurf für Umspanwerk Ybbsfeld
Fig. 3: Plan of Transformer Plant Ybbsfeld

gehalten: die Farbe muß hier das Bauwerk tarnen, zuweilen soll die Farbe des Roheisens vorgetäuscht werden. Von der Unnotwendigkeit der Tarnung wurde oben gesprochen; über ihre Unwirksamkeit gibt folgender Vergleich Aufschluß: Die Tarnfarben in der Natur ändern sich im Wechsel der Jahreszeiten oder bei örtlichen Veränderungen mit der Farbe der Umgebung. Der beste Tarnanstrich nützt nichts, wenn er wohl im Frühjahr der Umgebung gleicht, sich im Herbst mit deren Farben schlägt und im Winter das Bauwerk wie ein totes Gerippe aus dem Schnee ragen läßt! Ein technisches Bauwerk bedarf, wie festgestellt, keiner Tarnung. Seine Zweckmäßigkeit und technisch gegliederte Schönheit würden durch den Anstrich mit lebhaften Schutzfarben nur hervorgehoben; dieser Standpunkt hat sich hinsichtlich des Stahlbaues noch kaum durchgesetzt. Auch hier zeigt ein Blick über die Grenzen, daß man nicht überall so konservativ ist; manch ein gewagt erscheinendes Experiment mit frischen Farbtönen ist durchaus geglückt.

Der Einfluß des modernen Schienenverkehrs auf die Entwicklung der Weichen

Von Ing. Walter Birnbacher, Zeltweg

Über die Gleise unseres weit verzweigten Eisenbahnnetzes rollen täglich viele hunderte Züge. Eine ganz beachtliche Verkehrsleistung. Sie verlangt bei den hohen Fahrgeschwindigkeiten und bei den großen Achsdrücken ein Maximum an Sicherheit für Personen und Güter. Damit aber fordert sie von der Technik vollen Einsatz an optimalem Können und Wissen. Für die Herstellung von Gleisanlagen und Weichen ist daher die Kenntnis über den Lauf des Schienenfahrzeuges im geraden, wie im gebogenen Gleis von besonderer Wichtigkeit. Das Wissen um die Wechselwirkung zwischen Schiene und Rad, die Erforschung der auf die Schiene einwirkenden Kräfte, die Kenntnisse über das Verhalten des Materials bei hohen Beanspruchungen sind bei den heute bereits die 100 Stundenkilometer überschreitenden Fahrgeschwindigkeiten die Voraussetzung für den sicheren Betrieb des Schienenfahrzeuges.

Das Werk Zeltweg der Oesterreichisch Alpine Montangesellschaft hat in Gemeinschaft mit Verkehrsfachleuten zahllose Probleme auf dem Gebiet des Weichen- und Bahnoberbaues aufgegriffen und im Geiste fortschrittlicher Entwicklungsarbeiten gelöst. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse finden ihren Niederschlag in einem auf die Bedürfnisse des modernen Schienenverkehrs abgestimmten Fertigungsprogramm.

Die Forderungen die der moderne Eisenbahnverkehr an die geometrische und konstruktive Durchbildung von Weichen stellt, lassen sich in zwei große Gruppen einteilen. Es sind dies einerseits die gleistechnischen Forderungen, die aus den fahrtechnischen, geometrischen und konstruktiven Forderungen bestehen, andererseits die gleiswirtschaftlichen Forderungen, die den Bedürfnissen einer rationellen Betriebsführung Rechnung tragen müssen.

Für die Gestaltung der Weichen können diese Forderungen in 5 Punkten kurz zusammengefaßt werden:

1. Die Weiche muß den statischen und dynamischen Beanspruchungen genügen.
2. Die Fahrgeschwindigkeit in der Ablenkung muß die für den betreffenden Bogen zulässige Höchstgeschwindigkeit gestatten. Es haben demnach für Weichen und freie Gleise dieselben Vorschriften zu gelten.
3. Die Durchbildung der Weiche hat so zu erfolgen, daß die Linienführung des Gleises vom System der Weichen unabhängig ist, d. h. daß sich die Weiche ohne Sonderkonstruktion der Linienführung des Gleises anzupassen hat.

4. Die Sicherung der Weiche hat durch einen Verschuß zu erfolgen, der gegen Spurerweiterung und Schienenwanderung möglichst unempfindlich ist. In besonderen Fällen muß er das Aufschneiden der Zungen ohne Beschädigung der Bauelemente ermöglichen.
5. Unter Berücksichtigung der Punkte 1—4 muß die Weiche ein Maximum an Wirtschaftlichkeit ergeben.

Ausgehend von diesen Forderungen wurden im Laufe der Jahre die Weichen entwickelt, die in ihrer heutigen Form die an sie gestellten Bedingungen erfüllen und jenes Maß an Sicherheit gewährleisten, welches für den Schienenverkehr unumgänglich notwendig erscheint. Damit aber soll keinesfalls der Standpunkt vertreten werden, daß die Entwicklung auf diesem Gebiete nunmehr zum Abschluß gekommen ist. Sie geht weiter und wird uns immer wieder vor neue, die Konstruktion beeinflussende Probleme stellen.

In den folgenden 3 Abschnitten wird die Entwicklung der Weichen dargelegt und sollen die Gründe bekanntgegeben werden, die zum derzeitigen Stand der Weichenkonstruktionen geführt haben.

I. Abschnitt

Die Geometrie der Weichen

Der Punkt 2 der Forderungen besagt, daß die Fahrgeschwindigkeit beim Befahren einer Weiche in der Ablenkung, die für den betreffenden Bogen zulässige Höchstgeschwindigkeit haben muß. Es haben demnach für die Fahrt im Weichenbogen dieselben Bedingungen zu gelten, wie für das freie Gleis. Die Höchstgeschwindigkeit für das Befahren eines Bogens hängt vom Bogenhalbmesser, der Überhöhung des Bogens und von der zulässigen Seitenbeschleunigung ab. Im Zusammenhang mit Bogenhalbmesser, Überhöhung und Seitenbeschleunigung ist es für die geometrische Durchbildung der Weichen auch notwendig, die bei Gleisverbindungen auftretenden Krümmungsänderungen, die unter dem Begriff „Ruck“ bekannt sind, zu berücksichtigen und auch darauf bedacht zu sein, daß unter gewissen Umständen zur Vermeidung von Überpufferungen bei Gegenbogen eine Änderung des geometrischen Bildes erforderlich wird. Es ist daher notwendig, die Begriffe Seitenbeschleunigung, Überhöhung, Ruck und Überpufferung einer kurzen Betrachtung zu unterziehen.

Die Seitenbeschleunigung *)

Bild 1 ist die schematische Darstellung des

*) Vergleiche: Schramm „Der Gleisbogen“

Querschnittes eines Schienenfahrzeuges in einem Gleisbogen. Der Bogen hat an dieser Stelle den Halbmesser R und die Überhöhung \ddot{u} . Auf den Schwerpunkt S wirken dann folgende Beschleunigungen:

1. senkrecht, die Erdbeschleunigung g
2. waagrecht, die Fliehbeschleunigung f

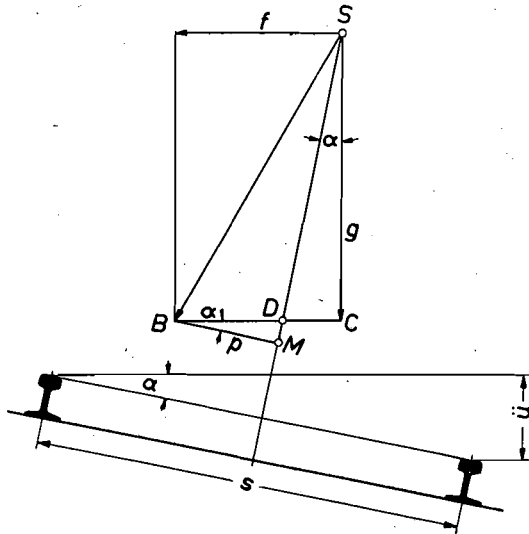


Bild 1

Es bedeuten

R = Halbmesser des Bögens in m

V = Fahrgeschwindigkeit in km/h

v = Fahrgeschwindigkeit in m/sec $= \frac{V}{3.6}$

g = Erdbeschleunigung in m/sec²

f = Fliehbeschleunigung in m/sec²

$$f = \frac{v^2}{R} = \frac{V^2}{13 R}$$

s = Schienenabstand in m = 1,5 m

\ddot{u} = Überhöhung in m

Die Beschleunigung g und f setzen sich zu einer resultierenden Beschleunigung SB zusammen, die wir in eine Beschleunigung SM senkrecht zur Spurebene und in eine Seitenbeschleunigung p (MB) gleichlaufend zur Spurebene zerlegen. Ist SM senkrecht zur Spurebene, so sind die Winkel

$\angle DSC$ gleich $\angle DBM$

und daher gleich dem Überhöhungswinkel α . Daraus ergibt sich

$$\sin \alpha = \frac{\ddot{u}}{s}$$

$$CD = g \cdot \tan \alpha$$

$$DB = CB - CD = f - g \cdot \tan \alpha$$

$$p = DB \cdot \cos \alpha$$

Da α ein sehr kleiner Winkel ist, kann man genügend genau setzen

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \hat{\alpha} = \frac{\ddot{u}}{s} \text{ und } \cos \alpha \approx 1$$

es ist dann

$$p = f - g \tan \alpha = f - g \frac{\ddot{u}}{s} = \frac{V^2}{13 R} - g \frac{\ddot{u}}{s}$$

setzen wir für $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$, V = Geschwindigkeit in km/h, Krümmungshalbmesser R in m, Überhöhung \ddot{u} in mm und die Gleisentfernung in mm so ist

$$p = \frac{V^2}{13 R} - \frac{\ddot{u}}{153} \quad (1)$$

Die Überhöhung *)

Aus Gleichung 1 lassen sich für eine bestimmte Seitenbeschleunigung die Beziehungen zwischen größter zulässiger Geschwindigkeit, Überhöhung und Bogenhalbmesser ableiten. Der günstigste Zustand ergibt sich, wenn

$$p = 0 \text{ wird.}$$

Die Fliehbeschleunigung ist dann durch die Neigung des Fahrzeuges, also durch die Überhöhung unwirksam geworden. Setzt man daher in Gleichung 1, $p = 0$ und lösen wir nach \ddot{u} auf, dann ist die theoretische Überhöhung

$$\ddot{u}_{th} = \frac{11.8 V^2}{R} \quad (2)$$

Nach den Vorschriften der Österreichischen Bundesbahnen ist für $V \geq 50 \text{ km/h}$ die Regelüberhöhung

$$\ddot{u}_r = \frac{8 V^2}{R} \quad (3)$$

Diese Feststellung besagt, daß etwa $\frac{2}{3}$ jener Überhöhung auszuführen ist, die erforderlich wäre, sollte die Seitenbeschleunigung p bei der Fahrt mit der Geschwindigkeit V im Halbmesser R gleich null sein.

Die Festlegung, als Regelausführung nur etwa $\frac{2}{3}$ der theoretischen Überhöhung auszuführen ist begründet, da nicht alle Züge mit der Höchstgeschwindigkeit fahren und daher die bei schnellfahrenden Zügen nach außen wirkenden Kräfte gleich groß sein sollen, wie die bei langsam fahrenden Zügen nach innen wirkenden Kräfte.

Auf Grund jahrelanger Erfahrungen und auf Grund der im Jahre 1951 durchgeführten Versuchsfahrten haben die ÖBB, ebenso wie die DBB die größte zulässige Seitenbeschleunigung mit

$$p = 0,655 \text{ m/sec}^2$$

festgelegt.

Wird dieser Wert in Gleichung 1 eingesetzt und daraus die Überhöhung berechnet, so ergibt sich die Mindestüberhöhung

$$\ddot{u}_{min} = \frac{11.8 V^2}{R} - 100 \quad (4)$$

Daraus ergibt sich der größte zulässige Fehlbetrag an Überhöhung

*) Vergleiche: Schramm „Der Gleisbogen“

$$\Delta \ddot{u} = \ddot{u}_{th} - \ddot{u}_{min} = 100 \text{ mm} \quad (5)$$

Es ist daher die Regelüberhöhung nach Gleichung 3 anzuwenden, oder wenn dies nicht möglich ist, die Mindestüberhöhung nach Gleichung 4 anzustreben. Nach ÖBB ZOV 8 wird angewendet bei

$$V \geq 50 \text{ km/h } \ddot{u}_r = \frac{8 V^2}{R}$$

$$V < 50 \text{ km/h } \ddot{u}_r = \frac{V^2}{R} (11.8 - 0.076 V)$$

\ddot{u}_{min} nach Gleichung 4

Die allgemeine Festlegung der größten zulässigen Überhöhung mit

$$\ddot{u}_{gr\ddot{o}fst} = 150 \text{ mm}$$

entspricht auch der der ÖBB.

Löst man die Gleichung 4 nach V auf und wird statt \ddot{u}_{min} die in einem Kreisbogen vorhandene Überhöhung \ddot{u} eingesetzt, so erhält man eine Gleichung für die Höchstgeschwindigkeit mit Rücksicht auf Halbmesser und Überhöhung

$$V_{max} = \sqrt{\frac{R}{11.8} (\ddot{u} + 100)} \quad (6)$$

Setzt man in Gleichung 6 die größte zulässige Überhöhung $\ddot{u}_{gr\ddot{o}fst} = 150 \text{ mm}$ ein, so erhält man jene Höchstgeschwindigkeit, mit der ein Kreisbogen mit der höchstzulässigen Überhöhung befahren werden darf

$$V_{max} = 4.6 \sqrt{R} \quad (\ddot{u} = 150 \text{ mm}) \quad (7)$$

Wird die Gleichung 7 nach R aufgelöst, so erhält man den kleinsten, bei einer bestimmten Geschwindigkeit zulässigen Halbmesser

$$R_{min} = \left(\frac{V}{4.6} \right)^2 (\ddot{u} = 150 \text{ mm}) \quad (8)$$

wird in Gleichung 6 für die Überhöhung \ddot{u} der Wert null eingesetzt, so erhält man die Höchstgeschwindigkeit für den nicht überhöhten Kreisbogen.

$$V_{max} = 2.91 \sqrt{R} \quad (\ddot{u} = 0) \quad (9)$$

Löst man die Gleichung 9 nach R auf, so erhält man den kleinsten, bei einer vorgegebenen Höchstgeschwindigkeit zulässigen Krümmungshalbmesser für einen nicht überhöhten Kreisbogen

$$R_{min} = \left(\frac{V}{2.91} \right)^2 (\ddot{u} = 0) \quad (10)$$

Nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die kleinsten zulässigen Halbmesser bei vorgegebener Geschwindigkeit:

V km/h	R _{min}	
	überhöht	nicht überhöht
25	100	100
30	100	107
35	100	145
40	100	189
45	100	240
50	119	296
55	143	358
60	171	426
65	200	499
70	232	579
75	266	664
80	302	756
85	341	853
90	383	957
95	427	1066
100	473	1181
105	521	1302
110	572	1429
115	625	1562
120	680	1700

Der Ruck*)

Eine plötzliche Krümmungsänderung hat eine plötzliche Änderung der Seitenbeschleunigung zur Folge. Diese plötzliche Änderung der Seitenbeschleunigung, welche auch „Ruck“ genannt wird, ist gleich der Summe oder Differenz aus der Seitenbeschleunigung vor und nach der Krümmungsänderung, je nachdem die Krümmungsänderung gleich oder entgegengesetzt gerichtet ist. Der Ruck Δp in m/sec^2 ist:

$$\Delta p = p_2 \mp p_1 \quad (11)$$

es gilt das obere Vorzeichen für Gleichbogen, das untere Vorzeichen für Gegenbogen. Wird p_2 und p_1 in die Gleichung 1 eingesetzt, so ist

$$\Delta p = \frac{V^2}{13} \cdot \left(\frac{1}{R_2} \mp \frac{1}{R_1} \right) = \frac{V^2}{13} \cdot \frac{R_1 \mp R_2}{R_1 \cdot R_2} \quad (12)$$

In der Folge wird die Bestimmung der ÖBB, wonach der größtzulässige Ruck gleich ist der größtzulässigen Seitenbeschleunigung, zugrunde gelegt

$$\Delta p_{max} = 0.655 \text{ m/sec}^2$$

Wird Δp_{max} in Gleichung 12 eingesetzt

*) Vergleiche: Schramm „Der Gleisbogen“

und daraus V ermittelt, so werden folgende Gleichungen für die Höchstgeschwindigkeit mit Rücksicht auf den Ruck bei plötzlichem Krümmungswechsel erhalten:

Fall a) eine Gerade schließt an einen Kreisbogen

$$V_{\max} = 3 \sqrt{R} \quad (13)$$

Fall b) 2 Kreisbogen mit dem Halbmesser R_1 und R_2 schließen aneinander

$$V_{\max} = 3 \sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}} \quad (14)$$

es ist $R_1 > R_2$ und gilt das negative Vorzeichen für Gleichbogen, das positive Vorzeichen für Gegenbogen.

Schließen Gegenbogen mit gleichem Halbmesser R aneinander, so ist

$$V_{\max} = 3 \sqrt{\frac{R}{2}} \quad (15)$$

Als Folge dieser Betrachtung kann gesagt werden:

Ist nach Gleichung 13 die ermittelte Höchstgeschwindigkeit zu klein, so ist zwischen Gerade und Kreisbogen ein Übergangsbogen einzuschalten. Ist nach Gleichung 14 die ermittelte Höchstgeschwindigkeit zu klein, so ist bei gleichgerichteten Bogen ein Übergangsbogen, bei Gegenbogen eine Zwischengerade einzulegen.

Ist nach Gleichung 15 die ermittelte Höchstgeschwindigkeit zu klein, so ist ebenfalls eine Zwischengerade einzuschalten.

Die Länge der Zwischengeraden soll mindestens

$$L = \frac{V}{10} \text{ sein.}$$

Dies ist ein Erfahrungswert.

Die Überpufferungen im Gegenbogen

Wenn zwei Gegenbogen mit kleinen Halbmessern ohne Zwischengerade aneinandersetzen, so besteht die Gefahr, daß beim Befahren durch eine Gruppe von Fahrzeugen mit kleinem Achsstand und großem Pufferüberstand die Abweichung der Puffermitte größer ist, als der Durchmesser der Pufferteller. In diesem Falle gleiten die Pufferteller voneinander ab, es besteht somit Entgleisungsgefahr.

Nach den Vorschriften der OBB ist zwischen Gegenbogen ohne Übergangsbogen eine Zwischengerade von mindestens 6 m einzuschalten, wenn

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq 100 \text{ ist} \quad (16)$$

Diese Gleichung gilt nur, wenn die Durch-

messer der Pufferteller den technischen Vereinbarungen entsprechen.

Der Bogenverlauf

Nach den Vorschriften der Österreichischen Bundesbahnen beträgt die zulässige Seitenbeschleunigung $p = 0,655 \text{ m/sec}^2$. Auf Grund dieser Seitenbeschleunigung werden bei vorgegebener Höchstgeschwindigkeit die Bogenhalbmesser ermittelt. Dies bedeutet aber, daß der Bogenverlauf der Weiche ein tangentialer sein muß, da jede andere Art des Bogenverlaufes infolge Vergrößerung des Anlaufwinkels und der damit verbundenen Überschreitung der zulässigen Seitenbeschleunigung, Geschwindigkeitsbeschränkungen zur Folge haben würde. Im Zusammenhang mit dem Bogenverlauf ist daher dem Bogenanfang und damit der Ausbildung der Zungenspitze einer Weiche ein besonderes Augenmerk zuzuwenden.

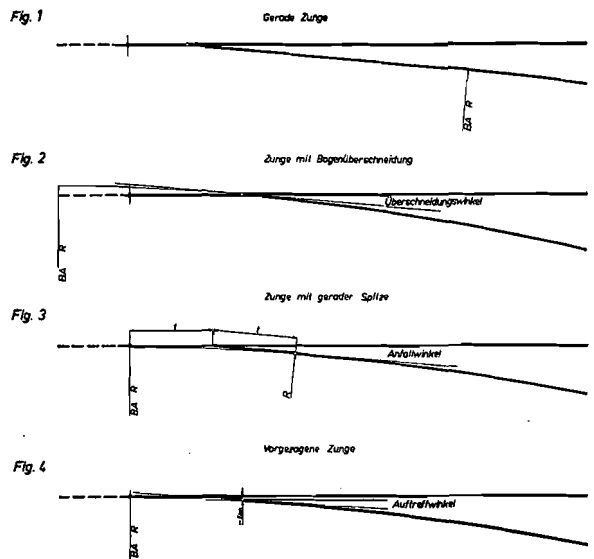


Bild 2

Bild 2 stellt die Entwicklung der Zungenspitze dar. Die gerade Zunge Fig. 1 kommt infolge der ruckartigen Ablenkung des Fahrzeuges nur für untergeordnete Zwecke in Betracht. Aber selbst bei untergeordneten Weichen wird diese Art der Zungenspitze kaum mehr angewendet, da der Fahrwiderstand bei der Einfahrt in die Ablenkung einen übermäßig großen Kraftaufwand erfordert. Eine immerhin noch sehr große Verbreitung besitzt die in Fig. 2 dargestellte Zunge mit Bogenüberschneidung. Die Bogenüberschneidung bewirkt zwar ein rasches Ansteigen der Spitzenstärke der Zunge und ermöglicht eine Verkürzung der Weichenbaulänge, doch weist ihr Anlaufwinkel eine Größe auf, die eine Herabsetzung der Fahrgeschwindigkeit zur Folge haben muß. Sie stellt auch ein Haupthindernis

für das Verbiegen der Weiche dar, ein Umstand, auf den in späterer Folge noch näher eingegangen wird (Abschnitt II). In Fig. 3 ist bereits der tangentielle Bogenverlauf erkennbar. Der Beginn der Zunge wird vom Bogenanfang um das Maß t zurückgesetzt, wodurch die Zungenspitze eine Gerade, mithin eine Tangente zum Kreisbogen wird. Der dadurch entstehende Anlaufwinkel und der durch das Zwischenschalten eines geraden Stückes ungünstig beeinflusste Lauf des Fahrzeuges führte zu der Erkenntnis, daß eine möglichst nahe an den Bogenanfang vorgezogene Zunge (Fig 4) die bei der Fahrt in die Ablenkung auftretenden Richtkräfte infolge des günstigen Anlaufwinkels auf jenes Maß reduziert, welches für den Lauf des Fahrzeuges und damit für die Schonung der Zungenspitze den günstigsten Wert ergibt.

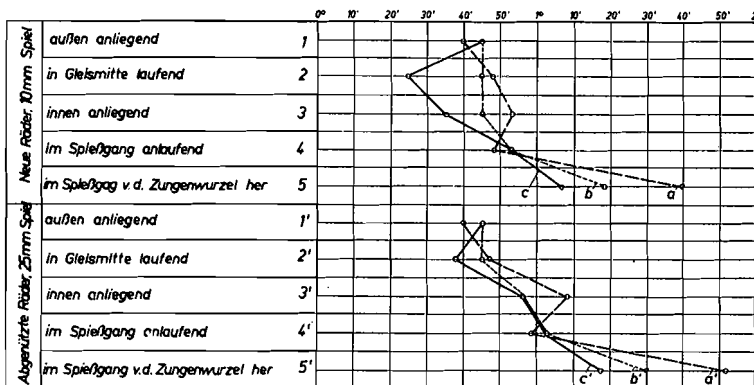
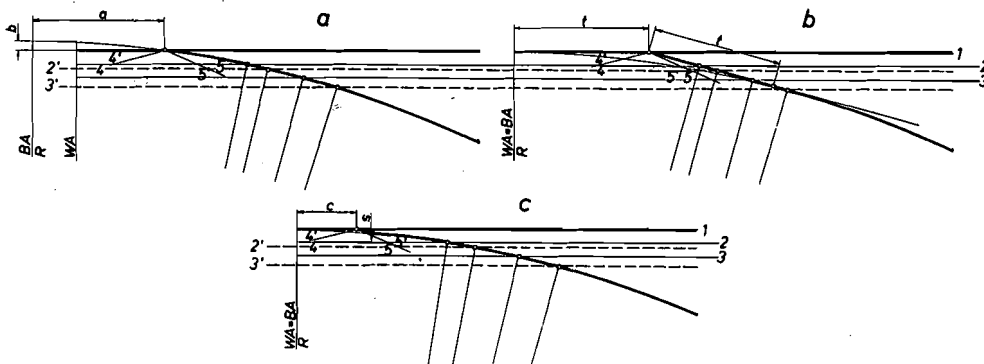
Die Anlaufwinkel der besprochenen Zungenarten sind in Bild 3 dargestellt. Betrachtet man für den Fall $a =$ Zunge mit Bogenüberschneidung, $b =$ Zunge mit gerader Spitze und $c =$ vorgezogene Zunge, für ein bestimmtes Fahrzeug die Anlaufwinkel bei den entsprechenden Stellungen des Fahrzeuges im Gleis, so ergeben sich bei dem Fahrzeug mit neuen Spurkränzen für die Stellungen 1—5 die Anlaufwinkel nach den Linien $a—c$. Bei einem

Fahrzeug mit abgenützten Spurkränzen sind für die Stellungen 1'—5' die Anlaufwinkel nach den Linien $a'—c'$ maßgebend. Die Linien $a—c$ und $a'—c'$ stellen lediglich Verbindungslinien dar, welche die jeweiligen Anlaufwinkel der einzelnen Zungenarten zum besseren Vergleich deutlich erkennen lassen sollen. Bei außen anliegendem Spurkranz, also bei einer Berührung des Rades, die infolge der Radform erst bei stark abgefahrenem Spurkranz zur Wirkung kommt, besitzt die Bogenüberschneidung einen etwas kleineren Anlaufwinkel. In allen übrigen Fällen jedoch ist die vorgezogene Zunge den anderen Zungenarten weit überlegen. Dadurch erscheint die Konstruktion der vorgezogenen Zunge gerechtfertigt.

Die Wahl des Weichenhalbmessers

Als Grundlage für die Wahl des Weichenhalbmessers haben die von der Eisenbahnverwaltung gestellten Bedingungen über die Höchstgeschwindigkeit der zu befahrenden Weichen zu gelten. Sie richten sich nach den Gestaltungsgrundsätzen für Bahnhofsanlagen und betragen z. B. für die Österreichischen Bundesbahnen bei einer Überhöhung von 0 mm 40, 50, 60 und 100 km/h.

Die Ablenkungswinkel der Zunge



Rechnungsannahmen

Halbmesser $R=190\text{ m}$ $a=1055\text{ mm}$ $s=5\text{ mm}$
 Spurweite $=1435\text{ mm}$ $b=3\text{ mm}$ $c=968\text{ mm}$
 Achsenabstand $=4,5\text{ m}$ $t=1248\text{ mm}$

Bild 3

Bei Einhaltung der zulässigen Seitenbeschleunigung stehen diesen Geschwindigkeiten laut Tabelle auf Seite 15 folgende Halbmesser gegenüber:

- Für 40 km/h der Halbmesser 189 m,
demnach der Weichenhalbmesser 190 m
- Für 50 km/h der Halbmesser 296 m,
demnach der Weichenhalbmesser 300 m
- Für 60 km/h der Halbmesser 426 m,
demnach der Weichenhalbmesser 500 m
- Für 100 km/h der Halbmesser 1181 m,
demnach der Weichenhalbmesser 1200 m.

Betrachtet man die Vorgabe der Höchstgeschwindigkeiten, so mag die relativ geringe Abstufung von 10 zu 10 km/h für die ersten 3 Geschwindigkeiten auffallend sein. Die 300 m Weiche, die wie die 500 m Weiche in erster Linie als Einfahrtsweiche in Gleisen 1. Ordnung verwendet wird, stellt daher eine Zwischenlösung dar. Als Außenbogenweiche verlegt, ergeben sich für diese Weiche Halbmesser, die sehr hohe Geschwindigkeiten zulassen. Damit aber kann in vielen Fällen die 500 m Weiche ersetzt werden, wodurch eine wesentliche Minderung der Anschaffungskosten erzielt wird. Wenn bei einer Vorgabe von 60 km/h der Weichenhalbmesser mit 500 m angenommen wurde, obwohl ein Halbmesser von 426 m den gestellten Bedingungen entsprechen würde, so liegt der Grund darin, daß diese Weiche als Einfahrtsweiche sehr großen Belastungen ausgesetzt ist und man daher bestrebt war, einerseits durch Herabsetzung der Seitenbeschleunigung die Weiche zu schonen, andererseits die Möglichkeit zu schaffen, in besonderen Fällen die Geschwindigkeit erhöhen zu können, ohne die zulässige Seitenbeschleunigung zu überschreiten.

Die Weichenneigung

Unter Weichenneigung versteht man das Verhältnis der beiden Katheten des Weichendreiecks (Abb. 4). Sie wird durch die Tangente in Form eines Zahlenverhältnisses ausgedrückt. Für die Ermittlung der Weichenneigung ist maßgebend, daß

- die Baulänge der Weiche möglichst klein gehalten wird,
- bei Gegenbogen die Bedingungen für den Richtungswechsel erfüllt werden,
- die Kombination von Weichen verschiedener Halbmesser möglich ist,
- ein sicheres Befahren von Kreuzungen und Kreuzungsweichen stattfindet,
- die Austauschbarkeit mit Weichen anderer Schienenformen gewährleistet wird.

Grundsätzlich ist anzustreben, mit wenig Neigungen das Auslangen zu finden. Bei der Bestimmung der Weichenneigung stehen jedoch gleistechnische Forderungen gleiswirtschaftlichen Forderungen gegenüber. Während einerseits die Neigung möglichst flach gehalten

werden soll, um in Gleisverbindungen Geschwindigkeitsbeschränkungen infolge des Gegenbogens zu vermeiden, soll andererseits die Neigung möglichst steil sein, um die Baulänge zu verkürzen und damit die Weiche zu verbilligen. Steile Weichen haben außerdem den Vorteil, daß die Grenzzeichen näher an diese heranrücken, wodurch die Gleisnutzlänge vergrößert wird. Es ist daher ein Kompromiß erforderlich.

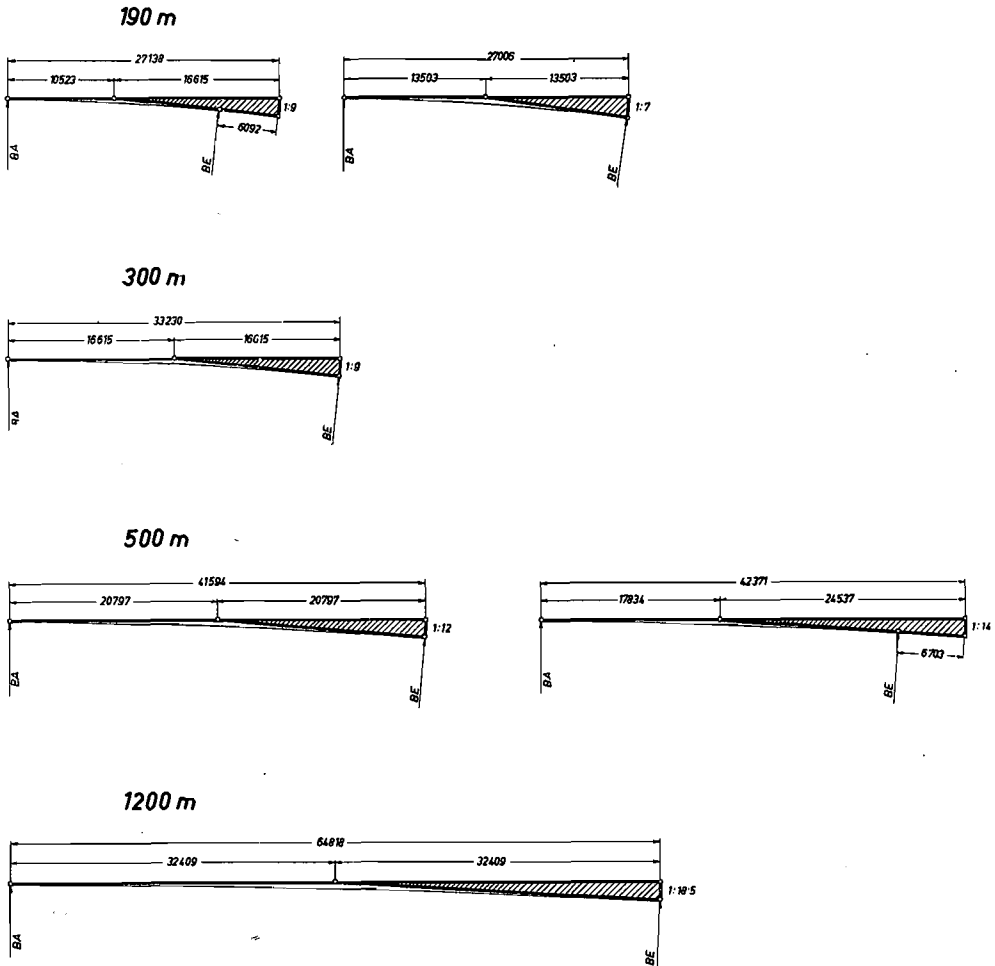
Als Regelneigung wurde die Neigung 1 : 9 gewählt. Bei dieser Neigung lassen sich die Doppelherzstücke der Kreuzungen und Kreuzungsweichen mit einem um 45 mm über der Schienenoberkante überhöhten Radlenker auch durch Fahrzeuge mit kleinstem Achsstand und geringsten Raddurchmessern, selbst bei ganz langsamer Fahrt noch betriebssicher befahren.*) Damit sind aber auch den Kreuzungen und Kreuzungsweichen hinsichtlich ihrer Neigungen Grenzen gesetzt. Es erscheint daher nicht ratsam, Kreuzungsweichen mit flacherer Neigung als 1 : 9 herzustellen.

