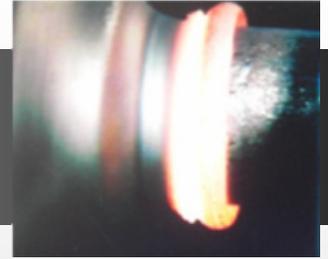




7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

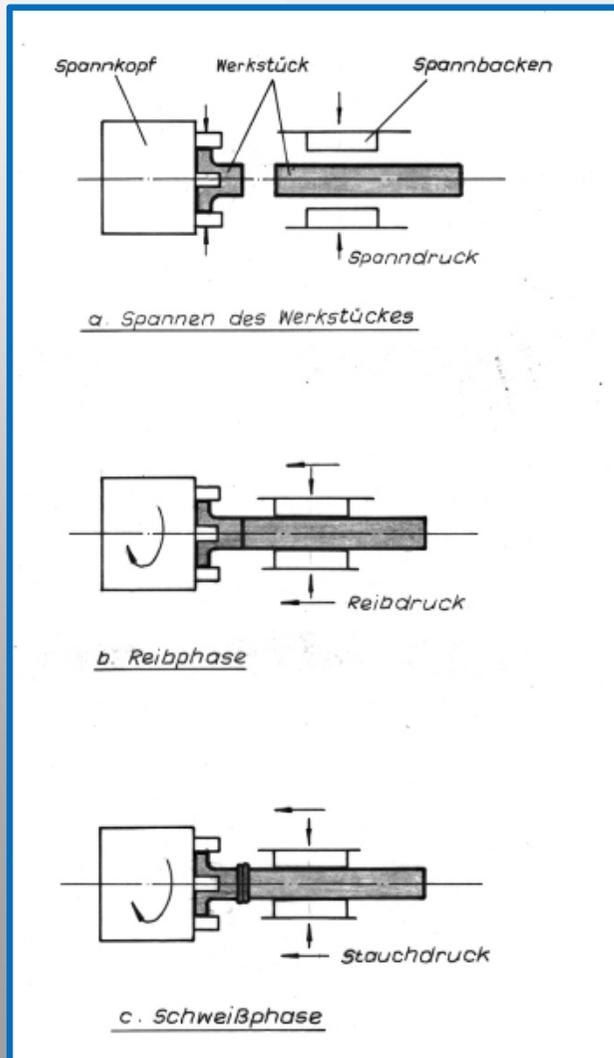
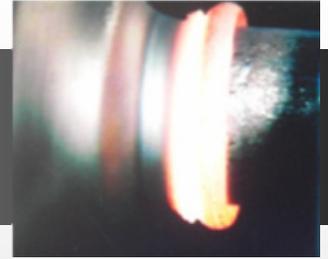


7.3.1.8.7 Reibschweißen

1. Verfahrensbeschreibung
2. Maschinen und Werkzeuge
3. Fertigungsbeispiele
4. Qualitätsmerkmale
5. Vorteile
6. Wirtschaftlichkeit
7. Ausblick

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



1. Verfahrensbeschreibung

Das Reibschweißen ist ein Pressschweißverfahren, bei dem zwei Werkstücke sicher gespannt, in Drehung versetzt und gegeneinander gepresst werden. Die dabei entstehende hohe Reibungswärme reicht aus, die Reibflächen unter Druck miteinander zu verbinden.

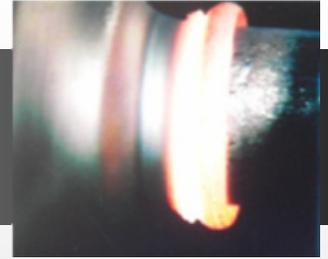
Dazu muss die Drehbewegung eines Werkstückes schlagartig unterbrochen und mit hohem Druck nachgestaucht werden.

Besondere Vorteile des Reibschweißens sind, dass verschiedene Werkstoffe, unterschiedliche Werkstoffgüten und Werkstückquerschnitte miteinander verbunden werden können.

