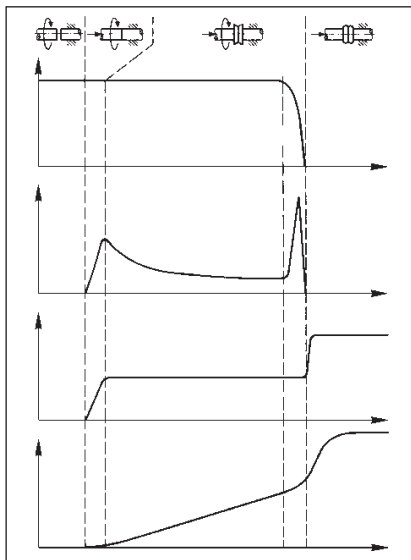


Das Reibschweißverfahren

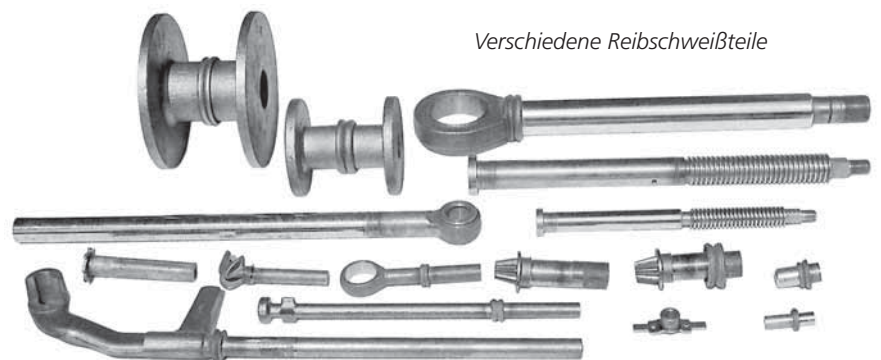
Reibschweißen senkt Fertigungskosten



Prozessgrößen beim Reibschweißen

Das Reibschweißen ist eines der sichersten Verbindungsverfahren für die moderne Massenfertigung. Es nimmt somit in vielen industriellen Fertigungsbereichen einen festen Platz ein, wobei seine Einsatzmöglichkeiten zur Verbindung von Metallen aller Qualitäten und unterschiedlichster Abmessungen bis heute noch nicht voll genutzt sind. Im Prozess des Reibschweißens wirkt sich der Einfluss der leicht steuer- und messbaren Werte (Drehzahl, Druck, Zeit) vorteilhaft aus. Diese Größen bestimmen beim Ablauf des Verfahrens die Auslösung und den Abschluss des Schweißprozesses, wodurch Reibschweißverbindungen mit hohem, leicht reproduzierbarem Qualitätsstandard gewährleistet werden. Voraussetzung für ein Bauteil, das sich zum Reibschweißen eignet, ist zumindest eine drehsymmetrische Rotationsebene. Das DVS-Merkblatt 2909 »Reibschweißen von metallischen Werkstoffen« enthält in Teil 3 wertvolle Hinweise für die Entwick-

lung, Konstruktion und Fertigung. Der Zwang zur Rationalisierung der Fertigung und zur immer kostengünstigeren Herstellung der Werkstücke erfordert bereits bei der Konstruktion, dass neue Fertigungsverfahren mit einbezogen werden. Eine große Anzahl schwierig geformter Werkteile wurde bisher mit hohem Aufwand durch Urformen, Umformen und Spanen hergestellt. Durch konstruktive Zerlegung der Teile in einfache Wellenabschnitte, welche getrennt bearbeitet und durch Reibschweißen zusammengefügt werden, erhält man jetzt einfache Arbeitsabläufe, wodurch die Herstellungskosten für Halbzeuge gesenkt werden. Seit mehreren Jahren wird das Reibschweißen als Dienstleistung von Lohnreibschweiß-Betrieben angeboten. So erhalten auch Klein- und Mittelbetriebe die Möglichkeit, ohne Kapitalbindung und ohne eigenes Know-how die Vorteile des Reibschweißens zu nutzen.



