

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band:	64 (1973)
Heft:	16
Artikel:	Vergleich einiger Verbindungsverfahren des Kleinapparatebaues aus anwendungstechnischer Sicht
Autor:	Stocker, X.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-915590

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 23.02.2026

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

Vergleich einiger Verbindungsverfahren des Kleinapparatebaus aus anwendungstechnischer Sicht

Von X. Stocker

621.313-181.4:621.79

Die beschriebenen Verbindungsverfahren bieten aus anwendungstechnischer Sicht ideale Möglichkeiten zu Rationalisierungen. Durch eine sinnvolle Automatisierung kann die Qualität gesteigert und Arbeitsplätze interessanter gestaltet werden.

Der Entscheid, neue Wege und Möglichkeiten in der Verbindungstechnik zu suchen, wird durch die heutige Personal- und Kostensituation erleichtert. Neue Verfahren erfordern die Zusammenarbeit aller Beteiligten.

Der gegenseitige Erfahrungsaustausch, der heute vielfach aus Angst vor der Konkurrenz nur teilweise erfolgt, könnte loyal betriebenen ungeahnte Möglichkeiten bieten.

1. Allgemeine Betrachtungen

Die rasante technologische Entwicklung bringt laufend neue Verbindungsverfahren. Der Personalmangel und die extrem steigenden Kosten erfordern heute arbeitsfreundliche und rationelle Verfahren. Arbeitsintensive, komplizierte Bestandteile, die früher spanabhebend gefertigt wurden, sind heute bei gleicher Qualität in Kunststoff billiger herstellbar.

Der Erfahrungsaustausch mit anderen Firmen und die Praxis bestätigen, dass die Anwendungsgrenzen zwischen den Verfahren nicht eindeutig festgelegt werden können. Je nach den physikalischen Beanspruchungen der Bauteile und Eingliederung in den Fertigungsprozess kann das eine oder andere Verfahren vorteilhafter sein.

Bei der Einführung neuer Verfahrenstechniken sind folgende Punkte besonders beachtenswert:

- a) Die langfristigen Entwicklungstendenzen der Konstruktion.
- b) Der Erfahrungsaustausch mit anderen gleichartigen Betrieben erspart Einführungskosten und Zeit.
- c) Die mögliche Automatisierung des Prozesses. (Wobei diese vorteilhaft nur stufenweise eingeführt werden soll, um den Überblick zu wahren.)
- d) Eine gründliche, umfassende Ausbildung des Personals ist eine wichtige Voraussetzung zur optimalen Ausnutzung der Anlage.
- e) Neben den zu erwartenden Unterhalts-, Ersatzteil- und Betriebskosten ist dem schnellen Service des Lieferanten oder Vertreters besondere Beachtung zu schenken. Verschleissteile werden vorteilhaft gleich mit der neuen Maschine bestellt, um Produktionsunterbrüche zu vermeiden.

Die Einführung neuer Verfahren benötigt Zeit, denn neue Verfahrenstechniken erfordern in der Produktion Entwicklungsarbeit und Versuche.

Die Hersteller übermitteln nach bestem Wissen das «Gewusst wie»; die Erfahrung über die verschiedenen Einflussgrößen muss aber selbst erarbeitet werden. Im weiteren muss vielfach mit langen Einführungszeiten gerechnet und das Vertrauen in neue Verfahren erst erworben werden. Vermehrte Überwachung in der Einführungsphase und statistische Qualitätskontrolle geben Sicherheit und schaffen Vertrauen.

Die Angst vor Fehlinvestitionen verleitet oft, bei neuen Verfahren billige, einfache Anlagen anzuschaffen. Diese sind meist nur mit einfachen Steuerungen und ungenügenden Einstellmöglichkeiten ausgerüstet, welche in der Serienproduktion genügen, in der Einführungsphase aber oft zu Fehlschlägen führen.

Ein Kostenvergleich der Jahre 1968 zu 1972 ergab einen Anstieg der Personalkosten um 100 % während die Erhöhung für Maschinen und Werkzeuge nur 15 % betrug. Werden die maschinenbedingten Kosten den Lohnkosten von

Les procédés d'assemblage décrits offrent des possibilités idéales de rationalisation. Par une automatisation judicieuse, la qualité peut être améliorée et les emplacements de travail deviennent plus intéressants.

La décision de chercher de nouveaux moyens d'assemblages est facilitée par le manque actuel de personnel et le renchérissement. Les nouveaux procédés exigent la coopération de tous les participants.

Si l'échange réciproque de l'expérience, qui n'est actuellement souvent que très partiel, par crainte de la concurrence, pouvait se faire d'une façon loyale, il en résulterait des possibilités insoupçonnées.

Fr. 15.– pro Stunde gleichgesetzt, liegt bei einer Amortisationsdauer von 10 Jahren der Anschaffungswert bei ca. Fr. 200 000.–

Anhand einiger Beispiele aus der Praxis im Kleinapparatebau seien die Verfahren Ultraschall-, Feinpunkt- und Mikroplasmaschweißen behandelt.