Bild 1. Das Reibschweiß- Spannsystem

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



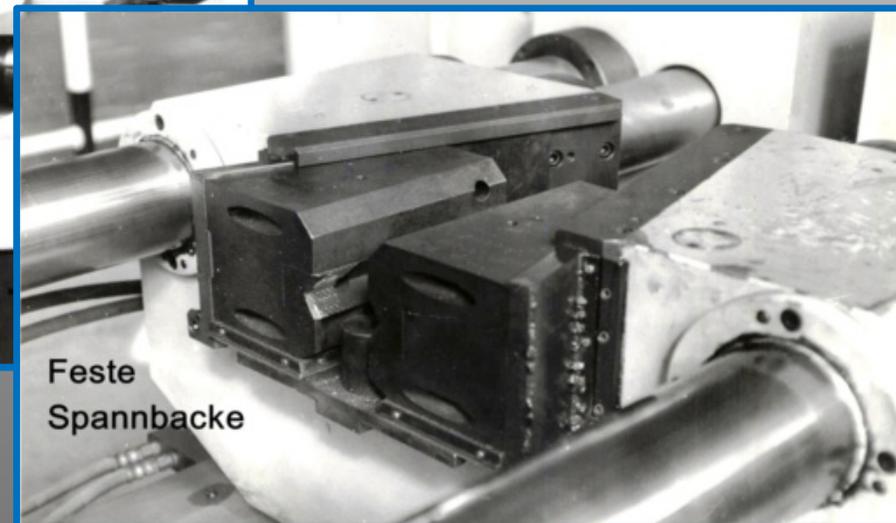
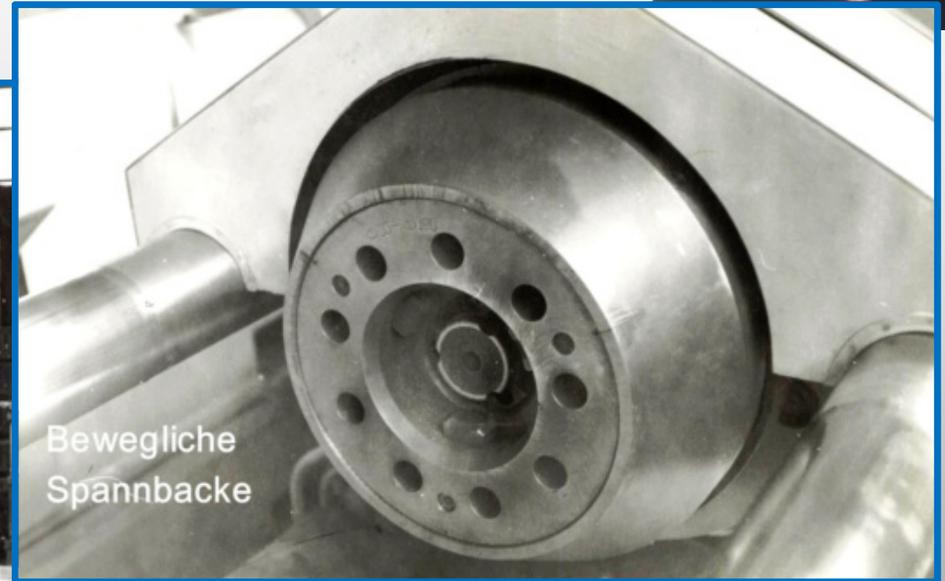
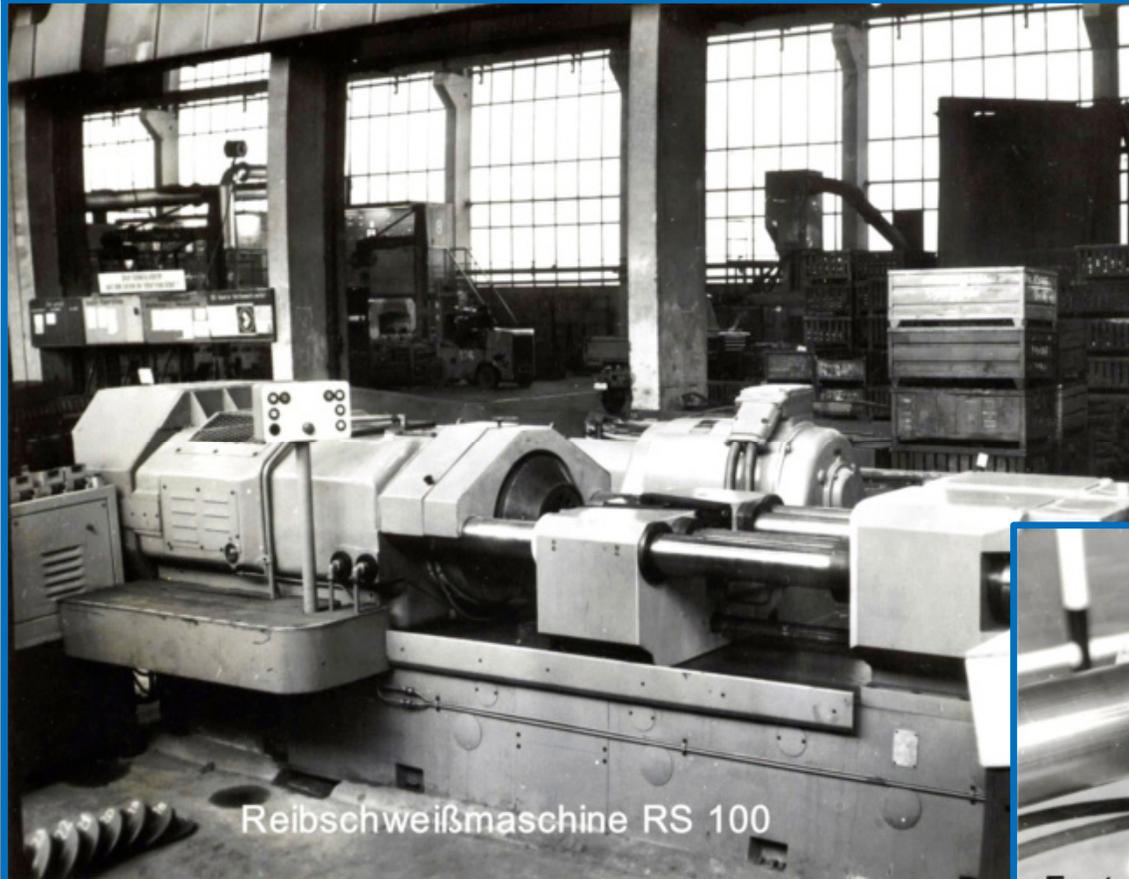
2. Maschinen und Werkzeuge