Verschiedene Reibschweißteile

Klaus Raiser GmbH

Zeppelinring 6 · D-71735 Eberdingen

Telefon (07042) 88105-0 · Telefax (07042) 88105-39

info@raiser.de · www.raiser.de

Reibgeschweißte Hüftgelenkprothese

Laufen leicht gemacht

Modernste Operationstechniken und große Fortschritte in der Medizin machen es heute möglich, Patienten mehrmals eine Hüftgelenkprothese einzusetzen. Hierfür ist es erforderlich, die Prothese tiefer in dem durch die erste Prothese vorgeschädigten Knochen zu verankern.

Für diesen Zweck werden reibgeschweißte Hüftgelenkprothesen eingesetzt. Der gesenkgeschmiedete Rohling einer normalen Prothese aus TiAl6V4 wird dazu mit einem entsprechenden Rundmaterial aus dem gleichen Werkstoff verlängert. Durch die Wahl geeigneter Reibschweißparameter können im

Bereich der Schweißnaht und Wärmeeinflußzone gezielt Gefügestrukturen eingestellt werden, die den auftretenden Belastungen standhalten. Umfangreiche mechanisch-technologische und metallographische Untersuchungen haben gezeigt, dass durch die Reibschweißverbindung keine Beeinträchtigung der Eigenschaften der Prothese auftritt.

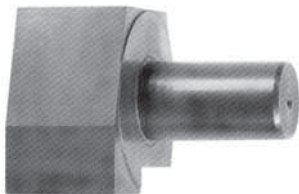
Die bereits vor dem Reibschweißvorgang erfolgte mechanische Bearbeitung des Gelenksitzes der Prothese erfordert eine besondere Spanntechnik zur Aufnahme der Axialkraft.



Hüftgelenkprothese und Rohling

VDI-Werkzeughalter

**Reibschweißen
senkt Material- und
Fertigungskosten**



Vorbearbeiteter Rohling

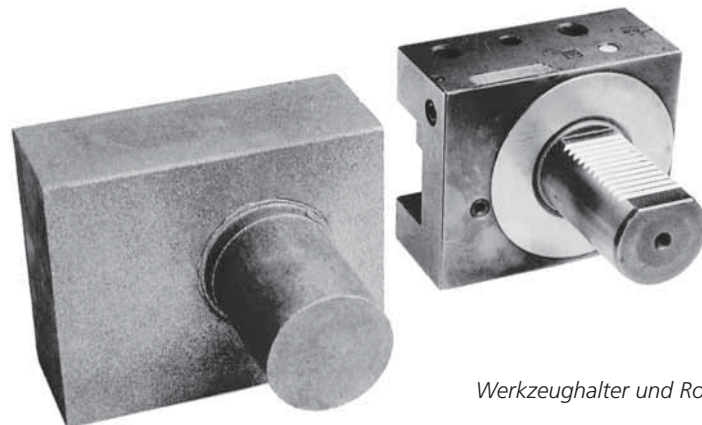


*Werkzeughalter für
NC-Drehmaschinen nach DIN 69880*

Für die Aufnahme von stehenden und angetriebenen Werkzeugen in CNC-Drehautomaten und Bearbeitungszentren werden vielfach genormte VDI-Werkzeughalter nach DIN 69880 eingesetzt. Die mechanische Bearbeitung dieser Werkzeughalter aus dem Vollen ist durch die lange Bearbeitungszeit und den hohen Materialverlust sehr kostenintensiv. Das Reibschweißen bietet hier eine kostengünstige und technisch gleichwertige Fertigungsalternative.