2. Ultraschallschweißen von Thermoplasten

Für den Kleinapparatebau bieten kleine arbeitsintensive Bauteile ohne extreme mechanische und thermische Beanspruchungen ideale Möglichkeiten, diese in Thermoplast billiger herzustellen. Aus werkzeugtechnischen und preislichen Gründen werden solche Teile, wenn nötig, aus 2 oder mehr Teilen hergestellt. Die Verbindung erfolgt durch verschiedene Verfahren, wie Kleben, Nieten, Warm- und Kaltstempel und Ultraschallschweißen. Fig. 1 zeigt verschiedene ultraschallgeschweißte kleine Bestandteile, welche teilweise konventionell gefertigte ersetzen.

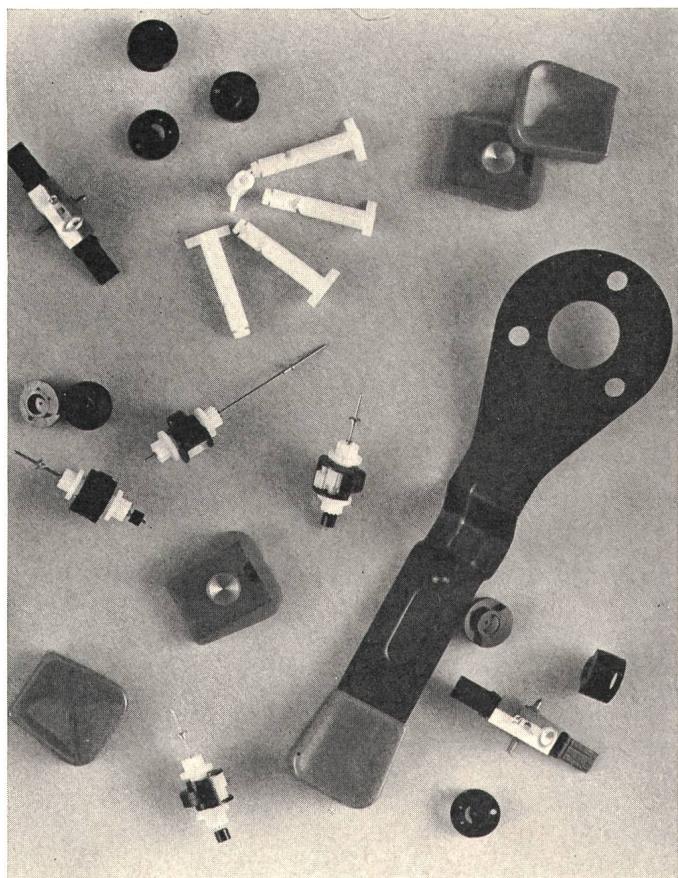


Fig. 1
Ultraschallgeschweißte feinmechanische Bauteile aus laufender Produktion

Bei Neukonstruktionen oder Umstellungen auf Ultraschallschweißen geben nur Versuche mit gespritzten Teilen verbindliche Resultate. Einige grundsätzliche Kenntnisse vorausgesetzt, können solche Versuche Berufsleute selbst durchführen, wobei die Sonotrode und der Amboss aus Aluminium hergestellt sein können. Allgemein kann die Lebensdauer einer Sonotrode aus Al je nach Schalldauer zwischen $2 \cdot 10^5 \dots 5 \cdot 10^5$ Schweißungen betragen.

Fig. 2 zeigt ein Differentialgetriebe mit den beiden Zentrierungen, welche ebenfalls als Schweißstelle dienen. Bei den geschweißten Gehäusen wird die Fluchtung der Hauptachsenbohrung 0,6 mm in der Qualität 9 eingehalten.

Zum Schweißen von 1000 Gehäusen werden 2,9 h benötigt, wobei die eigentliche Schweißzeit bei einer Leistung von 70 W 0,6 s beträgt.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit besteht im gleichzeitigen Schweißen und Einbetten von Metallteilen (Fig. 3). Nebst der speziellen Halterung des Kontaktträgers wird eine isolierungssichere Schweißstelle gegen Durchschlag gefor-