Die Reibschweißmaschine gleicht äußerlich einer Drehmaschine mit zwei Spannköpfen. Zur Erweiterung des Schweißsortimentes (der Formenvielfalt und der Werkstückgröße) erhält der bewegliche Spannkopf die größere Spannweite.

Bild 2. Ansicht einer Reibschweißmaschine

7.3.1.8.7 Reibschweißen

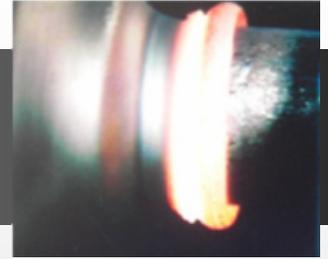
Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



Bilder 3 bis 5. Beispiele von Reibschweißmaschinen
und Spannsystemen

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



Reibschweißmaschine Typ Sch R 100

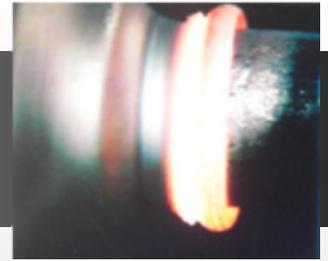
Technische Angaben:

Schweißdurchmesser	32 - 90 mm
max. Flansch \emptyset	300 mm
max. Stauchkraft	90 Mp
Drehzahl der Hauptspindel	408 min ⁻¹
Antriebsleistung	100 kW
Stauchkraft (regelbar)	9,5 - 90 Mp
Abbremszeit	0,2 sek
Reibzeit (einstellbar)	ca. 11 sek
Stauchzeit (einstellbar)	ca. 3 sek.
Druck während der Reibzeit	4 kp/mm ²
Druck während der Stauchzeit	8 kp/mm ²
Längentoleranz	+ 0,5 mm
Stauchweg	2 - 3 mm

Bild 6. Technische Daten der Reibschweißmaschine R 100

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

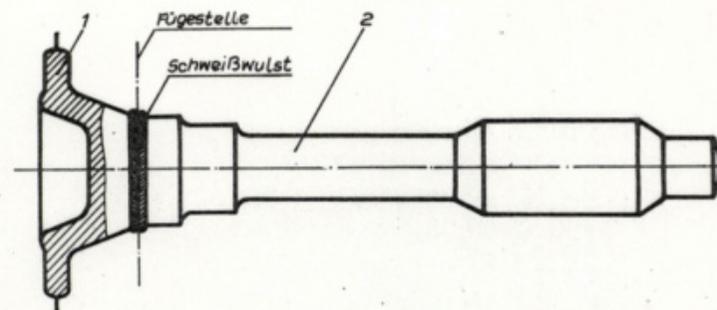


3. Fertigungsbeispiele



Bild 7. Antriebswelle, 51 915 Stck/a
Kombination Welle R 635 = Querwalzteil
Flansch R 665 = Gesenkschmiedeteil

<u>Antriebswelle</u>	Flansch C 15 Welle 16 Mn Cr5
Stauchdruck	30 + 2 Mp
Reibdruck	10 Mp
Reibzeit	12 s
Haltezeit	3 s



Fügeteil Antriebswelle:

Teil 1 - gesenkschmiedet, Werkstoff C 15;
Teil 2 - quergewalzt, Werkstoff 16 MnCr 5