Zwei Sägeabschnitte aus Rundstahl und Vierkant- bzw. Flachstahl werden durch Reibschweißen zu einem Rohling verschweißt, der allseitig nur eine geringe Bearbeitungszugabe aufweist. Bei komplexen Struk-

turen kann das Vierkantmaterial als Stange entsprechend vorbearbeitet werden, so dass nur eine Bearbeitungszugabe am Schaftteil erforderlich ist und die mechanische Bearbeitung der Außenkontur des Werkzeughalters entfällt. Die Qualität der Reibschweißverbindung garantiert eine einwandfreie und homogene Verbindung beider Teile. Sie ist in ihren Eigenschaften mit der aus einem Stück gefertigten Variante vergleichbar. Die Werkzeughalter-Rohlinge werden aus den Werkstoffen C45 und/oder 16MnCr5 gefertigt. Ein Härten oder Vergüten über die Reibschweißstelle hinweg ist ohne Einschränkung möglich.



Werkzeughalter und Rohling

Klaus Raiser GmbH

Zeppelinring 6 · D-71735 Eberdingen

Telefon (07042) 88105-0 · Telefax (07042) 88105-39

info@raiser.de · www.raiser.de

Hochwertige Werkstücke durch Reibschweißen

Feingußteile und Wellen reibgeschweißt



Ritzelwelle



Vorderachs-Tragrohr

Mit der Weiterentwicklung der Feinguß- und Feinschmiede-Technik wurden neue Wege zur Herstellung komplizierter Formen im Maschinen- und Getriebebau beschrrieben. Viele dieser Teile haben meistens einen wellenähnlichen Schaft, welcher den Einsatz großer und teurer Pressen und Anlagen erfordert; dadurch ist sehr schnell eine Rentabilitätsgrenze erreicht und die Anwendung dieser Technik oft eingeschränkt.

Durch Zerlegen dieser Teile in ein Umformteil und ein Wellenteil werden Umformteile mit geringen Stückgewichten erforderlich.

Solchermaßen hergestellte Einzelteile werden durch Reibschweißen zu einem hochwertigen Werkstück verbunden. Die speziellen Vorteile des Reibschweißens, hoher Mechanisierungsgrad, gute Reproduzierbarkeit der Schweißparameter garantieren Verbindungen mit gleichbleibend hohem Qualitätsstandard.



Getriebewelle

Klaus Raiser GmbH

Zeppelinring 6 · D-71735 Eberdingen

Telefon (07042) 88105-0 · Telefax (07042) 88105-39

info@raiser.de · www.raiser.de

Gestalterische Freiheiten durch Reibschweißen

Reibschweißen im Getriebebau



Exzenterwelle

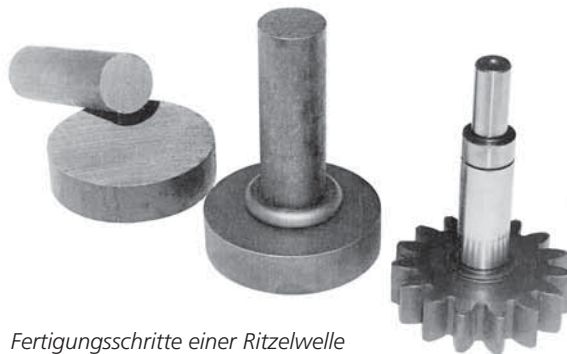


Kegelradwelle

Häufige Anwendung findet das Reibschweißen im Getriebebau. Hierbei werden zwei Vorteile des Reibschweißens ausgenutzt: Zum einen bietet das Reibschweißen die Möglichkeit hochwertige Einsatz- und Vergütungsstähle mit weniger teuren Stählen zu kombinieren. Zum anderen kann durch den Einsatz des Reibschweißens erheblich an Bearbeitungsaufwand eingespart werden.