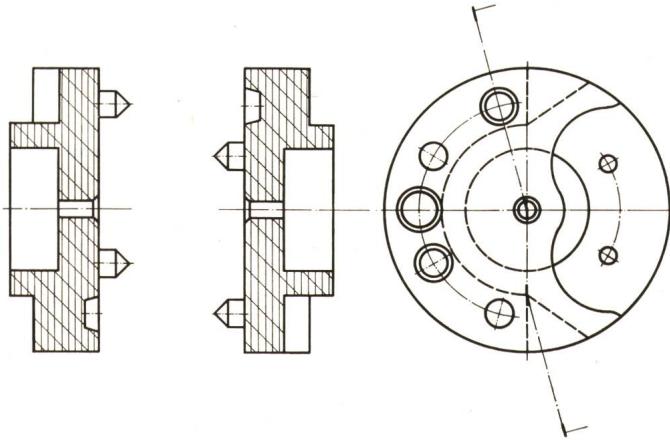


Fig. 2

Gehäuseschalen zu einem Differentialgetriebe mit den beiden Zentrierungsbolzen und Energiegebern

dert. Nach Vorschrift werden 2,5 kV, 50 Hz, 30 s vorgeschrieben, erreicht wird eine minimale Stoßspannung von 8 kV. Die Toleranz von 0,4 mm des Blechpaketes wird mit der Schweißnaht aufgefangen. In Fig. 3 sind die Einzelteile ersichtlich mit den Aussparungen für das Einbetten des Kontaktträgers und der Energiegeber in der Schweißstelle.

Die beiden Träger aus rotem und weißem Polystyrol werden ab Lager verarbeitet. Anfänglich ergaben sich Schwierigkeiten wegen unterschiedlichen Schweißstellen bei Verwendung gemischter Chargen. Durch die Bezeichnung mit den Einlagerungsdaten kann heute chargeweise verarbeitet und die Schalldauer und Drücke entsprechend angepasst werden.

Solche Anker werden auf einem inaktiven Amboss geschweißt (Fig. 4), wobei sich die Teile aus Polystyrol SAN (JSO) selbst zentrieren. Mit dieser Sonotrode aus Aluminium wurden bis heute über 350 000 Schweißungen ausgeführt. Die Stückzeit für Fügen, Einlegen, Schweißen und Stichprobenkontrolle beträgt 18 s bei 0,8 s Schalldauer und der Nachhaltezeit von 1 s.

3. Feinpunktschweißen

Die Feinpunktschweißungen durch Widerstand oder Kondensatorenentladungsanlagen sind im Kleinapparatebau ein billiges und sicheres Verbindungsverfahren. Bei elektrisch leitenden Teilen ergeben solche Verbindungen die kleinstmöglichen Übergangswiderstände.

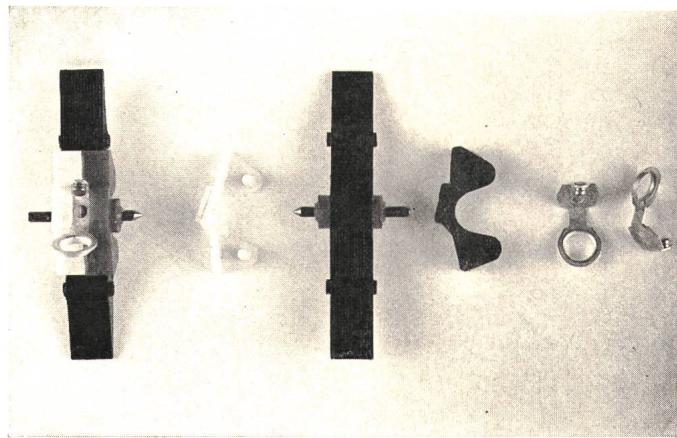


Fig. 3
Anker zu einem Resonanzrelais mit den Einzelteilen

Mit den neuen, narrensicheren Steuerungen lassen sich Feinpunktmaschinen problemlos in die Produktion einsetzen. Ein Vergleich von Maschinen, bei welchen nur der Schweißstrom und Schweißdruck reguliert wurde, die Dauer der Presszeiten durch die Bedienung erfolgte, zu neuen mehrzeitengesteuerten Anlagen ergab folgende Resultate: Die Elektrodenstandzeiten konnten bis zur Nacharbeitung der Auflagefläche um den Faktor 10...20 erhöht werden. Der Anteil der Fehlerhäufigkeit der beanstandeten Aufträge bei den Schweißoperationen sank von 7 auf 0,5 %. Mit 8 Maschinen alter Bauart musste ein Gruppenführer zur Qualitätsüberwachung, zum Einrichten und zur Unterhaltsarbeit der Elektroden voll eingesetzt werden. Heute betreut der gleiche Mann zusätzlich eine Vormontagegruppe mit 6 Personen. Bei richtiger Werkstoffwahl und Kühlung der Elektroden und optimalen Anpressdrücken werden Standzeiten von über 100 000 Schweißungen erzielt. Neben der Maschine beeinflusst das Werkzeug besonders die Schweißqualität. Die massive Qualität und mögliche Toleranzen werden nur vom Einspannwerkzeug oder von der Schweißlehre beeinflusst. Um enge Toleranzen bei Stanzteilen zu