Wird für die 190-m und 300-m-Weiche die Neigung 1 : 9 gewählt, so besitzen beide Weichen dasselbe Weichendreieck. Die Schenkellänge des Weichendreiecks bestimmt die 300-m-Weiche, sie beträgt 16.615 m. Da die Tangentenlänge der 190-m-Weiche 10.523 m ist, hat demnach diese Weiche im Bereich des Zweiggleises ein gerades Stück von $16.615 - 10.523 = 6.092$ m. Das Herzstück der Weiche liegt mithin in der Geraden, während das Herzstück der 300-m-Weiche im Bogen zu liegen kommt. Das Bedürfnis, auch die 190-m-Weiche, wie in späterer Folge dargelegt, über ihre ganze Länge verbiegen zu können, erfordert die Fortsetzung des Bogens bis zum Weichenende. Aus diesem Grunde wurde die Weiche auch mit der Neigung 1 : 7 entwickelt. Bei größeren Halbmessern ist die Neigung 1 : 9 nicht mehr einzuhalten, da die theoretische Herzspitze, der Punkt, in dem sich die beiden Fahrkanten schneiden, sehr weit vom Weichenende gegen die Weichenmitte abrückt. Die 500-m-Weiche besitzt daher die Neigung 1 : 12, die 1200-m-Weiche die Neigung 1 : 18,5. Gleisverbindungen mit 500-m-Weichen und kleinen Gleisabständen erfordern mit Rücksicht auf den Gegenbogen eine Zwischengerade. Wird die 500-m-Weiche auch mit der Neigung 1 : 14 ausgeführt, so ergibt sich im abzweigenden Strang ein gerades Stück von der Länge 6.703 m. Dadurch werden Geschwindigkeitsbeschränkungen infolge des Gegenbogens vermieden, weshalb auch diese Weiche in das Programm aufgenommen wurde.

Die Baulängen der Weichen

In Bild 4 sind die geometrischen Bilder der Weichen dargestellt. Da Bogenanfang und

*) Vergleiche: Hartmann „Die Reichsbahnweichen“.



Weichenanfang zusammenfallen, ist bei Weichen mit durchlaufendem Bogen ihre Baulänge gleich der doppelten Tangentenlänge. Der Tangentenschnittpunkt ist zugleich Weichenmittelpunkt. Bei Weichen mit einem geraden Stück im Zweiggleis ist die Baulänge gleich der doppelten Tangentenlänge, vermehrt um die Länge des geraden Gleisstückes. Aus den bisherigen Überlegungen ergeben sich folgende einfache Weichen:

- EW — 190 — 1 : 9 und 1 : 7
- EW — 300 — 1 : 9
- EW — 500 — 1 : 12 und 1 : 14
- EW — 1200 — 1 : 18,5.

Werden diese Weichen entsprechend der in Abschnitt II angeführten Bedingungen konstruktiv so ausgebildet, daß ihrer Verwendung zu Bogenweichen nichts im Wege steht, so können damit fast alle fahrtechnischen Forderungen erfüllt werden. Ausnahmefälle lassen sich jedoch nie ganz vermeiden. Wo Ausnahmen aber erforderlich sind, können diese durch Ableitung von der Grundform der Weichen ohne eigene Sonderkonstruktionen hergestellt werden.

Die Geometrie der Kreuzungsweichen

Weichenneigungen, Weichenhalbmesser und Baulängen der Weichen müssen unbedingt auch im Zusammenhang mit der Geometrie der Kreuzungen und Kreuzungsweichen überprüft werden. Die Regelkreuzung hat entsprechend der Regelweiche einfache Herzstücke der Neigung 1 : 9. Sie bildet das Gerippe für die einfachen und doppelten Kreuzungsweichen. Die Wahl der Halbmesser hängt jedoch von ihrer konstruktiven Durchbildung ab. Je nach Lage der Zungen, können diese innerhalb oder außerhalb des Kreuzungsviereckes zu liegen kommen. Der größte Halbmesser für innerhalb des Kreuzungsviereckes liegende Zungen ist 200 m (Bild 5, oben). Der kleinste Halbmesser für außerhalb des Kreuzungsviereckes liegende Federschienenzungen ist 500 m (Bild Mitte). Bei Gelenkzungen, die eine kürzere Baulänge ergeben, liegt der kleinste Halbmesser bei ungefähr 450 m. Alle zwischen den Halbmessern 200 m und 450 m liegenden Kreisbogen überschnei-

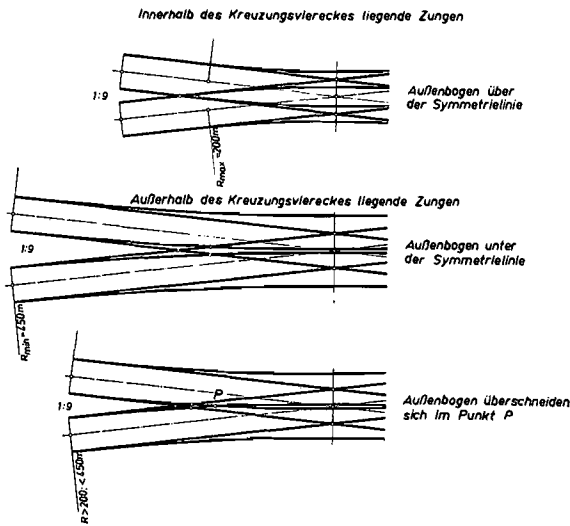


Bild 5

den das Kreuzungsstück derart, daß sich daraus Konstruktionen ergeben, die infolge ihrer Kompliziertheit keine ausreichende Gewähr für das sichere Befahren ergeben (Bild unten). In solchen Fällen sind Kompromißlösungen erforderlich, wobei in der Regel mehrere Kreisbogen so angeordnet werden, daß die Konstruktion der Zungen ermöglicht wird. Eine solche Lösung stellt die doppelte Kreuzungsweiche 300 — 1 : 9 der DBB dar.

Eine doppelte Kreuzungsweiche ist nur bei innerhalb des Kreuzungsvierecks liegenden Zungen mit einfachen Weichen gleicher Neigung austauschbar. Es ist daher empfehlenswert, nur solche Weichen zu verlegen.

Auf Grund der geschilderten Überlegungen kommen für die Neigung 1 : 9, in Anlehnung

an die einfachen Weichen, nur die Kreuzungsweichen 190 — 1 : 9 und 500 — 1 : 9 zur Ausführung (Bild 6).

Die halbe Baulänge der Kreuzungsweiche 190 — 1 : 9, sowie die Schenkellänge des geraden Kreuzungsstückes der einfachen Kreuzungsweiche 500 — 1 : 9 entsprechen der Schenkellänge des Weichendreieckes der einfachen Weichen mit der Neigung 1 : 9, sie sind daher gegen solche austauschbar.

Als Regelkreuzung ist die Kreuzung 1 : 9 anzusprechen. Doppelte Gleisverbindungen erfordern Kreuzungen mit doppelter Neigung, weshalb für doppelte Gleisverbindungen der Neigung 1 : 9 die Kreuzung $2 \times 1 : 9 = 1 : 4,444$ erforderlich ist. In ganz seltenen Fällen kommt in Anlehnung an die Weiche 1200 — 1 : 18,5 auch die Flachkreuzung mit der Neigung 1 : 18,5 zur Verwendung. Diese Kreuzung besitzt infolge der flachen Neigung keine doppelten Herzstücke mehr. An ihre Stelle treten Federschienenzungen, die zwangsläufig miteinander gekoppelt werden.

Spurweiten und Spurerweiterungen

Nach den Vorschriften der Österreichischen Bundesbahnen sind für das freie Gleis folgende Spurerweiterungen vorgeschrieben:

Halbmesser 124 m	Spurerweiterung 20 mm
Halbmesser 125 — 159 m	Spurerweiterung 15 mm
Halbmesser 160 — 249 m	Spurerweiterung 10 mm
Halbmesser 250 — 299 m	Spurerweiterung 5 mm
Halbmesser 300 m	Spurerweiterung 0 mm

Da als Folge des Betriebes insbesondere im Bogengleis durch die auftretenden Seiten-

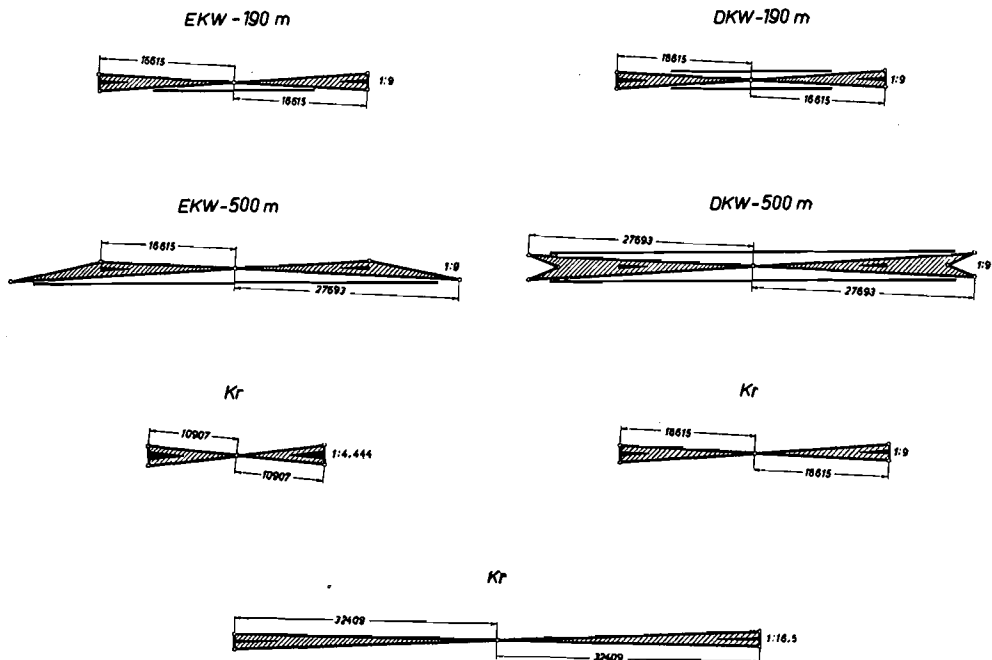


Bild 6

kräfte und durch den Verschleiß die Spur ständig zunimmt, die Zunahme der Spur in Weichen jedoch unerwünscht ist, weil insbesondere die Führung des Fahrzeuges in den kritischen Weichenpunkten, also bei den einfachen und doppelten Herzstücken verschlechtert wird, wurden nach eingehenden Untersuchungen und auf Grund jahrelanger Erfahrungen von den Österreichischen Bundesbahnen für Weichen folgende Spurweiten festgelegt:

Halbmesser $R > 214$ m Spurweite 1435 mm
 Halbmesser $R = 214 - 190$ m Spurweite 1441 mm

Die Festlegung dieser Spurweiten ist nicht nur entscheidend für die Konstruktion der Weichen, sondern auch für die Einplanung derselben. Demnach können Weichen ohne Spurerweiterung als Innenbogenweichen nur bis $R_2 = 214$ m verwendet werden. Auch müssen solche Weichen, wenn sie im Übergangsbogen zu liegen kommen, derart eingerechnet werden, daß der Endwert des kleinsten Weichenbogens den Grenzwert nicht unterschreitet.

Der folgende Abschnitt II behandelt Geometrie und Konstruktion der Weichen unter Berücksichtigung der im Vorwort gestellten Bedingung nach Punkt 3.

II. Abschnitt

Die Bogenweichen

Soll die Bedingung erfüllt werden, daß sich die Weiche ohne Sonderkonstruktion der Linienführung des Gleises anpaßt, so muß sie verbiegbar sein.

Vielfach werden heute noch Weichen verwendet, die infolge ihrer Konstruktion ein starres System darstellen, also nicht verbiegbar sind. Wird eine solche Weiche in einen Bogen eingelegt, so muß in diesem Bogen, unter Vorschaltung kleiner Halbmesser, eine Gerade eingeschaltet werden, deren Länge ungefähr der Weichenlänge entspricht.

Dies bedeutet aber eine wesentliche Verschlechterung der Linienführung, die eine Geschwindigkeitsbeschränkung zur Folge haben muß. Die starke Verschiebung der Gleisachse macht unter Umständen teure Umbauten erforderlich, besonders dann, wenn die betreffende Stelle im Einschnitt oder auf dem Damm zu liegen kommt. Was für einzelne Weichen zutrifft, das wirkt sich in erhöhtem Maße bei Bahnhofsanlagen aus. Bei Bahnhofsgleisen, die geländebedingt im Bogen liegen, müssen die Einfahrtsweichen in einem geraden Gleis verlegt werden. Die Folge sind kurze Gleisnutzlängen, die vielfach den erhöhten Anforderungen nicht mehr entsprechen und Geschwindigkeitsbeschränkungen, die sich für durchfahrende Züge äußerst nachteilig auswirken. (Bild 1). Eine Verbesserung solcher Verkehrs-

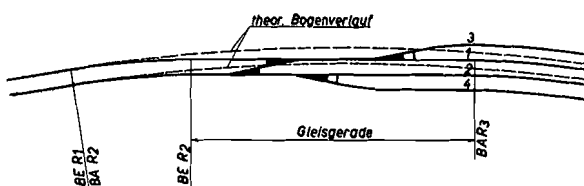


Bild 1

verhältnisse kann nur durch umfangreiche und daher äußerst kostspielige Geländeveränderungen erzielt werden. Dadurch kann zwar die Gleisnutzlänge vergrößert, nicht aber die Linienführung wesentlich geändert werden. Sind dennoch Bogenweichen erforderlich, so sind dies Sonderkonstruktionen, also Einzelanfertigungen. Sie sind daher nicht nur in der Anschaffung sehr kostspielig, sondern verteuern sich auch durch die Lagerhaltung der erforderlichen Ersatzteile, die nur für diese speziellen Weichen verwendbar sind.

Der Versuch, Bogenweichen aus einer bestimmten Grundform zu entwickeln, ist nicht neu. Seine praktische Anwendung aber scheiterte an der geometrischen und konstruktiven Durchbildung der alten Weichentypen. Zwar wurden solche Weichen seinerzeit über Vorschlag von Siegle ausgearbeitet und verlegt, doch waren die Ergebnisse keineswegs befriedigend. Das Einrechnen von Weichen mit Überschneidung des abweigenden Weichenbogens in bestehende Gleisbogen war sehr schwierig und die so entstandenen Bogenweichen konnten sich nur teilweise der Linienführung des Gleises anpassen. Sie konnten infolge ihres kleinen Zweighalbmessers, der den Bedürfnissen der damaligen Geschwindigkeiten genügte, nur beschränkt zur Anwendung kommen und wurden daher vorwiegend nur als Außenbogenweichen verlegt. Sie waren aber auch fahrtechnisch gesehen keinesfalls befriedigend.

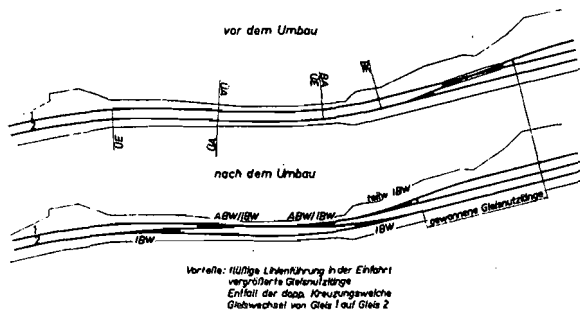
Ein fühlbarer Gegenbogen, schlecht anliegende Zungen und die über mehrere Schwellen reichenden Unterzugsbleche, die für jede Bogenweiche gesondert hergestellt werden mußten, machten ihre praktische Verwendung unmöglich.

Erst nach Einführung einer neuen Geometrie, deren wesentlichstes Merkmal der tangential verlaufende Bogen des Zweiggleises ist, konnte der Gedanke Siegles verwirklicht werden. Die neue Geometrie und eine grundlegende konstruktive Änderung der Bauelemente der Weiche schafften die Voraussetzung Weichen herzustellen, aus denen Bogenweichen entwickelt werden können. Sie sind so durchgebildet, daß sie ohne werkstattmäßiger Veränderung ihrer wesentlichsten Teile verbiegbar sind. Sie können daher der Linienführung des

Gleises vollkommen angepaßt werden, ohne daß Sonderkonstruktionen verwendet werden müssen. Die Linienführung des Gleises ist unter diesen Voraussetzungen nicht mehr vom System der Weiche abhängig und kann daher ohne Rücksicht auf den Einbau von Weichen den fahrtechnischen Bedürfnissen angepaßt werden.

Wo Gleisnutzlängen in Bahnhöfen vergrößert werden müssen, ist man durch den Einbau von Bogenweichen in der Lage, diese in den Einfahrtsbogen (Bild 2) zu verlegen, ohne daß die bestehende Linienführung geändert werden muß. Die Verwendung von Bogenweichen gibt dem Planungsingenieur aber auch die Möglichkeit, in großzügiger Weise fahrtechnisch ungünstige Einfahrtsverhältnisse in Bahnhöfen zu verbessern. Solche Verbesserungen können im Zuge der erforderlichen Gleis- und Weichenneulagen ohne besondere zusätzliche Kosten durchgeführt werden.

Bild 2



Die praktische Verwendung von Bogenweichen hat gezeigt, daß diese überall dort, wo sie zur Einführung gekommen, heute nicht mehr wegzudenken sind, da sie gegenüber dem starren Weichensystem sowohl vom gleistechnischen, sowie vom gleiswirtschaftlichen Standpunkt Vorteile bringen, die nicht übersehen werden dürfen.

Entstehung der Bogenweiche

Die Gestalt der Bogenweiche bei geradem Stammgleis heißt ihre „Grundform“. Der Scheitelpunkt des Gabelwinkels ist gleichzeitig Weichenmitte. In Bild 3 ist $AB-BC-BD = t$, ein für jede Grundform unveränderliches Maß, welches vom Ablenkungshalbmesser R_g und

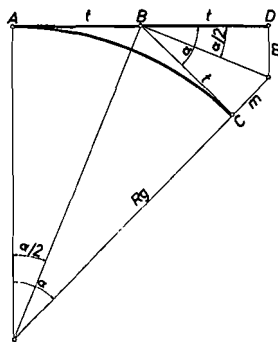


Bild 3

vom Neigungsverhältnis abhängt. Das Dreieck CBD wird Weichendreieck oder Sperrdreieck genannt. Es lassen sich folgende Beziehungen ableiten:

$$t = R_g \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha \quad (1)$$

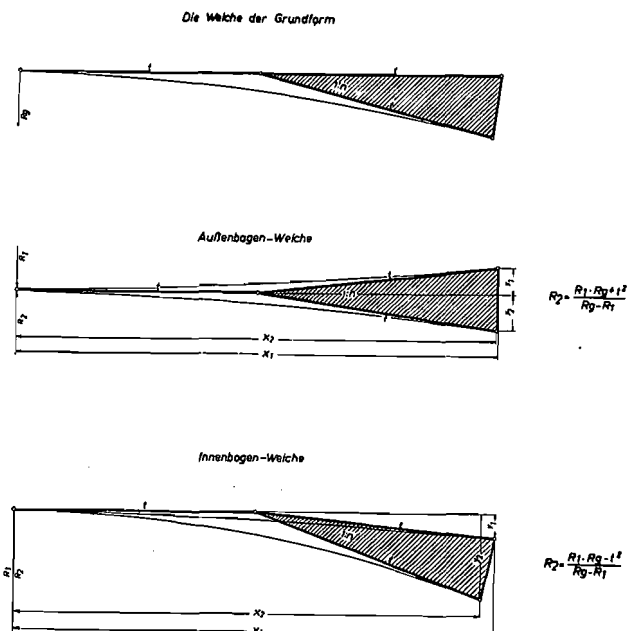
$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha = \frac{m}{t} \quad (2)$$

$$m = \frac{t^2}{R_g} \quad (3)$$

Denkt man sich das Sperrdreieck entgegen der Seite der Abzweigung verschwenkt, so entsteht die Außenbogenweiche, im anderen Falle die Innenbogenweiche (Bild 4).

Bild 4

Die Kreisbogen-Weiche



Als Grenzwert für die Außenbogenweiche gilt die symmetrische Weiche.

Als Grenzwert für die Innenbogenweiche gilt die im 1. Abschnitt auf Seite 21 angeführte Bestimmung, wonach bei Weichen ohne Spurerweiterung die Grenze der Verbiegung bei $R_2 = 214 \text{ m}$ liegt.

Ebenso wie die Grundform einer Weiche nach einem bestimmten Halbmesser über die ganze Länge gebogen werden kann, besteht auch die Möglichkeit, diese entweder nur teilweise, oder nach mehreren Halbmessern (Korbogen) oder nach einem Übergangsbogen zu verbiegen (Bild 5).

Genau so wie einfache Weichen, können auch Kreuzungen und Kreuzungsweichen verbogen werden (Bild 6).

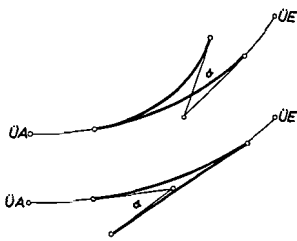


Bild 5

Bogenkreuzung



Einfache Bogenkreuzungsweiche

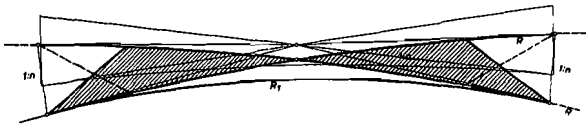


Bild 6

Auch hier ist auf den Grenzwert der Verbiegbarkeit Rücksicht zu nehmen.

Bei der Verbiegung der Grundform einer Weiche bleiben die wesentlichsten Teile derselben, das sind Zungenvorrichtung und Herzstück, für die werkstatmäßige Anarbeitung gleich wie bei der Weiche der Grundform, sie sind nur nach den entsprechenden Halbmessern zu biegen. Die durch das Verbiegen eintretenden Bogenlängenänderungen werden in den unbearbeiteten Zwischenschienen ausgeglichen. Damit aber wird ein vom gleiswirtschaftlichen Standpunkt nicht zu unterschätzender Vorteil erreicht, nämlich, daß die Lagerhaltung auch für alle Bogenweichen auf das normale Maß für einfache Weichen beschränkt bleibt.

Ermittlung des Zweighalbmessers*)

Wird, wie in Bild 7 dargestellt, das Sperrdreieck verschwenkt, so bestehen zwischen

- Halbmesser der Grundform R_g
- Halbmesser des Stammgleises R_1
- Halbmesser des Zweiggleises R_2

folgende Beziehungen:

Für jeden Dreieckswinkel gilt ganz allgemein:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{(s-b) \cdot (s-c)}{s(s-a)}} \quad s = \frac{a+b+c}{2}$$

*) Vergleiche: Reichsbahn „Das Einrechnen von Bogenweichen“.

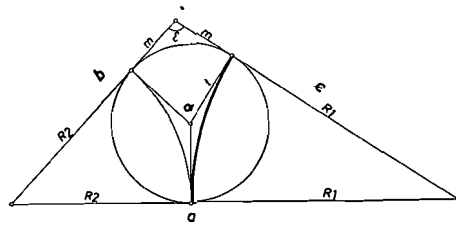


Bild 7

Wir betrachten den Ablenkungshalbmesser R_2 negativ, weil er in der R_1 entgegengesetzten Richtung von der Anfangstangente abstrebt.

Hiermit gilt für

$$\begin{aligned} a &= R_1 - R_2 \quad (R_2 \text{ negativ}) \\ b &= m - R_2 \quad (R_2 \text{ negativ}) \\ c &= R_1 + m \\ 2s &= 2R_1 - 2R_2 + 2m \\ s - a &= m \\ s - b &= R_1 \\ s - c &= -R_2 \end{aligned}$$

nach Bild 7 ist aber

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon = \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{-R_1 R_2}{(R_1 - R_2 + m) \cdot m}}$$

kehrt man den Bruch um und multipliziert man Zähler und Nenner mit (-1) , so erhält man

$$\operatorname{ctg} \frac{1}{2} \varepsilon = \operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{m(R_2 - R_1 - m)}{R_2 \cdot R_1}}$$

nach Gleichung 2 ist

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha = \frac{m}{t}$$

daher ist

$$\frac{m^2}{t^2} = \frac{m(R_2 - R_1 - m)}{R_2 \cdot R_1}$$

$$\frac{m}{t^2} = \frac{R_2 - R_1 - m}{R_2 \cdot R_1}$$

nach Gleichung 3 ist

$$m = \frac{t^2}{R_g}$$

setzt man dies in obige Gleichungen, so ist

$$\frac{1}{R_g} = \frac{R_2 - R_1 - \frac{t^2}{R_g}}{R_2 \cdot R_1}$$

$$R_2 R_1 = R_g \cdot R_2 - R_g \cdot R_1 - t^2$$

$$R_2 (R_g - R_1) = R_g \cdot R_1 + t^2$$

$$R_2 = \frac{R_g \cdot R_1 + t^2}{R_g - R_1}$$

Dieselbe Ableitung läßt sich auch für Innenbogenweichen durchführen, es ändern sich hierbei lediglich die Vorzeichen.

$$R_2 = \frac{R_g \cdot R_1 \pm t^2}{R_g \mp R_1} \quad (4)$$

Mithin gelten die oberen Vorzeichen für Außenbogenweichen, die unteren Vorzeichen für Innenbogenweichen.

Da t^2 im Vergleich zu den Halbmessern sehr klein ist, kann mit genügender Genauigkeit gerechnet werden.

$$R_2 = \frac{R_g \cdot R_1}{R_g \mp R_1} \quad (5)$$

Ermittlung der Schienenlängen-Änderungen

Nach Warnik „Der Bahningenieur“ Jahrgang 57, Heft 19, werden die Schienenlängen-Änderungen nach folgenden Überlegungen ermittelt. Die Längenänderungen der 4 Schienenstränge ist einmal dadurch bedingt, daß die Tangentlängen auch bei den Bogenweichen die gleiche Größe beibehalten.

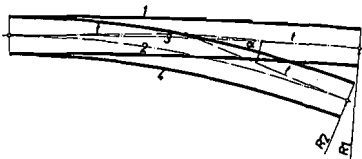


Bild 8

a) Innenbogenweichen (Bild 8)

Die Gleisachse des Stammgleises ist bei Bogenweichen gegenüber der Weichenlänge verkürzt. Die Verkürzung berechnet sich nach der Näherungsformel

$$a = \frac{1000 \frac{L^3}{12}}{R_1^2} \quad (6)$$

Der äußere Schienenstrang 1 ist gegenüber der Gleisachse um dasselbe Maß größer, als der innere Schienenstrang 2 kleiner ist. Dieses Maß ist

$$b = \frac{1000 L \frac{s}{2}}{R_1} \quad (7)$$

Es bedeuten:

- L = Weichenlänge = $2t$ in m
- R_1 = Halbmesser des Stammgleises in m
- R_g = Halbmesser der Grundform in m
- s = Schienenentfernung in der neutr. Faser in m
- a, b, c = Längenänderungen in mm

Die Schienenlängen-Änderung im Zweiggleis erfordert noch die Gleichung

$$c = \frac{1000 \frac{L^3}{6 R_g}}{R_1} \quad (8)$$

Somit beträgt die Schienenlängen-Änderung für Innenbogenweichen

- im Stammgleis außen (1) $\Delta_1 = -a + b$
- im Stammgleis innen (2) $\Delta_2 = -a - b$
- im Zweiggleis außen (3) $\Delta_3 = \Delta_1 - c = -a + b - c$
- im Zweiggleis innen (4) $\Delta_4 = \Delta_2 - c = -a - b - c$

b) Außenbogenweiche (Bild 9)

Es betragen die Schienenlängen-Änderungen

- im Stammgleis außen (1) $\Delta_1 = -a + b$
- im Stammgleis innen (2) $\Delta_2 = -a - b$
- im Zweiggleis außen (3) $\Delta_3 = \Delta_2 + c = -a - b + c$
- im Zweiggleis innen (4) $\Delta_4 = \Delta_1 + c = -a + b + c$

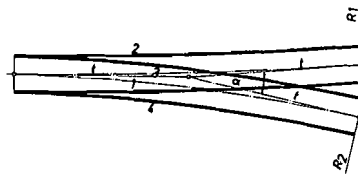


Bild 9

c) Übergangsbogenweichen

Für diese Weichen können vorstehende Gleichungen zur Anwendung kommen, wenn an Stelle von $R_1 = \rho m$, der mittlere Krümmungshalbmesser gesetzt wird. Für den abzweigenden Strang ergeben sich jedoch zusätzliche Längenunterschiede, je nachdem der Weichenanfang auf Seite des Übergangsbogenanfanges zu liegen kommt, oder das Weichenende.

Es ist daher der Faktor $\Delta_{\ddot{u}}$ zu berücksichtigen.

$$\Delta_{\ddot{u}} = \frac{1000 \frac{L^4}{24 R_g}}{K} \quad (9)$$

$$K = L_{\ddot{u}} R_{\ddot{u}} \quad (10)$$

Es bedeuten

- L = Weichenlänge in m
- R_g = Halbmesser der Grundform in m
- $L_{\ddot{u}}$ = Übergangsbogenlänge in m
- $R_{\ddot{u}}$ = Halbmesser am Ende des Übergangsbogens in m
- \ddot{u} = in mm

Für Parabel-Innenbogenweichen gilt für das Zweiggleis

a) Weichenanfang auf Seite Übergangsbogenanfang

$$\begin{aligned} \text{Außenstrang } \Delta_3' &= \Delta_3 - \Delta_{\ddot{u}} \\ \text{Innenstrang } \Delta_4' &= \Delta_4 - \Delta_{\ddot{u}} \end{aligned}$$

b) Weichenanfang auf Seite Übergangsbogenende

$$\begin{aligned} \text{Außenstrang } \Delta_3 &= \Delta_3 + \Delta_{\ddot{u}} \\ \text{Innenstrang } \Delta_4 &= \Delta_4 + \Delta_{\ddot{u}} \end{aligned}$$

Für Parabel-Außenbogenweichen gilt für das Zweiggleis

a) Weichenanfang auf Seite Übergangsbogenanfang

$$\begin{aligned} \text{Außenstrang } \Delta_3 &= \Delta_3 + \Delta_{\ddot{u}} \\ \text{Innenstrang } \Delta_4 &= \Delta_4 + \Delta_{\ddot{u}} \end{aligned}$$

b) Weichenanfang auf Seite Übergangsbogenende

$$\begin{aligned} \text{Außenstrang } \Delta_3 &= \Delta_3 - \Delta \ddot{u} \\ \text{Innenstrang } \Delta_4 &= \Delta_4 - \Delta \ddot{u} \end{aligned}$$

Die Schienenlängen-Änderungen Δ_1 bis Δ_4 werden bei den unbearbeiteten Zwischenschienen berücksichtigt.

Das Krümmungsbild

In diesem Abschnitt wird das Krümmungsbild so weit besprochen, als es für einfache Bogenweichen zur schnelleren Ermittlung des unbekanntenen Bogenhalbmessers erforderlich ist, und soweit es für Übergangsbogenweichen zum besseren Verständnis der Grenzfälle beitragen soll.

