

123 Untersuchungen über die Hochfrequenzverschweißung von Leder aus dem Jahre 1975

Von H. Herfeld und I. Steinlein

High frequency welding for cementing processes possesses a series of advantages and has been introduced into the shoe and leather goods industries in various ways. It, however, presupposes that both, or at least one, of the components to be joined are thermoplastic, soften on rise of temperature and can then unite to the other thermoplastic or non-thermoplastic component. Leather is not thermoplastic and in order to join leather to leather by high frequency welding a thermoplastic accessory material must be introduced. This paper deals with the choice of suitable welding auxiliaries, the optimal working conditions for high frequency welding and the possibility of improving the resulting union by reinforcement with textiles.

Im Rahmen unserer Untersuchungen über die Veredlung von Spaltleder haben wir vor einiger Zeit die Ergebnisse von Versuchen über die Oberflächenzurichtung durch Kaschieren von Folien auf Leder und über die Herstellung von Rollenleder durch Anschärfen und Aneinanderkleben von Spalten zu langen Bahnen und nachfolgende Folienkaschierung veröffentlicht. Dabei haben wir uns in beiden Fällen auch mit Fragen der Verklebung beschäftigen müssen. Im Falle der Folienkaschierung zeigte sich, dass die Klebstoffe, die vorwiegend auf Polyurethanbasis aufgebaut waren, richtig ausgewählt und die Verklebungsbedingungen hinsichtlich Druck, Temperatur und Pressdauer optimal auf die jeweilige Folie abgestimmt sein müssen. Im Falle der Lederverklebung zur Herstellung von Rollenware haben wir nach sachgemäßer Schärfung der Lederkanten die Klebstoffe sowohl als Klebfolien (sogenannte Bügelfolien mit einer Schmelztemperatur von maximal 70-80° C) wie auch als flüssige Klebstoffe eingesetzt. Dabei wurde an die Verklebung die Forderung gestellt, dass die Klebfestigkeit ausreichend war und dass die Klebstellen sich hinsichtlich Weichheit und Geschmeidigkeit nicht nennenswert vom unverklebten Leder unterscheiden sollten, damit sie an der fertigen Lederrolle nicht zu fühlen sind und bei Schuhleder auch nicht drücken, da man ja beim rationellen Ausschnitt auf diese Klebestellen keine Rücksicht nehmen kann. Natürlich waren für die Klebestellen nicht die gleichen Festigkeitswerte wie für das verarbeitete Spaltleder (mindestens 200 kp/cm²) zu erwarten, aber die Erfahrungen mit poromerischen Synthetiks hatten gezeigt, dass Festigkeitswerte von mindestens 60 kp/cm² im Hinblick auf die praktische Beanspruchung ausreichen, so dass wir auch hier diesen Mindestwert zugrunde legen konnten. Die Klebfolien waren einfach zu handhaben und ergaben bei richtiger Auswahl und sachgemäß eingestellten Verklebungsbedingungen (Pressdruck 30 kp/cm², Temperatur 85 bzw. 120° C, Pressdauer 30 sec.) Festigkeitswerte zwischen 65 und 125 kp/cm², die diesen Anforderungen gerecht wurden. Beim Einsatz flüssiger Klebstoffe auf Polyurethan- und Polychloroprenbasis wurden sogar Werte zwischen 94 und 191 kp/cm² erhalten, da die in Lösung angewandten Klebstoffe je nach der Viskosität schon beim Auftrag auf die Schärfstelle tiefer in das Fasergefüge des Leders eindringen und damit eine bessere Verankerung liefern. In allen Fällen wiesen die Klebstellen eine einwandfreie Weichheit und Geschmeidigkeit auf, und bei der Prüfung Hinsichtlich Dauerbiegefestigkeit trocken, nass und bei -15 °C wurden 100 000 Knickungen ohne Beschädigung ausgehalten.

Es lag nun nahe, bei der Verbindung von Leder mit Leder auch die Möglichkeiten der Hochfrequenzverschweißung zu untersuchen, zumal sich gezeigt hatte, dass nicht nur im Hinblick auf die Herstellung von Rollenleder, sondern ganz allgemein auch bei anderen Verbindungen von Leder

mit Leder z. B. beim Schafftbau oder in der Lederwarenindustrie die Frage der Verschweißbarkeit auf Hochfrequenzbasis auf großes Interesse stößt. Die Hochfrequenzverschweißung beruht darauf, dass die zu verschweißenden Materialien mit Wechselströmen von sehr hoher Schwingungszahl behandelt werden, wobei bei Nichtleitern eine starke Molekülbewegung angeregt, dadurch eine dielektrische Erwärmung bewirkt und so die zur Verschweißung erforderliche Temperatur erreicht wird.