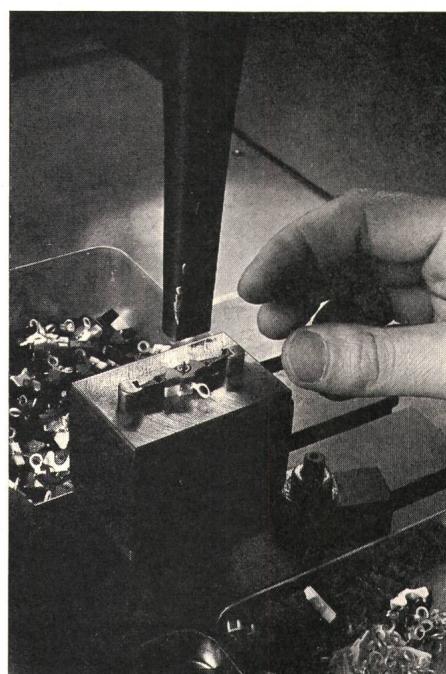


Fig. 4
Ungeschweißter Anker auf inaktivem Amboss mit Sonotrode

erreichen, werden die Basismasse im Werkzeug vorteilhaft den jeweiligen Istmassen der Einzelteile angepasst oder während des Schweissens an die Basisfläche angepresst.

Fig. 5 zeigt eine Steckerklemme mit den Einzelteilen; deutlich sichtbar die beiden Schweissbuckel. Die Klemme ist aus Walzbronze versilbert und das Halteplättchen in MS 63 hart hergestellt. Das Schliffbild in Fig. 6 durch eine solche Schweissung, verdeutlicht die Struktur der Verbindungsstelle. Solche Makrountersuchungen mit statistischer Auswertung der Zerreissproben ergeben bei Einführung oder Störungen in der Serie die zuverlässigsten Resultate.

4. Kalkulationsschema

Kostenvergleich bei Fabrikation mit einer normalen Maschine zu einer Rundtellermaschine:

	Rundteller-Maschine	Normale Maschine
4.1 Maschinenbedingte Kosten:		
Anschaufungskosten der Maschine	Fr. 35 000.—	Fr. 19 860.—
Abschreibung auf 10 Jahre (10 %)	Fr. 3 500.—	Fr. 1 986.—
Verzinsung (50 % v. 8 %)	Fr. 1 400.—	Fr. 794.40
4 %/Jahr	Fr. 400.—	Fr. 400.—
Platzkosten 4 m ² à Fr. 100.—	Fr. 300.—	Fr. 200.—
Unterhaltskosten pro Jahr		
Totalkosten pro Jahr	Fr. 5 600.—	Fr. 3 380.40
Maschinenkostensatz bei 1500 h/a	Fr. 3.73	Fr. 2.23
Betriebskosten: Energie, Wasser/h	Fr. -.55	Fr. -.30
Total maschinenbedingte Kosten/h	Fr. 4.28	Fr. 2.53
4.2 Lohnkosten:		
Stundenlohn inkl. Sozialleistungen	Fr. 15.—	Fr. 15.—
4.3 Werkstatt-Gemeinkosten:		
Annahme 30 % von 4.1 + 4.2	Fr. 5.78	Fr. 5.26
4.4 Gesamtkostensatz: (4.1 + 4.2 + 4.3) pro h	Fr. 25.06	Fr. 22.79
4.5 Werkstückbedingte Kosten:		
Seriengrösse 1 · 10 ⁶ Stück	Fr. 15 000.—	Fr. 1 600.—
4.6 Stückkosten:		
Stückzeit pro 1000	1,0 h	3,6 h
Maschine und lohnbedingte Kosten/Stück	Fr. 0.025	Fr. 0.08
Werkstückbedingte Kosten/Stück	Fr. 0.015	Fr. 0.02
Stückkosten Total	Fr. 0.040	Fr. 0.082
4.7 Stückzahlen:		
pro Jahr bei 1500 h	1,5 · 10 ⁶	416 000
4.8 Kostenvergleich:		
Stückkosten bei 416 000 pro Jahr	Fr. 0.07	Fr. 0.082

Wie aus dem Kalkulationsschema hervorgeht, lohnt sich die Beschaffung einer halbautomatischen Maschine schon bei einer Stückzahl von 400 000 pro Jahr.

Eine alte Methode, die Warmpressnietung, früher im Stahlbau häufig angewandt, wird für die heikle Verbindung zwischen den vergoldeten Messingbolzen und Stegen neu angewendet (Fig. 7). Im Prinzip handelt es sich um eine

«Warmpressnietenschweissung», wie der Schliff (Fig. 8) beweist. Die helle Schicht ist die Nickelunterlage für die Hartvergoldung.