Ritzelwelle

Beide Vorteile werden an der unten dargestellten Ritzelwelle und ihrer Entstehungsschritte deutlich. Durch das Verschweißen zweier Sägeabschnitte zu einem Rohling mit geringer Bearbeitungszugabe sind die Herstellkosten im Vergleich zu anderen Fertigungsalternativen sehr gering. Ferner besteht die Möglichkeit die beiden Teile beanspruchungsgerecht aus verschiedenen Werkstoffen herzustellen.



Fertigungsschritte einer Ritzelwelle

Hierbei kommen Kohlenstoffstähle (C45, C60), Einsatzstähle (16Mn-Cr5, 20MnCr5) oder Vergütungsstähle (42CrMo4) zur Anwendung.

Kegelradwelle

Durch das Reibschweißen können auch bearbeitete Teile miteinander verbunden werden. Im Fall der dargestellten Kegelradwelle aus C45k wird hierdurch die Bearbeitung des Kegelrads erleichtert. Der angeschweißte Wellenstummel wird nach dem Reibschweißen bearbeitet. Die vollflächige Verschweißung der beiden Wellenteile miteinander garantiert die volle Belastbarkeit des Bauteils.

Exzenterwelle

Durch zwei Reibschweißverbindungen kann eine Exzenterwelle aus Rundmaterialabschnitten hergestellt werden. Die Vorteile dieser Problemlösung liegen wiederum in der Materialersparnis, sowie im geringeren Bearbeitungsaufwand. Das Reibschweißen ermöglicht durch seine Vorteile eine ganze Reihe von weiteren gestalterischen Freiheiten, die für innovative Produktlösungen genutzt werden können.

Niedrige Kosten und hohe Qualität

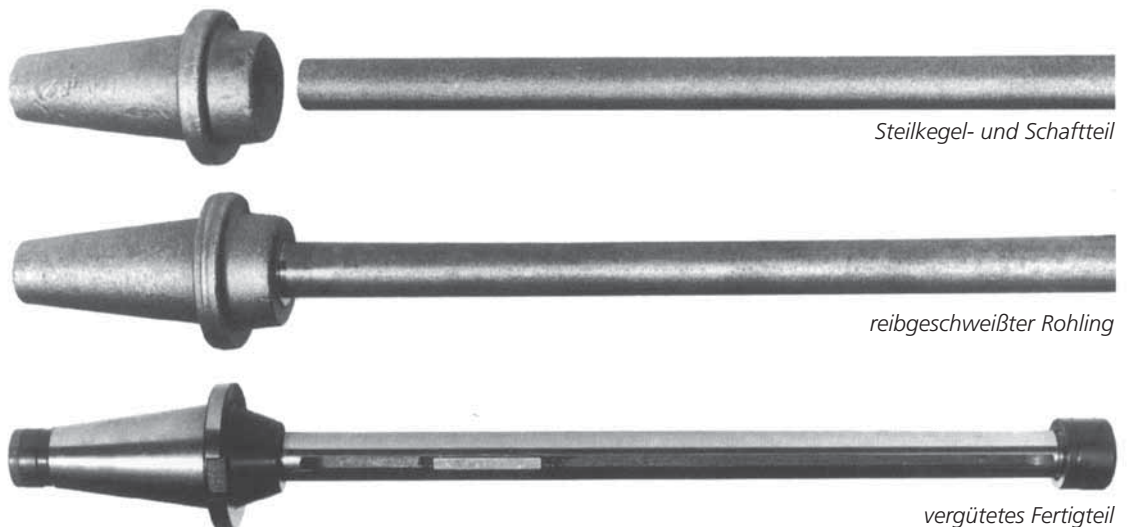
Kostengünstige Herstellung von Frässpindeln

Bei der Herstellung von Frässpindeln nach DIN werden seit vielen Jahren die speziellen Vorteile des Reibschweißens erfolgreich angewandt.

