

# Kfz-Funkschlüssel und Elektronikgehäuse: Sichere und schnelle Serienproduktion durch Zirkular-Reibschweißen

## Automotive keyless entries and electronic housings: Safe and fast series production through circular friction welding



**Bild 1:** Funkschlüssel, die auf Fischer-Maschinen durch Zirkular-Reibschweißen gefügt wurden

**Fig. 1:** Keyless entries joined by circular friction welding on Fischer machines

The term „electronic housing“ covers a large number of closed assemblies containing components with electronic functions. These can be fuses, sensors, indicators and coils, but also strip contacts, circuit boards or magnets. In the past, these boxes were screwed, riveted or clipped and then made media-tight by means of seals or other elastic materials according to the customer's requirements with extensive effort. Today, non-detachable connections with a sealing effect are preferred. Circular friction melting is therefore becoming more important, especially for sensitive plastic components. In particular, the application for the manufacture of car keyless entries has been established for many years, Figure 1.

circular kinematics = harmonic circular oscillation), which leads to melt formation at any point of the joint. The circular oscillation with a very small oscillation radius does not cause any hard acceleration peaks, but only a constant centrifugal force. This protects surrounding parts, regardless of their structure and function, and does not damage them. Advantages include the same welding speed over the entire joining cross section, a uniform energy input and virtually zero-error production.

### The Circular Friction Welding Process

Circular friction welding is a process in which a component is moved in a small circular motion parallel and relative to and in contact with the butt surface of another component. The principle is similar to that of an orbital sander. Circular friction melting is characterised by a freely programmable welding frequency (cir-



**Bild 2:** Beispiel für eine verdeckte Nahraumgestaltung zum Zirkular-Reibschweißen

**Fig. 2:** Example of a concealed seam space design for circular friction welding

Der Begriff „Elektronikgehäuse“ umfasst eine Vielzahl geschlossener Baugruppen, in denen Komponenten mit elektronischen Funktionen enthalten sind. Das können Sicherungen, Sensoren, Indikatoren und Spulen, aber auch Bandkontakte, Platinen oder Magnete sein. Früher wurden diese Boxen geschraubt, genietet oder geclipst und anschließend entsprechend den Kundenforderungen mit hohem Zusatzaufwand durch Dichtungen oder andere elastische Materialien mediendicht gemacht. Bevorzugt kommen heute deshalb unlösbare Verbindun-

gen mit Dichtwirkung zum Einsatz. Daher gewinnt inzwischen das Zirkular-Reibschmelzen vor allem bei sensiblen Kunststoffbauteilen immer mehr an Bedeutung. Insbesondere die Anwendung zur Herstellung von Kfz-Funkschlüsseln hat sich seit vielen Jahren etabliert, Bild 1.

### Der Prozess „Zirkular-Reibschweißen“

Das Zirkular-Reibschweißen ist ein Reibschweißprozess, bei dem ein Bauteil in einer kleinen Kreisbewegung parallel und relativ zu und in Kontakt mit der Stoßfläche eines

**Tabelle 1: Vergleich der Mechanisierungsgrade**  
**Table 1: Comparison of degrees of mechanisation**

	Einplatzmaschine Handeingabe und manueller Start Single-station machine Manual input and manual start	Halbautomat Taktssystem mit manueller Eingabestation aus Boxen Semi-automatic machine Clock system with manual input station from boxes	Vollautomat Taktssystem mit automatischer Ein- und Ausgabe mit Weitertakten Fully automatic machine Clock system with automatic input and output with further clock pulses
Hauptprozesszeit Main process time	3 s	3 s	3 s
Prozess-Nebenzeit Process downtime	5 s	3,5 s	3,5 s
Handhabung manuell Manual handling	12 s	4,5 s	–
Automation	–	2 s	3,5 s
Produktionszeit je Teil Production time per part	20 s	13 s	10 s
Schutzsystem Protection system	Zweihandstart + Schutzelemente Two-hand start + protective elements	Schutzelemente + Lichtvorhang Protective elements + light curtain	Schutzkabine protective cabin
Prozessgeräusch Protection noise	70 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)
Jahresleistung bei Mehrschichtbetrieb Annual output in multi-shift operation	0,93 Mio. Stück pieces	1,43 Mio. Stück pieces	1,86 Mio. Stück pieces