Der Übergangswiderstand ist wie bei Schweissverbindungen vernachlässigbar klein. Die obere Elektrode ist drehbar und unten an der Elektrode ist ein gesintertes Kupfer-Wolframplättchen auswechselbar eingesetzt (Fig. 9). Dieses wird beim Schweissen zwischen die Stege eingeschwenkt. Die Standzeiten betragen durchschnittlich 60 000 Schweissungen. Die untere Elektrode, ebenfalls drehbar, dient gleichzeitig als Werkstückaufnahme und muss nach ungefähr 500 000

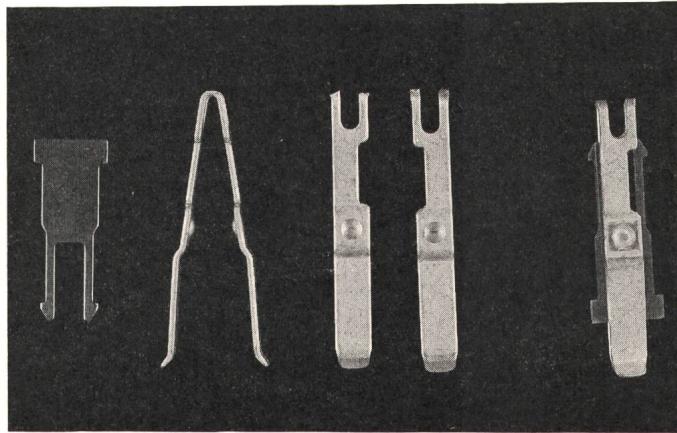


Fig. 5
Steckerklemme mit den Einzelteilen

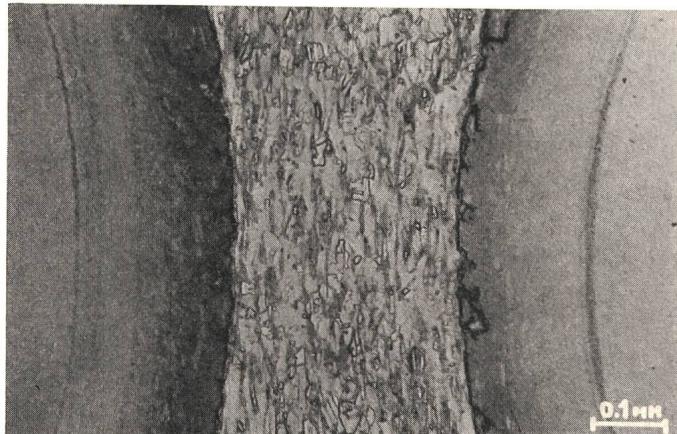


Fig. 6
Schliff durch die Schweißstelle der Steckerklemme in 50facher Vergrößerung

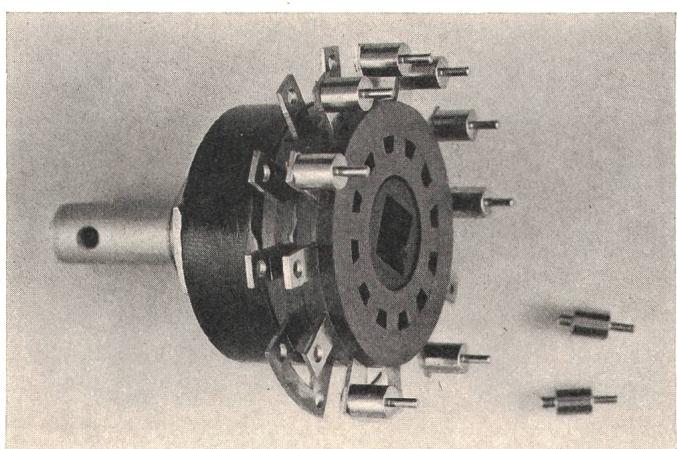


Fig. 7
Stufenschalter mit «Warmpressnietgeschweissten» vergoldeten Messingbolzen

Schweißungen überdreht werden. Zum Fügen der Bolzen mit den Stufenschaltern und Verbinden der 8 Bolzen werden 45 s benötigt.

5. Mikroplasmamaschweissen

Mit dem Mikroplasmaverfahren (MP) wird nun auch in der Feintechnik der elektrische Lichtbogen als Energieträger für Schweißverbindungen ausgenutzt. Die Fig. 10 ergibt eine Übersicht von MP geschweißten Teilen. Das hervorstechende Merkmal dieses Verfahrens: bei minimalem Investitionsaufwand hochvakuumdichte Verbindungen. Im weiteren lassen sich dünne Folien von 0,01 mm Wandstärke stumpf verbinden, wobei als Faustregel für die Serienproduktion gilt, je dünner die Teile, desto aufwendiger und präziser die erforderliche Einspannvorrichtung. In Fig. 10 bei der Lochscheibe in der Mitte der Figur wurde eine Reinnickelfolie von 0,01 mm vakuumdicht eingeschweißt. Die Folien selber müssen jedoch aussortiert und auf Dichtheit geprüft werden. Die Schweißstelle wird als Sandwich ausgebildet, d. h. die Folie wird zwischen zwei Scheiben gelegt.