Die geometrische Form der Teile hat in der Vergangenheit zu hohen Kosten beim Gesenkschmieden oder bei der Bearbeitung aus Vollmaterial geführt. Durch die Trennung in ein Steilkegelteil und ein Schaftteil werden diese Kosten erheblich reduziert. Das Steilkegelteil wird zweckmäßigerweise als Schmiedeteil in großen Stückzahlen gefertigt. Durch die kleineren Abmessungen sind die Gesenkkosten geringer, welche zudem durch die größeren Stückzahlen früher amortisiert werden. Das Schaftteil wird aus handelsüblichem Rundstahl in

jedem gewünschten Durchmesser und jeder Länge gesägt. Eine weitere Bearbeitung vor dem Reibschweißen ist nicht erforderlich. Das Aufmaß zur Fertigbearbeitung der reibgeschweißten Rohlinge beträgt nur 3 bis 5 mm im Durchmesser, so dass minimale Zerspanungskosten anfallen.

Die kurzzeitige Wärmeeinbringung und die schmale Wärmeeinflußzone bewirken, dass bei dem eingesetzten Vergütungsstahl 16 MnCr5 eine teure Wärmenachbehandlung (glühen) nicht erforderlich ist. Das erforderliche Vergüten des Fertigteils über die Schweißnaht hinweg ist ohne weiteres möglich und hat keinen Einfluss auf die Qualität der Reibschweißverbindung.



Klaus Raiser GmbH

Zeppelinring 6 · D-71735 Eberdingen

Telefon (07042) 88105-0 · Telefax (07042) 88105-39

info@raiser.de · www.raiser.de

Fahrspaß und Sicherheit durch Reibschweißen

Einsatz von Reibschweißteilen im Automobilbau



Lkw-Bremsskolben



Lichtmaschinenanker



Gelenkwelle

Das Reibschweißen wird wegen seiner Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit seit vielen Jahren in der Automobilindustrie eingesetzt. In modernen Kraftfahrzeugen befinden sich in den unterschiedlichsten Funktionselementen reibgeschweißte Bauteile, von denen hier drei Beispiele exemplarisch vorgestellt werden sollen:

Beispiel Lkw-Bremsskolben

Die Elemente von Lkw-Bremsen unterliegen höchsten sicherheitstechnischen Anforderungen, die vom Reibschweißen erfüllt werden. Bei der Herstellung von Bremsskolben werden eine durch ein spezielles Rollier- und Prägeverfahren hergestellte Scheibe aus St 37-2 und ein Gewindebolzen aus X12CrMoS17 miteinander verbunden. Durch Einhaltung enger Toleranzfelder entsteht hierbei durch das Reibschweißen ein einbaufertiges Funktionselement, welches ohne weitere mechanische Bearbeitung in der Montage verarbeitet wird.

Beispiel Lichtmaschinenanker

Für eine neue Generation wassergekühlter Lichtmaschinen wird zur Herstellung des Ankers ebenfalls

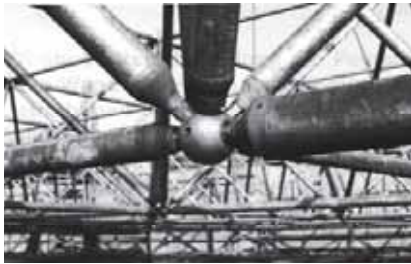
das Reibschweißverfahren eingesetzt. Bei diesem Anwendungsfall wird der gesenkgeschmiedete Klauenpol aus St 37-3 mit einem Rundmaterialabschnitt aus C60 reibgeschweißte. Durch das Reibschweißen wird neben dem Erzielen einer vollflächigen Verbindung bei diesem Anwendungsfall einerseits die Gestaltung des Gesenkgeschmiedeteiles vereinfacht und andererseits der Bearbeitungsaufwand erheblich verringert.