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

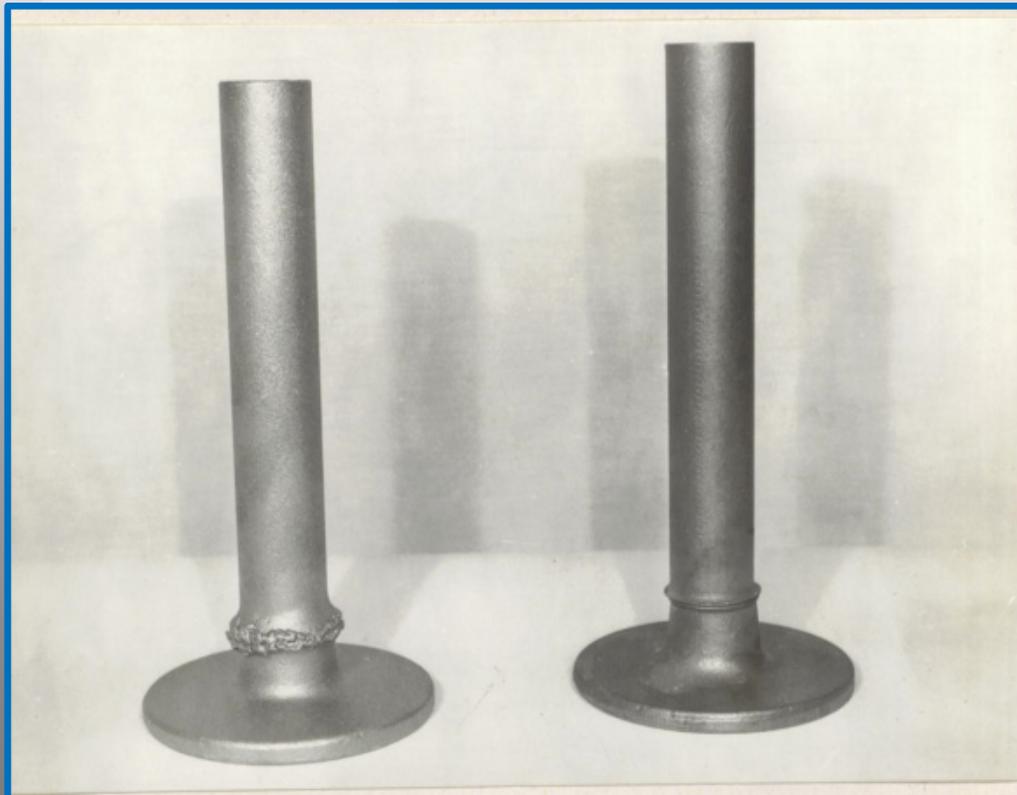
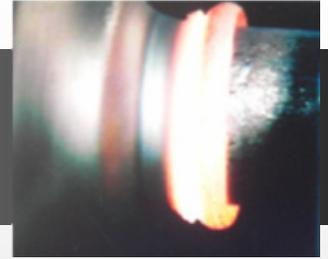


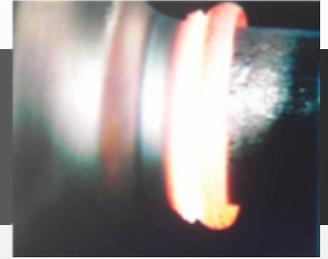
Bild 8. Achswelle, außen, ca. 80 000 Stck/a
Werkstoff Welle 62 Si Cr 5, Flansch C 35

Besonderheit: Werkstoffbedingt, definierte (langsame)
Abkühlung im Schweißbereich unter leichter Gasflamme

<u>Achswelle-außen</u>	<i>Flansch</i> C 35 +	<i>Schaft</i> 62 SiCr5
Stauchdruck		45+10 Mp
Reibdruck		15 Mp
Reibzeit		50 - 10 s
Haltezeit		4 s

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



4. Qualitätsmerkmale

Aus den Fertigungsbeispielen ist ersichtlich, dass die Schweißparameter: Stauchdruck, Reibdruck, Reibzeit und Haltezeit für jede Werkstückgröße und Werkstoffgüte neu zu erproben und in den Technologien festzulegen sind.