anderen Bauteils bewegt wird. Das Prinzip ähnelt dem des Schwing-schleifers. Das Zirkular-Reibschmelzen zeichnet sich durch eine frei programmierbare Schweißfrequenz aus (zirkulare Kinematik = harmonische Kreisformschwingung), die an jedem beliebigen Punkt der Verbindung zur Schmelzbildung führt. Die Kreisschwingung mit sehr kleinem Schwingradius verursacht keine harten Beschleunigungsspitzen, sondern es wirkt nur eine konstante Fliehkraft. Damit werden umgebende Teile, egal welcher Struktur und Funktion, geschont und nicht in Schäden verursachende Schwingungen versetzt. Vorteile sind unter anderem eine gleiche Schweißgeschwindigkeit im gesamten Fügequerschnitt, ein gleichmäßiger Energieeintrag und eine Fertigung quasi mit Nullfehlerquote.

Für den Fügeprozess können kleinste Nahräume gestaltet werden, die minimale Kreisschwingung beträgt nur 50% der Nahtstegbreite, Bild 2. Damit ist nur ein sehr kleiner Schmelzraum notwendig, der aber das Volumen der Materialverdrängung infolge des Schweißens haben muss. Unparallelitäten der Fügezone sind bis 25% vom Fügeweg nicht relevant, weil sie unter dem Fügedruck und der Kreis-schwingung ausgeglichen werden. Ideal für den Prozess ist wegen des Schmelzpunkts die Verwendung gleicher Werkstoffe.

#### Die Gerätetechnik

Die Maschinenteknik bildet die Grundlage für höchste Produktivität. Sie reproduziert in kurzen Prozess- und Nebenzeiten alle Funktionen und Parameter:

- Servoantrieb mit kurzen Rampenzeiten für die präzise Schweiß-schwingung,
- Servopneumatik oder für lange Hübe servoelektrisch, für reaktionsschnelle Eil- und Vorschub-Schweißbewegungen,
- kontaktlose Messtechnik, magnetisch, Auflösung 0,01 mm,
- SPS-basierte Steuerungstechnik mit Millisekunden-Zykluszeiten,
- solider Aufbau mit dickwandigen Gussteilen für eine hohe Steifigkeit, um Toleranzen von



Bild 3: Die Zirkular-Reibschweißmaschine „ZMT 2 CC“ der Fischer Kunststoff-Schweißtechnik GmbH

Fig 3: The circular friction welding machine „ZMT 2 CC“ of Fischer Kunststoff-Schweißtechnik GmbH

- etwa 0,02 mm zu erreichen und Soll-Maße gezielt zu verändern,
  - mechanische und Datenschnittstellen für Verkettung mit Automationen im Rund- oder Längstakt,
  - Off- und Online-Produktdatenerfassung,
  - komfortable Display-Visualisierung mit Schweißgrafik Kraft/Weg über die Zeit,
  - vom Anwender selbst programmierbare Nebenfunktionen als Matrixtabelle.
- Bild 3 zeigt beispielhaft die Zirkular-Reibschweißmaschine „ZMT 2 CC“ der Fischer Kunststoff-Schweißtechnik GmbH, Berkatal. Hiermit lassen sich die Anforderungen erfüllen, die heutzutage an eine Elektronikgehäusefertigung gestellt werden:
- Präzisionsfügen der deckungsgleich übereinanderliegenden Halbschalen bzw. Gehäusehälften,
  - umlaufende Dekor-Nut, parallel ( $\pm 0,05$  mm),

The smallest seam spaces can be designed for the joining process; the minimum circular oscillation is only 50% of the seam web width, Fig. 2. This means only a very small melting space is required, which, however, must have the volume of material displacement as a result of welding. Non-parallelities of the joining zone are not relevant up to 25% of the joining path, because they are compensated under the joining pressure and the circular oscillation. Because of the melting point, the use of the same materials is ideal for the process.

#### The equipment technology

Machine technology forms the basis for maximum productivity. It reproduces all functions and parameters in short process and non-productive times:

- Servo drive with short ramp times for precise welding oscillation,

- Servopneumatics or servo-electric for long strokes, for fast response rapid and feed welding movements,
- contactless measuring technology, magnetic, resolution 0.01 mm,
- PLC-based control technology with millisecond cycle times,
- solid construction with thick-walled cast parts for high rigidity to achieve tolerances of about 0.02 mm and to change nominal dimensions in a targeted manner,
- Mechanical and data interfaces for linking with automation systems in round or longitudinal cycles,
- Off- and online product data acquisition,
- comfortable display visualisation with welding graphic force/displacement over time,
- User-programmable secondary functions as matrix tables.