Zum serienmässigen Schweißen wird – wenn immer möglich – entspanntes Material vorgezogen, um das Verziehen zu unterdrücken. Die hohen Schweißgeschwindigkeiten beim MP-Schweißen bis zu 4 m/min wirken dem Verziehen entgegen. Vorteilhaft ist auch, wenn kein Zusatzmaterial benötigt wird. Werden die beiden zu verschweißenden Teile zusammengepresst, ein schwacher Preßsitz genügt, können die Teile ohne Zugabe dicht verbunden werden. Die Standzeiten der Brennerdüsen hängen von der Einschaltdauer des Hauptlichtbogens und der Stromstärke, d. h. von der thermischen Belastung der Düsen ab.

Fig. 11 zeigt einen Schliff durch einen mikroplasmageschweißten Deckel mit Metallbalg aus 18/8 Stahl. Der Deckel wird feingestanzt mit der Gratseite nach oben eingepresst. Während des Schweißens wird mit einer Spannzange der Balg an den Deckel gepresst und die Wärme abgeführt. Die Boden-zu-Boden-Zeit beträgt hier 17 s pro Schweißung. Als Schutzgas wird Argon/Wasserstoff bei einem Hauptstrom von 10 A verwendet. Bei der Serienproduktion wird zweckmässig eine halbautomatische Vorrichtung eingesetzt (Fig. 12). Das Bedienungspersonal muss dabei die Teile einlegen, einpressen und den Hauptlichtbogen zünden. Die Automatik schaltet bei dieser Drehvorrichtung den Hauptstrom, und das Absenken des Endstromes auf Grund der vorgewählten Drehwinkel. Dank dieser Steuerung muss nur mit einer Ausfallrate von 0,5 % pro Schweißung gerechnet

werden. Die geforderte Dichtheit wird mit $5 \cdot 10^{-4}$ Torr l/s Helium vorgeschrieben. Trotz dem kleinen Lichtbogen muss ein Schutzschild wegen der Ultravioletstrahlung unbedingt verwendet werden. Im weiteren sei auf den Artikel

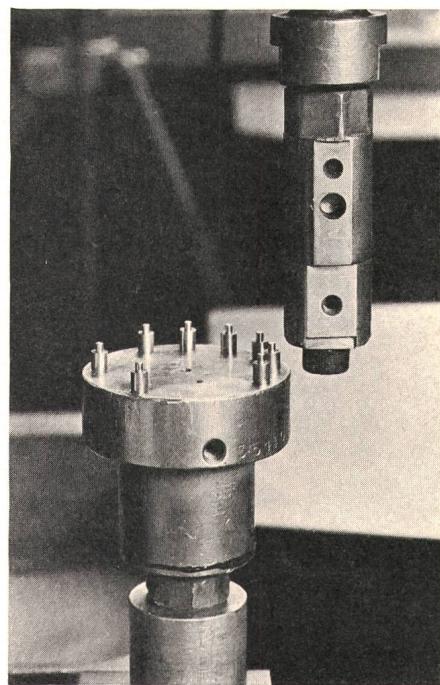


Fig. 9
Detailaufnahme der Elektroden zum Verbinden der Messingbolzen mit den Stegen des Stufenschalters