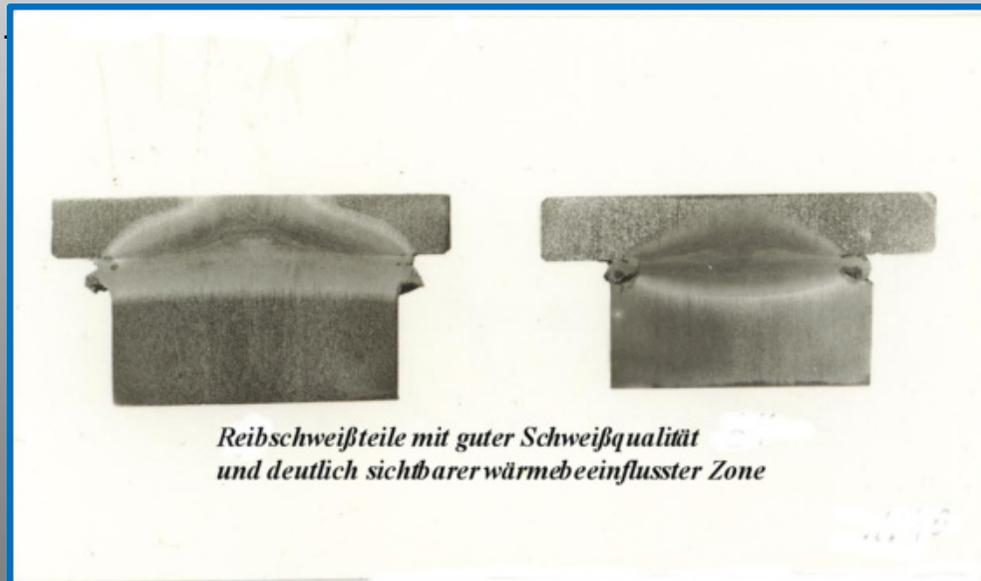


Bild 9. Darstellung gute Schweißqualität

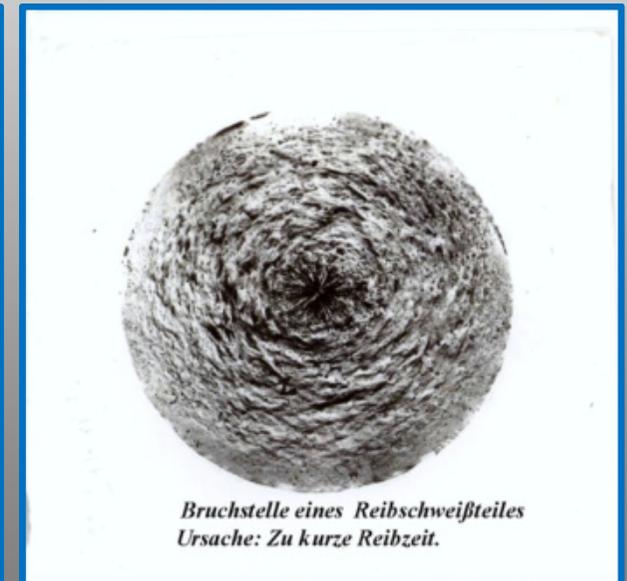
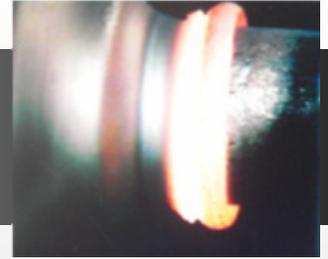


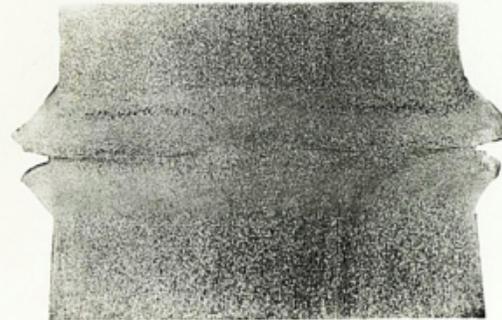
Bild 10. Schweißfehler: zu kurze Reibzeit

7.3.1.8.7 Reibschweißen

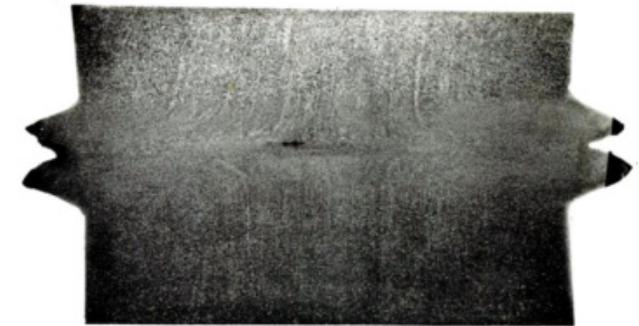
Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



Reibschweißteil aus 62SiCr5
mit starker Seigerungszeile am Rand

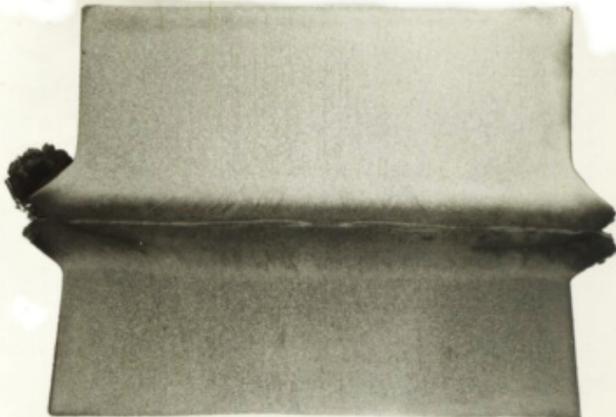


Reibschweißteil Achswelle, normalgeglüht
Werkstoff 62Si Cr5



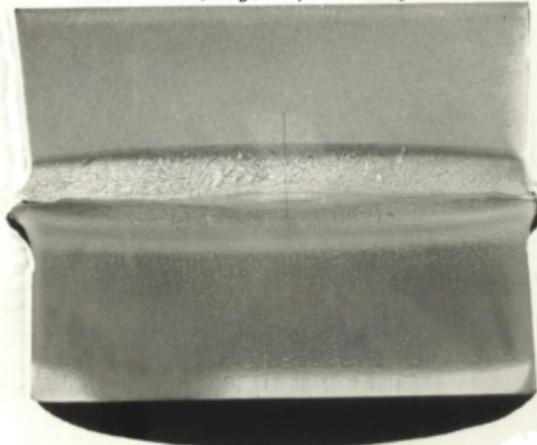
Reibschweißteil Achswelle, außen
mit aufgeplatzter Schlackenzeile
Werkstoff 62SiCr5