Unter Krümmung eines Bogens versteht man den Kehrwert seines Halbmessers.

$$K = \frac{1}{R}$$

Im Weichenbau wird, um unnötige Dezimalstellen zu vermeiden, für

$$K = 1000 \cdot \frac{1}{R} = \frac{1000}{R} \text{ gesetzt.}$$

Demnach entsprechen dem Halbmesser

$$\begin{aligned} R > 1000 \text{ Krümmung } K < 1 \\ R < 1000 \text{ Krümmung } K > 1 \end{aligned}$$

Für die Untersuchung von Bogenweichen, Übergangsbogen und solchen Weichen ist das Aufzeichnen des Krümmungsbildes überaus anschaulich.

Zunächst sei der Zusammenhang zwischen Drehgeschwindigkeit und Krümmung erläutert.

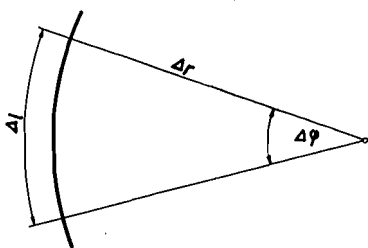


Bild 10

Betrachten wir in Bild 10 ein Bogenstück und greifen wir einen Abschnitt von der Länge Δl heraus, der so kurz ist, daß wir den Bogenhalbmesser r auf dieser Länge als unveränderlich ansehen können, so ist der Winkel, um welchen das Fahrzeug beim Durchlaufen des Bogenstückes Δl gedreht wird:

$$\Delta \varphi = \frac{\Delta l}{r}$$

Bewegt sich das Fahrzeug mit der Geschwindigkeit v in m/sec durch den Bogen, so durchläuft es die Strecke Δl in der Zeit

$$\Delta t = \frac{\Delta l}{v}$$

Die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeuges um die senkrechte Achse ist daher

$$\frac{\text{Drehwinkel}}{\text{Zeit}} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{\Delta l}{r} \cdot \frac{v}{\Delta l} = \frac{v}{r} \quad (11)$$

Die Drehgeschwindigkeit ist demnach verhältnisgleich der Krümmung $\frac{1}{R}$

Soll nun die Drehgeschwindigkeit bei der Fahrt durch den Bogen unverändert bleiben, so muß bei gleichbleibender Geschwindigkeit V die Krümmung ebenfalls unverändert sein.

Ein Bogen mit unveränderlicher Krümmung ist ein Kreisbogen.

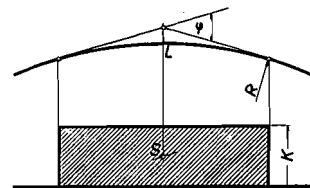


Bild 11

a) Krümmungsbild des Kreisbogens (Bild 11)

Die vom Krümmungsbild eingeschlossene Fläche ist verhältnisgleich der Bogenlänge im Einheitskreis mit dem Bogenmittelpunktswinkel φ

$$F = KL = 1000 \frac{L}{R} = 1000 \hat{\varphi}$$

Die Lage des Bogenmittelpunktes ist durch den Schwerpunkt S der Fläche bestimmt, damit ist auch die Lage des Tangentenschnittpunktes gegeben.

b) Krümmungsbild des Übergangsbogens

In einem Übergangsbogen soll die Zunahme der Drehgeschwindigkeit konstant sein. Die Zunahme selbst soll für den Fahrgast in erträglichen Grenzen gehalten werden. Die Krümmungslinie des Übergangsbogens muß daher eine zur Abszisse geneigte Gerade sein, deren Neigungswinkel einen bestimmten Grenzwert nicht übersteigen soll. Eine Kurve, deren Krümmungslinie eine zur Abszisse geneigte Gerade darstellt, ist eine Klottoide. Sie wird für Berechnungen der Absteckmaße von Übergangsbogenweichen mit genügender Genauigkeit durch eine Parabel 3. Grades ersetzt. Für sie gilt die Gleichung

$$y = \frac{x^3}{6LR}$$

Der Übergangsbogen (Bild 12)

Es bedeuten:

- $L_{\text{Ü}}$ = Übergangsbogenlänge
- $R_{\text{Ü}}$ = Halbmesser des anschließenden Kreisbogens
- K = Krümmung des Kreisbogens

- K_A = Stammgleiskrümmung am WA
- K_E = Stammgleiskrümmung am WE
- α = Bogenmittelpunktwinkel
- K_M = mittlere Krümmung des Bogens W
- W = Bogenausschnitt (Weichenlänge)
- WA = Weichenanfang
- WE = Weichenende
- X_A = Entfernung WA von UA
- X_E = Entfernung WE von UA
- ε = Bogenmittelpunktwinkel des Bogens W

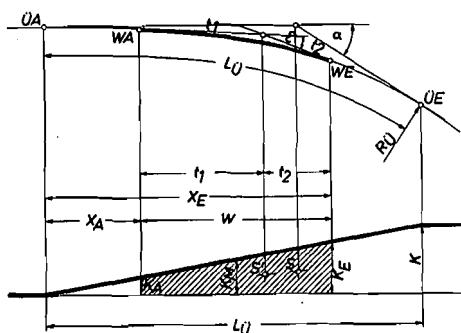


Bild 12

daher ist:

$$K_A = K \frac{X_A}{L_U} ; K_E = K \frac{X_E}{L_U} ; t_1 = \frac{W}{3} \cdot \frac{3X_A + 2W}{2X_A + W}$$

$$t_2 = W - t_1 ; K_M = \frac{K_A + K_E}{2} ; \varepsilon = \frac{K_M \cdot W}{1000}$$

c) Die Bogenweichen im Krümmungsbild

1. Die Außenbogenweiche (Bild 13)

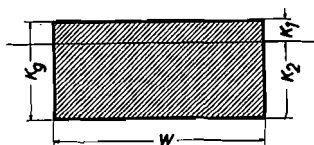


Bild 13

Es bedeuten:

- K_g = Krümmung der Grundform
- K_1 = Krümmung des Stammgleises
- K_2 = Krümmung des Zweiggleises

Nach obiger Darstellung ist $K_2 = K_1 - K_g$ (12)

K_2 ist negativ, daher Abzweigung nach außen.

Diese Gleichung erhält man auch, wenn man in Gleichung 5 den Kehrwert einsetzt.

Zur Erläuterung ein Beispiel:

Eine Weiche der Grundform mit $R_g = 500$ m wird in einem Bogen $R_1 = 800$ m mit Abzweigung nach außen, eingelegt. Nach Gleichung 5 ist

$$R_2 = \frac{R_g \cdot R_1}{R_g - R_1} = \frac{500 \cdot 800}{500 - 800} = -1333,3 \text{ m}$$

Nach Gleichung 12 ist

$$K_2 = K_1 - K_g = 1,25 - 2,00 = -0,75$$

$$R_2 = -1333,3 \text{ m}$$

Unter Berücksichtigung von t^2 nach Gleichung 4 ist

$$R_2 = \frac{R_g \cdot R_1 + t^2}{R_g - R_1} = \frac{500 \cdot 800 + 432,5}{500 - 800} = -1334,773 \text{ m}$$

2. Die Innenbogenweiche (Bild 14)

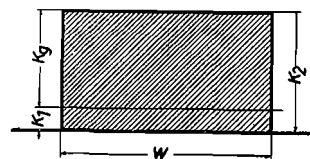


Bild 14

Ähnlich Gleichung 12 ist

$$K_2 = K_1 + K_g \quad (13)$$

K_2 positiv, daher Abzweigung nach innen

d) Die Übergangsbogenweiche, Abzweigung nach innen (Bild 15)

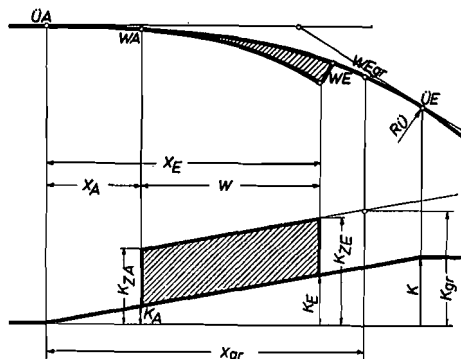


Bild 15

Ist der Übergangsbogen bestimmt, und ist die Lage der Weiche entweder durch einen Halbmesser oder durch einen Weichenpunkt gegeben, so können alle erforderlichen Werte aus dem Krümmungsbild ermittelt werden.

Liegt jedoch der Weichenanfang auf Seite des Übergangsbogenanfanges, wie in obestehender Abbildung dargestellt, ist zu untersuchen, ob die Krümmung den höchstzulässigen Wert, d. i.

$$K_{gr} = 4,763 ; \quad R_{gr} = 214 \text{ m}$$

nicht unterschreitet, da sonst Spurerweiterung von da ab erforderlich ist.

Demnach ist der Grenzwert für den Weichenanfang

$$X_A = \frac{(K_{gr} - K_g) L_U}{K} - w \quad (14)$$

Es bedeuten:

- K_{ZA} = Krümmung des Zweiggleises am WA
- K_{ZE} = Krümmung des Zweiggleises am WE

Alle übrigen Bezeichnungen nach Bild 10 und 11.

e) Die Übergangsbogenweiche, Abzweigung nach außen (Bild 16).

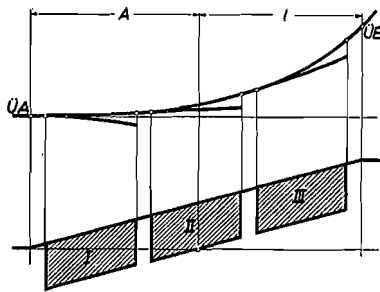


Bild 16

Liegen Weichen mit der Abzweigung nach außen im Übergangsbogen, so kann der Fall eintreten, daß sich innerhalb einer Weiche ein Gegenbogen ergibt. Dies soll tunlichst vermieden werden. Innerhalb des Bereiches A ergeben sich somit Außenbogenweichen (Schnittpunkt der Krümmungslinie des Zweiggleises mit der Abszisse), innerhalb des Bereiches I Innenbogenweichen. Kommt eine Weiche in beiden Feldern zu liegen, so entsteht in der Abzweigung ein Gegenbogen. Es ist also

- Weiche I eine Außenbogenweiche (ABW)
- Weiche II eine Außen-Innenbogenweiche (ABW/IBW)
- Weiche III eine Innenbogenweiche (IBW)

Die Grenzwerte können nach dem Krümmungsbild ermittelt werden.

f) Grenzfall einer Übergangsbogenweiche (Bild 17)

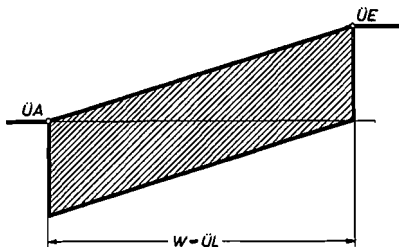


Bild 17

Weichenlänge = Übergangsbogenlänge

Hier geht infolge des Übergangsbogens eine Linksweiche allmählich in eine Rechtsweiche über.

Geometrische und konstruktive Voraussetzungen für Bogenweichen

Sollen einfache Weichen als Bogenweichen verwendet werden, so setzt dies voraus, daß ihre Grundform geometrisch wie konstruktiv so ausgebildet ist, daß einerseits die für die Verbiegung erforderlichen Bedingungen erfüllt werden, andererseits die Einplanung solcher Weichen in das Gleisnetz möglich ist. Soll

daher eine Weiche in einem durchlaufenden Bogen zu liegen kommen, so muß sie in ihrer ganzen Länge verbiegbar sein. Besitzt die Weiche ein gerades Herzstück (Bild 18, Fig. 1), so entstehen bei Innenbogenweichen im abzweigenden Strang zwei verschieden große Halbmesser, wobei das bestehende Bogenstück den neuen Zweighalbmesser der Bogenweiche annimmt, während das früher gerade Stück im gleichgerichteten Sinne nach dem Stammgleis verbogen wird (Bild 18, Fig. 2).

Bei Außenbogenweichen erfolgt die Verbiegung des geraden Stückes ebenfalls nach dem Stammgleis, jedoch im entgegengesetzten Sinne (Bild 18, Fig. 3).

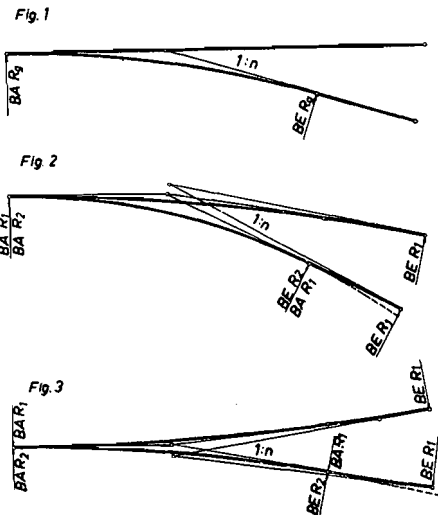


Bild 18

Weist daher die Grundform der Weiche im Zweiggleis ein gerades Stück auf, so entsteht bei Außenbogenweichen in diesem Strang immer ein Gegenbogen. Solche Weichen dürfen nur im Bereiche ihrer Bogenlängen verbogen werden und eignen sich daher nicht für Außenbogenweichen, die im durchlaufenden Bogengleis zu liegen kommen. Aus der Darstellung der Bogenweichen ist ferner ersichtlich, daß Weichenanfang und Bogenanfang zusammenfallen müssen. Ebenso muß der abzweigende Strang das Stammgleis berühren. Bogenüberschneidungen stellen ein schweres Hindernis für die Verbiegbarkeit der Weiche dar. Bild 19 zeigt den Weichenanfang einer solchen Weiche. Abgesehen davon, daß bei diesen Weichen in der Regel die beiden Halbmesser verschiedene Mittelpunkte besitzen und daher beim Verbiegen des Stammgleises drei neue Halbmesser entstehen, ändert sich mit der Verbiegung auch die Lage der Schnittpunkte 1 und 2. Bei Außenbogenweichen wandert der Punkt 1 um das Maß f_1 zur Spitze, während der Punkt 2 um das Maß f_2 von der Spitze abwandert. Den Extremfall stellt eine Linksweiche dar, bei welcher sich gegenüber einer Rechtsweiche die Lage der Schnittpunkte

vertauscht. Ein unerwünschter Gegenbogen, schlecht anliegende Zungen und ein sehr kompliziertes Einplanen solcher Weichen in Gleisbögen, machen ihre Verwendung zur Bogenweiche unmöglich.

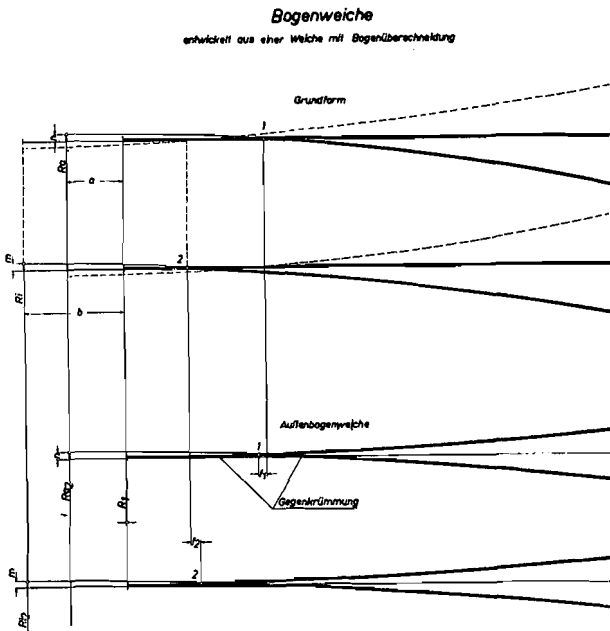


Bild 19

Wird eine Weiche über ihre ganze Länge verbogen, so muß auch das Herzstück in seiner ganzen Länge verbiegbare sein (Bild 20), sich also den neuen Weichenhalbmessern anpassen. Herzstücke, die aus geschmiedeten oder gegossenen Blöcken bestehen, können nicht verbogen werden. Will man daher diese Herzstücke der Grundform einer Weiche auch für Bogenweichen verwenden, so bedeutet dies, daß die Weiche im Bereiche des Herzstückes gerade ist (Bild 21, Fig. 1), d. h. daß der Bogen der Weiche über die Länge des Herzstückes durch eine Sehne ersetzt wird. Es entsteht daher eine Linienführung, die den Lauf des Fahrzeuges in nicht geringem Maße ungünstig beeinflusst. Da insbesondere die Stahlgußherzstücke aus erzeugungstechnischen Gründen außerdem in ihrer Baulänge möglichst kurz

Herzstück der Grundform der Weiche

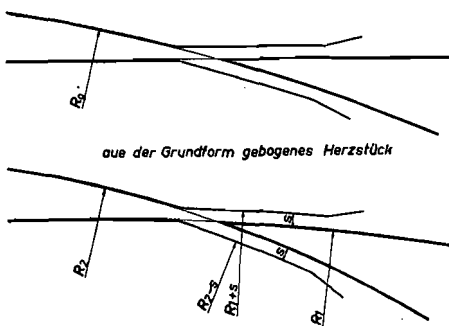


Bild 20

gehalten werden müssen, können sie nicht bis zum Weichenende geführt werden. Mithin ist der Einbau von kurzen Anschlussschienen erforderlich (Bild 21, Fig. 2). Dadurch ist ein zusätzlicher Schienenstoß notwendig, der infolge der Unnachgiebigkeit des Herzblockes wenig elastisch und daher einem sehr großen Verschleiß ausgesetzt ist, ganz besonders dann, wenn er mit Isolierlaschen versehen werden muß.

Selbst die heute vielfach verwendeten, aus Vollschienen hergestellten, teilweise oder vollständig verschweißten Herzstücke erfüllen nicht die für die Verbiegung eines Herzstückes gestellten Bedingungen. Sie können zwar für jede Bogenweiche, durch Biegen der Flügel- und Anschlussschienen vor dem Verschweißen, hergestellt werden, ein nachträgliches Verbiegen ist jedoch nicht mehr möglich. Es kann daher ein solches fertig verschweißtes Herzstück der Grundform einer Weiche für Bogenweichen nicht verwendet werden. Dies bedeutet, daß Ersatzherzstücke für Bogenweichen neu angefertigt werden müssen, was die Ersatzteilhaltung wesentlich verteuert.

Fig. 1

Bild 21

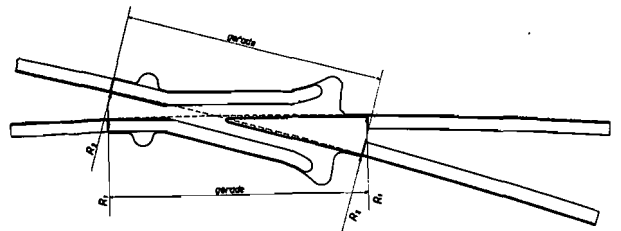
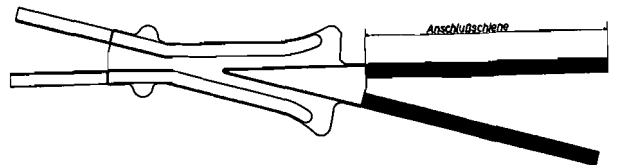


Fig. 2



Die Auflösung des Herzstückes in verbiegbare Elemente ermöglicht die Anpassung desselben an jede Bogenweiche, durch nachträgliches Verbiegen der einzelnen Elemente des Herzstückes der Grundform (Bild 22). Durch Verwendung eigener Vollschienen und durch Vorziehen der Hauptspitze bis nahe an die Knickstelle der Flügelschienen ergibt sich eine brauchbare Lösung, welche die für Bogenweichen gestellten Bedingungen erfüllt und dem Herzstück dennoch jene Festigkeit verleiht, die den großen Beanspruchungen gewachsen ist. Da in der Regel nie beide Weichenstränge gleich stark befahren werden, kann zufolge dieser Konstruktion das Herzstück so ausgebildet werden, daß die Hauptspitze in der Hauptfahrtrichtung zu liegen kommt. Jahrzehntelange Verwendung hat die Brauchbarkeit dieser Herzkonstruktion auch in

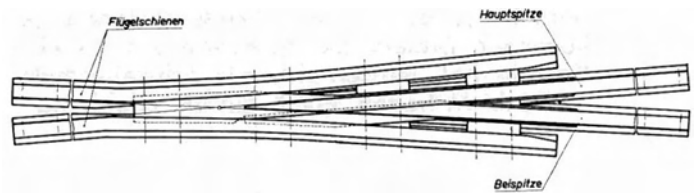
bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit unter Beweis gestellt. Die Konstruktion dieser Herzstücke wird im Abschnitt III ausführlich besprochen.

Der Verbiegung einer Weiche dürfen auch keine Bauelemente hinderlich im Wege sein (Bild 23).

Zungenplatten, Gelenkplatten und Unterzugsbleche beim Herzstück machen die Weiche zu einem starren System, welches das Verbiegen erschweren, ja sogar unmöglich machen kann. Aus diesem Grunde müssen alle über mehrere Schwellen reichenden Platten vermieden werden. Da auch die Drehstuhlplatte der Gelenkzunge das Verbiegen behindert, ist diese Zunge durch die zweckmäßigere Feder-schienenzunge zu ersetzen, was jedoch auch aus viel wesentlicheren Gründen, auf welche im Abschnitt III näher eingegangen wird, erforderlich ist. Zungenplatten erübrigen sich bei entsprechender Schwellenausteilung und richtiger Ausbildung der Schienenbefestigungen. Durch den Fortfall der Bleche, die immer über mehrere Schwellen zu liegen kommen, wird nicht nur das Verbiegen der Weiche ermöglicht, sondern auch das einwandfreie Unterstopfen der Schwellen erreicht, da außer den Schienen keinerlei Bauelemente diese Arbeit behindern.

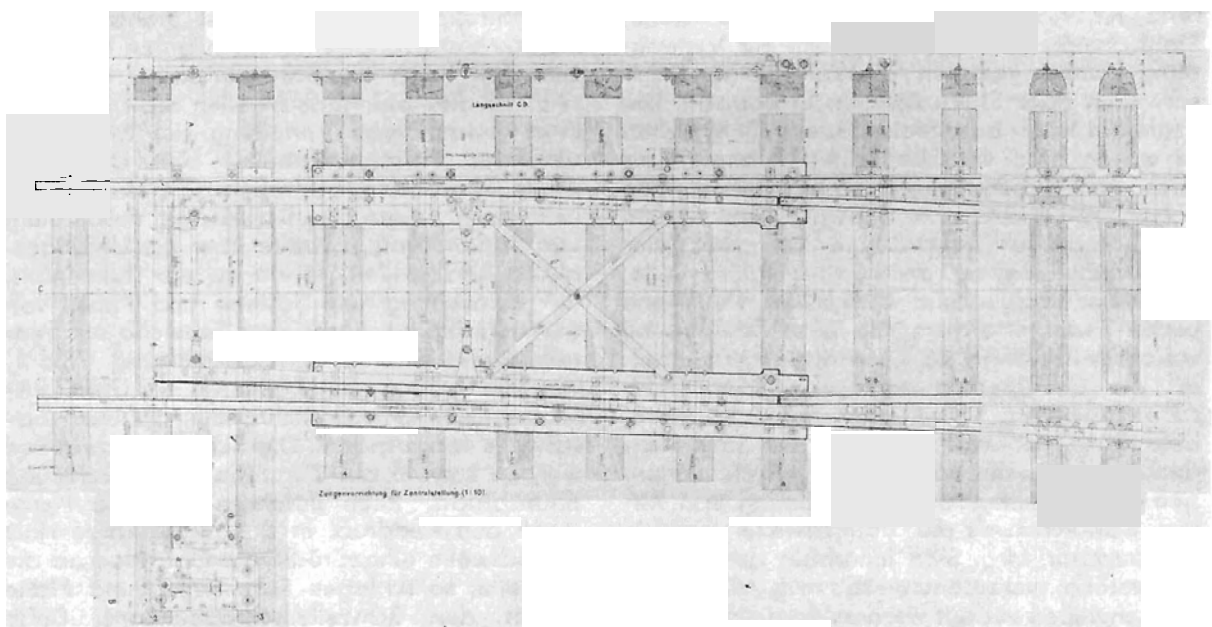
Gewissenhaft unterstopfte Schwellen aber geben der Weiche eine ruhige Lage, wodurch ihr Verschleiß herabgesetzt und die Lebensdauer beträchtlich erhöht wird. Dies wirkt sich im besonderen Maße bei Gleiskreuzungen und Kreuzungsweichen aus, bei welchen infolge der Vielzahl der Bauelemente eine unruhige Schwellenlage große Erhaltungskosten verursacht.

Bild 22



Liegt eine Weiche als Außenbogenweiche im Übergangsbogen, so ist eine klare Unterscheidung ihrer Rechts- bzw. Linkslage in Bezug zu ihrer Grundform nicht mehr möglich (siehe Bild 17). Es ist daher für Bogenweichen von großem Vorteil, die Schwellenlage der Grundform der Weiche so zu gestalten, daß die Schwellen für Links- und Rechtsweichen verwendbar sind. Dies ist dann möglich, wenn die Schwellen so eingelegt werden, daß die Pfeilhöhen beider Kreisbogen gleich groß sind. Es ist eine fächerförmige Lage der Schwellen anzustreben. Die Schwellen liegen dann im richtigen Winkel in der Weiche (Bild 24) wenn die Maße a bzw. a' für den äußeren und inneren Strang dieselbe Größe haben. Die Bestimmung der Schwellenlage wird dadurch erreicht, daß ein Bogen mit dem Halbmesser R_i vom Scheitelpunkt O des äußeren Halbmessers aufgetragen wird. Zeichnet man sich von einem angenommenen Punkt A aus die horizontale und vertikale Linie, so erhält man in den beiden Bogensträngen die Schnittpunkte der Schwellenachse. Die senkrechte Entfernung

Bild 23



zwischen den Innenhalbmessern ist für jeden Fall die Spurweite s , weil die beiden Kreismittelpunkte um die Spurenweite verschoben sind. Da jedes auf diese Weise zustande gekommene Dreieck die Spurenweite s als eine Kathete hat, müssen sich alle Schwellenmittel im Punkt M treffen. Für X gilt die Gleichung

$$X = \frac{R_i \cdot s}{2 R_m}$$

Bei großen Halbmessern nähert sich der Wert X der halben Spurweite, so daß in solchen Fällen der Abstand des Schwellenachsen-Schnittpunktes vom Mittel des geraden Gleisstranges näherungsweise mit $2 R_m$ angenommen werden kann. Weichen mit fächerförmig eingelegten Schwellen benötigen für Rechts- und Linksweichen nur einen Schwellensatz, ebenso sind durchgehende Platten bei Holzschwellen in beiden Fällen verwendbar. Dies vereinfacht auch die Lagerhaltung.

Der folgende Abschnitt III behandelt die Bauelemente der Weichen, unter Berücksichtigung der in den Abschnitten I und II gestellten Bedingungen.

III. Abschnitt Die Bauelemente der Weichen

Der Weichenoberbau

Er stellt in der Durchbildung der Weichen einen wesentlichen Faktor dar und kann mit Recht als das Fundament der Weiche bezeichnet werden. Gewährleistung der Spurhaltigkeit, ruhige Lage des Gleises, vor allem aber die Sicherheit in der Führung des Fahrzeuges, insbesondere über das Kreuzungsstück, und ein Minimum an Erhaltungskosten sind die Voraussetzungen für einen guten Oberbau. Während für das freie Gleis die Holzschwelle, Stahlschwelle oder Betonschwelle zur Verwendung kommt, kommen für Weichen nur Holzschwellen oder Stahlschwellen in Betracht. Die Wahl der Holz- oder Stahlschwelle für Weichen ist sowohl von wirtschaftlichen Belangen, als auch von sicherungstechnischen Erwägungen abhängig, sie muß aber auch den Bedürfnissen des Unterbaues entsprechen. Bei geeigneter Schienenbefestigung kann die Holzschwelle, wenn sie entsprechend konserviert wird, eine Lebensdauer erreichen, die ihre Verwendung voll auf rechtfertigt; sie kann aber fast niemals an die unbegrenzte Haltbarkeit der Stahlschwelle heran, wenn diese eine Schienenbefestigung aufweist, welche die Schwellendecke nicht durch Lochungen schwächt. Lochungen geben immer Anlaß zur Bildung von Rissen, wodurch auch die Stahlschwelle vorzeitig unbrauchbar wird. Sind innerhalb der Weiche Isolierstöße vorzusehen, so muß diese auf Holzschwellen verlegt werden. Sind Isolierstöße

Die fächerförmige Schwellenlage

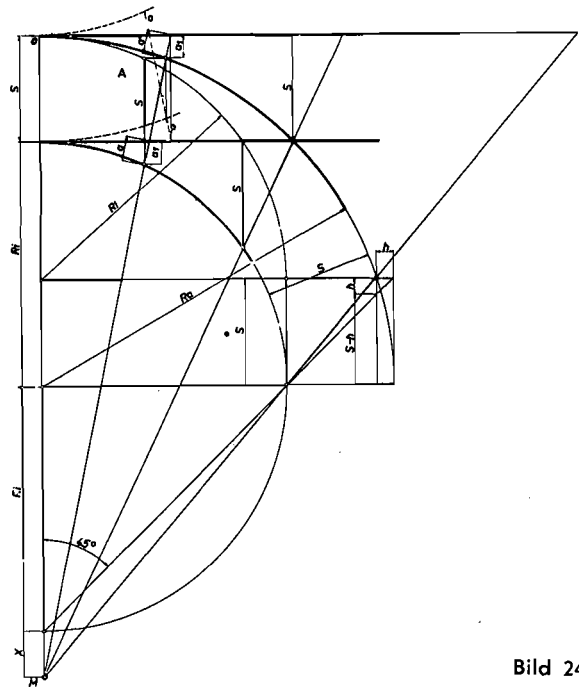


Bild 24

nur am Weichenanfang, oder an den Weichenenden erforderlich, so kann die Weiche auf Stahlschwellen liegen, wenn als Stoßschwellen Holzschwellen verwendet werden. Bei Bogenweichen in Einfahrtsgleisen, die mit hohen Geschwindigkeiten befahren werden, sind Weichen auf Stahlschwellen solchen auf Holzschwellen vorzuziehen. Durch die trogförmige Ausbildung der Stahlschwelle entsteht eine Reibung Schotter auf Schotter, die den seitlichen Verschiebungskräften einen wesentlich größeren Widerstand entgegengesetzt, als es bei der Reibung Holz auf Schotter der Fall ist.

Während bei Weichen auf Stahlschwellen die Voraussetzungen für einen guten Oberbau zum Teil durch die Schwelle selbst gegeben sind, ist dies bei Holzschwellen nicht der Fall. Eine gleichmäßige Verteilung der Kräfte auf sämtliche Befestigungsmittel der Unterlagsplatte ist daher anzustreben. Die Notwendigkeit eine sichere, kraftschlüssige Verbindung von Schiene und Schwelle über die Unterlagsplatte herzustellen, führte zu der Erkenntnis, die Befestigung von Schiene und Platte von der Befestigung Platte und Schwelle zu trennen. Bei direkter Schienenbefestigung (Bild 1) wird die Schiene gemeinsam mit der Unterlagsplatte durch Schwellenschrauben auf der Holzschwelle festgespannt. Die Schwellenschrauben werden sowohl auf Zug, wie auf Abscherung beansprucht. Beim Befahren wird die Platte durch den Raddruck in das nachgiebige Holz der Schwelle eingedrückt. Verläßt das Rad die Schwelle, so schlagen Schienenfuß und Platte gegen den Schwellenschraubenkopf. Diese



Bild 1

Schläge werden größer, je mehr sich die Platte in die Schwelle eindrückt. Sie beginnen allmählich das Holzgewinde zu zerstören. Damit aber tritt eine Lockerung der Schwellenschraube und dadurch eine Verringerung der Reibung zwischen Platte und Schwelle ein. Die Seitenkräfte werden in erhöhtem Maße auf die Schwellenschrauben übertragen, die Schrauben verbiegen sich und durch das Eindringen von Feuchtigkeit in die erweiterten Schraubenlöcher schreitet das Zerstörungswerk rasch vorwärts.