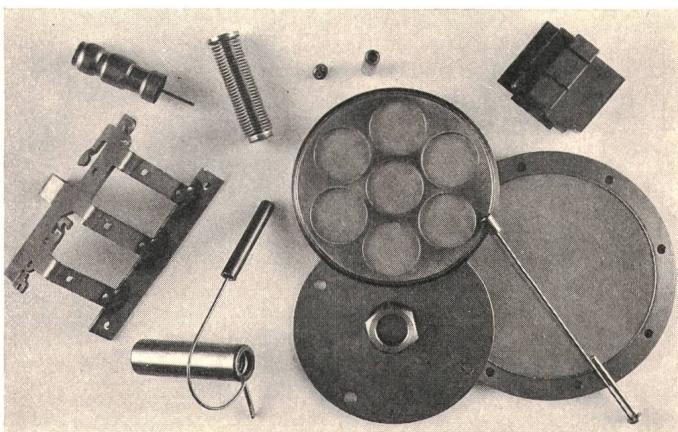


Fig. 10
Mikroplasmageschweißte Bauteile aus der laufenden Fertigung

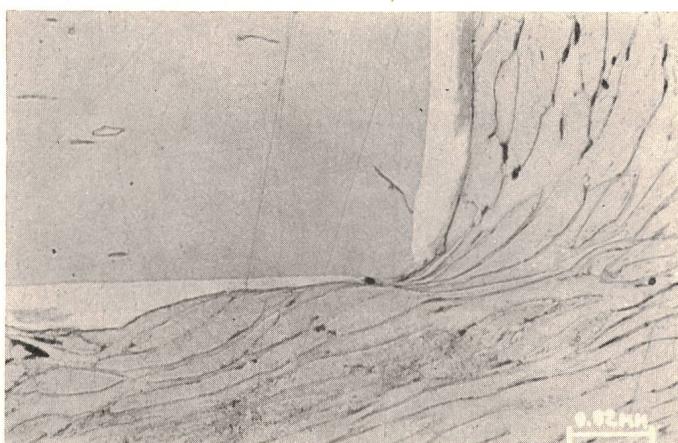


Fig. 8
Schliffbild durch die Verbindungsstelle Steg/Bolzen des Stufenschalters

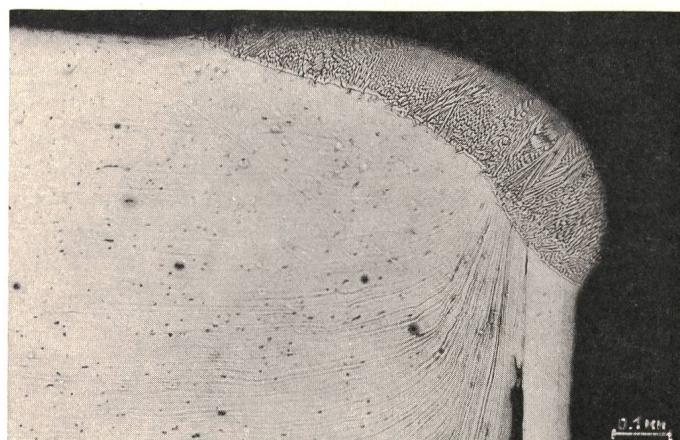


Fig. 11
Mikroaufnahme einer Mikroplasma-Schweißstelle

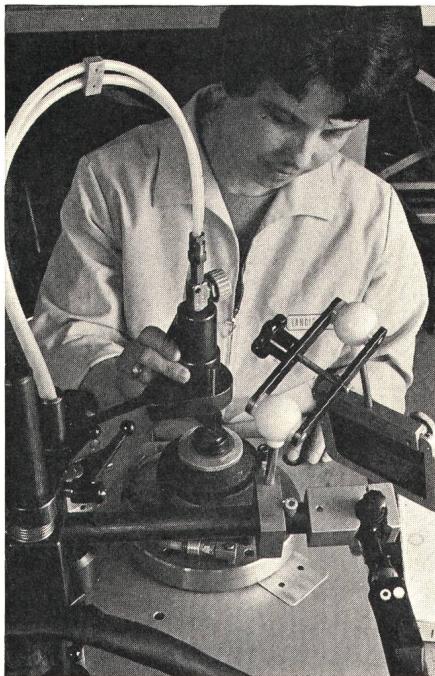


Fig. 12
Ansicht einer halbautomatischen Drehvorrichtung mit MP-Brenner-Schutzschild und pneumatischer Presse

«Gesundheitsgefahren beim Schweißen» von Dr. med. *Stöckly* in der «Zeitschrift für Schweißtechnik» Nr. 4/1973 verwiesen.

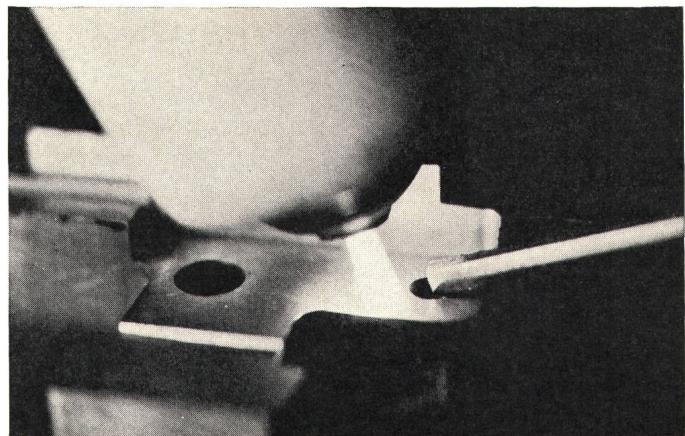


Fig. 13
Auftragsschweissung auf Werkzeugeinsatz

Eine weitere kostensparende Anwendungsmöglichkeit des MP-Verfahrens ist die Auftragsschweissung von Werkzeugen (Fig. 13). Dank des Hilfslichtbogens kann die aufzutragende Stelle genau fokussiert und beleuchtet werden. Die Dicke des Zusatzstabes richtet sich nach der Grösse der Auftragsstelle. Bei solchen Auftragsschweissungen wird mit Helium als Schutzgas gearbeitet.