Beispiel Gelenkwelle

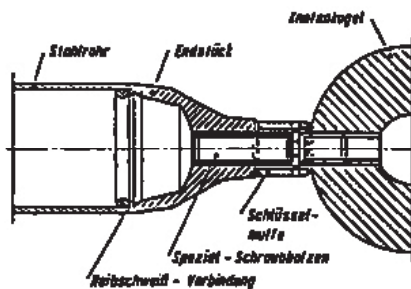
Gleich zwei Reibschweißverbindungen werden zur Herstellung einer Gelenkwelle eingesetzt. In getrennten Schweißvorgängen werden die gesenkgeschmiedeten Endstücke aus Ck 35 mit einem Rohrabschnitt aus Ck 35 verschweißte. Durch den Einsatz des Reibschweißens kann gegenüber anderen Schweißverfahren die Wandstärke des Rohrabschnittes verkleinert und somit die bewegte Masse verringert werden. Die Qualität der Reibschweißverbindungen wird durch die stichprobenartige Durchführung von Bauteilbiegeversuchen nachgewiesen.

Ein modernes Fügeverfahren für den Stahlhochbau

Reibgeschweißte Polygon-Raumfachwerkstäbe



Eissporthalle in Frankfurt/Main
Knotenpunkt



Anschluß eines Fachwerkstabes des RFW-Systems Züblin an die Knotenkugel

Im Stahlhochbau ist der Einsatz von industriell vorgefertigten Einzelteilen bereits in sehr hohem Maße verwirklicht. Durch den Einsatz der Reibschweißtechnik ist es gelungen, eine weitere Rationalisierung zu erreichen.

Die Fa. Ed. Züblin AG als Antragsteller sowie die Fa. Klaus Raiser GmbH als Hersteller haben vom Institut für Bautechnik unter der Zulassung Nr. Z-144-9 die bundesweite Zulassung des Reibschweißverfahrens erstmals im Stahlhochbau erhalten. Auf der »Schweißen und Schneiden '85« wurde dieses Verfahren von der Fa. Klaus Raiser GmbH den internationalen Fachbesuchern vorgestellt.

Das Reibschweißen, das seit vielen Jahren in der metallverarbeitenden Industrie mit großem Erfolg eingesetzt wird, zeichnet sich hierbei durch hohen Qualitätsstandard, große Fertigungssicherheit und leichte Reproduzierbarkeit aus. Im Zulassungsbescheid heißt es: »Die Reibschweißverbindungen sind als Stumpfnah mit voller Wanddicke und mit nachgewiesener Nahtgüte im Sinne von DIN 4100 zu betrachten.« Das bedeutet, dass für Reibschweißverbindungen Faktor 1,0 angesetzt

wird, was gegenüber anderen Verfahren mit Faktor 0,8 eine Steigerung der zulässigen Belastung von 25% entspricht.

Die abgesägten Rohre werden auf einer Spezial-Reibschweißmaschine mit den gesenkgeschmiedeten Anschlußstücken reibgeschweißt. Gefertigt werden Rohre und Schmiedeteile aus Werkstoff St 52-3 in den Durchmessern von 60,3 bis 127 mm mit Wandstärken von 2,6 bis 12 mm und in Längen von 6 m. Die Fertigung erfolgt nach genau festgelegten Standards, die eingestellten Daten werden mit einer Parameterüberwachung kontrolliert und jede Schweißung wird protokolliert.

Die Fremdüberwachung wird von der FMPA Baden-Württemberg aufgrund eines Überwachungsvertrages durchgeführt; während der Fertigung werden stichprobenartig Zugversuche bis zum Bruch durchgeführt, der Bruch muß hierbei jeweils im Rohrquerschnitt erfolgen. Solchermaßen hergestellte Fachwerkstäbe werden durch anschließende Längenbearbeitung und Anbringen von Gewinde zu hochwertigen Tragelemente mit geringstem Materialverbrauch.