Die Erkenntnis, aus vorerwähnten Gründen Schienen und Plattenbefestigung von einander zu trennen, führte zur Entwicklung des Rippenplattenoberbaues, der infolge seiner besonderen Vorzüge nicht nur im Gleisbau, sondern vor allem im Weichenbau Eingang gefunden hat. Bei diesem Oberbau werden die Seitenkräfte vom Schienenfuß auf die Rippen der Platte übertragen. Die senkrechten Kräfte werden nicht nur durch eine zwischen Schienenfuß und Platte eingelegte Holz- oder Gummizwischenlage, sondern auch durch die Federringe der Hakenschrauben, die über eine glockenförmige Klemmplatte die kraftschlüssige Verbindung zwischen Schiene und Platte herstellen, weitestgehend gemildert. Die Platte selbst wird mit 4 Schwellenschrauben auf der Holzschwelle befestigt. (Bild 2). Die Schwellenschrauben werden auch hier auf Zug und Abscherung beansprucht. Die Abscherkräfte sind jedoch sehr klein, da der größte Teil der Seitenkräfte infolge des festen Schlusses zwischen Schwelle und Platte und der dadurch hervorgerufenen großen Reibung, nicht zur Wirkung kommt, während sich der restliche Teil auf 4 Schwellenschrauben verteilt. Wenngleich die durch die Konstruktion bedingte Größe der Platte, gegenüber anderen Ober-

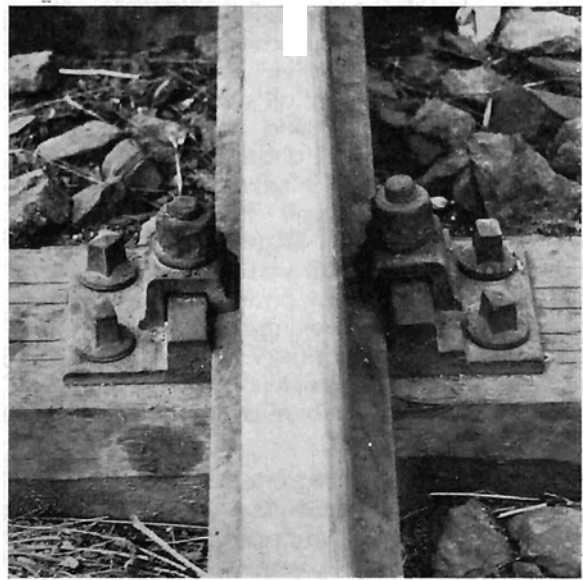
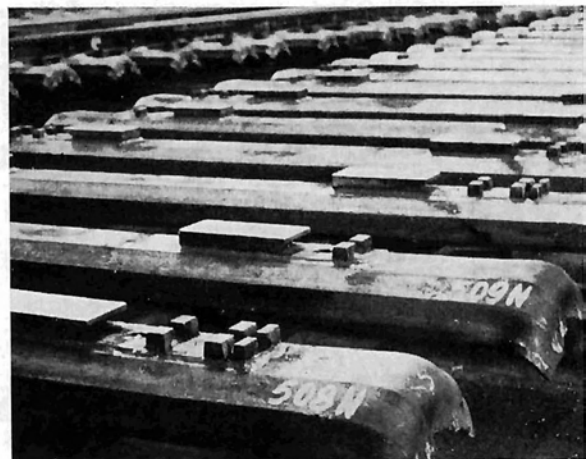


Bild 2

bauarten die geringste spezifische Flächenpressung aufweist, so ist es empfehlenswert, auch zwischen Schwellenschrauben und Platte Federringe einzubauen, insbesondere in Gleisen die hohen Achsdrücken mit großen Schlagzahlen ausgesetzt sind. Bei Holzschwellen ist das Bohren der Schwellenschraubenlöcher, die mittels Bohrschablonen erfolgen soll, unbedingt vor dem Tränken der Schwellen durchzuführen, da nur so eine einwandfreie Konservierung des Bohrloches möglich ist. Schwellen mit nachträglich gebohrten Schraubenlöchern haben eine um viele Jahre geringere Lebensdauer.

Der Rippenplattenoberbau findet auch bei Stahlschwellen Anwendung. Die Platten werden mittels Schweißlehre auf den Schwellen angeheftet (Bild 3) und mit diesen dann über ihren ganzen Umfang verschweißt. Durch das Aufschweißen der Rippenplatte wird die Schwellendecke verstärkt, dies bedeutet aber,

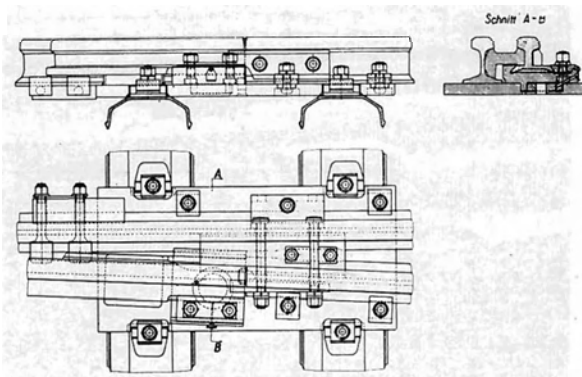
Bild 3



daß die für den Rippenplatten-Oberbau verwendete Schwelle schwächer gehalten werden kann, als die Schwellen anderer Oberbauformen. Durch den Entfall der Lochungen, die immer Anlaß zur Bildung von Rissen geben, ist ihre Haltbarkeit unbegrenzt. Auch bei Rippenplatten auf Stahlschwellen werden zwischen Schienenfuß und Platte Holz- bzw. Gummizwischenlagen eingelegt. Dieser Oberbau befährt sich daher wesentlich weicher und angenehmer, als jeder andere Stahlschwellenoberbau. Die Zwischenlagen verhindern aber auch weitestgehend das Wandern der Schienen, so daß Wanderschutzklemmen im allgemeinen nur im Bremsbereich in starken Gefällen notwendig sind.

Das Befestigungsmaterial ist für Weichen auf Stahlschwellen dasselbe wie für Weichen auf Holzschwellen. Die Spurhaltigkeit ist selbst bei Lockerung der Klemmplattenschrauben gegeben, da sich der Schienenfuß gegen die Rippe abstützt. Zieht man ferner in Betracht, daß die Rippenplatten gegenüber anderen Konstruktionen die geringste Flächenpressung aufweist und den größten Seitendruck zuläßt, so ist der Rippenplattenoberbau aber auch in bezug auf Wirtschaftlichkeit allen anderen Oberbauarten überlegen. Richtig verlegt, bedarf er kaum einer besonderen Wartung. Er ist auch keinem Verschleiß unterworfen, so daß er nach jahrzehntelanger Liegedauer bei Gleis- und Weichenauswechslungen ohne Nacharbeit wieder verwendet werden kann. Die Lebensdauer der Holzschwellen ist erheblich größer, als bei anderen Schienenbefestigungen, die Kosten der Erhaltung aber sind wesentlich geringer. Eine Lockerung der Schwelenschrauben trifft kaum ein. Während der Lebensdauer der Holzschwellen, die zwischen 25 bis 35 Jahren liegt, erweist sich nur die Auswechslung von Holzzwischenlagen und Federungen in zahlenmäßig geringem Umfange, die Auswechslung von Hakenschrauben und Schraubenmuttern nur in Ausnahmefällen als notwendig.

Bild 4



Die Weichenzungen

Lange Zeit konnte sich die Gelenkzunge (Gz), also die Zunge mit um einen Punkt drehbarer Bewegung, allgemein behaupten. (Bild 4). Sie besitzt zwar den Vorzug, für alle Weichen verwendbar zu sein, doch weist sie Mängel auf, die zwangsläufig zur Entwicklung anderer, völlig neuartiger Konstruktionen führten.

Die Praxis hat gezeigt, daß der Stoß zwischen der drehbar gelagerten Zunge und der Anschlußschiene den heutigen Beanspruchungen nicht mehr gewachsen ist. Diese Feststellung läßt sich durch die Betrachtung des gewöhnlichen Schienenstoßes bestätigen. Im Gleis ist die Schiene nicht nur das tragende Element, es fällt ihr auch die Aufgabe zu, das Fahrzeug sicher zu führen und einen möglichst erschütterungsfreien Lauf zu gewährleisten. Sollen die Forderungen nach Steigerung der Fahrgeschwindigkeit, Erhöhung der Radrücke und Zunahme der Verkehrsdichte erfüllt werden, so stellt, abgesehen von der Linienführung, ein Gleis ohne Stöße den Idealzustand dar. Diesem Zustand kommt man heute durch Verwendung von Langschienen oder durch Verschweißen der Stöße, nicht nur im laufenden Oberbau, sondern auch innerhalb der Weichen sehr nahe. Wo jedoch die Stöße nicht vermieden werden können, müssen diese so hergestellt werden, daß sie möglichst fest und unnachgiebig sind. Trotzdem steht fest, daß ein Stoß, der im neuen Zustand noch so gut sein mag, beim Befahren durch die Räder schwersten Schlägen ausgesetzt ist, deren Folgen durch Lösen der Verbindungsschrauben, Losrütteln der Schwellen und Lockerung des Bettungsmaterials sichtbar werden. Betrachten wir demgegenüber einen Gelenkstoß, so besteht zwischen der Gelenkzunge und der anschließenden Schiene überhaupt keine feste Verbindung und die sonst aus wenigen Teilen bestehende Stoßverbindung muß für eine bewegliche Gelenkanordnung in eine Unzahl von Einzelteilen aufgelöst werden. (Bild 5).

Ist daher schon ein gewöhnlicher Schienen-

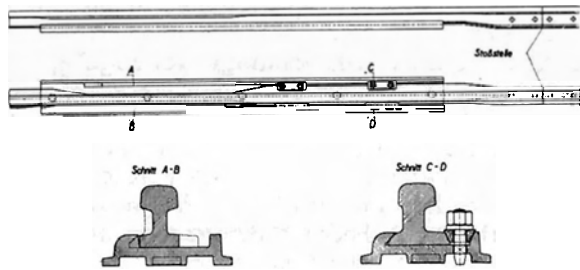
Bild 5



stoff eine schwache Stelle im Gleis, so kann man den Gelenkstoß wohl mit Recht als den ungünstigsten Schienenübergang bezeichnen. Dies hat somit zwangsläufig zur Entwicklung anderer Konstruktionen, und damit zur Konstruktion mit federnden Zungen geführt.

Eine in den genannten Punkten grundsätzlich anders gearbete Lösung stellen daher die Weichen mit Federzungen (Fz) dar.

Bild 6



Bei den Federzungen ermöglicht die dem Werkstoff innewohnende Elastizität das Öffnen und Schließen der Zungen. Die Verbindung mit der Anschluschiene erfolgt jedoch wie bei jedem gewöhnlichen Schienenstoß durch Laschen. (Bild 6). Um diese Verlaschung zu ermöglichen, wird die aus einem Blockschienenprofil bestehende Zunge am Ende auf das Profil der Regelschiene umgeformt, was durch Umschmieden oder Pressen, oder wie der Fachausdruck lautet, durch Ausballen erreicht wird. Die Länge der Ausballung muß daher etwas mehr als die halbe Laschenlänge betragen. Damit die Verbiegung der Zunge ohne bleibende Formänderung und mit normalem Kraftaufwand erfolgen kann, ist es notwendig, diese wesentlich länger als bei Gelenkzungen üblich auszubilden und die Federung durch Schwächung des Zungenquerschnittes zu erleichtern. Sie federt also im Bereiche einer Federstelle und wird an dieser Stelle durch Abhobeln des Fußes derart bearbeitet, daß sie sich möglichst leicht durchbiegen läßt. Diese Bearbeitung verringert die Tragfähigkeit der Zunge, die an sich schon geringer ist, als die der Regelschiene. Aus diesem Grunde ist eine besondere Unterstützung im Bereiche der Federstelle erforderlich, weshalb sie auf einer Zungenplatte gelagert wird.

Doch auch diese Lösung war keinesfalls zufriedenstellend. Die über mehrere Schwellen reichende Zungenplatte ist dem einwandfreien Unterstopfen der Schwelle im Wege, sie macht ebenso wie die Gelenkzungenplatte die Weiche zu einem starren System, wodurch die Verwendung solcher Weichen zu Bogenweichen behindert wird. Dies führte zur Entwicklung der Federschienenzunge (Fsch). Bei diesen Zungen wird das Zungenprofil am Ende auf das Profil

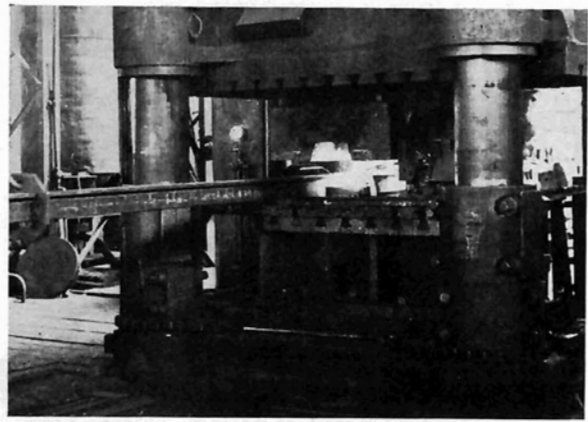


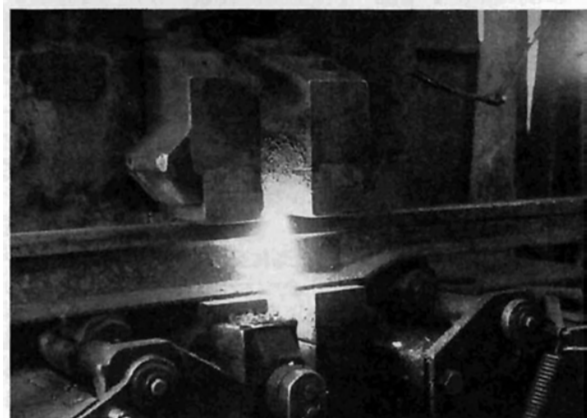
Bild 7

der Regelschiene ausgeballt (Bild 7) und mit dieser elektrisch stumpf verschweißt (Bild 8).

Die Länge der Ausballung ist im Gegensatz zu der der Federzunge wesentlich geringer, da sie nur den für die Stumpfschweißung erforderlichen Übergangsquerschnitt benötigt. Die Federstelle selbst wird in die angeschweißte Regelschiene verlegt, so daß das Zungenprofil in seinem Querschnitt nicht geschwächt wird. (Bild 9). Der Fuß wird an der Federstelle, welche sich über 2 bis 3 Schwellenfelder erstreckt, auf ungefähr Kopfbreite abgefräst. Zur Sicherung gegen allfälligen Bruch wird die Schweißstelle mit Sicherheitslaschen versehen. (Bild 10).

Eine besondere Unterstützung durch eine Zungenplatte ist nicht erforderlich, da das Widerstandsmoment der Schiene an der Federstelle, bezogen auf die waagrechte Schwerpunktschwerachse, größer ist, als das des normalen Zungenprofils. Das Widerstandsmoment, bezogen auf die Symmetrieachse ist annähernd dasselbe, wie bei der Federstelle im Zungenprofil einer Federzunge. Es ist daher für die Umstellung einer Federschienenzunge, gleichen Abstand des Angriffes von der Einspannstelle vorausgesetzt, kein größerer Kraftaufwand erforderlich, als bei Federzungen. Diese Zungen

Bild 8



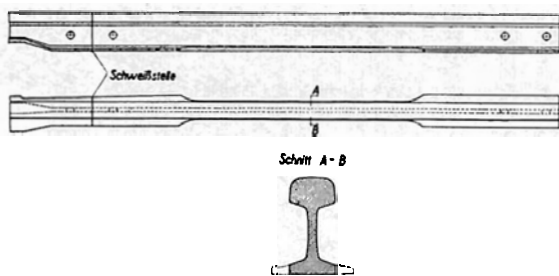


Bild 9



Bild 10

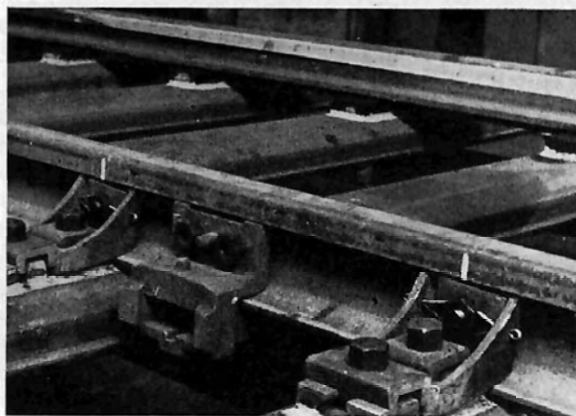


Bild 11

können auch aus Regelschienen, bei starken Belastungen aus Regelschienen mit verstärktem Steg hergestellt werden. Dadurch entfällt das mit großen Kosten verbundene Ausballen des Zungenendes, sowie die elektrische Stumpfschweißung. Die Einspannung der Backenschiene erfordert jedoch in diesem Falle besondere Schienenstützen, da die Schiene nur einseitig eingespannt werden kann.

Bei Verwendung von Federschienenzungen nach Bild 9 erfolgt die Befestigung der Backenschiene und ihre Abstützung gegen Seitenkräfte durch Rippenplatten mit Schienenstützen. Während der Schienenfuß einerseits durch die Klemmplatte, andererseits durch einen, den Fuß übergreifenden Gleitstuhl festgehalten

wird, wird die Schienenstütze über eine doppelt wirkende Keilklemmplatte an die Laschenkammer der Schiene angepreßt. (Bild 11). Infolge ihrer keilförmigen Anpreßfläche kann sie jederzeit nachgestellt werden. Sie ist daher gegen Abnutzung unempfindlich. Die Abstützung der Zunge gegen die Backenschiene erfolgt durch eine entsprechende Anzahl an die Schiene angeschraubter Stützen.

Durch Verwendung von Federschienenzungen vereinfacht sich der Bau und die Unterhaltung einer Weiche wesentlich, weil die der besonderen Abnutzung unterworfenen Konstruktionsteile entfallen. Die Schwellen sind über die ganze Weichenlänge frei zugänglich. (Bild 12) und können daher mit jener Sorgfalt unterstopft werden, die für die ruhige Lage der Weiche erforderlich ist. Sie ist aber auch frei von Bauelementen, die dem Verbiegen der Weiche bisher hinderlich im Wege standen. Die Vorteile der Federschienenzunge treten so klar zutage, daß die Gelenkzunge heute wohl als überholt angesehen werden kann. Sie hat nur mehr dort Berechtigung angewendet zu werden, wo aus konstruktiven Gründen die Anwendung von Federschienenzungen nicht möglich ist. Es ist daher selbstverständlich, daß die Federschienenzunge nunmehr auch bei Kreuzungsweichen mit innerhalb des Kreuzungsviereckes liegenden Zungen Eingang gefunden hat. Sie hat sich bei den Kreuzungsweichen 190—1 : 9 (Bild 13) bestens bewährt und findet ebenso auch Anwendung bei den Kreuzungsweichen 500—1 : 9. Auch die Flachweiche 1200—1 : 18,5, sowie die Flachkreuzung der gleichen Neigung sind mit Federschienenzungen ausgestattet worden.

Die Herzstücke der Weiche

a) Das einfache Herzstück

Wird eine Weiche über ihre ganze Länge verbogen, so muß auch das Herzstück verbiegbare sein (Bild 14). Aus diesem Grunde sind Herzstücke, die aus Blöcken bestehen, die entweder gegossen oder geschmiedet werden, nicht verwendbar. Es ist notwendig, das Herzstück so auszubilden, daß es aus einer entsprechenden Anzahl von Teilen besteht, die ohne besondere Schwierigkeit im Bedarfsfalle nach den neuen Weichenhalbmessern verbogen werden können. Die werkstatmäßige Anarbeitung bleibt auf die Grundform der einfachen Weiche beschränkt, das Verbiegen wird erst beim Auflegen der Bogenweiche durchgeführt.

Voraussetzung für die Verwendung geteilter Herzstücke ist ihre sorgfältige geometrische und konstruktive Durchbildung. Die bei der Fahrt durch das Herzstück auftretenden unvermeidlichen Stöße und Schläge müssen auf ein Minimum reduziert werden. Abgesehen von der richtigen Bemessung der Herzrille sind der Ausbildung der sanften Einfahrt, der richtigen Höhenverholung der Herzspitze sowie einer

zweckmäßigen Bearbeitung der Flügelschienen größte Beachtung zu schenken. Bild 15, Fig. 1 zeigt das Schema eines Herzstückes mit beiderseits gleicher Rillenbreite. Die erforderlichen Rillen sind nur im Bereiche der Herzspitze, also über die Länge $a-b$ vorgesehen, während nach vorne und rückwärts durch eine allmähliche Verbreiterung der Rille von m auf n ein sanfter Einlauf ermöglicht wird. Durch Verhobeln des Kopfes der Flügelschiene entfällt der sich für den Überlauf des Rades ungünstig auswirkende Kopfradius, wodurch bei einer Überlauflänge l die Herzspitze die Breite s besitzt. Dies bedeutet, daß die Radlast von einer viel breiteren, also tragfähigeren Spitze übernommen wird, als es bei unverhobelten Flügelschienen der Fall wäre (Fig. 2), bei welcher der Überlauflänge l_1 eine schwache Herzspitze s_1 gegenübersteht.

Während bei vielen Untersuchungen des Fahrzeuglaufes im Mittel abgefahrene Spurkränze herangezogen werden, ist für die Ermittlung der Höhenabsenkung der Herzspitze der neue Spurkranz maßgebend. Bild 16 zeigt die Herzspitze in Verbindung mit dem Radlenker an der Überlaufstelle. Bei mittelmäßig abgefahrenem Spurkranz (strichlierte Linie) liegt die Spitze höher, sie ist daher schwächer. Wird eine solche Spitze von einem Fahrzeug mit neuem Spurkranz befahren, so schlägt das Rad auf die Spitze auf und beschädigt sie. Bei Absenkung der Spitze nach dem neuen Spurkranz

Bild 12

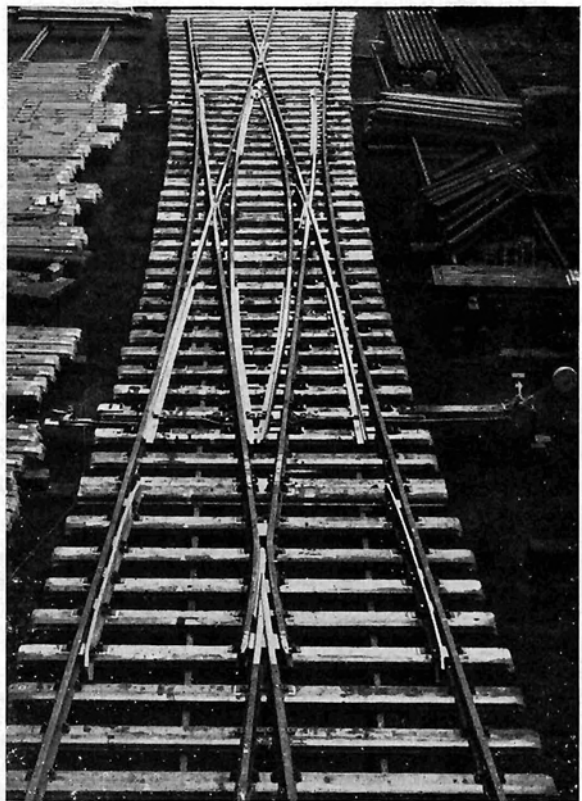
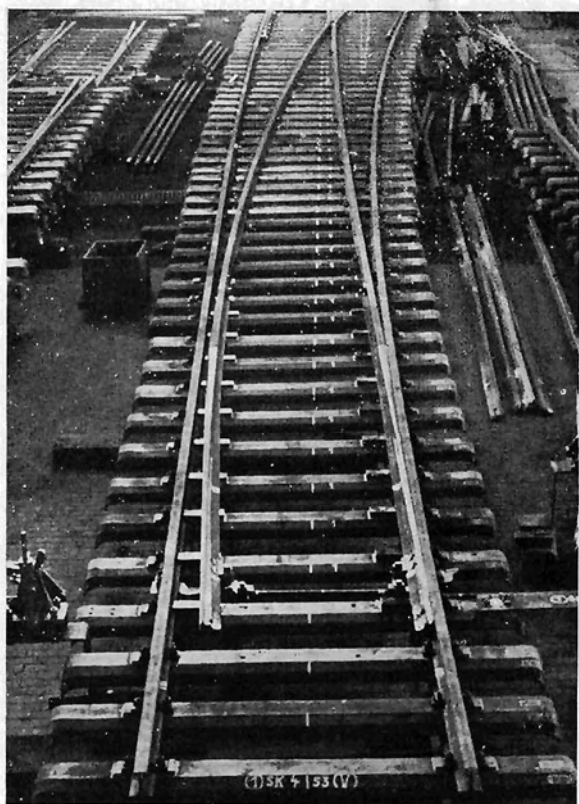


Bild 13

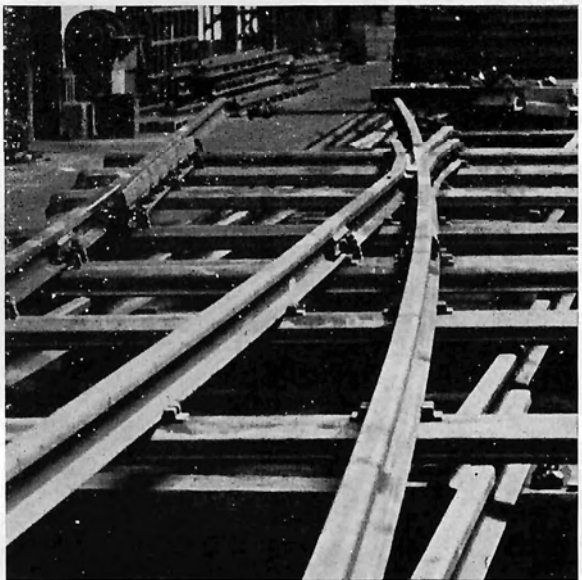


Bild 14

Fig 1 Verhobelte Flügelschiene

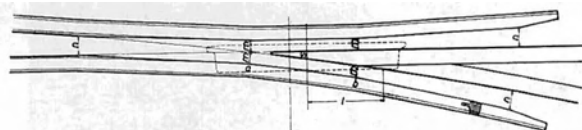


Fig 2 Unverhobelte Flügelschiene

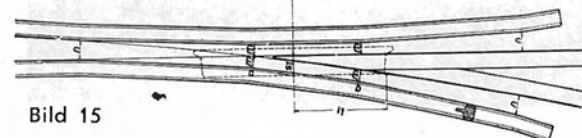


Bild 15

Bild 16

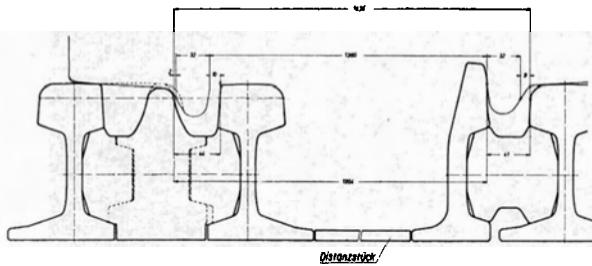
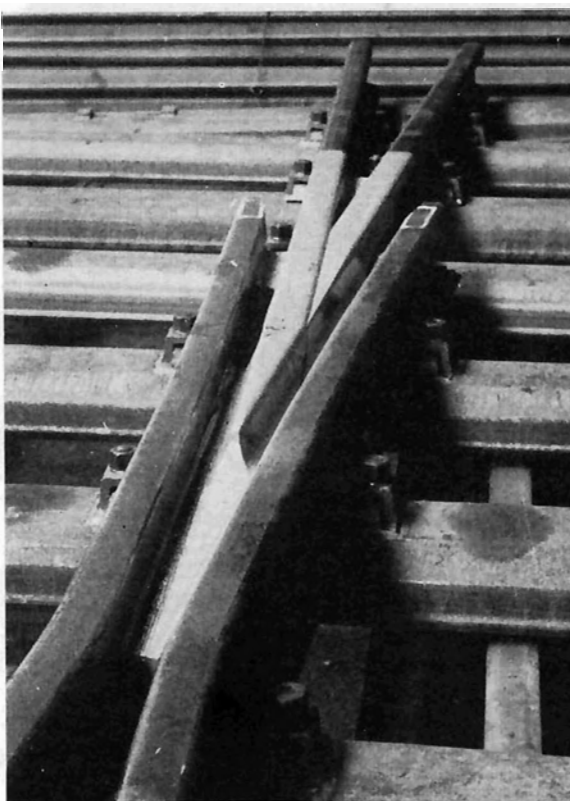


Bild 17



Bild 18



schlagen mittelmäßig oder stark abgefahrene Spurkränze zwar ebenfalls auf die Spitze auf, doch erfolgt der Überlauf an einer Stelle, wo die Herzspitze bereits eine beträchtliche Stärke aufweist. Durch die Unterschiedlichkeit der Spurkränze ist es nicht möglich, für alle Fälle ein sanftes Überrollen des Rades von der Flügelschiene auf die Herzspitze, oder umgekehrt zu erreichen. Die Ausbildung der Spitze hat daher so zu erfolgen, daß der ungünstigste Übergang an jene Stelle kommt, wo die Spitze bereits eine große Tragfähigkeit besitzt. An Stelle der Absenkung der Spitze werden heute vielfach die Flügelschienen überhöht ausgeführt. Da diese Überhöhung auch nur für eine bestimmte Form des Spurkränzes ermittelt werden kann, ist es in diesem Falle zweckmäßig, einen mittelmäßig abgefahrenen Spurkranz heranzuziehen. Werden die Herzstücke unter diesen Voraussetzungen hergestellt, so erfüllen auch die aus mehreren Teilen zusammengesetzten Herzstücke voll und ganz die an sie gestellten Bedingungen. Solche Herzstücke bestehen in der Regel aus der Hauptspitze, der Beispitze und den mit Futterstücken und Schrauben mit diesen verbundenen Flügelschienen. (Bild 17). Die Hauptspitze besteht aus einem, vorne durch Aufstauchen verbreiterten Vollschienenprofil, an welches eine Regelschiene elektrisch stumpf angeschweißt ist. Durch Feder und Nut mit ihr verbunden ist die Beispitze. Sie wird ebenfalls aus Vollschienenprofil hergestellt und ist auch am Ende mit einer Regelschiene elektrisch stumpf verschweißt.

Die Flügelschienen sind am Kopf seitlich verhoheit. Durch den Laschenkammersitz werden Herzspitzen und Futterstücke, durch die Anordnung von Feder und Nut die beiden Spitzen zu einer Einheit zusammengefügt, welche die Belastung gleichmäßig auf alle Teile überträgt. (Bild 18). Dadurch erübrigt sich auch die Herzplatte. Bei der Schwellenausteilung ist jedoch darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Überlaufstelle und die Schweißstellen auf den Schwellen zu liegen kommen.

b) das doppelte Herzstück

Wie im Abschnitt II dargelegt, können auch Kreuzungen und Kreuzungsweichen, genau so wie einfache Weichen nach beliebigen Kurven verbogen werden. Aus diesem Grunde muß auch das doppelte Herzstück verbiegbar sein. Es besteht in der Regel aus der Knieschiene, den beiden aus Vollschienen hergestellten Spitzen und einem besonders stark überhöhten Radlenker. (Bild 19).

Zur Bildung eines sanften Einlaufes wird die Einlaufrille durch zusätzliche Anordnung eines Vollschienenstückes verlängert. Eine zweckmäßige Schwellenausteilung ermöglicht an allen Stellen ein einwandfreies Unterstopfen und sichert so dem Herzstück eine ruhige Lage.

Die Anordnung der Radlenker

Der Radlenker hat die Aufgabe das Anlaufen der Herzstückspitze durch die Spurkränze der Räder zu verhindern. Das Rad muß also von der Herzspitze weggeführt werden. Aus diesem Grunde ist die Radlenkerrille kleiner als die Herzrille und beträgt bei Normalspur 41 mm. Bei Spurerweiterung wird sie um das Maß dieser Erweiterung vergrößert. Gegen die Enden der Radlenker zu muß die Rillenweite zunehmen, da die Räder nur allmählich und ohne Stoß in eine bestimmte Rille eingeführt werden können. Während bei älteren Weichentypen der Radlenker aus Schienen gebildet wurde, besitzen heute die Weichen eigene Radlenkerprofile, die in der Regel um 20 mm höher sind als die Schiene (Bild 20). Für die einwandfreie Funktion des Radlenkers jedoch ist nicht die Rillenweite entscheidend, sondern die Einhaltung des Durchgangsmaßes von 1394 mm (siehe Bild 16, Seite 36). Spurerengungen verringern dieses Maß um die Abnahme der Spurweite und verursachen daher auch bei gleichbleibender Rillenweite ein Anlaufen der Herzspitze. Es ist daher eine starre Verbindung des Herzstückes mit dem Radlenker im Bereiche der 41 mm Rille angezeigt.