Achswelle, außen, Werkstoff 58CrV4



Schweißnaht fehlerhaft. Zu geringer Stauchdruck.

Achswelle, außen (62SiCr5)

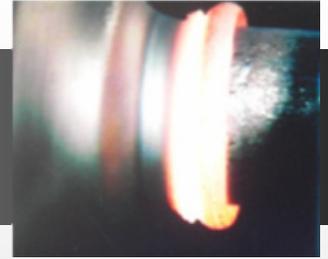


Schweißfehler: Zu geringer Stauchdruck

Bilder 11 bis 15. Schweißfehler und
Werkstofffehler

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



- Wichtige Einflussfaktoren auf die Schweißparameter sind neben
- **Stauchdruck**,
- **Reibdruck** ,
- **Reibzeit** und
- **Haltezeit**

auch die Oberflächenqualität und die Form der Schweißkomponenten. Nach Erfassung aller Qualitätsmerkmale für den Anlieferungszustand der Schweißkomponenten und für die wichtigsten Qualitätsmerkmale der fertigen Schweißteile, wie **Winkligkeit** auf der Flanschseite, **Gesamtlänge** und **optische Beurteilung der Schweißwulst** wurden entsprechende Arbeitsunterweisungen zur einheitlichen Beurteilung festgelegt.

Anhand vorliegender Schweißteile wurden folgende dynamischen Werte ermittelt:

Zugfestigkeit $\sigma_{zB} = 1$

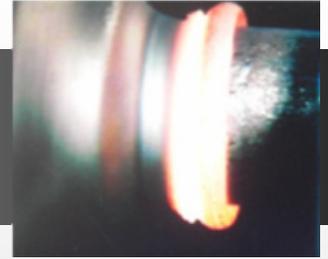
Biegung $\sigma_B = 0,8$

Torsion $T_{tmax} = 1,0 K$

Kerbschlagzähigkeit $\alpha_K = 0,8$

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



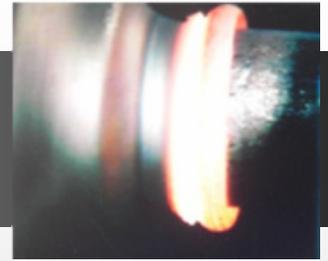
Qualitätsmerkmale (Anlieferungszustand zum Reibschweißen)

Lfd.Nr.	Anlieferungszustand	Abweichung	Symbol	Skizze	Qualitätsfestlegung
1	gestrahlt	Munderrstellen, Rost			unzulässig
2	gesägt	Winkelabweichung	w		$w = 3^\circ$
3	geplant bzw. gesägt	Längenabweichung	l		nach Arbeitsunterweisung
4	gegengeschliffen	Dickenabweichung	d		nach Bauteilzeichnung
5	gegengeschliffen	Gratansatz	g		nach Bauteilzeichnung bzw. NI 0-7524 Bl. 3

Bild 16 Qualitätsmerkmale für den Anlieferungszustand der Schweißkomponente

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



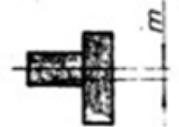
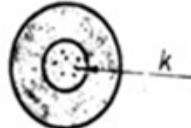
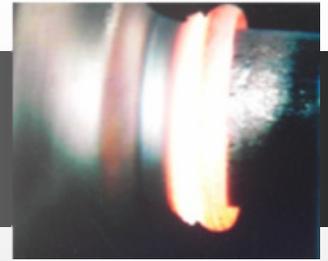
Lfd.Nr.	Anlieferungszustand	Abweichung	Symbol	Skizze	Qualitätsfestlegung
6	gesenkgeschmiedet	Gesenkversatz	v		nach Rohteilzeichnung bzw. TGL C-7524 Bl. 3
7	gesenkgeschmiedet	Mittelabweichung	m		nach TGL C-7524 Bl. 3 (Bei Rundteilen darf die zulässige Mittigkeitsab- weichung zwischen Außen- und Innendurchmesser 40 % der Bearbeitungszugabe auf die Fläche nicht überschreit)
8	gesenkgeschmiedet	Deformation	b		unzulässig Formfehler, nur innerhalb der zul. Abweichungen, darüber unzulässig
9	gesenkgeschmiedet	Krümmung	M		nach Rohteilzeichnung bzw. TGL C-7524 Bl.
10	gesenkgeschmiedet	Kernfehler	k		unzulässig