Adresse des Autors:
X. Stocker, Ing. Techn. HTL, Landis & Gyr AG, Zug.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Sitzung der Arbeitsgruppe 01 «Inhibierte Öle» des SC 10A am 22. und 23. Februar in Wien

Auf Einladung des Österreichischen Nationalkomitees fand am 22. und 23. Februar 1973 in Wien eine Sitzung der Arbeitsgruppe «Inhibierte Öle» des SC 10A der CEI statt. Hauptthema der Besprechung waren:

- Prüfung der Oxidationsbeständigkeit inhibierter Öle
- Qualitative und quantitative Bestimmung von Inhibitoren in Isolierölen

Bezüglich der Prüfung der Oxidationsbeständigkeit inhibierter Öle lag eine schriftliche Stellungnahme sowohl des amerikanischen als auch des kanadischen Nationalkomitees zum Dokument 10A(*Secrétariat*) 26, Methode zur Bestimmung der Oxidationsbeständigkeit inhibierter mineralischer Isolieröle, vor, denen zufolge zur Beurteilung eines inhibierten Öles die Bestimmung der Induktionsperiode allein nicht genügt. Da es Öle gibt, die bereits vor Ende der Induktionsperiode Schlamm ausscheiden und andere Oxidationsprodukte bilden, wird vorgeschlagen, Kriterien wie Schlammgehalt, Neutralisationszahl und den dielektrischen Verlustfaktor vor Ende der Induktionsperiode zu bestimmen. Diesem Vorschlag wird bei redaktioneller Überarbeitung des Dokumentes Rechnung getragen, wobei der Zeitpunkt, zu dem diese Untersuchungen zu erfolgen haben, noch näher zu spezifizieren ist.

Einem früheren Vorschlag des britischen Delegierten folgend, wurden in einigen Laboratorien Alterungsversuche bei vermindertem Sauerstoffangebot (150 ml/h Luft anstelle 1 l/h Sauerstoff) durchgeführt. Das Problem der schlechten Reproduzierbarkeit der entsprechend Dokument 10A(*Secrétariat*) 26 durchgeführten Alterungsprüfung wird damit zwar auch nicht gelöst, jedoch scheint unter diesen modifizierten Bedingungen eine bessere Qualitätsabstufung der geprüften Öle möglich zu sein. Das gilt sowohl für nichtinhibierte wie auch für inhibierte Öle. Da jedoch die Auffassung vertreten wurde, dass es nicht opportun sei, bereits 10 Jahre nach Einführung der Publikation 74 der CEI beschriebenen Prüfmethode an tiefgreifende Modifikationen zu denken – ausreichende praktische Erfahrungen beginnen sich erst

jetzt abzuzeichnen –, wurde beschlossen, dem Präsidenten des CE 10, der gleichzeitig ja Präsident des SC 15 der CIGRE ist, nahezulegen, die weitere Bearbeitung dieses Problems dem SC 15 zu übertragen.

Einen weiten Raum nahmen die Diskussionen über die Möglichkeiten der Bestimmung von Oxidationsinhibitoren in Isolierölen ein. Versuche zur gaschromatographischen Bestimmung sehr kleiner DBPC-Konzentrationen durch chromatographische Anreicherung und Extraktion des Inhibitoren mittels geeigneter Lösungsmittel (Methanol) haben bisher unbefriedigende Ergebnisse gebracht. Insbesondere wurde festgestellt, dass bei einmaliger Extraktion nur 60...80 % des Inhibitoren erfasst werden und dass gewisse aromatische Anteile des Öles die Bestimmung empfindlich stören können. Folgende Verfahren werden nun vorgeschlagen:

– Für den allgemeinen qualitativen Nachweis von Inhibitoren: Die Dünnschichtchromatographie. Die in Publikation 296 der CEI empfohlene Nachweismethode wird bei nächster Gelegenheit durch die neue Methode ersetzt (entspricht einem früheren Antrag des Schweizer Nationalkomitees).

– Für die halbquantitative Bestimmung von DBPC (Konzentrationen $< 500 \text{ ppm}$): Die Dünnschichtchromatographie. Ein entsprechendes Arbeitsverfahren wird vom belgischen Delegierten als Dokumentationsentwurf vorgelegt.

– Für die quantitative Bestimmung höherer DBPC Konzentrationen (ca. 0,01...1,00 %): Die IR-Spektrographie. Ein Arbeitsverfahren wird vom deutschen Delegierten unter Mitarbeit des Berichterstatters als Dokumentationsentwurf vorgelegt.

– Für die quantitative Bestimmung von Phenyl- β -Naphtylamin: Eine colorimetrische Methode, bei der der Inhibitor durch Reaktion mit p-Nitrobenzol-Diazoniumfluoroborat zu einem Farbstoff umgewandelt und die Farbintensität colorimetrisch bestimmt wird. Eine diesbezügliche Arbeitsmethode liegt bereits als Dokumentationsentwurf des italienischen Delegierten vor. Diese Methode sollte aller Wahrscheinlichkeit nach auch für andere aminische Inhibitoren anwendbar sein, müsste in dieser Hinsicht jedoch noch einmal überprüft werden.

Für die quantitativen Bestimmungsmethoden sind Ringversuche in Vorbereitung.
J. Schober