Bei der üblichen Radlenkerkonstruktion wird der Radlenker durch Futterstücke mit der Fahr-schiene verbunden. Der Einlauf wird durch Verbiegen des Radlenkers hergestellt. Es sind daher entsprechend den Rillenmaßen verschiedene Futterstücke und Unterlagsplatten erforderlich, außerdem müssen die Fahrschienen nach der Anzahl der Verbindungsschrauben Bohrungen aufweisen. Der Sattelradlenker (Bild 21), der heute bei manchen Bahnverwaltungen Eingang gefunden hat, vermeidet nicht nur diese Nachteile, sondern hat auch den Vorteil, daß Schiene und Radlenker unabhängig voneinander ausgewechselt werden können. Die verschiedenen Rillenmaße werden durch Verhobeln der Radlenkerschiene hergestellt.

Bei doppelten Herzstücken, welche infolge des großen führungslosen Stückes betriebs-sicher nur bis zu einer Neigung 1 : 9 befahren werden können, wird aus Gründen einer sicheren Führung der Radlenker besonders stark überhöht. Er reicht meist 40 mm über Schienenoberkante. (Siehe Bild 19).

Bei Bogenkreuzungen mit Halbmessern von 750 m und darunter wird die gegenüber dem einfachen Herz im Außenstrang liegende Radlenkerschiene bis zum Doppelherz verlängert. Dies ist deshalb notwendig, weil infolge der Spießgangstellung des Fahrzeuges die Gefahr besteht, daß das führende Rad, das immer an der Außenschiene anläuft, in die falsche Rille gerät. Durch den Radlenker wird die rückwärtige Achse nach außen gezogen, wodurch der Anlaufwinkel wesentlich ver-



Bild 19

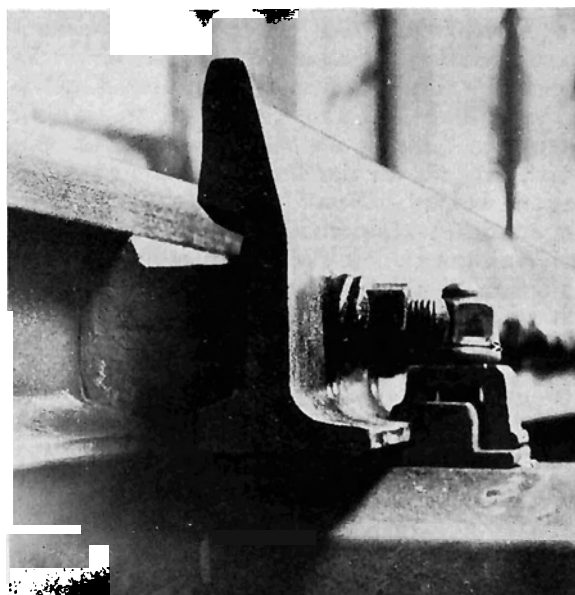
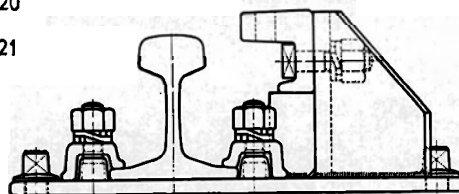


Bild 20

Bild 21



kleinert wird. Um die Betriebssicherheit zu gewährleisten, sollen jedoch Bogenkreuzungen nur bis zu einem Halbmesser von 500 m hergestellt werden.

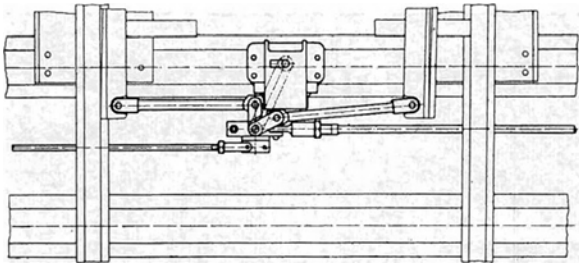


Bild 22

Die Spitzenverschlüsse der Weichen

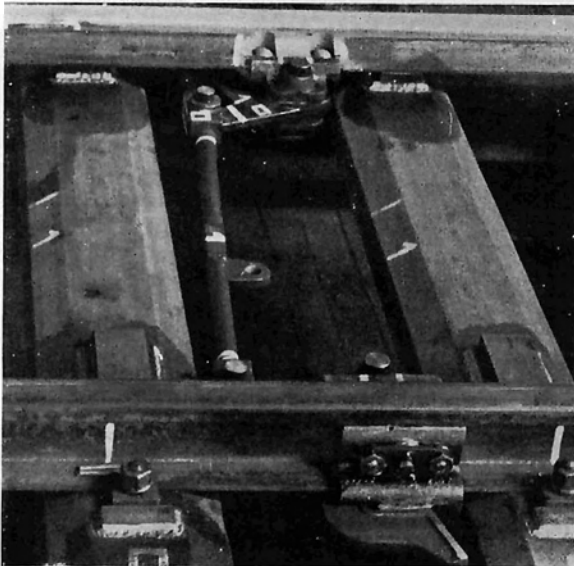
Spitzenverschlüsse sind Einrichtungen, mittels welcher die Zungen der Weichen bewegt und in der anliegenden Stellung sicher gehalten werden. Sie sollen gegen Spurerweiterungen und Schienenwanderungen möglichst unempfindlich sein und müssen das Aufschnelden der Weiche ermöglichen, ohne daß nennenswerte Beschädigungen an den Bauelementen eintreten. Man unterscheidet zwei Arten von Spitzenverschlüssen:

- a) Mittelverschlüsse
- b) Umklammerungsverschlüsse

a) Mittelverschlüsse

Zu den Mittelverschlüssen gehören das einfache Gelenkschloß und der Jüdelverschluß. Sie verschließen die anliegenden Weichenzungen dadurch, daß die Zunge mit einer der Spurweite des Gleises angepaßten Abstützstange (Bild 22) sich gegen einen in der Gleismitte befestigten Abstützkörper so abstützt, daß sie an der Backenschiene zum Anliegen kommt. Dieser Verschluß ist daher gegen Spurveränderungen sehr empfindlich. Bei Weichen auf Holzschwellen muß die Spurnhaltigkeit durch durchgehende Unterlagsplatten unbedingt gesichert werden. Aber auch

Bild 23



Temperaturschwankungen müssen wegen der Längenänderung der Abstützstange berücksichtigt werden. Es ist daher notwendig, diesen Verschluß so einzubauen, daß bei tiefer Temperatur zwischen Zunge und Backenschiene 2 bis 3 mm Spiel besteht. Dieses Spiel ist nicht wünschenswert, da hiedurch eine Beschädigung der Zungenspitze eintreten kann. Da ferner der Abstützkörper auf der Schwelle befestigt werden muß und die Gelenke für ihre Bewegung einen großen Raum benötigen, füllt diese Konstruktion das Schwellenfeld vollkommen aus und kommt so hoch zwischen den Schienen zu liegen, daß nur eine sorgfältige Abdeckung des Verschlusses die Weiche betriebssicher befahren läßt.

b) Umklammerungsverschlüsse

Bei den Umklammerungsverschlüssen wird die Zunge mit der Backenschiene verklammert. Auch hier unterscheidet man zwei Arten von Verschlüssen, den Hakenverschluß und den Klammerspitzenverschluß. Beim Hakenverschluß (Bild 23) übergreift ein an der Zunge drehbar gelagerter Haken ein auf der Backenschiene befestigtes Segmentstück. Er ist zwar gegen Spurerweiterung völlig unempfindlich, da die Hubbegrenzung der Zungenanschlag ist, umso größer aber ist seine Empfindlichkeit gegen Schienenwanderungen. Dieser Verschluß kann nur einwandfrei funktionieren, wenn Segmentmittelpunkt und Hakendrehpunkt zusammenfallen. Die geringste Verschiebung der Mittelpunkte kann zu einem Verklemmen des Hakens führen, oder sein Schließen unmöglich machen. Aus diesem Grunde sind die Schienen, insbesondere in Bremsstrecken, gegen Schienenwanderungen zu sichern.

Dies führte schließlich zur Entwicklung des Klammerspitzenverschlusses. An der Backenschiene ist ein Gehäuse, das Verschlußstück angeschraubt (siehe Bild 11), mit der Weichenzunge ist die Verschlußklammer durch einen Bolzen drehbar verbunden. Die im Verschlußstück gleitende Schieberstange bewegt und verriegelt die Verschlußklammer und damit die Zunge. In der Endstellung ruht der Verschlußklammerkopf auf der Seite der abliegenden Zunge in einem Ausschnitt der Schieberstange. Die Seitenwände des Verschlußstückes verhindern ein Heraustreten des Kopfes aus dem Ausschnitt, so daß in dieser Lage die abliegende Zunge in einer bestimmten Entfernung von der Backenschiene festgehalten wird. Die Verschlußklammer der anliegenden Zunge stützt sich in der Endstellung auf der einen Seite mit einer Schrägfläche des Kopfes gegen eine Schrägfläche des Verschlußstückes, auf der anderen Seite mit einer leicht gewölbten Fläche des Kopfes gegen eine ebene Fläche der Schieberstange ab. (Bild 24).

Wird die Weiche umgestellt, so bewegt sich zuerst die abliegende Zunge solange allein,

bis die Verschlussklammer der anliegenden Zunge in den Ausschnitt der Schieberstange gleiten kann. Erst von da ab bewegen sich beide Zungen bis zu ihren durch Anschlagstücke begrenzten Endstellungen. Dieser Verschluss ist daher aufschneidbar. Die Bolzenlöcher in den Zungen haben exzentrische Büchsen, die verdreht werden können. Es können daher, wenn nach längerer Zeit Abnützungen eintreten, die Spielräume leicht beseitigt werden.

Die Vorzüge dieses Verschlusses können in folgenden Punkten zusammengefasst werden.

1. Unempfindlichkeit gegen Spurveränderungen.
2. Längsverschiebungen sind bis 15 mm in Richtung Weichenanfang
7 mm in Richtung Weichenende störungsfrei möglich.
3. Das Aufsteigen der Zungen und damit das Beschädigen derselben, wie es bei Mittelverschlüssen möglich ist, wird verhindert.
4. Er ist aufschneidbar.
5. Die schmale Bauart des Verschlusses ermöglicht die Unterbringung sämtlicher Sicherungsteile in einem Schwellenfeld.
6. Er besteht im wesentlichen nur aus fünf Teilen.

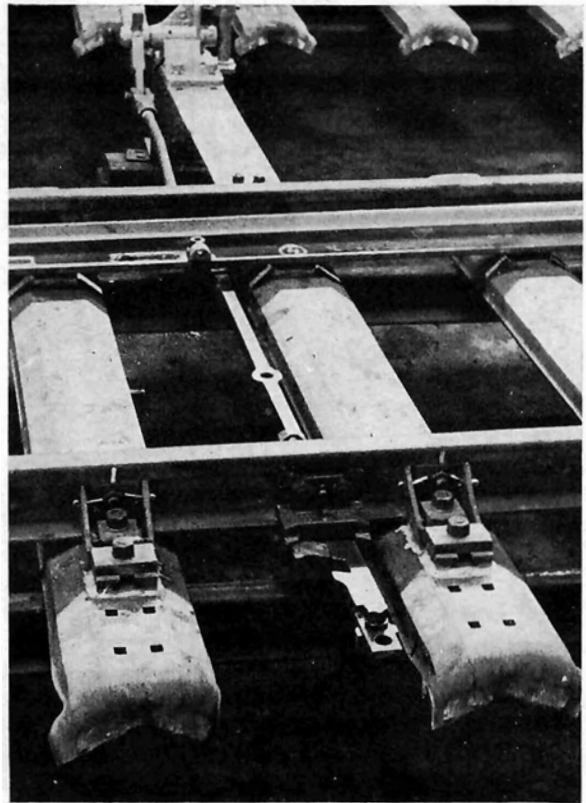


Bild 24

Die Werkstoffe der Weichen

Aus gleiswirtschaftlichen Gründen ist es erstrebenswert, die Bauelemente der Weiche so durchzubilden, daß sich möglichst alle Teile gleichmäßig abnutzen. Da nicht alle Teile einer Weiche gleich beansprucht werden, ist die richtige Wahl des Materials von großer Bedeutung. Es ist aber auch dadurch nicht möglich, eine vollständig gleichmäßige Abnutzung zu erreichen. Selbst bei Einhaltung der konstruktiven Durchbildung, entsprechend dem bisher Gesagten, bei richtiger Bemessung der Bauteile und bei Berücksichtigung der den Berechnungen zugrunde gelegten Fahrgeschwindigkeit und Überhöhung, sind Zungenschienen und Herzstücke den weitaus größten Beanspruchungen ausgesetzt. Während in der Regel die Fahrschienen aus Flußstahl mit 70 kg/mm² Zugfestigkeit hergestellt werden, verwendet man für Federschienenzungen ein Material von mindestens 80 kg/mm². Die Zungenschienen in einem Material höherer Festigkeit herzustellen, ist nicht zu empfehlen, da ein solches Material wesentlich spröder ist und man daher einen zwar etwas größeren Verschleiß, den man durch geeignete Auftragschweißung wieder beseitigen kann, einem allfälligen Ausbrechen der empfindlichen Zungenspitze unbedingt vorziehen soll.

Haupt- und Beispitzen, ebenso wie die Flügelschienen, müssen hohe Festigkeiten aufweisen, da sie an den Radüberlaufstellen besonderen Beanspruchungen ausgesetzt sind.

Sie sind daher aus möglichst verschleißfesten hochwertigen Stählen (Elektromanganstahl) von mindestens 90/kg mm² Zugfestigkeit herzustellen, oder es sind die Überlaufstellen durch entsprechende Aufhärtung verschleißfester zu gestalten. Die insbesondere bei Herzstücken, aber auch bei Backenschienen nach längerer Liegedauer auftretenden Grate und Überlappungen sind rechtzeitig zu entfernen, um ein Ausbrechen des Materials zu verhindern.

Es ist ferner zu empfehlen, bei einfachen Weichen die Zwischenschienen im Außenbogen bei Halbmessern unter 300 m, bei Innenbogenweichen auch die äußeren Schienen des Stammgleises bei einem Halbmesser unter 500 m, aus Schienen höherer Festigkeit zu wählen, da diese erfahrungsgemäß großem Verschleiß ausgesetzt sind. Dasselbe gilt auch für die vor einer Innenbogenweiche liegenden äußeren Bogenschienen. Sind solche Schienen in Normalqualität, in stark beanspruchten Bogen verlegt, so entsteht durch Abnutzung bald eine beträchtliche Spurerweiterung. Dies bedeutet, daß die äußere Weichenzunge einerseits die natürliche Abdeckung durch die vor der Weiche liegende Schiene verliert, andererseits durch die aus der Spurerweiterung sich ergebende Vergrößerung des Anlaufwinkels des Fahrzeuges zusätzlich beansprucht wird. Was die Festigkeit der übrigen Bauelemente der Weiche betrifft, so sind in nachstehender

Material	Gegenstand	Festkt. in kg/mm ²	Bemerkung
Stahl	Zwangsschienen	St 70	} Unter Angabe des } Herstellungsverf. allenf. gehärtet
	Radlenkerschienen	St 60	
	Bolzen	mind. 60	
	Laschen	St 50	gut schweißbar
	Zungenstützen geschmiedet	St 50	
	Rippenplatten	St 44	
	Schienenstützen geschweißt	St 44	
	geschmiedete Teile	St 42	
	Weichenschrauben	St 38	
	Weichenmüllern	St 37	
Klemmplatten	St 37		
Stahlschwellen	St 37		
Stahl- guß	Schienenstützen	Stg 38	
	Verschlussstücke	Stg 38	
Grau- guß	Distanzstücke	Ge 12	
	Umstellgewichte	Ge 12	
	Weichenböcke	Ge 14	

Tabelle die wesentlichsten Bauteile und ihre Zugfestigkeit angeführt.

Abschließend sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß die dem besonderen Verschleiß unterliegenden Teile rechtzeitig ausgewechselt bzw. instandgesetzt werden müssen, da die Lockerung einzelner Teile einen raschen Verfall des gesamten zusammengesetzten Teiles der Weiche zur Folge hat. Ist die Abnutzung einzelner Weichenteile bis zu einem bestimmten Punkt fortgeschritten, dann ist es von Vorteil, auch die zugehörigen Teile mitauszuwechseln und sie in der Werkstätte gründlich zu überholen, denn nur unter solchen Bedingungen werden sie dann noch viele Jahre ausgezeichnete Dienste leisten.

Werden nur abgenützte Teile durch neue ersetzt, so ist dies höchst unwirtschaftlich, weil dann immer alte und neue Weichenteile zusammenarbeiten müssen, die nicht, oder nur sehr schlecht aufeinander abgestimmt werden können. Werden z. B. neue Laschen in abgenützte Laschenkammern der Schiene eingebaut, dann wirken die neuen Laschen nicht viel besser als die alten, weil durch die abgenützte Laschenkammer ein einwandfreier

Bild 25



Laschensitz nicht mehr möglich ist. Ebenso ist auch das Auswechseln stark abgefahrener Zungen bei Innenbogenweichen dann völlig zwecklos, wenn nicht gleichzeitig auch die vor der Weiche liegende Schiene, sofern sie starke Abfahmung aufweist, mitausgewechselt wird.

Abschließende Betrachtungen

Wenn im Abschnitt I die Geometrie der Weichen auf Grund der von den Bahnverwaltungen gestellten Forderungen dargelegt wurde, so beinhalten die Abschnitte II und III in bezug auf diese Forderungen im wesentlichen die Probleme der Bogenweichen bzw. die sich daraus ergebende konstruktive Durchbildung der Weichen.

Welche Möglichkeiten gegeben sind Bogenweichen zu verwenden, sei im folgenden an Hand einiger Beispiele, aus der Fülle der bei den Österreichischen Bundesbahnen verlegten Weichen aufgezeigt.

Bild 25 zeigt zwei übernahmebereite, zu einer doppelten Gleisverbindung gehörige Innenbogenweichen der Grundform A-500-1:12 Fsch, St. Die linke Weiche stellt eine Innenbogenweiche dar, die teilweise im Übergangsbogen zu liegen kommt und deren Hauptfahrtrichtung der kleine Bogen ist. Die rechte Weiche ist eine reine Kreisbogenweiche mit $R_1 = 380$ m und $R_2 = 215.418$ m. Man beachte die völlig freie Schwellenlage, die ein einwandfreies Unterstopfen der Schwellen ermöglicht.

Bild 26 ist eine Parabel Innen-Außenbogenweiche der Grundform B-500-1:12 Fsch, H. Sie ist übernahmebereit und daher auf Montageschwellen verlegt. Diese Weiche liegt als Einfahrtsweiche im Übergangsbogen und bildet der rechte Strang das Hauptgleis.

Die Einfahrt in die Station Leoben der Strecke Wien—Villach zeigt Bild 27. Durch die Verwendung von Bogenweichen in den Gleisen I und II konnten die Einfahrtsverhältnisse des Ostkopfes wesentlich verbessert werden. Die Verschiebung der Gleisachsen war im Zuge der Weichenneulage ohne besondere Mehrkosten möglich.

Bild 26

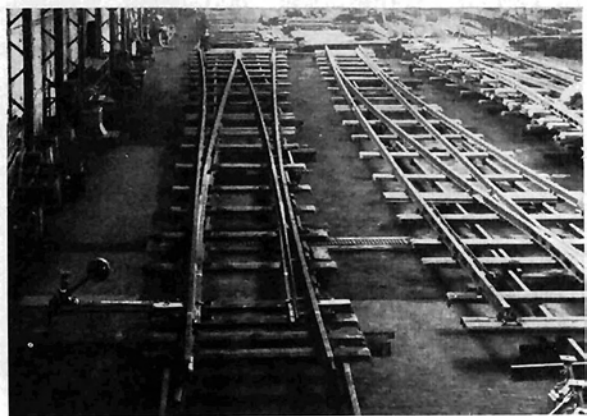




Bild 27

In der Haltestelle Sulzau der Strecke Salzburg—Innsbruck war es notwendig, die sehr ungünstig liegende doppelte Gleisverbindung durch zwei einfache Gleisverbindungen zu ersetzen.

Bild 28 zeigt das Gleis vor und nach dem Umbau.

Bild 29 ist eine Aufnahme vor, Bild 30 eine nach dem Umbau. Der Standort der Aufnahme ist aus Bild 28 zu ersehen. Diese Änderung, die unter Beibehaltung der Linienführung erfolgte, war nur durch Einbau von Übergangsbogenweichen möglich, da die rechte Gleisverbindung vorverlegt werden mußte, wodurch eine Weiche in den Übergangsbogen zu liegen kommt.

Die vor dem Umbau bestandene Linienführung in der Einfahrt im Bahnhof St. Johann i. P. an der Strecke Salzburg—Innsbruck stellt ein praktisches Beispiel für das zu Beginn des Abschnittes II Gesagten dar. (Abschnitt II, Bild 1).

Aus Bild 31 ist zu ersehen, daß zum Einbau der starren Weichen 1, 2 und 3/4 der Bogen innerhalb des Weichenbereiches durch ein gerades Stück ersetzt werden mußte, was eine Herabsetzung der Fahrgeschwindigkeit zur Folge hatte. Durch den Einbau von Bogenweichen, die zum Teil in den Übergangsbogen zu liegen kommen, konnte nicht nur die Linienführung wesentlich verbessert werden, sondern

Bild 28

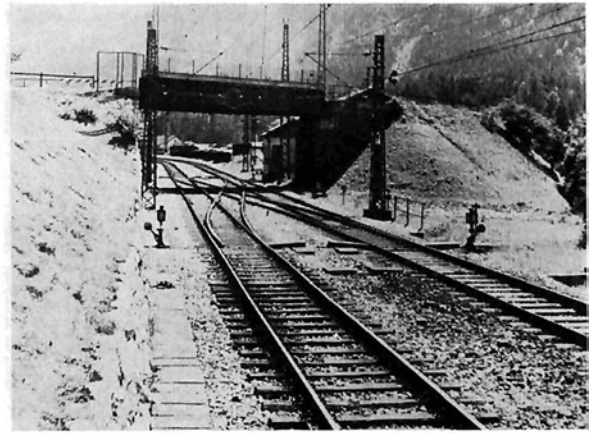
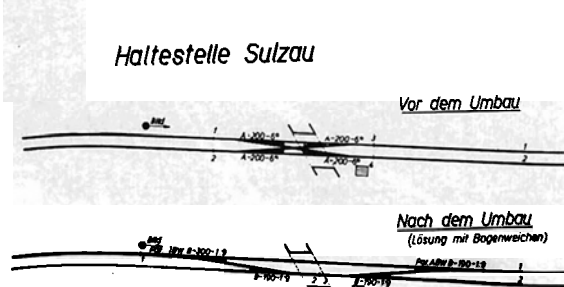


Bild 29



Bild 30

es konnte auch die sehr ungünstig liegende doppelte Kreuzungsweiche durch einfache Weichen ersetzt werden. Die Bilder 32 und 33 zeigen Aufnahmen vor und nach dem Umbau.

Auch hier war eine besondere Veränderung des Unterbaues nicht erforderlich, so daß die Änderung des Einfahrtskopfes im Zuge der notwendig gewordenen Gleisneulage, ohne Mehrkosten durchgeführt werden konnte.

Bild 34 zeigt den Bahnhof Lambach an der Strecke Linz—Salzburg. Die aus einer doppelten Gleisverbindung und drei anschließenden doppelten Kreuzungsweichen bestehende Ein-

Bild 31

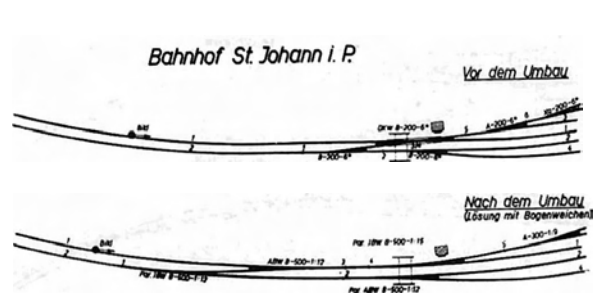




Bild 32



Bild 33

fahrt war denkbar ungünstig und erforderte für alle durchfahrenden Züge starke Geschwindigkeitsbeschränkungen. Gleisverbindung und Kreuzungsweichen verursachten außerdem große Unterhaltskosten.

Im Zuge der Gleis- und Weichenneulage wurde daher die doppelte Gleisverbindung durch zwei einfache Gleisverbindungen ersetzt, die zur Gänze in den Einfahrtsbogen gelegt wurden. Eine entsprechende Anzahl einfacher Weichen treten an Stelle der doppelten Kreuzungsweichen. Damit aber wurde an Anschaffungskosten eingespart, da die Gesamtkosten der hierfür erforderlichen einfachen Weichen wesentlich geringer waren, als die der Kreuzungsweichen. Gleichzeitig konnte aber auch eine Vergrößerung der Gleisnutzlänge der Gleise 1 und 2 erzielt werden. Beachtenswert ist aber auch die Anwendung von Bogenweichen als Schutzweichen. Durch Verwendung von Außenbogenweichen der Grundform B-190-1 : 9 (Weiche Nr. 38 und 39) können ebenso große Fahrgeschwindigkeiten erzielt werden, wie durch einfache Weichen mit großen Halbmessern. Sie kommen aber in der Anschaffung bei gleicher Leistung wesentlich billiger. Bild 35 zeigt die Gleisverbindung der Weichen 44 und 45 von dem im Bild 34 angegebenen Standort aus.

Diese Beispiele könnten beliebig erweitert werden. Werden Weichen und Kreuzungen nach den bisher geschilderten Gesichtspunkten hergestellt, so können sie sich, wie die Beispiele zeigen, mit ganz unbedeutenden Ausnahmen der Linienführung des Gleises vollkommen anpassen. Dabei ist wichtig festzuhalten, daß es sich bei diesen Bogenweichen nicht um Sonderkonstruktionen handelt, sondern um Weichen, die sich aus der Grundform der jeweiligen Weichentype ableiten lassen. Daß sich dabei, wie schon erwähnt, die werkstoffmäßige Herstellung der wichtigsten Bauelemente der Bogenweiche auf die Grundform der einfachen Weiche beschränkt, ist ein vom gleiswirtschaftlichen Standpunkt nicht zu unterschätzender Vorteil. Durch ihre Anpassungsfähigkeit an die Linienführung des Gleises aber können wesentliche fahrtechnische Verbesserungen durchgeführt werden.

Die Bogenweichen stellen daher einen gewaltigen Fortschritt auf dem Gebiete des Weichenbaues dar, der den Forderungen des modernen Schienenverkehrs weitestgehend Rechnung trägt.

Die Bilder 28—35 wurden in entgegenkommender Weise von den ÖBB zur Verfügung gestellt.

Bild 34

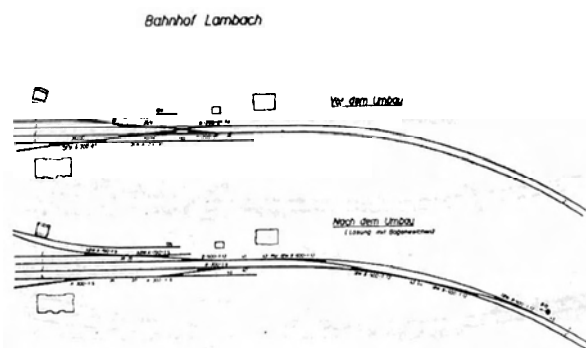


Bild 35



Rohre im Bergbau

Von Dipl.-Ing. H. Exner, Zellweg

Für die Erzeugung von Stahl ist die bergmännische Gewinnung seiner Urprodukte — Erz und Kohle — Voraussetzung. Andererseits erfordert deren Produktion und Förderung entsprechend den technischen Fortschritten in den Gruben und Tagebauen einen stetig ansteigenden Stahlbedarf, der uns die Abhängigkeit oder besser gesagt die Zusammengehörigkeit zwischen dem den Urstoff bringenden Bergbau und der den Stahl schaffenden, seine Güte ständig verbessernden Industrie erkennen läßt.

Aus den vielen Sparten des Stahlverbrauches im Bergbau sei hier die Verwendung von Stahlrohren herausgegriffen, die durch die Fortschritte in der Legierungs-, Schweiß- und Oberflächenbehandlungstechnik in den Grubenbetrieben unaufhörlich wächst.

Zur Gewinnung der Bodenschätze braucht der Bergmann im Stollen, in der Strecke, im Abbau — kurz „vor Ort“ — Energie, um das Gestein, das Erz oder die Kohle aus ihrem Verband zu lösen. Energie erfordern auch alle Fördermittel vom Gewinnungsort bis Obertage.

Neben elektrischer Kraft wird im Bergbau aus Gründen der Sicherheit und solchen der leichteren Handhabung, vornehmlich in Erzbergbauen, Gesteinsbetrieben und schlagwettergefährdeten Kohlengruben, Preßluft von 5 bis 7 atü verwendet.

Von den meist Obertage befindlichen Druckluffterzeugungsanlagen wird die komprimierte Luft nach vorheriger, zwecks Druckausgleich notwendiger Sammlung in Windbehältern zum Schacht, durch diesen und in weitverzweigten Rohrnetzen von oft 30 bis 50 km Länge den

im ganzen Grubenfeld verstreut liegenden Bedarfsstellen zugeleitet. Die Stahlrohre werden zur Verminderung des Druckabfalles und zur Herabsetzung der Reibungsverluste mit genügend großen Querschnitten eingesetzt. Sie haben sich in unseren Bergbauen seit jeher vorzüglich bewährt.

Die in den Schächten und in den schachtnahen Ausrichtungstrecken groß dimensionierten Hauptleitungen werden zu langen Rohrschüssen fix verschweißt, um die Anzahl der Rohrflansch-Verbindungsstellen zu reduzieren und dadurch Druckverluste tunlichst zu vermeiden.

Von den Revier-Abzweigstellen weg wird der Hauptleitungsquerschnitt von z. B. 350 mm l. W. analog der Zahl der jeweiligen Verbraucher und deren Preßluftbedarf mit verringerter Querschnittsweite von etwa 200 mm weitergeführt, um schließlich an der eigentlichen Verbrauchsstelle mit einem noch wirtschaftlich günstigen Rohrquerschnitt zu enden.

Die Druckluft hat im Bergbau trotz ihres schlechten energetischen Ausnutzungsgrades ihre dominierende Stellung beibehalten, woran Gründe des Grubenklimas und der Grubensicherheit maßgeblich beteiligt sind.

Die Größe des Grubengebäudes bestimmt die Länge des Rohrleitungsnetzes, die Anzahl und Art der Verbraucher — ob Bohrhämmer, Abbauhämmer, Ventilatoren, Fördermaschinen oder Blasversatzanlagen, ob kontinuierlich gleichbleibender Energiebedarf oder stoßweise Spitzenbelastungen auftreten — jene der Rohrquerschnitte.

Die ortsfest, stationär eingebauten Rohrleitungen tragen mit Klingerit oder Gummieinlagen abgedichtete Flanschverbindungen,

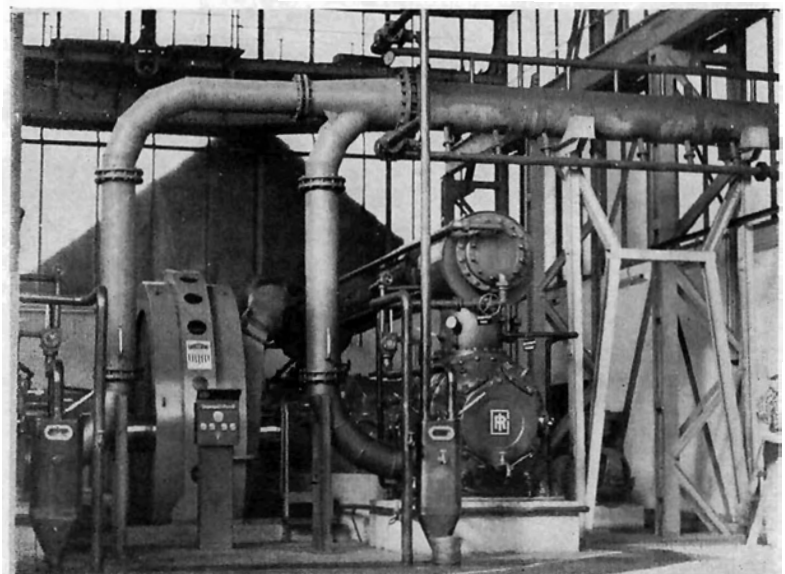


Bild 1: Rohrleitungssystem einer Ingersoll-Kompressorenanlage 20 000 m³ Std. a. L.