Bild 17 Qualitätsmerkmale (Fortsetzung)

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



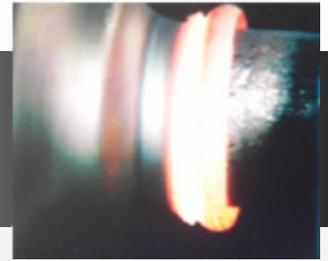
Qualitätsmerkmale beim Reibschweißen

Bzd.Nr.	Abweichung	Symbol	Skizze	Ursache	Qualitätsfestlegung
1	Winkligkeit	α		- schief eingespannt	Abweichung entsprechend AU
2	Maßabweichung	a		- Anlieferungszustand überprüfen - Schweißparameter überprüfen	Länge entsprechend AU
3	Schweißwulst nicht voll aus- gebildet	n		- Schweißparameter überprüfen	Länge entsprechend AU

Bild 18 Qualitätsmerkmale für die Reibschweißteile

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



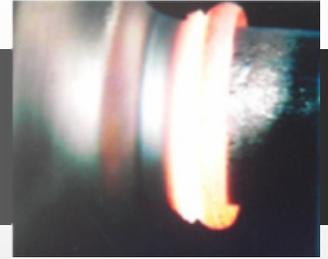
5. Reibschweißen Vorteile

Gegenüber dem Gesenkschmieden „zusammengesetzter“ oder sehr komplizierter Werkstückformen hat die Verfahrenskombination Gesenkschmieden + Reibschweißen folgende Vorteile:

- Verbesserung des Werkstoffausnutzungsgrades durch Substitution hochwertiger Werkstoffgüten entsprechend dem Gebrauchswert der Werkstückeigenschaften
- Rationalisierung beim Gesenkschmieden durch Verwendung kleinerer (schnellerer) Umformaggregate, höhere Mengenleistungen, geringere Werkzeugkosten und höhere Fertigungsgenauigkeit
- Qualitative Verbesserung der Erzeugnisse durch Verringerung der Bearbeitungszugaben und der zulässigen Maßabweichungen
- Erhöhung der Gebrauchseigenschaften der Füge­teile durch optimale Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften, sowie der Verbesserung der Maß-, Form- und Oberflächengenauigkeit
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Gesenkschmieden durch vereinfachte Handhabung der Schmiedeteile und Verringerung des physischen Aufwandes
- Verringerte Maschinen-, Anlagen- und Werkzeugkosten in der Gesenkschmiede
- Um ca. 20% verringerte Maschinenstundenkosten gegenüber dem Abbrennstumpfschweißen

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



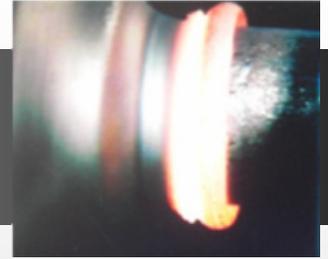
- Wesentliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Gesenkschmiede durch vereinfachte Handhabung der Schmiedeteile und Verringerung des physischen Aufwandes
- Verringerte Maschinen-, Anlagen- und Werkzeugkosten in der Gesenkschmiede
- Die Werkstückspannsysteme beim Reibschweißen sind weitgehend universell einzusetzen
- Sehr gute Arbeitsbedingungen

Gegenüber dem Abbrennstumpfschweißen bestehen folgende Vorteile:

- Fügen verschiedener Werkstoffgüten und verschiedener Werkstückquerschnitte möglich
- Etwa fünffache Mengenleistung
- Ca. 60% geringerer Energiebedarf
- Ca. 20% geringere Maschinenstundenkosten
- Keine werkstückbezogenen Spannsysteme erforderlich
- Um ca. 50% geringere Abbrandverluste
- Genaue Einhaltung der vorgegebenen Werkstücklängen

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



6. Ausblick

Zusätzlich zu den angeführten Fertigungsbeispielen wurden weitere ca. 25 000 Lenkzapfen mit unterschiedlichen Werkstoffgüten und großen Querschnittunterschieden für Zapfen und Platte serienmäßig und ohne Qualitätsprobleme gefertigt.

Die Fertigung von Antriebswellen, Schaltwellen(s. Bild 19) von Achsstumpf(LKW- Vorderradantrieb) und Außensteg(ZT 300) waren in Vorbereitung. 20 Achsstümpfe mit geschmiedeten Flanschen reibgeschweißt mit Ziehüllen wurden nach der Erprobung auch erfolgreich im Serienbetrieb eingebaut.