Werkstoffe von A bis Z

Aluminium bis Zirkonoxid



7-Metall-Welle



Al-CrNi Musterteil
nach dem Reibschweißen gebogen

Ein großer Vorteil des Reibschweißens ist die Möglichkeit, die unterschiedlichsten Werkstoffe miteinander zu verbinden. Die Tatsache, dass die Verbindungsbildung beim Reibschweißen nicht über die schmelzflüssige Phase abläuft, ermöglicht das Fügen von sehr unterschiedlichen Werkstoffen.

In der industriellen Praxis kommen eine Vielzahl von reibgeschweißten Werkstoffkombinationen zum Einsatz. Breite Anwendung findet das Reibschweißen beim Fügen von ferritischem mit austenitischem Stahl. Solche Verbindungen werden nahezu in allen Industriezweigen verwendet. Darüber hinaus wird jedoch auch die Möglichkeit zum Verbinden von Stahl- mit Gußwerkstoffen genutzt.

Noch interessanter als die Möglichkeiten zum Verbinden verschiedener Stahlwerkstoffe sind die Kombinationsmöglichkeiten verschiedener Nichteisenwerkstoffe untereinander

bzw. mit Stahl. In der Vakuumtechnik kommen hierbei in erster Linie Aluminium-Stahl-Verbindungen zum Einsatz. Desweiteren werden auch Stahl-Kupfer-Verbindungen für Druckgußkolben und Aluminium-Kupfer-Verbindungen für die Elektroindustrie durch Reibschweißen hergestellt.

Die Liste der Werkstoffe, die im Reibschweißverfahren miteinander verbunden werden ist beliebig fortsetzbar: Angefangen von Aluminium, über Blei, Hartmetall, Magnesium, Nickelbasislegierungen und Wolfram bis hin zu Zirkonoxid. Viele der Werkstoffkombinationen haben sich in der Praxis bewährt, andere wie z.B. Keramik-Metall-Verbindungen sind in der Umsetzung. Die Möglichkeiten des Reibschweißens sind aber in Bezug auf das Verbinden verschiedener Werkstoffe mit Sicherheit noch nicht ausgereizt.



Verschiedene
Keramik-Aluminium-Verbindungen

Klaus Raiser GmbH

Zeppelinring 6 · D-71735 Eberdingen

Telefon (07042) 88105-0 · Telefax (07042) 88105-39

info@raiser.de · www.raiser.de

Reibgeschweißte LKW-Achsen

Auf Achse

Die Automobilindustrie hat als eine der ersten Branchen die vielfältigen Möglichkeiten des Reibschweißens erkannt und bereits Ende der 60er Jahre konsequent in Produkte umgesetzt. Heute wird das Reibschweißen mehr denn je als wirtschaftliches und zuverlässiges Fügeverfahren in Bereichen, in denen höchste statische und dynamische Festigkeitskennwerte gefördert werden, angewandt. Reibgeschweißte PKW-Felgen und reibgeschweißte LKW-Achsen sind ein »fahrender« Beleg dafür. Auf Grund der guten Verbindungseigenschaften des Reibschweißens konnte bei LKW-Achsen die Wand-

stärke des aus dem Werkstoff S355 geschmiedeten Achsenkörpers verringert werden. Die höher belasteten Achszapfen wurden aus dem höherwertigen Werkstoff S460QL gefertigt. Die hierdurch erzielte Gewichtsreduzierung wirkt sich positiv auf die Nutzlast und den Benzinverbrauch des LKW aus. Die hohe Verbindungsgenauigkeit des Reibschweißens ermöglicht es, dass die angeschweißten Lagerzapfen bereits vor dem Schweißen komplett bearbeitet werden. Eine aufwendige Drehbearbeitung nach dem Schweißen kann somit entfallen.