Fig. 1: Piping of an Ingersoll Compressor Plant of 20 000 m³ per hour

während in Nähe „vor Ort“ verlegte, sogenannte fliegende Leitungen, welche oft arbeitstäglich umgelegt werden müssen, speziell leicht und schnell lösbare Verbindungsarten, etwa Kugelschnellverbindungen tragen. Neben den Vorzügen einer raschen Montage bieten diese zufolge ihrer radialen Nachgiebigkeit dem Bergmann die Möglichkeit, an Streckenkrümmungen oder an Neigungsbrüchen die Rohrschüsse bis zu 15 Grad zu verschwenken.

Schlagwettergruben benützen im ausziehenden Wetterstrom auch Druckluftlokomotiven. In untertägigen Hochdruck-Kompressoren wird die vom Tag zugeführte Preßluft auf 170 atü hochverdichtet. Die Loks werden an den in den Förderstollen hierfür eingerichteten Füllstellen über schwenkbare Hochdruckrohrleitungen aufgeladen.

In Kohlenbergbauen, deren Substanz zur Selbstentzündung neigt, und in Fällen, wo das oberhalb der Abbaufelder gelegene Terrain wertvolle bauliche Objekte besitzt, welche vor Bergschadenswirkungen geschützt werden müssen, ist ein Ausfüllen der vom Bergmann geschaffenen Abbauhohlräume — das sogenannte Versetzen derselben — notwendig. Das Versetzen von Hand aus ist mühsam und unvollständig. Der Bergbau benützt deshalb Preßluft oder Wasser als Hilfsmittel, um die zu liquidierenden Abbau- und Streckenräume mit Versatz gut auszufüllen.

Bild 2: Preßluftspeicher und Verteilerleitungen

Fig. 2: Compressed air receiver and distributing mains

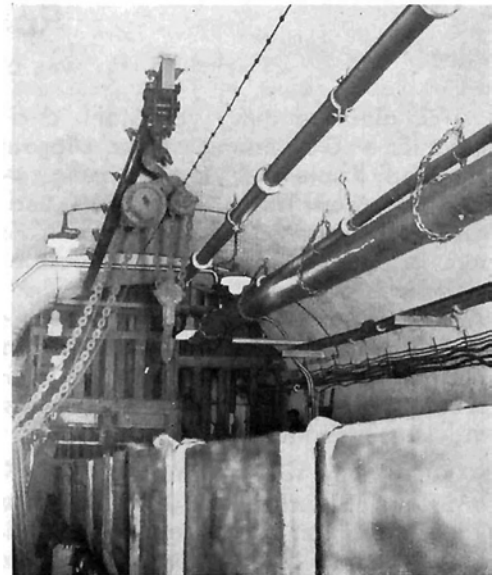
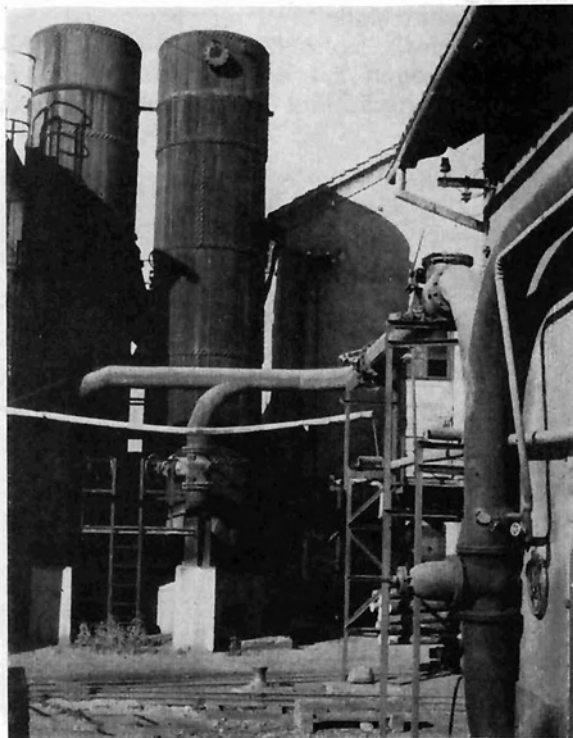


Bild 3: Leitungsrohre am Schachtfüllort einer Tiefbaugrube

Fig. 3: Conduits at the shaft station of a deep mine

Blas- und Spülversatz erfordern Stahlrohre, deren Werkstoff vorzügliche Eigenschaften gegen Verschleiß besitzen muß. Von der heimischen Stahlindustrie werden für diese Zwecke Sonderstähle zu Stahlrohren verarbeitet, die in langjähriger Praxis ihr Leistungsvermögen bewiesen haben.

Im Glanzkohlenbergbau Seegraben der ÖAMG werden z. B. mehr als 10 000 m³ Versatzgut je Monat von zentralen Spülstellen aus durch hochverschleißfeste Stahlrohrleitungen in die ausgekohlten Grubenräume verschlämmt, um Grubenbrände hintanzuhalten.

Bild 4: Förderhaspel-Preßluftzuleitung in einem mit Stahlringen ausgebauten Aufbruch

Fig. 4: Pit head winch compressed air feeding line in a shaft provided with steel rings



Kommt es trotz aller bergmännischen Verhütungsmaßnahmen zu Brühungen, dann dienen die in Stahlrohren ortsfest verlegten, bis zur Brandstelle führenden Versatz- und Spritzwasserleitungen den zur Feuerbekämpfung eingesetzten, mit Gasschutzgeräten ausgerüsteten Rettungstrupps als wertvolle Hilfe.

In Bergbauen von großer Tiefe wird die durch den Einziehschacht zugeführte Frischluft schon allein durch die hohen, zufolge der geothermischen Tiefenstufe bis 40° C betragenden Gesteinstemperaturen übermäßig erwärmt. Die Bergbehörde schreibt für warme Wetter ab 30° Kurzarbeit vor. Die Betriebsleitungen solcher Schachtanlagen sind bestrebt, die von elektrischen Maschinenanlagen ausstrahlende Wärme vom einziehenden Frischluftstrom fernzuhalten. Die Warmluft wird durch Wetterlufften, das sind dünnwandige Blechrohre bis



Bild 5: Preßluftleitung mit Kugelschnellverbindung und Wasser-Abspritzleitung im Stahlstreb eines Kohlenbergbaues, 1000 m Unterlage

Fig. 5: Compressed air pipes with spherical quick couplings and pressure water piping at the steel breast of a coal mine 1000 m under surface

zu 700 mm Durchmesser, die in Sonderfällen durch Glaswolle isoliert eingebaut werden, dem ausziehenden Wetterstrom direkt zugeführt. Außer den üblichen Einsteck- oder Flanschverbindungen werden Wetterlufften auch mit Schnelldichtverschlüssen, welche Gummimanschetten und Stahlbandagen, aber keine verschraubbaren Teile besitzen und außerordentlich dicht sind, ausgestattet. Stahlrohr-lufften dienen der Bewetterung von Untertagebelegörtern welche vom Hauptwetterstrom nicht unmittelbar bespült werden können.

Die Betriebsführungen tiefer Kohlenbergbaue ziehen aus grubenklimatischen Gründen pneumatische Bedienungseinrichtungen elektrischen Steuerungsorganen vor. Kleinkalibrige Stahlrohre versorgen die Steuerungsgeräte von Schachtbedienungsanlagen oder Füllgossen zentraler Ladestellen.

In neuerer Zeit ist man in schlagwettergefährlichen Kohlenruben zur Verminderung

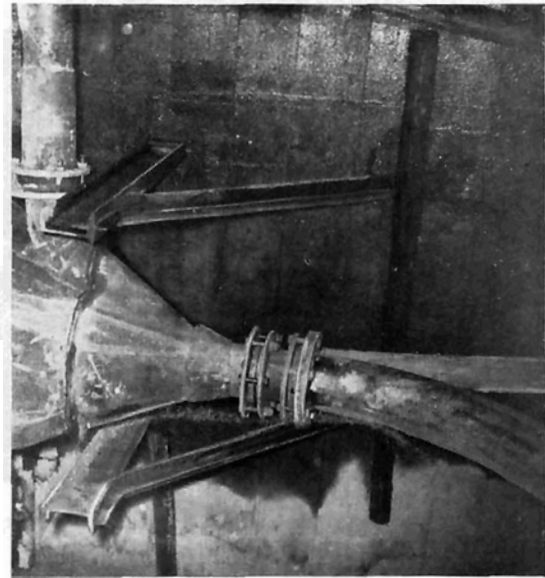


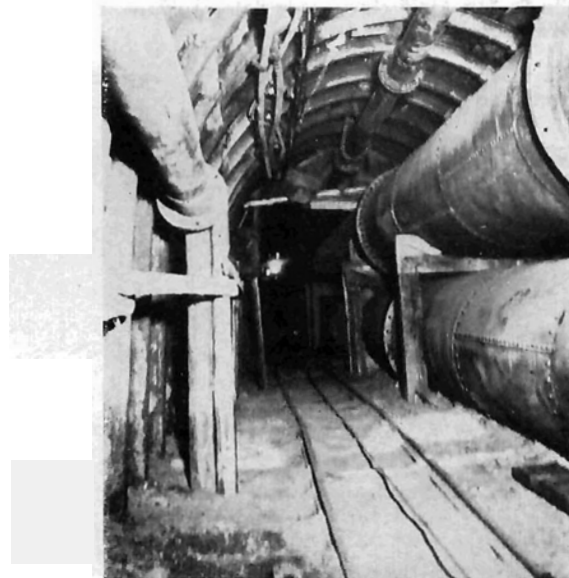
Bild 6: Aufgabetrichter und Schlammleitung einer Spül-anlage Untertage

Fig. 6: Feeding hopper and buddling conduit for a rinsing plant, under ground

der Explosionsgefahren bestrebt, den Methan-gehalt der Wetter im Abbaustreb durch Absaugen des Gases aus den Hangendschichten herabzusetzen. Das aus den gasführenden Schichten mit Hilfe von Bohrlöchern ab-gesaugte Grubengas wird durch Stahlrohr-leitungen zu Tage geführt. Im Fohnsdorfer Kohlenbergbau beträgt gegenwärtig die ab-gesaugte Gasmenge, deren nutzbringende

Bild 7: Führung des Hauptwetterstromes durch groß dimensionierte Flanschenrohre

Fig. 7: Air supply by large dimensioned flange pipes



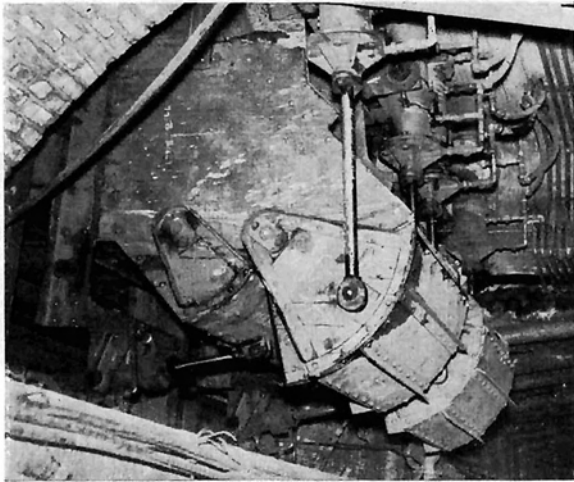


Bild 8: Rohrleitungen zu einer preßluftbetätigten Füllgossenanlage

Fig. 8: Piping for a compressed air driven bilge plant

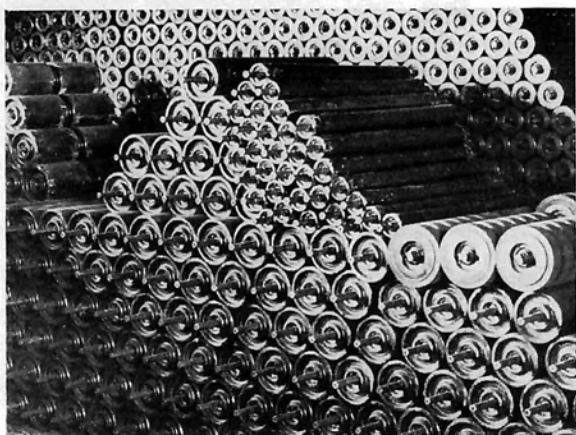
Verwertung geplant ist, etwa 10 000 m³ täglich. Solcherart könnte ein bisher arg gefährlicher Feind des Bergbaues zu seinem Freund werden.

Einer der Hauptbedarfsträger von Stahlrohren ist die bergmännische Wasserwirtschaft. Die aus dem Gebirgskörper den Grubenbauen zuzitenden Wässer werden in großräumigen Sümpfen gesammelt und von dort nach Abklärung des Schlammes durch Wasserhebe-einrichtungen — meist Kreiselpumpen — in Steigleitungen zu Tage gehoben.

Die stationär verlegten Steigleitungsrohre mit von der jeweiligen Tiefe abhängig abgestuften Wandstärken von 8 bis 15 mm werden von den Lieferwerken vor Versand druckgeprüft. In gewissen Abständen ist das Zwi-

Bild 9: Aus Stahlrohren gefertigte Mulden- und Flachrollen für Förderbänder

Fig. 9: Trough and flat rollers for belt conveyors fabricated of steel pipes



schenschalten von Dehnungsstopfbüchsen, sogenannten Teleskoprohren oder Kompensatoren, notwendig, um die durch Temperaturunterschiede auftretenden Längenänderungen im sonst starren Leitungsstrang auszugleichen. Sumpfanlagen, Pumpen und Rohrleitungssysteme werden unvorherzusehender Wassereinbruchgefährden wegen mit ausreichenden Leistungsreserven ausgestattet.

Außer den in der Industrie allgemein und damit auch im Bergbau erforderlichen Stahlrohr-Nutzleitungen finden sich auf den Gruben weitere Verwendungsgebiete für Stahlrohre zur Fortleitung von Flüssigkeiten in Spritzwasserleitungen zwecks Bekämpfung des Kohlenstaubes und seiner Explosionsgefährden.

Bild 10: Rohr-Rollen als Tragelemente der Gummigurte von Bandanlagen

Fig. 10: Pipe rollers as supporting parts for the rubber belts of conveyor plants



Weiters als Zuleitungsrohre für den Wässerungsbetrieb der Salzbergbaue, als Soleleitungen von den Laugwerken der Salzberge zu den Sudhütten der Salinen, als Bohrrohre und umfangreiche Leitungsstränge in unseren Erdölgebieten. Dazu kommen die Dampf- und Wasserleitungsrohre in den kalorischen Kraftwerksanlagen unserer Zechen.

Stahlrohre dienen darüber hinaus im Bergbau als Vormaterial zu mancherlei Fertigungszwecken. Als Muldenrollen oder als Flachrollen ausgebildet, läuft der Gurt der Förderbänder darüber. Die Tragkonstruktion leichter Bandanlagen wird aus Rohren gefertigt. Auch Vorbaustempel als provisorische Ausbauele-

mente beim Streckenvortrieb und Maschinenstempel zum Absperren von Schüttelrutschenantrieben bedienen sich derselben. Ständer für Fahrdrathleitungen, Fahrten in Schächten und Verbolzungen von Streckenbögen im Stahlgrubenausbau sind einige der vielen, weiteren

Anwendungsgebiete von Stahlrohren im Bergbau. Vom Blickwinkel der Grubensicherheit aus betrachtet bilden Stahlrohre, in vielerlei Varianten angewandt, die Voraussetzung für erträgliche Arbeitsbedingungen und für den Schutz der Belegschaften im Bergbau.

Ex t r a c t s

Stress Relieving of Welded Seams by the Gas Flame Method

by Dipl.-Ing. Heinz Helmut Weitzer, Linz/Donau Page 1

Within the seam area, welded members have residual stresses which may reach the yield point in direction of the weld or may even surpass it locally.

A new method to lessen or eliminate the residual stress is stress relieving by using the gas flame. This method involves additional tensile stress of the welded seam by a controlled heat expansion of the surrounding area. The operation is very simple.

At certain intervalls two gas-oxygen burners are

used with regulated speed on both sides of the seam to be stress relieved. Behind the burner at a certain distance, the weld area is cooled down by subsequent water spray.

Stress relieving by the gas flame method has been successfully applied in a number of cases. Recently excellent results of stress relieving of oil tanks fabricated by the Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke A. G. Linz were obtained.

Argonarc Welding

by Dr.-Ing. Valentin Trunschitz, Wien Page 7

In the first place, properties and treatment of filler material with the three welding techniques: autogenous welding, arc welding and argonarc-welding are characterized. Then argonarc welding of soft carbon steel and alloy steel is described. Details as to the necessary intensity of current and welding speed are

given. Concerning S. I. G. M. A. welding (Shielded Inert Gas Metal Arc), the article deals with the critical intensity of current and polarity used. Finally some data and facts point out the superiority of this special welding technique compared to other methods.

Open Air Strain Constructions of Steel

by Dipl.-Ing. Norbert Schöber, Graz Page 10

The author indicates, that transformer plant in the open air and generally steel constructions

need not be camouflaged, but have their own workability.

Development of Switches Influenced by the Modern Railbound Traffic

by Ing. Walter Birnbacher, Zeltweg Page 13

The multitude problems that have been ever-present for the manufacturers to deal with due to the constant development in railway switches have been solved by the Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft to the best of up-to-date standards in successful co-operation with renowned experts in the field of modern traffic.

The author reduces the claims laid to modern switch constructions as to technical and economical properties to a few principles. In the further course of the essay the development of switch constructions up to our present standards is demonstrated by means of a great many diagrams and mathematical formulas.

As a matter of fact this practically means that the most exacting requirements towards materials and constructions of switches resulting from speeds more often beyond the 100 kilometre mark have to keep with what is absolutely necessary to reach safety on the rail.

A number of examples enumerates the possibilities involved in laying double-curve points. Despite the multitude of switch constructions described any of these switches can be derived and built from the basic type of the relevant switch, a fact which leads a good deal towards higher economy.

Pipes for Mining Purposes

by Dipl.-Ing. H. Exner, Zeltweg Page 43

By the multitude of its application in mines the steel-pipe creates one of the supports in the mining-industry of its primary products, i. e. coal and ore.

The essay describes different plants where the steel-pipe does good service in mines e. g. the ramified tube-systems, which supply compressed air, indispensable for mining, to the different places where it is needed.

Other applications are the air-circulation plants, the suck-off-tubes for firedamp and pipe-lines to drain waters in mines.

Because of its superior qualities steel-pipes also find a wide field of application as constructional-elements for mining-purposes.

Ein neuer Schweißumformer

Unter den Ansprüchen, die an ein Schweißaggregat gestellt werden, nimmt die Forderung nach guten Schweißeigenschaften den ersten Platz ein. Fast ebenso wichtig ist, daß der Regelbereich der Maschine mit Rücksicht auf den Strombedarf bei verschiedenen Arbeitsbedingungen entsprechend abgestimmt ist, und daß die Regelung hinreichend abgestuft erfolgen kann. Jede Maschine, deren Schweißeigenschaften und Regelmöglichkeiten noch so gut sein mögen, verliert jedoch

an Wert, wenn nicht gleichzeitig auch den praktischen Forderungen nach robuster Konstruktion, leichter Wartung, Betriebssicherheit und Lebensdauer Rechnung getragen wird.

Dies waren in der Hauptsache die Erwägungen, die bei dem Bau des neuen Schweißumformers KB 375 maßgebend gewesen sind. Deshalb soll dieser Aufsatz dazu dienen, unserem Leserkreis die neuen Maschinen näherzubringen.

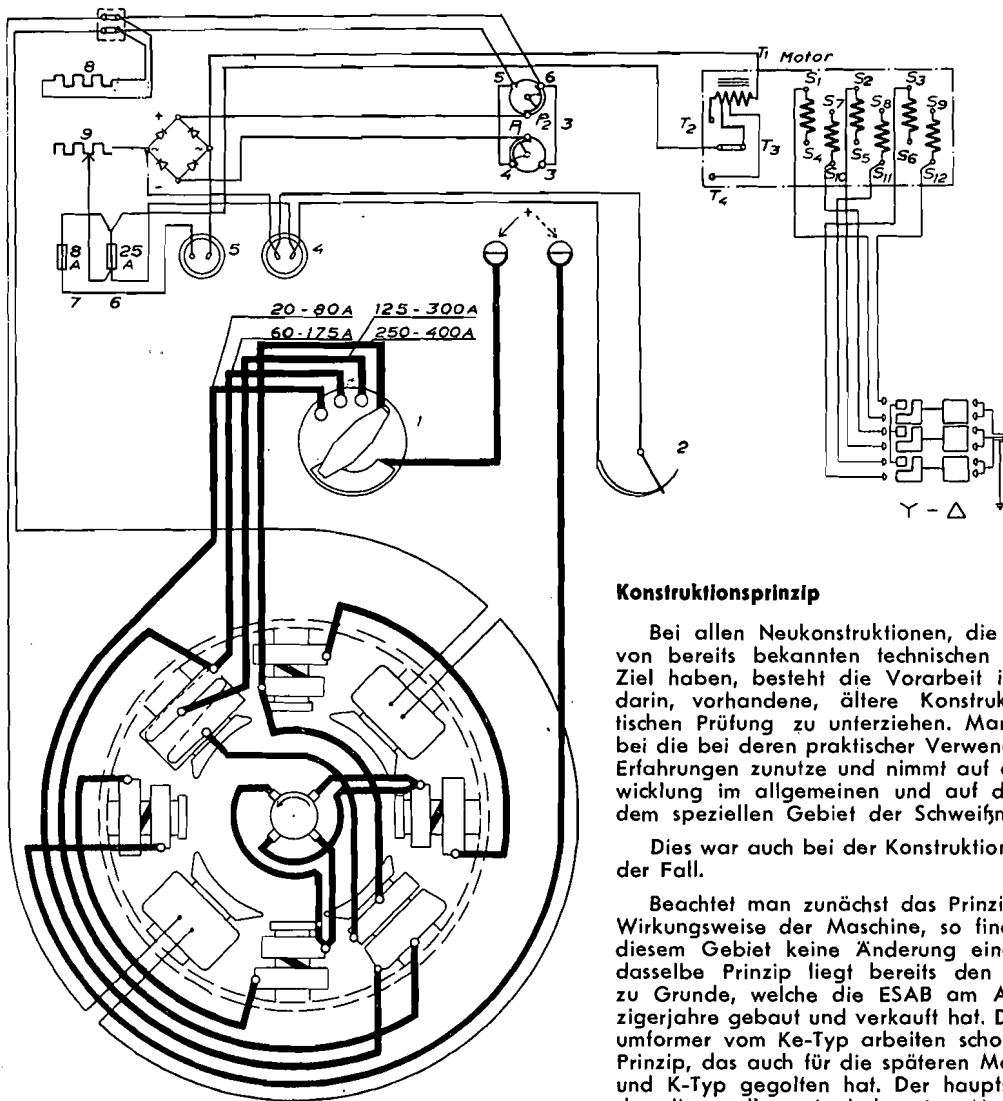


Bild 1

Konstruktionsprinzip

Bei allen Neukonstruktionen, die die Verbesserung von bereits bekannten technischen Erzeugnissen zum Ziel haben, besteht die Vorarbeit in der Hauptsache darin, vorhandene, ältere Konstruktionen einer kritischen Prüfung zu unterziehen. Man macht sich hierbei bei deren praktischer Verwendung gewonnenen Erfahrungen zunutze und nimmt auf die technische Entwicklung im allgemeinen und auf die Fortschritte auf dem speziellen Gebiet der Schweißmaschine Rücksicht.

Dies war auch bei der Konstruktionsarbeit für KB 375 der Fall.

Beachtet man zunächst das Prinzip der elektrischen Wirkungsweise der Maschine, so findet man, daß auf diesem Gebiet keine Änderung eingetreten ist, denn dasselbe Prinzip liegt bereits den Schweißmaschinen zu Grunde, welche die ESAB am Anfang der Zwanzigerjahre gebaut und verkauft hat. Die ersten Schweißumformer vom Ke-Typ arbeiten schon nach demselben Prinzip, das auch für die späteren Maschinen vom KW- und K-Typ gegolten hat. Der hauptsächlichste Vorteil, der diese allgemein bekannten Maschinen besonders auszeichnet, besteht eben in deren vorzüglichen Schweißeigenschaften. Man ist somit bei einem Kon-

struktionsprinzip verblieben, das durch viele Jahre hindurch gründlich erprobt und für gut befunden wurde.

Ähnlich wie bei den vorhergenannten Maschinen ist der KB-375-Umformer mit einem normalen Magnet-Pol-system ausgerüstet. Er wird über Trockengleichrichter fremderregt und ist für die niedrigeren Schweißbereiche mit einer entgegengerichteten Reihenschlußwicklung versehen (gegenkompoundiert). Das Schaltschema geht aus Bild 1 hervor.

Bei dem ersten ESAB-Maschinentyp erhielt man den Magnetisierungsstrom von einer Erregermaschine, die mit dem Schweißumformer zusammengebaut und auf einer gemeinsamen Welle mit diesem angeordnet war. Die Gleichrichter-Technik war damals bei weitem nicht so weit fortgeschritten wie heute. Im Zuge der Entwicklung auf dem Gebiet des Gleichrichters konnte bei den späteren Typen mit der Zeit die sperrige und teure Erregermaschine durch Gleichrichter ersetzt werden.

Der Umformer KB 375 ist ebenfalls mit einem Gleichrichter für den Magnetisierungsstrom versehen. Der Gleichrichter erhält die Spannung von einer besonderen, elektrisch getrennten Transformatorenwicklung, die in das Statorblechpaket des Asynchronmotors eingelegt ist. Die Gefahr eines Durchschlages von der Statorwicklung zur Transformatorwicklung wird dadurch beseitigt, daß man diese stärker isoliert. Mit Rücksicht auf die Bedeutung, die der Gleichrichter auf den elektromagnetischen Verlauf während des Ganges der Maschine hat, wurde bei dem neuen Schweißumformer der Ausführung des Gleichrichters eine ganz besondere Sorgfalt gewidmet. Bevor der Maschinentyp auf den Markt gebracht wurde, sind die Probeausführungen serienweise gründlichen Prüfungen unterzogen worden, die nicht bloß aus Laboratoriumsuntersuchungen, sondern auch aus genauen Kontrollen während der Arbeit bei unterschiedlichen Werkstattbetrieben bestanden. Es konnte hierbei festgestellt werden, daß die Anstregungen, die gemacht wurden, um sich die inzwischen verbesserten Werkstoffgüten und Herstellungsverfahren auch auf dem Gebiet des Gleichrichters zunutze zu machen, vollauf den gehegten Erwartungen entsprochen haben.

Wirkungsweise und Schweiß Eigenschaften

Die Wirkungsweise der Maschine ist, kurz gefaßt, folgende:

Wenn die Maschine in Betrieb ist, entsteht infolge der Speisung der Magnetisierungsspulen über den Gleichrichter ein Feld und an den Klemmen des Generators eine Leerlaufspannung, deren Größe von der Reglereinstellung abhängt. Die Leerlaufspannung ist zwischen 50 und 100 Volt regulierbar. Sobald die Maschine belastet wird, wirkt das Feld, das beim Stromdurchgang in der Gegenkompoundwicklung entsteht, dem fremderregten Magnetfeld entgegen, so daß die eingestellte Leerlaufspannung auf die Lichtbogen-spannung für die verwendete Elektrode fällt. Wird der Schweißstromkreis kurzgeschlossen, dann fällt die Spannung praktisch auf Null, und die Stromstärke erreicht ihren höchsten Wert, nämlich den Kurzschlußwert. Bekanntlich unterscheidet man zwischen dem statischen und dem dynamischen Kurzschluß-Strom. Wie groß der statische Wert wird, zeigt die sogenannte statische Charakteristik der Maschine, d. h. der Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke bei verschiedenen Reglerstellungen, an.

Die statische Charakteristik der KB 375 wird in Bild 2 wiedergegeben. Es werden hier verschiedene Strombereiche angegeben, nämlich 20 bis 80, 60 bis 175, 125 bis 300 sowie 250 bis 400 Ampere. Der ganze Regelbereich der Maschine von 20 bis 400 Ampere ist somit in diese vier Schweißbereiche unterteilt. Diesen entsprechen die vier verschiedenen Anschlüsse der Gegenkompoundwicklung (siehe Schaltschema Bild 1), die zu einem besonderen Schweißbereichschalter führen. Die Ausführung dieses Schalters als Momentschalter

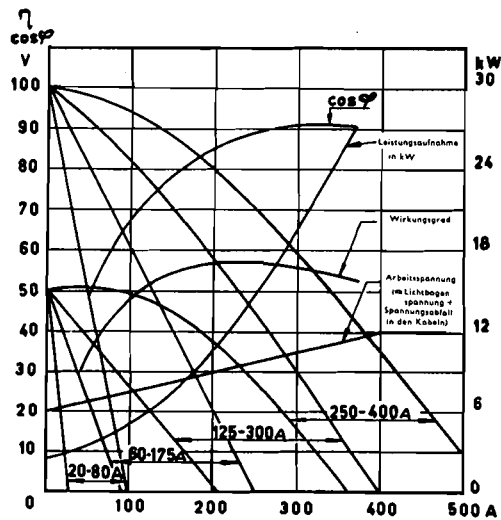


Bild 2

erzwingt die schnelle Umschaltung von einer Lage in die andere. Die Schaltvorrichtung macht es überflüssig, bei der Umschaltung von einem Schweißbereich zum anderen die Kabelverbindungen zu lösen und umzuklemmen. Das Umschalten erfolgt augenblicklich, und der Kontakt ist zuverlässig, wofür die Konstruktion der Vorrichtung bürgt.

Die statische Kurzschluß-Stromstärke hängt, wie bereits gesagt, von der Reglerstellung ab. Für eine gewisse Reglerstellung erhält man für die Kurzschluß-Stromstärken verschiedene Werte, entsprechend dem Schweißbereich, den man gerade eingestellt hat. Die Größe dieser Werte für die verschiedenen Schweißbereiche geht aus der statischen Charakteristik hervor. Das Verhältnis von Schweißstrom zum Kurzschluß-Strom hält sich in mäßigen Grenzen und ist für den Schweißverlauf günstig.

Für einen günstigen Schweißverlauf von größerer Bedeutung sind die dynamischen Eigenschaften der Maschine bzw. das Vermögen, rasch und ohne schädliche Stromspitzen bei plötzlichen Änderungen des Belastungszustandes, die beim Schweißen auftreten, zu reagieren. Diese Vorgänge können an Hand von Oszillogrammen am besten studiert werden. Bild 3 und 4 zeigen Oszillogramme, die mit dem Umformer KB 375 in dem Schweißbereich von 250 bis 400 Ampere aufgenommen wurden. Bild 3 zeigt den Übergang vom Leerlauf zum Kurzschluß und Bild 4 den Übergang vom Kurzschluß zum Leerlauf. Die Einstellung auf der Maschine entspricht der oberen Begrenzungslinie des höchsten Schweißbereiches in der statischen Charakteristik, Bild 2. Die Leerlaufspannung ist 100 Volt und die statische Kurzschluß-Stromstärke 530 Ampere. Der Stromstoß unmittelbar nach dem Kurzschluß, d. h. die dynamische Kurzschluß-Stromstärke, gibt einen Höchstwert von 685 Ampere. Der Verlauf der Kurve zeigt, wie schnell die Maschine reagiert und in welcher Zeit die Stromstärke auf den Normalwert absinkt.