Figure 3 shows an example of the circular friction welding machine „ZMT 2 CC“ from Fischer Kunststoff-Schweißtechnik GmbH, Berkatal. This machine meets the requirements of today's electronics housing production:

- precision joining of the half shells or housing halves lying congruently on top of each other,
- circumferential decorative groove, parallel ( $\pm 0,05$  mm),
- Sensor plug-in tongue, joint dimension height ( $\pm 0,02$  mm), Fig. 4,
- pressure-tight against water ingress, at least 10 m water column,
- compliance with so-called drop test requirements greater than 30 repetitions,
- zero error tolerance for the electronics functionality after welding,
- surface decor quality without impairment by the „joining“ process,
- no visible melt bead permissible, therefore concealed seam design,
- highest productivity for the respective degree of mechanisation, i.e. shortest process and non-productive times.

The productivity of production plants plays a decisive role for the economic efficiency. With three-shift capacity utilisation and an average technical availability of 95% minus an average organisational availability of 5%, for example, there is a remaining avail-

- ability of 90% in multi-shift operation. Preventive maintenance is carried out on production-free days. Wear parts are planned and always available.
  - The degree of automation is also important for productivity. Table 1 illustrates the effects of different degrees of automation. Even though the basic machine is the same, the differences are considerable. For example, the annual output of approx. one million components with the manual process can be doubled with automation.
- Fazit**  
Das Zirkular-Reibschweißen ist etabliert, insbesondere in der Produktion von Elektronikgehäusen. Ein gutes Beispiel ist die Fertigung von Kfz-Funkschlüsseln, die inzwischen millionenfach mit diesem Fügeprozess hergestellt werden. Dabei profitiert die Produktion neben der Prozessgeschwindigkeit vor allem davon, dass die Bauteile trotz der eingebetteten hoch empfindlichen Elektronik (praktisch mit Null-Fehler-Quote) hergestellt werden können.

Die Produktivität von Fertigungsanlagen spielt für die Wirtschaftlichkeit eine entscheidende Rolle. Bei Drei-Schicht-Auslastung und einer mittleren technischen Verfügbarkeit von 95% abzüglich einer mittleren organisatorischen Verfügbarkeit von 5% ergibt sich beispielsweise eine verbleibende Verfügbarkeit von 90% im Mehrschichtbetrieb. Die vorbeugende Wartung an den

Anlagen wird an produktionsfreien Tagen vorgenommen. Verschleißteile sind geplant und immer verfügbar. Auch der Automationsgrad ist für die Produktivität von Bedeutung. Tabelle 1 verdeutlicht die Auswirkungen verschiedener Automatisierungsgrade. Die Unterschiede sind trotz gleicher Basismaschine gravierend. So lässt sich durch Automatisierung die Jahresleistung von knapp einer Million Bauteilen im manuellen Prozess auf das Doppelte steigern.

Quelle: Fischer Kunststoffschweißtechnik GmbH, Berkatal

Conclusion  
Circular friction welding is well established, especially in the production of electronic housings. A good example is the production of car keyless entries, which are now produced millions of times using this joining process. In addition to process speed, production benefits above all from the fact that the components can be manufactured despite the embedded highly sensitive electronics (practically with zero error rate).  
Source: Fischer Kunststoffschweißtechnik GmbH, Berkatal



Bild 4: Mit  $\pm 0,03$  mm Toleranz gefügte Halbschalen,  $\pm 0,05$  mm Dekor-Nut und  $\pm 0,02$  mm Fügemaßhöhe

Fig 4: Half shells joined with  $\pm 0,03$  mm tolerance,  $\pm 0,05$  mm decorative groove and  $\pm 0,02$  mm joint dimension height



- Zirkular Reibschweißen ZS
- Rotation Reibschweißen ROT
- Linear VIBschweißen VIB
- Zirkular-Reib-Laserschweißen ZSL
- Infrarot & Laserschweißen IR+LS
- Integration von Spiegel- u. Ultraschallschweißen

#### Neues Verfahren:

- Rotatives - Vibrationschweißen ROV



Rotativer - Vibrationschweißkopf

Besuchen Sie uns auf der KUTENO 7-9.5.2019 in Halle 5, Stand M12

**Fischer Kunststoff – Schweißtechnik GmbH**

Mail: info@fischer-st.de; Web: www.fischer-st.de - Meißnerstraße 5, D-37297 Berkatal – Tel. 05657 913021