Klaus Raiser GmbH

Zeppelinring 6 · D-71735 Eberdingen

Telefon (07042) 88105-0 · Telefax (07042) 88105-39

info@raiser.de · www.raiser.de

Herstellung Revolutioniert

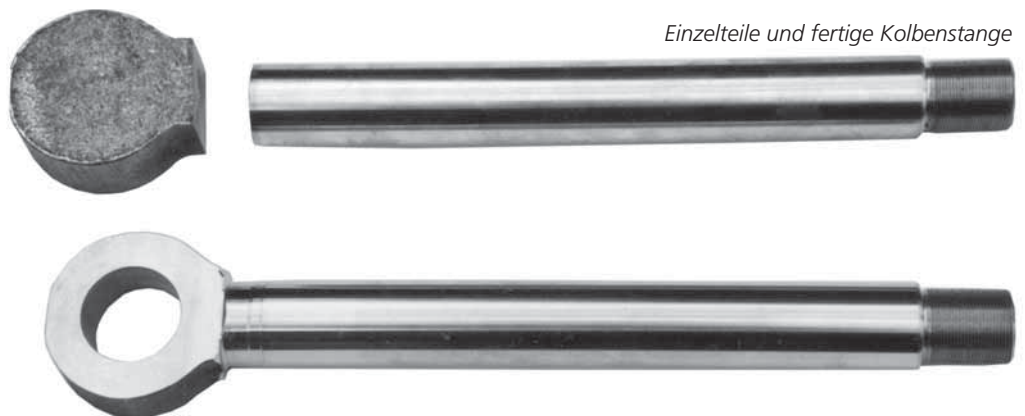
Reibgeschweißte Kolbenstangen



Einzelteile und fertige Kolbenstange

Das Reibschweißverfahren hat die Herstellung von Kolbenstangen für Hydraulikzylinder komplett verändert und vereinfacht. In der Vergangenheit wurden Kolbenstangen entweder aus Schmiedeteilrohlingen oder durch Schmelzschweißen hergestellt. Die Rohlinge mussten dann aufwendig gedreht, geschliffen und einzeln verchromt werden. Durch das Reibschweißen ist es möglich, als Meterware verchromtes und bei Bedarf randschichtgehärtetes Stangenmaterial einzusetzen. Dieses wird für das Reibschweißen abgelängt und am nicht zu verschweißenden Ende fertig bearbeitet. Prinzipiell kann sowohl der Kolben als auch das Kopfteil mit der Stange reibgeschweißt werden. Das Anschlußteil kann sowohl ein Schmiede-, Guß- oder Brennteil sein als auch aus Vollmaterial hergestellt werden. Je nach erforderlicher Toleranz werden die Kopfteile vor oder nach dem Reibschweißen fertig bearbeitet. Das Reibschweißen schafft die Mög-

lichkeit, die gleichen Anschlussteile für verschiedene Stangenlängen und -durchmesser einzusetzen. Diese Standardisierung der Anschlussteile ermöglicht die Herstellung in größeren Stückzahlen und verringert die Werkzeug- und Gesenkkosten. Im Gegensatz zu schmelzgeschweißten Kolbenstangen kann mit dem Reibschweißen der ganze Stangenquerschnitt verschweißt werden. Dies führt dazu, dass bei vielen Anwendungen ein geringerer Stangendurchmesser verwendet werden kann. Die damit verbundene Gewichtsreduzierung des Hydraulikzylinders stellt in vielen Bereichen der Land- und Baumaschnentechnik einen wichtigen Gesichtspunkt dar. Darüber hinaus ermöglicht das Reibschweißen den Einsatz verschiedener Vergütungsstähle zur Herstellung von Kolbenstangen. Häufig verwendet werden 20 MnV6, 39 MnV 6 und 42 CrMo 4. Für Stange und Anschlussteil können auch unterschiedliche Werkstoffe eingesetzt werden.



Einzelteile und fertige Kolbenstange

Klaus Raiser GmbH

Zeppelinring 6 · D-71735 Eberdingen

Telefon (07042) 88105-0 · Telefax (07042) 88105-39

info@raiser.de · www.raiser.de