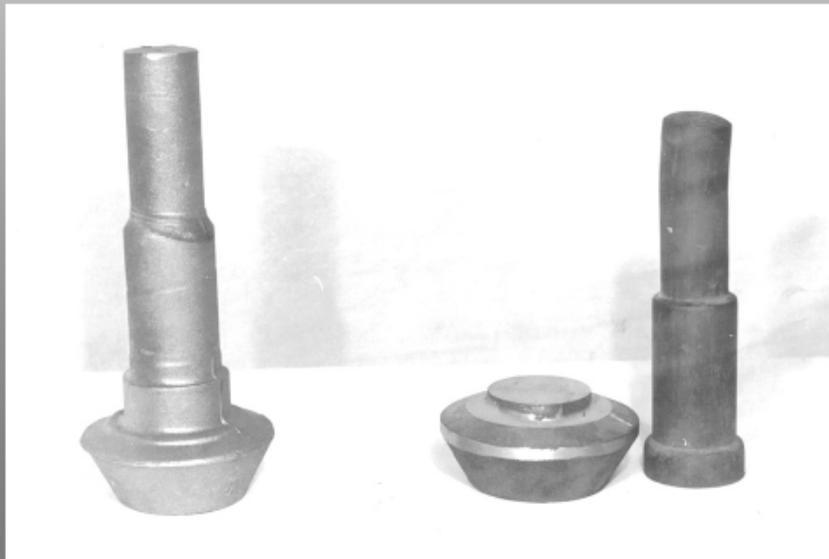
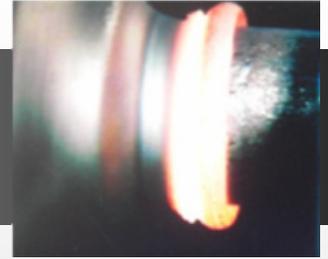


Bild 19. Beispiel Antriebswellen

7.3.1.8.7 Reibschweißen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



Beispiele für weiterführende Anwendungsgebiete zum reibschweißen von Gesenkschmiedeteilen mit Querwalzteilen, Zieh-hüllen oder mit Rundstahl sind Bild 20 zu entnehmen(siehe schraffierte Bereiche)..

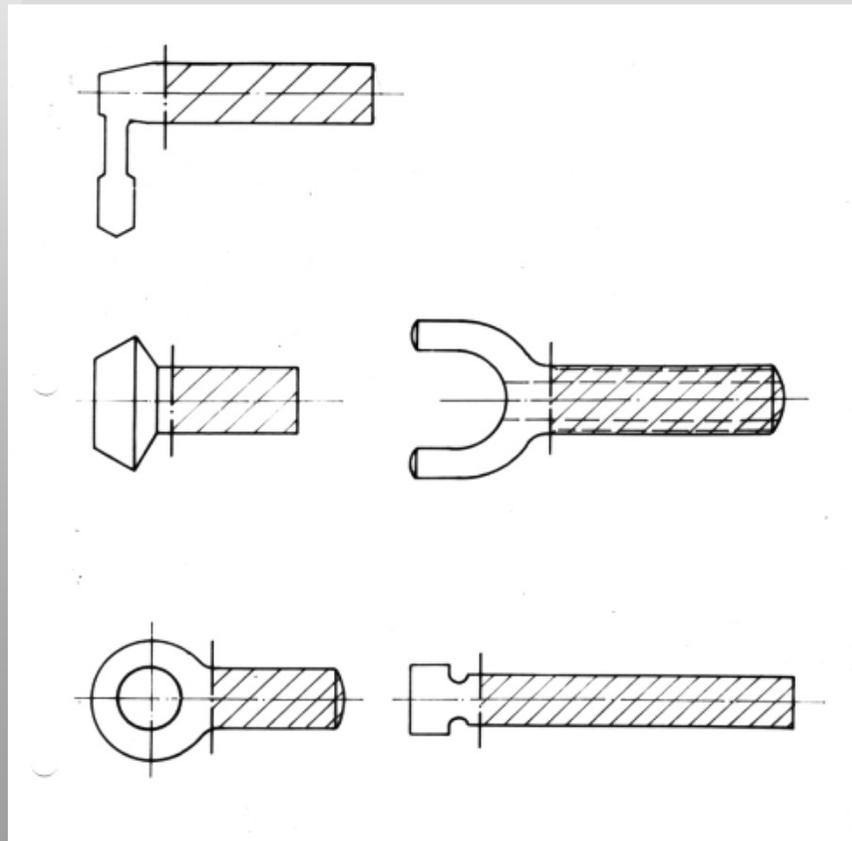


Bild 20.Vorschläge für die Kombination von Gesenkschmiedeteilen mit Querwalzteilen, Zieh-hüllen oder mit Rundstahl

Literatur. Umformen – Fügen, ein Beitrag zur
Fertigungs-rationalisierung
Ing. E. Pfitzner
Zeitschrift Umformtechnik 74 H. 6,
S.1 bis 9