Mit Rücksicht auf die Verhältnisse beim Zünden des Lichtbogens muß die dynamische Kurzschluß-Stromstärke begrenzt werden. Zu hohe Kurzschluß-Stromstärke bringt die Gefahr mit sich, daß die Elektrode beim Zünden spritzt und außerdem kräftiges Blasen eintritt, wodurch der Lichtbogen unruhig wird. Als Maßstab dafür, was hinsichtlich der dynamischen Kurzschluß-Stromstärke als zulässig angesehen werden kann, wenn es sich um größere Maschinen handelt, kann gesagt werden, daß bei Schweißstromstärken über 150 Ampere die dynamische Kurzschluß-Stromstärke den doppelten Wert der statischen nicht übersteigen darf. Der wiedergegebene Fall zeigt, wie gut die KB 375 arbeitet, denn die dynamische Kurzschluß-

Stromstärke ist nur um 29% höher als die statische. Die gute Dämpfung hat einen sehr ruhigen Schweißverlauf zur Folge, da die Stromstöße sowohl bei Kurzschluß, wenn der Lichtbogen zündet, als auch nach dem kurzschließenden Tropfenübertritt davon günstig beeinflusst werden.

Ein weiteres Beispiel, wie die Maschine auf Veränderungen im Belastungszustand schnell zu reagieren vermag, wird durch das Oszillogramm in Bild 4 gezeigt. Man ersieht daraus, daß die Spannung, die während des Kurzschlusses bei Null liegt, in der Zeit von nur 0,008 Sekunden auf einen Wert zurückkehrt, der die unmittelbare Zündung des Lichtbogens sichert. Die gezeigten Oszillogramme sowie die statische Charakteristik sind unzweifelhafte Beweise dafür, daß die KB 375 sehr gute Schweißeigenschaften besitzt.

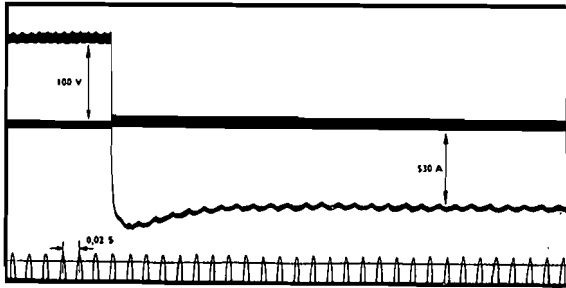


Bild 3

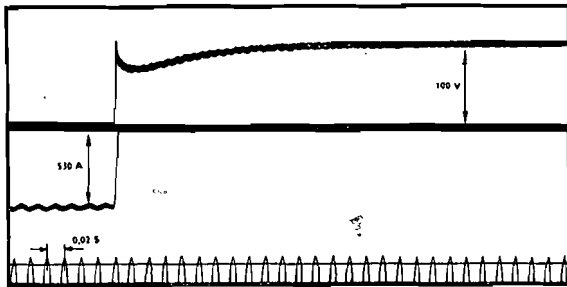


Bild 4

Schweißleistung, Normwerte

Nach den von der schwedischen Normenkommission herausgegebenen neuen „Normen für Lichtbogen-Schweißaggregate“ SEN 8301 (Ausgabe 1 vom 1. Juli 1955) besteht ein genormter Zusammenhang zwischen Schweißstromstärke und Arbeitsspannung für die Dimensionierung, Prüfung und Leistungsschild-Angaben von Schweißmaschinen. Dieser genormte Zusammenhang ist in der in Bild 2 gezeigten statischen Charakteristik eingezeichnet und zwar als die mit Arbeitsspannung bezeichnete gebrochene Linie. Die neuen Normen schreiben vor, daß als Nennwert für Schweißstromstärke und Arbeitsspannung eine oder mehrere Kombinationen von Nennstrom und Nennspannung gelten sollen. Jedem Nennstrom entspricht auch eine gewisse Einschaltdauer. Genormte Nennwerte sind die Werte bei 60% und 100% Einschaltdauer (dauernde Belastung) sowie die niedrigste Einschaltdauer, falls diese von 60% abweicht. Die Leistungsschild-Angaben können noch weitere Kombinationen enthalten, die dem zuvor genannten Zusammenhang zwischen Schweißstromstärke und Arbeitsspannung entsprechen.

Wie hieraus zu ersehen ist, unterscheiden sich die neuen Normen in Hinsicht auf die Einschaltdauer, bei denen die Nennwerte angegeben werden sollen, von der zuvor geübten Praxis, gemäß der die Einschaltdauer 25, 50 und 70% für die Beurteilung des Be-

lastungsvermögens eines Schweißumformers als normal angesehen wurde.

Für den Umformer KB 375, der in jeder Hinsicht so gebaut wurde, daß sämtlichen Forderungen der neuen Normen voll entsprochen wird, können daher folgende Angaben gemacht werden:

Nennwerte gemäß SEN 8301:

375 A	39 V	40%
300 A	35 V	60%
200 A	30 V	100%

Leerlaufspannung 50—100 V
Regelbereich 20—400 A

Typengröße gemäß den genormten Begutachtungsgrundlagen ist 300 Ampere.

Die Schweißleistung, die eine Maschine abgeben kann, wird durch die Erwärmung bestimmt, welcher die Maschine durch die Belastung ausgesetzt wird. Irgendwelche Vorschriften hinsichtlich Wärmeprüfung von Schweißumformern bestanden eigentlich früher nicht. Durch die neuen Normen sind diese Vorschriften sowohl für den Generator als auch für den Motor festgelegt. Nunmehr wird das Belastungsverhältnis u. a. m. bei Vornahme der Wärmeprüfung vorgeschrieben, die auch sonst laut SEN 22-1938 (2601) zu erfolgen hat. Der Umformer darf in keinem Teil eine höhere Temperatur annehmen als in der genannten Norm und in SEN 5-1948 (2801) festgelegt ist. Durch die neuen Normen-Vorschriften werden die früheren Forderungen verschärft; sie setzen den Käufer nicht nur in die Lage, zwischen verschiedenen Schweißumformern Vergleiche anzustellen, sondern geben ihm gleichzeitig auch eine gewisse Gewähr für die Vollwertigkeit der anzuschaffenden Maschine.

Da Mitarbeiter der ESAB bei den Normierungsarbeiten mitgewirkt haben, waren den Konstrukteuren der KB 375 die Richtlinien derselben gut bekannt. Es waren deshalb schon zu Beginn der Konstruktionsarbeiten jene Teile bekannt gewesen, deren Dimensionierung von den Normen beeinflusst werden, so daß man bei deren Formgebung besonders gut den Forderungen Rechnung tragen konnte. Dies gilt nicht bloß für einzelne Teile, sondern betrifft die ganze Maschine. Die Temperaturmessungen, die bei der Wärmeprüfung der KB 375 an ganz besonders vielen Meßpunkten vorgenommen wurden, haben bewiesen, daß die Maschine in Hinsicht auf die Erwärmung gerade richtig dimensioniert ist. Die einzelnen Teile erfüllen nicht nur überaus gut die durch die Normen aufgestellten Vorschriften, sondern gehen sogar etwas darüber hinaus.

Regelung

Wie oben erwähnt, ist der Gesamt-Regelbereich der Maschine in vier Teile unterteilt. Die Grobregelung erfolgt durch Einschaltung des gewünschten Intervalles durch den hierfür bestimmten und zuvor beschriebenen Schweißbereichschalter. Die Feinregelung geschieht darauf durch den Schweißstromregler, mit dem kontinuierlich reguliert wird, so daß der Strom ohne Stufen vom niedrigsten auf den höchsten Wert gebracht werden kann.

Die vier verschiedenen Schweißbereiche sind so abgestimmt, daß sie sich im großen und ganzen für verschiedene Elektroden-Durchmesser eignen, wobei folgende Richtlinien gelten:

Der erste Bereich, 20 bis 80 Ampere, entspricht den gebräuchlichen Stromstärkewerten für Elektroden von 2 mm Durchmesser und kleiner. Selbstverständlich kann dieser Bereich auch von zahlreichen Elektrodenarten in der Stärke von 2,5 mm \varnothing benutzt werden, deren Stromstärkeintervall innerhalb des Bereiches liegt.

Der zweite Bereich, 60 bis 175 Ampere, deckt den gewöhnlichen Strombedarf von Verbindungselektroden von 2,5, 3,25 und 4 mm Durchmesser. Es können jedoch auch viele Spezialelektroden für warmfeste und rost-

beständige Stähle, Hartschweißelektroden sowie gewisse Bronze- und Aluminiumelektroden in den angegebenen Stärken in diesem Bereich verschweißt werden.

Der dritte Bereich, 125 bis 300 Ampere, eignet sich für die Durchmesser von 4 und 5 mm und kann ebenfalls für 6 mm \varnothing benutzt werden, falls nicht für gewisse Typen in diesem Durchmesser die höchste Stromstärke angewendet werden muß.

Der vierte und letzte Bereich, 250 bis 400 Ampere, ist innerhalb der für die Maschine angegebenen Leistungsgrenzen und Einschaltdauer für Schweißungen mit Elektroden von 5 und 6 mm Durchmesser und darüber bestimmt.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß die Größe der Schweißbereiche mit Rücksicht auf die Stromstärkenintervalle für die verschiedenen Elektroden-Durchmesser besonders gewählt wurde. Da die Schweißbereiche reichlich die oberen Grenzen der Stromstärkenintervalle für Elektroden überschreiten, ist es nicht notwendig, auf einen höheren Schweißstrombereich umzuschalten, auch dann nicht, wenn man mit dem höchsten Strom arbeitet oder dieser etwas überschritten wird. Eine Umschaltung würde eine Unterbrechung in der Arbeit notwendig machen, da die Schweißung eingestellt werden müßte, um die Umschaltung vornehmen zu können.

Der Höchstwert der geeigneten Stromstärke für 3,25-mm-Elektroden ist z. B. fast ausnahmslos mit 150 Ampere begrenzt. Der Bereich 2 hat als obere Grenze 175 Ampere. Es ist deshalb eine Umschaltung auf den nächst höheren Bereich nicht notwendig, falls zufällig eine etwas höhere Stromstärke als der angegebene Höchstwert benötigt wird.

Verschweißt man 4-mm-Elektroden im Bereich 3, dessen obere Grenze 300 Ampere ist, dann wird eine Umschaltung wegen eines höheren Strombedarfes niemals notwendig, da der Höchstwert für das Stromstärkenintervall für 4-mm-Elektroden, wenn es sich um gewöhnliche Verbindungselektroden für Stahl handelt, bei 200 Ampere liegt. Gewisse Spezialelektroden von 4 mm Durchmesser mit niedrigeren Werten als 200 Ampere als obere Grenze, z. B. Elektroden für Gußeisen-schweißung u. ä., können — den vorherigen Ausführungen gemäß — gut im Bereich 2 verschweißt werden.

Wenn es sich um 5-mm-Elektroden handelt, so wird nur in Ausnahmefällen und auch bloß für Spezialelektroden, 285 Ampere als die obere Grenze für das Stromstärkeintervall überschritten. Dieser Bereich eignet sich daher gut für diesen Durchmesser.

Dieser Vorteil ist nicht nur dadurch erreicht worden, daß man die Größe und Lage der Schweißbereiche mit Rücksicht auf den Strombedarf für verschiedene Elektrodendurchmesser in entsprechender Weise gewählt



Bild 6

hat, sondern auch dadurch, daß darauf geachtet wurde, daß sich die Schweißbereiche in ausreichendem Maße überschneiden. Diese Überschneidungen haben aber auch noch eine andere praktische Bedeutung. Dadurch wird nämlich in manchen Fällen eine Umschaltung von einem höheren auf einen niedrigeren Bereich möglich, wodurch man für denselben Stromstärkenwert eine steilere Charakteristik und höhere Leerlaufspannung erhält, was in gewissen Fällen von Vorteil ist. Eine steilere Charakteristik hat zur Folge, daß die Schwankungen des Stromes infolge Veränderungen der Lichtbogenlänge und der sich daraus ergebenden Spannungsänderungen geringer werden, d. h. die Schweißung verläuft ruhiger als es bei einer flacheren Charakteristik der Fall ist.

Der Schweißbereichschalter und der Stromstärkenregler sind an der Vorderseite des Bedienungshäuses so angebracht, daß sie leicht zugänglich sind, wie Bild 5 zeigt. Rechts auf dem Bilde sieht man den Sterndreieckschalter für das Anlassen der Maschine.

Sowohl der Schalter als auch der Regler sind mit einer leicht ablesbaren Skala versehen, die außer den Zahlenwerten für die Bereichintervalle und Stromstärken verschiedene Farben aufweist. Die Farbe an der Skala des Schweißbereichschalters entspricht jeweils der des Schweißstromreglers, wodurch die Stromstellung leichter überblickt werden kann.

Die vier Skalen des Reglers sind direkt in Ampere eingeteilt. Für Schweißstromregler mit Schweißstromangaben gilt allgemein, daß die bei einer gewissen Reglereinstellung erhaltenen Schweißstromstärken nur in Ausnahmefällen mit den Werten der Stromstärkenskala übereinstimmen können. Die erhaltene Stromstärke ist direkt von dem Spannungsabfall im Schweißstromkreis abhängig, der wiederum hauptsächlich von der Lichtbogenlänge der verwendeten Elektrode sowie vom Spannungsabfall in den benutzten Schweißkabeln abhängt. Bei ein und derselben Reglereinstellung kann man demnach mit zwei verschiedenen Elektrodentypen bei verschiedenen Lichtbogenlängen unterschiedliche Stromstärken erhalten. So gibt die höhere Lichtbogenlänge eine niedrigere Stromstärke und umgekehrt. Ebenso verhält es sich mit den Schweißkabeln, die verschiedene Widerstände haben. Wenn man also mit einer Ampereskala die Schweißstromwerte für verschiedene Einstellungen angeben will, so muß man einen Kompromiß machen und von gewissen angenommenen Werten der Spannungsabfälle im Schweißstromkreis ausgehen. Bei der Schweißmaschine KB 375 ist man daher von den Mittelwerten der Lichtbogenlängen für eine große Zahl von Elektroden sowie von dem gewöhnlich vorkommenden Spannungsabfall in den Schweißkabeln ausgegangen. Auf diese Weise erhält man eine Skala, die eine möglichst gute Übereinstimmung mit den auf der Skala

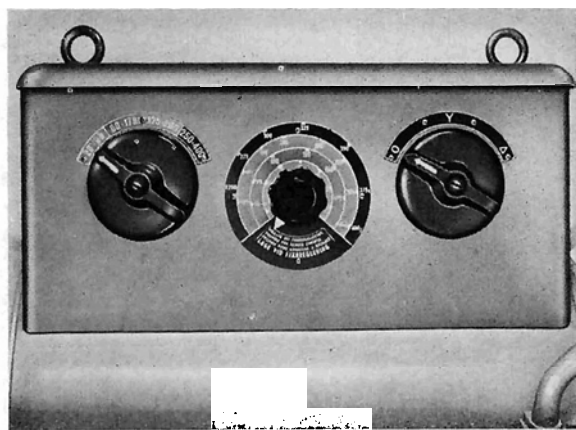


Bild 5

abgelesenen Werten und den tatsächlichen Schweißstromstärken aufweist.

Hinsichtlich der Regulierungsmöglichkeiten der KB 375 sei noch erwähnt, daß die Maschine auch Fernregelung besitzt. Die Verbindung zwischen Fernregler und Generator erfolgt durch ein $2 \times 2,5$ mm² Gummikabel, das durch einen Steckkontakt an das Schaltbrett des Generators angeschlossen wird. Der Fernregler wiegt nur ungefähr 2,5 kg und wird im Bild 6 gezeigt.

Polumschaltung

Sehr praktisch und zeitsparend ist der Umpolschalter, der zur normalen Ausrüstung der Maschine gehört. Er befindet sich an der Schaltseite der Maschine oberhalb des Schweißkabel-Anschlusses und besteht aus einem Umschalter, mit dem man die gewünschte Polarität in den Schweißkabeln durch bloßes Verdrehen des Umschaltgriffes erhält, ohne daß die Kabel gelöst werden müssen.

Motor

Der KB 375 ist ein Eingehäuse-Umformer, mit Motor und Generator auf einer gemeinsamen Welle montiert. Das Äußere der Maschine zeigt Bild 7. Der Motor ist ein Drehstrom-Asynchronmotor mit Stromverdrängungsläufer. Bei Dauerbelastung beträgt die Leistung des Motors 9 kW bei 50 Per./Sek. und 2950 U/Min. Auf besondere Bestellung wird der Motor ebenfalls in einer Ausführung für 60 Per./Sek. geliefert.

In der Standardausführung kann der Motor an die Netzspannungen von 190, 220, 250, 380, 440 und 500 Volt angeschlossen werden. Die ersten drei Spannungen erfordern Sicherungen von 60 Ampere und die drei letzten solche von 35 Ampere. Die Kabel-Querschnitte für die beiden Spannungsgruppen betragen 4×16 bzw. 4×10 mm².

Der Anschluß des Motorkabels sowie die Umschaltung auf die vorhandene Netzspannung ist sehr einfach, da das Umschaltklemmbrett leicht zugänglich ist. Bild 8 zeigt das Bedienunggehäuse mit abgenommenem Deckel, man sieht rechts unten den Stern dreieckschalter, an welchem der Netzanschluß erfolgt. Oberhalb des Stern dreieckschalters sieht man das Umschalt-

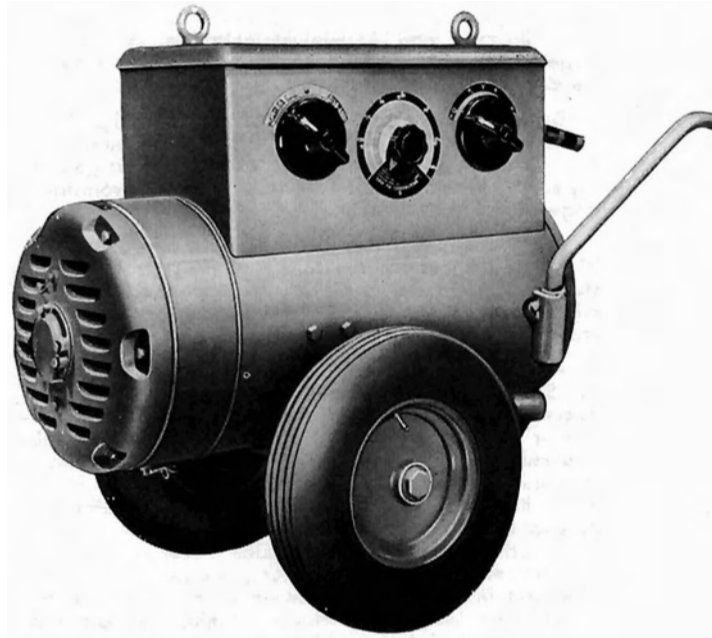


Bild 7

klemmbrett mit den Kupplungslaschen. Der Stern dreieckschalter ist besonders kräftig konstruiert und zeichnet sich durch hohe Betriebssicherheit und lange Lebensdauer aus. Die Kontaktfinger sind auf soliden Bakelitleisten sehr gut befestigt. Die Kriechabstände sind gut bemessen, und die Schaltwalze ist nicht nur zwischen den Phasen, sondern auch zwischen den einzelnen Kontaktfingern mit kräftigen Isolierscheiben versehen.

Wie aus dem Bild hervorgeht, ist die Umschaltung sehr leicht zugänglich. Außerdem zeigt das Bild, daß auch die übrigen im Gehäuse befindlichen Teile, wie Bereichumschalter, Regler, Gleichrichter usw. sehr gut angeordnet sind und leicht überblickt werden können, was im übrigen nicht bloß für diese Teile allein, sondern für die ganze Maschine gilt. Dies ist ein sehr großer Vorteil.

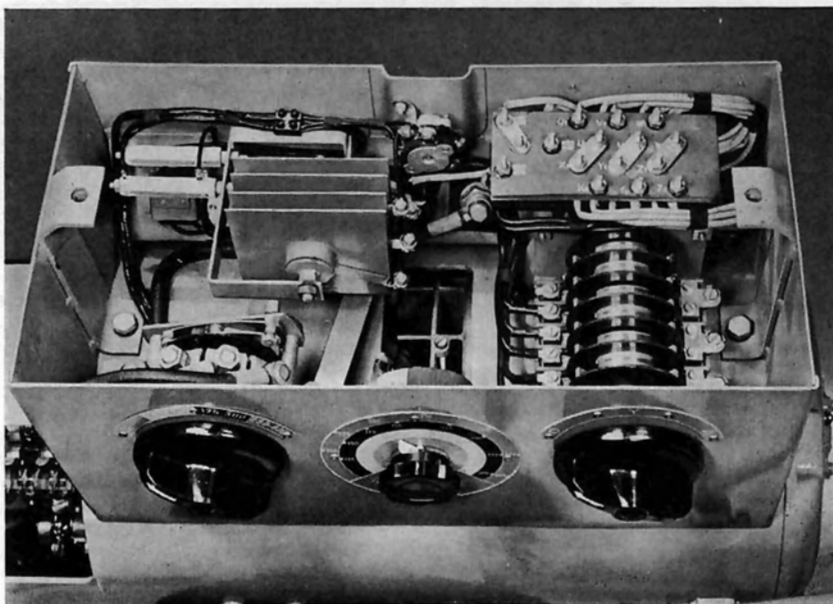


Bild 8

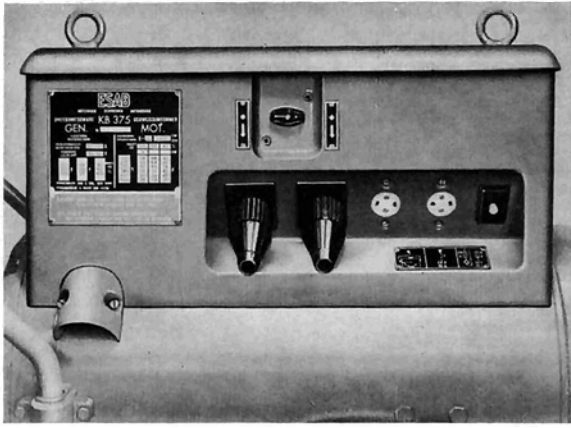


Bild 9

Die übrige elektrische Ausrüstung

Die Maschine erlaubt eine zusätzliche Leistungsentnahme aus der zuvor erwähnten Transformatorwicklung im Asynchronmotor. Diese ist von der Hauptwicklung elektrisch ganz getrennt und gegen diese verstärkt isoliert. Eine Steckdose erlaubt die Entnahme einer Niederspannung von 25 Volt und 10 Ampere Wechselstrom.

Die Steckdose dient für den Anschluß zusätzlicher Hilfsgeräte, wie z. B. einer Ableuchtlampe, eines Trockenhalters für Elektroden und dergleichen. Eine Steckdose hierfür, zusammen mit der Steckdose für den Anschluß des Fernreglers sowie die Schweißkabel-Kuppelungen sind auf dem Klemmbrett der Maschine angeordnet, wie in Bild 9 gezeigt wird. Deutliche Bezeichnungen geben an, wozu die einzelnen Anschlüsse bestimmt sind. Da verschiedene Steckertypen für die verschiedenen Anschlüsse verwendet werden, ist schon aus diesem Grund eine Verwechslung ausgeschlossen.

An dem Klemmbrett ist ganz rechts ein rechteckiger Kasten angebracht, der die Sicherungen für den Gleichrichter und die zusätzliche Leistungsentnahme enthält, die von außen leicht zugänglich sind. Alle diese Teile, ebenso wie der oben sitzende Griff für den Umpolwechsler, sind in die Außenseite des Bedienungsgehäuses eingelassen und so gegen mechanische Beschädigung bestens geschützt.

Mechanische Formgebung und Ausrüstung

Bei der Formgebung der Maschine war man bestrebt, eine möglichst gedrungene und kräftige Konstruktion zu schaffen und dabei die verwendeten Werkstoffe rationell auszunutzen. Dem Einbau der Lager wurde nach vorhergegangener Beratung mit den SKF eine ganz besondere Sorgfalt gewidmet. Die beiden Lagerschilde sind genau gleich gegossen und so reichlich bemessen, daß sie eine besondere Stabilität ergeben. Auf der Motorseite bestehen die Lager aus SKF-Kugellagern und auf der Generatorseite aus SKF-Rollenlagern. Für die Schmierung, die bei beiden Lagern spätestens nach 3600 Stunden Betrieb vorgenommen werden soll, sind die Lager mit Fettventilen versehen. Die Schmierung geschieht mit einer Fettspritze und soll erfolgen, wenn die Maschine in Betrieb ist. Der gesamte Fettverbrauch — bei voller Auswechslung des Fettes — beträgt nur 25 Gramm.

Der für die Kühlung der Maschine notwendige Ventilator ist zwischen dem Drehstrommotor und Gleichstromanker angeordnet. Die Kühlluft wird durch die in den Lagerschilden angebrachten, tropfwassergeschützten Luftschlitze eingesaugt, wodurch die Lager gut gekühlt werden. Der Lufteintritt erfolgt möglichst hoch und verhindert dadurch weitgehend, daß Staub und

ähnliches mitgerissen werden. Kollektor und Anker sind mit axialen Kühlkanälen versehen. Die eingesaugte Luft streicht durch diese Kanäle und weiter durch den Generator und Motor hindurch. Das Ausblasen geschieht durch Öffnungen in der Mitte der Maschine; dadurch werden sämtliche Teile des Umformers sehr gut gekühlt.

Die Bürstenbrücke wurde zum Teil neu konstruiert. Die Arme für die Befestigung der Bürstenhalterbolzen sind als Winkelplatten mit flachen Auflageflächen für die Zapfen ausgebildet. Die Bürstenbolzen sind mit einer heiß aufgepreßten Isolation aus glasfaserartigem Bakelit versehen, haben einen rechteckigen Querschnitt und erhalten auf diese Weise durch die beiden winkelrechten Auflageflächen einen sehr sicheren Halt. Die Bürsten bekommen dadurch dem Kollektor gegenüber eine stabile Lage, was für eine gute Kommutierung wichtig ist. Bürsten und Kollektor sind nach Entfernung eines Schutzbleches leicht zugänglich. Das Lösen und Festspannen geschieht durch einen Schnappverschluss. Bürstenaustausch und Überprüfung des Kollektors sind sehr einfach, da im Maschinenkörper große Öffnungen vorhanden sind, die durch das Abnehmen der Schutzplatte frei werden.

Die Maschine wiegt 275 kg und wird in der Normalausführung mit einem zweirädrigen Fahrgestell und einer Stützrolle geliefert. Zum Heben der Maschine dienen zwei Tragösen. Die Stützrolle ist aus Bakelit und besitzt eine gummierte Laufdecke. Die Räder sind luftbereift und mit Wälzlagern versehen. Die Radzapfen sind so ausgeführt, daß ein Austausch gegen Stahlräder mit Gleitlagern leicht vorgenommen werden kann. Die KB 375 kann auf Wunsch mit einem vierrädrigen Fahrgestell, entweder mit Gummi- oder Stahlrädern und auch in ortsfester Ausführung geliefert werden. Die Auswechslung des Fahrgestells oder die Änderung in ortsfeste Ausführung ist sehr einfach und leicht durchzuführen, da in beiden Fällen das Untergestell mit dem Maschinenkörper nur durch zwei Schrauben befestigt wird.

Die Schubdeichseln sind mit Gummihandgriffen versehen und können seitlich neben den Maschinenkörper eingeschwenkt werden. Dadurch wird der Raumbedarf um ungefähr die Hälfte geringer, was bei der Beförderung der Maschine mit der Bahn, mit Kraftwagen oder in Aufzügen von besonderem Vorteil ist. Im eingeschwenkten Zustand bilden die Schubdeichseln überdies einen gewissen Schutz für die Regel- und Schalterhandräder gegen Schläge und Stöße. In der Ausführung mit vierrädrigem Untergestell ist die Maschine mit einer aufklappbaren Deichsel versehen. Das Aufklappen erfolgt selbsttätig, sobald die Deichsel losgelassen wird.

Zusammenfassung

Der neu konstruierte ESAB-Schweißumformer KB 375 besitzt jene guten Schweißeigenschaften, die mit einer Voraussetzung für hochwertige Schweißarbeiten bilden. Bei der Dimensionierung und Isolation wurde auf die neuen Normen für Lichtbogen-Schweißaggregate Rücksicht genommen, deren Vorschriften vollauf entsprochen wird. Regelbereich und Regulierungsmöglichkeiten sind dem Strombedarf für die verschiedenen Elektrodendurchmesser gut angepaßt. Besondere Sorgfalt wurde zum Zwecke einer einfachen und zeitsparenden Bedienung auf die Ausführung der Regulier- und Schaltvorrichtung verwendet, die für Kontrollzwecke und Wartung leicht zugänglich gemacht wurde. Es ist keine Mühe gescheut worden, um die Konstruktion hinsichtlich ihrer Betriebssicherheit und Lebensdauer in allen ihren Teilen so vollkommen wie nur möglich zu machen.

Der Wunsch der ESAB ist es, mit dem neuen Schweißumformer KB 375 der Industrie und den Reparaturwerkstätten ein neues und besseres Hilfsmittel für die Schweißstromversorgung zur Verfügung zu stellen, um auf diese Weise die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Lichtbogenschweißtechnik steigern zu helfen.

A. H.

Der I. österreichische Tag der Technik

findet vom 10. bis 12. Oktober 1957 in Wien mit nachstehendem vorläufigem Programm statt:

Donnerstag, den 10. Oktober 1957:

- 17.00 Uhr: Feierliche Eröffnung im Auditorium Maximum der Wiener Universität, Begrüßung der Ehren- und Festgäste.
 18.00 Uhr: Festvortrag, Prof. Dr. H. Sedlmayr: „Chance und Gefahr des technischen Zeitalters“.
 20.00 Uhr: Zwanglose Zusammenkunft der Tagungsteilnehmer im Rathauskeller.

Freitag, den 11. Oktober 1957:

- 10.00 Uhr: Resselfeier der Technischen Hochschule in Wien.
 14.30 bis 18.00 Uhr: Vorträge im Auditorium Maximum: Bergtrat h. c. Dr. H. Malzacher: „Österreichs Beitrag zur Entwicklung des Eisenhüttenwesens“.
 Prof. Dr.-Ing. H. Kallbrunner: „Der Anteil der Technik an der Entwicklung der Landwirtschaft“.
 Prof. Dr.-Ing. H. Flatscher: „Forst- und Holztechnik in Österreich“.
 Prof. Dr. J. Kisser: „Ernährungsforschung und Ernährungstechnik“.
 20.00 Uhr: Heurigenabend in Grinzing oder Sievering.

Samstag, den 12. Oktober 1957:

- 9.00 bis 12.30 Uhr: Vorträge im Auditorium Maximum: Prof. Dr. F. Regler: „Probleme der Atomenergie“.
 Prof. Dr. H. Zorn: „Erdöl, ein chemischer Rohstoff“.
 Prof. Dr. H. Melan: „Entwicklung der kalorischen Kraftwerkstechnik“.
 Prof. DDr. L. Kirste: „Der Fahrzeugbau, ein besonderer Zweig des Maschinenbaues“.
 14.30 bis 18.00 Uhr: Vorträge im Auditorium Maximum: Prof. Dipl.-Ing. E. Boltenstern: „Wege der Architektur von heute“.
 Prof. Dr. F. Baravalle: „Neuzeitliche Baukonstruktionen“.
 Dir. Dipl.-Ing. H. Hrasnik: „Rationalisierung im Bauwesen“.
 Prof. Dr. A. Pendl: „Der Großstadtverkehr von heute und morgen“.
 18.30 Uhr: Empfang der Delegationsführer durch den Herrn Bundesminister für Handel und Wiederaufbau. (Gesonderte Einladungen werden zeitgerecht ausgesendet werden.)
 Nach jedem Vortrag findet eine kurze Pause statt.

Damenprogramm:

Donnerstag, den 10. Oktober 1957:

- 20.00 Uhr: Rathauskeller.

Freitag, den 11. Oktober 1957:

- 10.00 Uhr: Stadtrundfahrt, Museenbesuch.
 16.30 Uhr: Wiener Jause auf dem Kahlenberg.
 20.00 Uhr: Heurigenabend in Grinzing oder Sievering.

Samstag, den 12. Oktober 1957:

- 17.00 Uhr: Modeschau.

Merkblätter

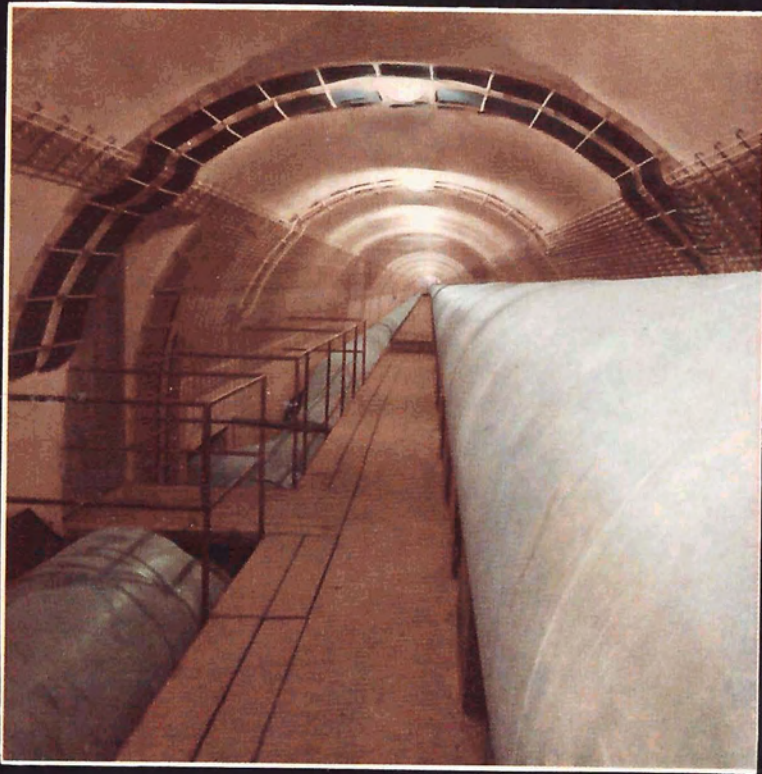
Im Österreichischen Stahlbauverein liegen folgende Merkblätter über sachgemäße Stahlverwendung, herausgegeben von der Beratungsstelle für Stahlverwen-

dung in Düsseldorf, auf, in denen verschiedene Anwendungsgebiete des Werkstoffes Stahl, mit anschaulichem Bildmaterial illustriert, behandelt werden:

Stahlfenster aus warmgewalzten Profilen
 Kugelbehälter aus Stahl
 Bodenbelag aus Stahl
 Rolltore aus Stahl
 Kantenschutz aus Stahl
 Schalungsträger aus Stahl
 Ausstellungs- und Werbebauten aus Stahlrohr
 Zerlegbare Tribünen aus Stahlrohr
 Spielplatzgeräte aus Stahlrohr
 Stiegkettenträger
 Stahlgliederbänder
 Stahlankerausbau
 Stahlscheunen
 Stahl-Türzargen
 Camping-Geräte aus Stahl
 Stütze und schütze Gartengewächse mit Stahl
 Magazinierungsrichtung aus Stahl
 Neuzeitliche Einfriedungen von Dauergrünland
 Wildabwehr in der Forstwirtschaft
 Stahlrollgitter
 Wochenendhäuser aus Stahl
 Blindschachtausbau aus Stahl
 Stahltüren im Wohnungsbau
 Stahl-Spundbohlen
 Stahlküchen
 Hochwertiges Heu durch Schwedenreuter
 Stapelplatten, Behälter und Ladestelle aus Stahl
 Haus- und Vorgarten-Einfriedungen aus Stahl
 Schüttelrutschen
 Stählerne Wasserbehälter an massiven Schornsteinen
 Das Stahlrohr in der Hausinstallation
 Stahlmöbel in modernen Büros
 Stahl-Gitterroste
 Stahlblechschornsteine
 Stahlrohr-Strahlungsheizungen
 Stahlrohr-Lehrgerüste im Bauwesen
 Wendelrutschen in Einheitsausführung und Schrägtrichter
 Hühnerhaltung in bäuerlichen Betrieben
 Fortschrittliche Weinbergtechnik
 Heizkörper aus Stahl
 Erleichterte Hackarbeit in bäuerlichen Betrieben
 Stahldrahmängel für Wohnung und Garten
 Streckenabzweigungen unter Tage in Stahlbau
 Lastrohre aus Stahl
 Stahlfundamente für Turbomaschinen
 Laderäte für Gesteinsbetriebe
 Vorratsschutz im Landhaushalt
 Vorrichtungen und Arbeitshilfen für Schweißarbeiten
 Stetialförderer für Kurztransporte
 Stahlrohrmöbel für Wohnung und Garten
 Fortschrittliche Milchgewinnung
 Funktürme und Funkmasten aus Stahl
 Luftfilter aus Stahl
 Vorratshaltung im Landhaushalt durch Einmachen
 Stahlrohr-Fassadengerüste
 Dachdeckung mit verzinkten Stahldachpfannen
 Stahlverzug
 Oberflächenbehandlung von Stahl durch Phosphatieren
 Baudrehkrane aus Stahl
 Autoaenes Entspannen im Stahlbehälterbau
 Stetialförderer für Fließarbeiten
 Neuzeitliche Stahlrohrbetten
 Einrichtungen aus Stahl für Lehrwerkstätten
 Bereanung
 Arbeitsgeräte für den Garten
 Trocknung und Laerung von Druschgetreide
 Mechanische Stetialförderer für Hafenbetriebe
 Pneumatische Stetialförderer im Hafenbetrieb
 Rundstahlschichten im Bergbau
 Verschleißschutz von Stahl durch Brennhärten
 Stetialförderer im Bauwesen
 Lagerhäuser für Kartoffeln und Gemüse
 Neuzeitliche Scheunen
 Bereanung von Druckstäben und Stützen im Stahlbau nach DIN 4114
 Neuere Hallen in Stahlkonstruktion
 Behälterverkehr mit Stahlbehältern
 Stahl-Leichtbau von Wasserkraftgeneratoren
 Stahlrekuperatoren
 Oberflächenschutz von Stahl durch metallische Zinküberzüge
 Biege- und Prägetechnik bei der Verarbeitung von Feinblech aus Stahl
 Oberflächenschutz von Stahl durch metallische Zinnüberzüge
 Ordnungs- und Bürohilfsmittel aus Stahl
 Förderergerüste aus Stahl
 Die autoaene Schienenerschweißung
 Treppen aus Stahl
 Schutzdächer und Wartehallen aus Stahl an den Haltestellen
 öffentlicher Nahverkehrsmittel
 Neuzeitliche Scheunen
 Verbindung von Stahlblech durch Falzen
 Stahlfalzbedachung von verzinkten Falzblechen
 Räucher- und Aufbewahrungsschränke für den Bauernhof
 Stahlaarane für den Bauernhof
 Flammstrahlen von Stahlbauwerken
 Örtliche Warmformgebung von Stahl mit der Autogenflamme

Obige Merkblätter werden auf Wunsch kostenlos an Interessenten verschickt.

**BROWN
BOVERI**



**ELEKTRISCHE
AUSRÜSTUNGEN u.
GERÄTE**

für
**INDUSTRIE
GEWERBE
LANDWIRTSCHAFT u.
BAHNEN**

OESTERREICHISCHE BROWN-BOVERI-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT

W A A G N E R - B I R Ó

A K T I E N G E S E L L S C H A F T

W I E N

G R A Z



Stahlkonstruktion für die neue Ausstellungshalle der Grazer Messe

ZENTRALE: WIEN V, MARGARETENSTRASSE 70



FEUERVERZINKUNGEN

Brunner Verzinkerei Brüder Bablik

WIEN XVIII., SCHOPENHAUERSTRASSE 36

Tel.: A 23 5 25

Fernschreiber: 1791

Tel.-Adresse: Zingagefer

AGA - *Mittler des Fortschritts*

*auf allen
Gebieten
der
Schweiß-
technik....*

Vom Kleinschweißbrenner bis zur großen
Universal-Brennschneidmaschine -

alle Geräte aus eigener österreichischer Produktion
das Ergebnis mehr als 50jähriger Forschung

Sondergeräte und Maschinen für die Hütten- und Walzwerktechnik
Pulverbrennschneidgeräte

Schweiß- und Spritzgeräte für Kunststoffe
und sonstige Spezialgeräte und Maschinen zur autogenen
Metallbearbeitung auch aus der Produktion der

Knapsack-Griesheim A. G.,

deren Generalvertretung für Österreich wir übernommen haben.

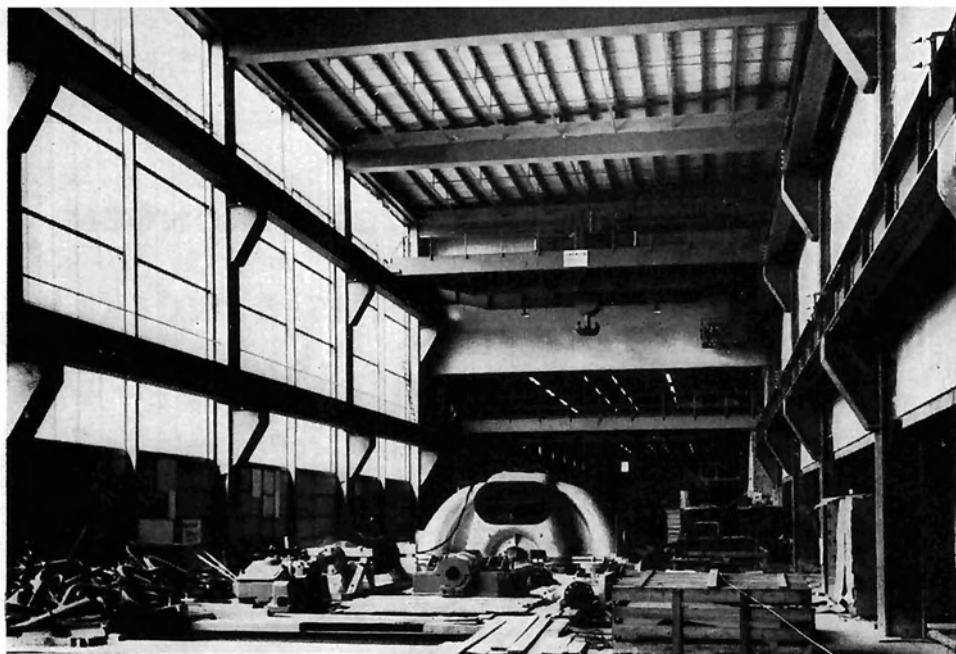
Vor Lösung autogen-technischer Probleme:

fragen Sie zuerst die

AGA-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT WIEN

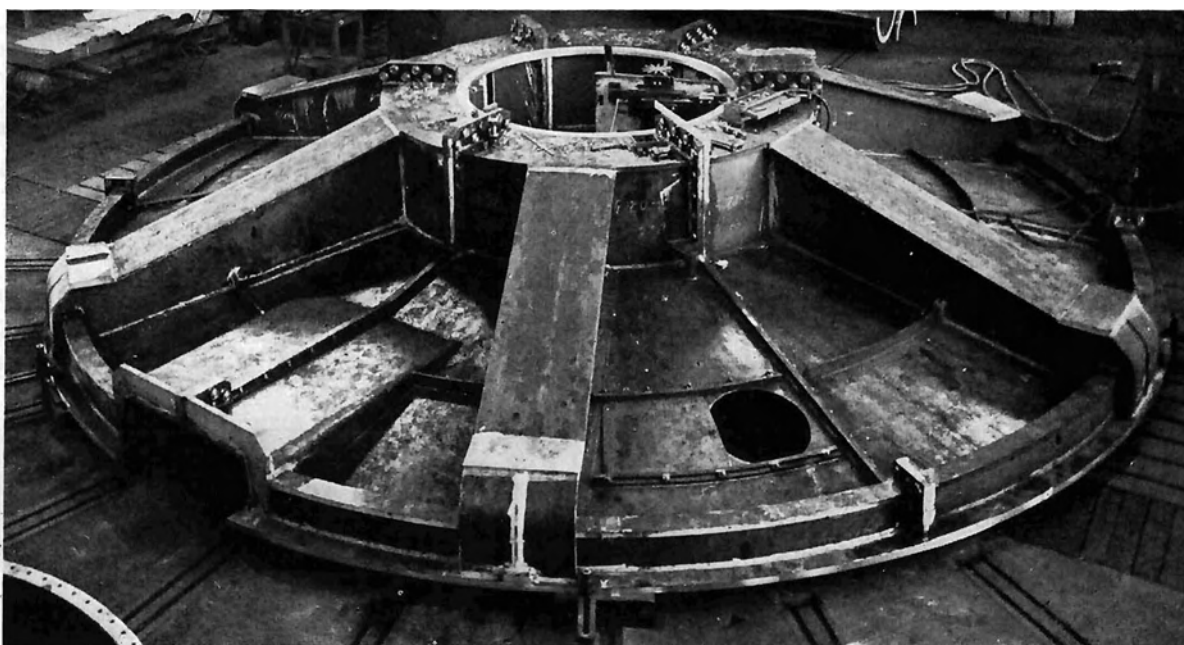
Wien IV, Prinz-Eugen-Straße 72

Telex 01/1180

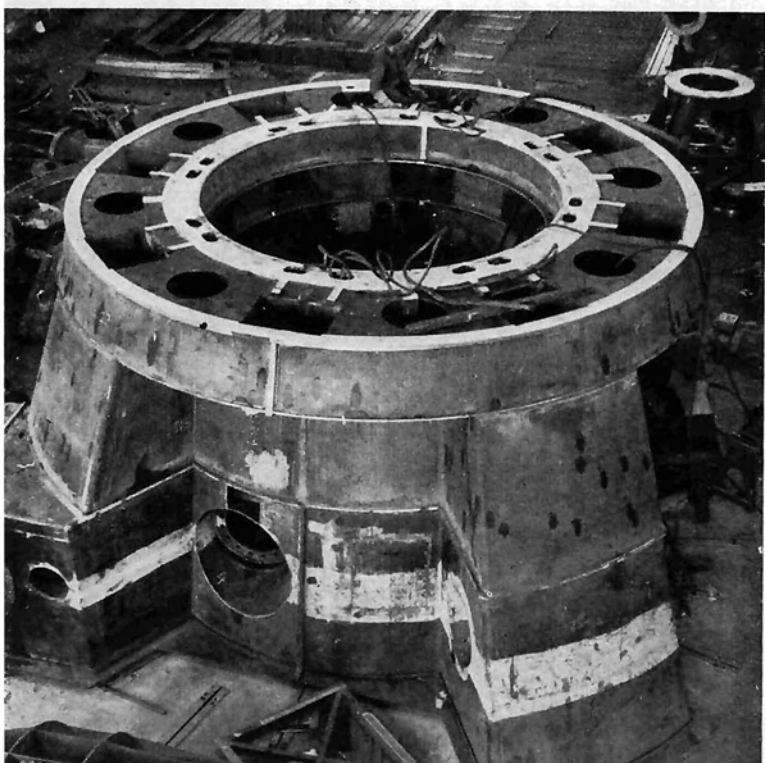


Maschinenhaus des
Dampfkraftwerkes Voits-
berg mit 100 t-Kran

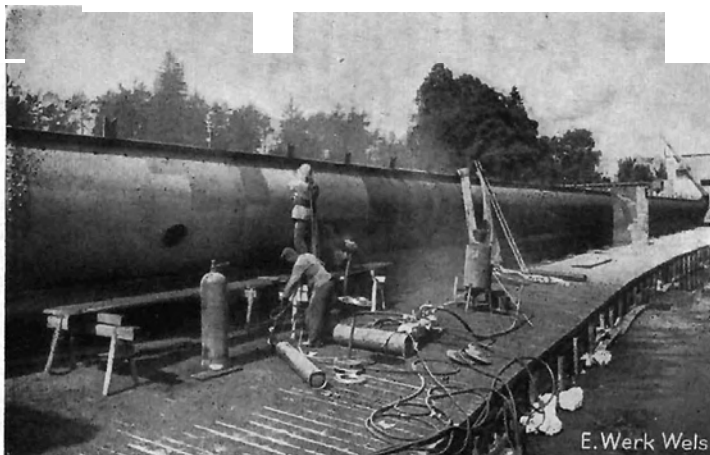
Generator-Trag-
schirm, Schweißkon-
struktion für Kraft-
werk Ybbs-Persen-
beug in Bearbeitung



Geschweißtes Tur-
binengehäuse einer
vierdüysigen Frei-
strahlmaschine für das
Kraftwerk Lünensee
der Vorarlberger
Illwerke A. G.



MASCHINENFABRIK
ANDRITZ
ACTIENGESELLSCHAFT
Graz-Andritz
GEGRÜNDET 1852



SPRITZVERZINKUNGEN

**Metallisierwerk
Salzburg**

**Salzburg, Karolingerstraße 7
Tel. 5705**

BLEIMINIUM BLEIWEISS

Noch immer der beste und sicherste Schutzanstrich.
Durch Jahrzehnte erprobt. Undurchlässig, dicht,
hart, gut haftend, außerordentlich dauerhaft

METALL UND FARBEN
AKTIENGESELLSCHAFT

WIEN I, KÄRNTNERSTRASSE 7
TEL. R 22-5-90, TELEGRAMME: FARBMETALL WIEN
FERNSCHREIBER Nr. 1719

BLEIBERGER BERGWERKS-UNION
KLAGENFURT

WETTACH

Erfolgbringende Informationen und Geschäftsvermittlung durch den

WPI Wirtschaftlicher Presse- und Informationsdienst

Erscheint jeden 2. Werktag im 12. Jahrgang

Berichtet über alle wirtschaftswichtigen Vorgänge sowie technische Neuheiten

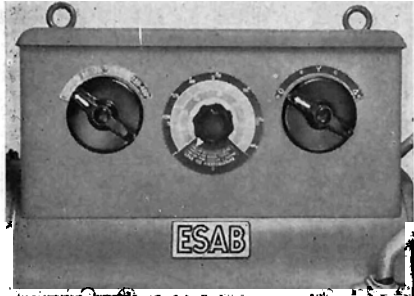
(Geschäftsvermittlungsdienst!)

Bezugspreis S 105.— im Quartal

Verlangen Sie Probenummer!

WPI Redaktion und Verwaltung: Wien I, Canovagasse 5, Tel.: 65 86 85

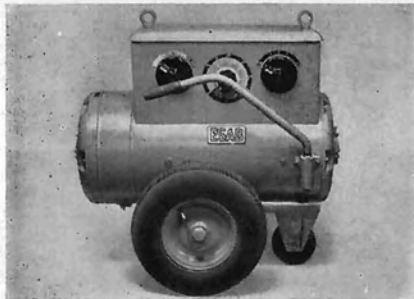
Ein neuer Schweißumformer



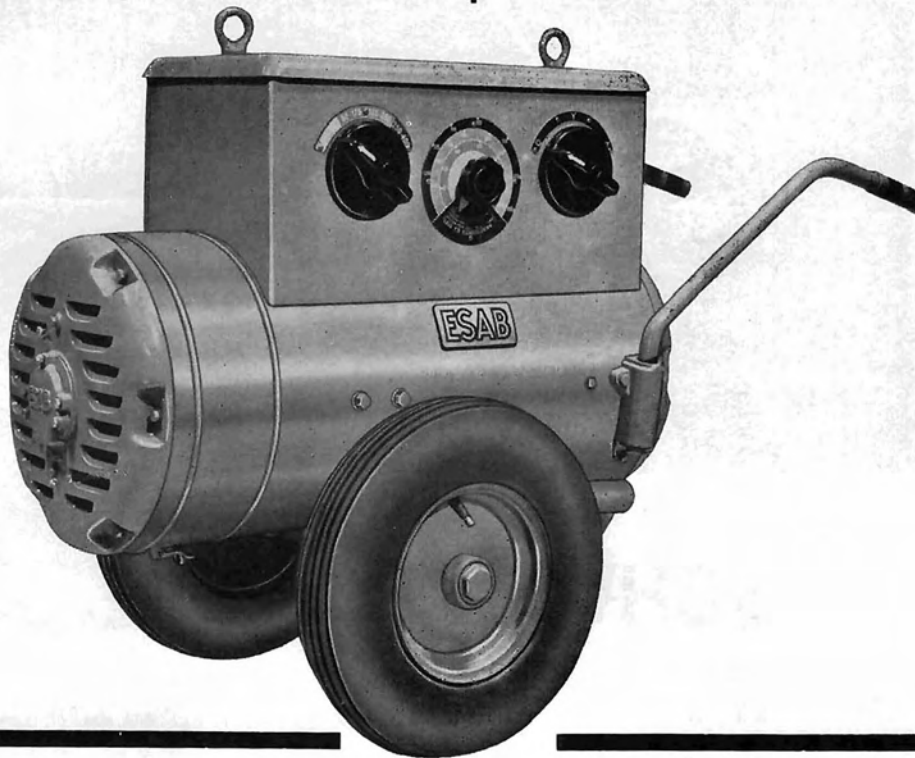
Vorderseite des Bedienungsgehäuses mit den Schalt- und Regelorganen



Die Rückseite des Bedienungsgehäuses hat ein geschütztes Klemmbrett für sämtliche Anschlüsse



Die Schubstangen lassen sich einschwenken



Wir bringen den **KB 375**, einen völlig neuen Schweißumformer, dessen Konstruktion auf unserer langen Erfahrung und den letzten Errungenschaften auf dem Schweißgebiet aufbaut.

Nicht nur die ansprechenden weichen Linien sind neu — der KB 375 hat unzählige technische Verbesserungen, die ihm eine Sonderstellung geben.

Fordern Sie bitte Angebot und ausführliche Angaben an.

KJELLBERG-ESAB GES.M.B.H.

Wien II, Obere Donaustraße 33, Telefon: A 40 5 68 (35 16 79),
Telegramm: AUSTROESAB





SIMMERING-GRAZ-PAUKER

Aktiengesellschaft für Maschinen-, Kessel- und Waggonbau

Zentralverwaltung:
WIEN I, STRAUCHGASSE 1

Die neuen Stückgutkrane im Linzer Stadthafen. Ausladung max. 20 m, Nutzlast über den ganzen Bereich 3 t, Lastweg horizontal.

Die Vollportalwippdrehkrane ermöglichen das Unterfahren längs der Fahrtrichtung des Kranes im Eisenbahnlichtprofil und quer dazu durch große LKW. Diese zugbandlose Ausführung ist nur in Schweißkonstruktion durchführbar.

Bild links: Kranauslager in der Schweißwerkstätte

SCHWEISSEN IM KRANBAU

Die moderne Schalenbauweise, aus selbsttragenden Vollwänden bestehend, verlangt als Verbindungstechnik das Schweißen. Es bringt sowohl technisch-konstruktive als auch „architektonische“ Vorteile mit sich. Die Gefahr der Korrosion an unzugänglichen Stellen wird erheblich verringert.





CHROMOX

der bewährte und doch moderne
bleifreie Rostschutz-Anstrich

Die ausgezeichnete Haltbarkeit ist der Grund, warum CHROMOX seit vielen Jahren von namhaften Betrieben im Stahlbau und in der Fahrzeugfertigung für Konservierungsarbeiten an Stahlkonstruktionen eingesetzt wird. Ein Attest des bekannten Herrn Prof. Dr. Salvatera (Technische Hochschule Wien) bestätigt wissenschaftlich die Gleichwertigkeit von CHROMOX gegenüber den klassischen Miniumanstrichen.

Bei der Verarbeitung von CHROMOX ergeben sich jedoch zusätzlich folgende Vorteile:

- Unbedingte Rostschutzwirkung,**
- Bleifrei, ungiftig, daher spritzfähig,**
- Gefahrloses Schweißen,**
- Hohe Ausgiebigkeit,**
- Rasche Trocknung,**
- Unbeschränkt lagerfähig,**
- Keine Unterrostung an mechanisch verletzten Stellen.**

REMBRANDTIN LACKFABRIK
JULIUS SEIDLER
WIEN XXI, DONAUFELDER STRASSE 99
TEL: 37-21-64, 37-23-26
FERNSCHREIBER: 01-1403 „REMBRANDTIN“

FÜR STAHLBAU UND INDUSTRIE

Hochfeste
Schrauben
und Muttern

Güteklassen
5D 8G 10K

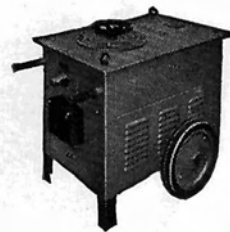
BREVILLIER-URBAN A.G.
WIEN VI. LINKE WIENZEILE 18 TEL. B 24-570

 **HOCHLEISTUNGS-
SCHWEISS-
TRANSFORMATOREN**

Einstellengeräte v. 110—500 A mit Dün-
blechbereich

Doppelstellengeräte:

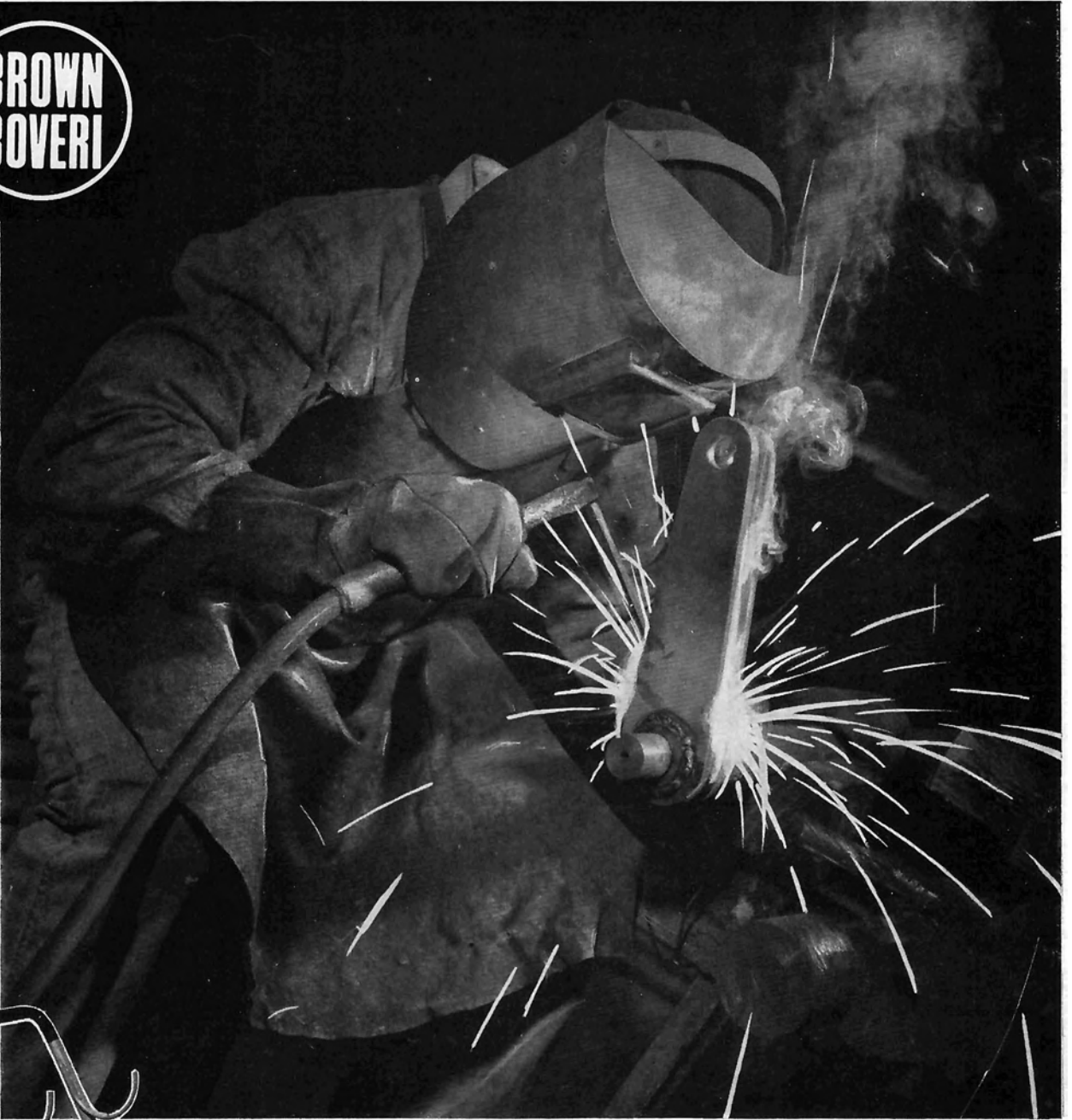
Type	50% E.D.	100% E.D.
TK 252	500 A	375 A
TK 282	650 A	540 A
TK 2102	900 A	750 A



**SCHWEISSTECHNIK
HANDELS G.M.B.H.**

WIEN I, Rathauspl. 3, Tel. 33 76 79
LINZ, Humboldtstr. 26, Tel. 2 42 65
GRAZ, Stockergasse 8, Tel. 81 2 71

**BROWN
BOVERI**



Motor umschaltbar
für 220 und 380 V

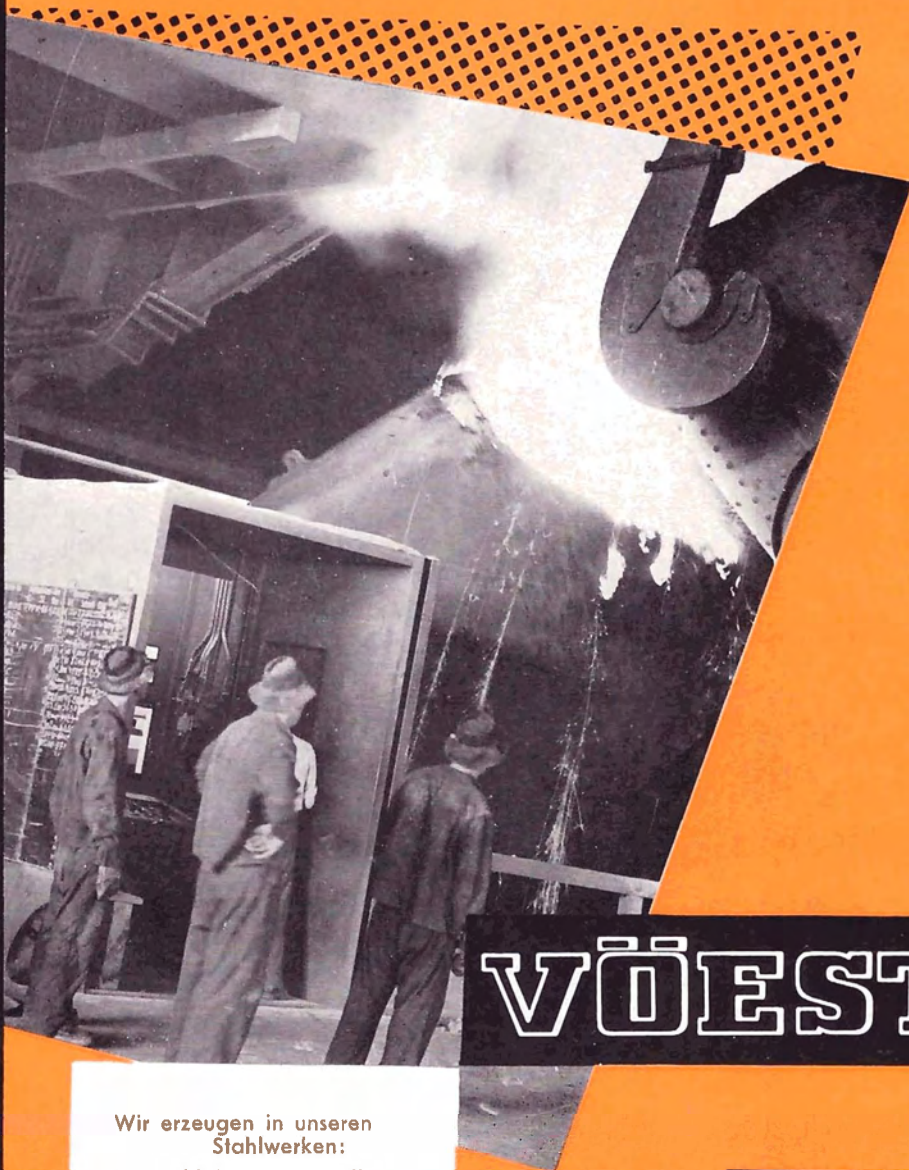
SCHWEISSUMFORMER TYPEN QGS

**für 30-160 A
50-350 A
75-450 A**

Edberg 57

OESTERREICHISCHE BROWN BOVERI-WERKE A.G.

VEREINIGTE ÖSTERR. EISEN- UND STAHLWERKE, LINZ-DONAU



VÖEST

Wir erzeugen in unseren
Stahlwerken:

LD-Stahl (Reinsauerstoff-
Blasverfahren)

SM-Stahl zur Erzeugung von
Handels- und
Qualitätsblechen

Elektro-Stahl zur Herstellung
von Sonderquali-
täten