Der Vorteil gegenüber anderen Erwärmungsmethoden besteht darin, dass die Temperaturerhöhung erst im Innern des Materials erzeugt wird, während bei Wärmezufuhr von außen durch Wärmeleitung oder Wärmestrahlung wesentlich längere Zeit benötigt wird, bis die Wärme bis in die Bereiche durchgedrungen ist, wo sie gebraucht wird, insbesondere wenn Stoffe mit schlechter Wärmeleitfähigkeit bearbeitet werden, zu denen 7. B. auch das Leder zählt. Daher benötigen die Methoden, bei denen die Wärme von außen zugeführt wird, entsprechend längere Zeit, sie sind mit höheren Wärmeverlusten verbunden, da auch Schichten erwärmt werden müssen (Außenschichten), die an der eigentlichen Reaktion gar nicht beteiligt sind, und schließlich besteht die Gefahr, dass infolge des hierbei zwangsweise notwendigen Wärmegefälles von außen nach innen die Außenschichten stets heißer als die Reaktionszone sein müssen, was zu Beschädigungen der Beschaffenheit der Außenzonen führen kann. Die einfachen Verklebungsmethoden durch Warmverklebung, die wir früher behandelt haben, haben andererseits natürlich den Vorteil, ohne große Investitionen leicht durchführbar zu sein, was bei Auswahl der einzusetzenden Methode natürlich ebenfalls berücksichtigt werden muss.

Über den Einsatz von Hochfrequenzströmen zur Verschweißung oder Prägung in Schuhindustrie und Lederwarenindustrie liegt eine Reihe von Veröffentlichungen vor. Die Hochfrequenzverschweißung wird insbesondere in den Fällen eingesetzt, bei denen beide Komponenten (Kunststoff gegen Kunststoff) oder zumindest eine der beiden Komponenten (Leder mit Kunststoff) von Haus aus thermoplastisch und damit verschweißbar sind, also bei Steigerung der Temperatur die thermoplastische Komponente erweicht und sich dann mit dem anderen thermoplastischen oder nichtthermoplastischen Material verbindet, ohne dass ein zusätzliches Hilfsmittel eingesetzt wird. Unter dem Begriff des Verschweißens ist im engeren Sinne des Wortes das Verschmelzen zweier Thermoplaste zu verstehen. Bei dem von uns zu bearbeitenden Problem handelt es sich aber um die Verbindung von Leder mit Leder, also von ² Komponenten, die beide nicht thermoplastisch sind, also auch bei höherer Temperatur nicht erweicht werden können, so dass von Hause aus eine Verschweißung im beschriebenen Sinne nicht zu erwarten ist. Damit wird also völliges Neuland beschritten.

Um Leder mit Leder unter Einwirkung von Hochfrequenzströmen miteinander verbinden zu können, müssen daher Schweißhilfsmittel eingesetzt werden, d. h. thermisch aktivierbare Klebstoffe, die entweder als Folie oder Vlies in die Verbindungsstelle eingelegt oder als Lösung oder Dispersion auf die Schärfkanten aufgestrichen werden, thermoplastisch sind und damit unter dem Einfluss der Hochfrequenzströme ihrerseits erweichen, in das Fasergefüge des Leders eindringen und die beiden Lederteile miteinander fest verbinden. Es handelt sich hierbei also nicht um eine Verschweißung im eigentlichen Sinne, sondern um eine mechanische Verankerung von Thermoplasten (Schweißhilfsstoffen) in einem porösen Stoff, hier also im Fasergefüge des Leders. Dabei ist die Feststellung von Interesse, dass die geringste Festigkeit einer solchen Schweißverbindung nicht in der Schweißfuge selbst liegt, sondern im Verbindungsbereich zu den einzelnen Schichten. Das bedeutet für die Verbindung Leder zu Leder, dass es für die Erreichung einer genügenden Festigkeit der Verbindung in erster Linie darauf ankommt, dass die Schweißhilfsmittel sich im Fasergefüge des Leders unter den jeweiligen Hochfrequenzbedingungen genügend tief einlagern. Je besser diese Verankerung im Fasergefüge ist, desto besser ist die zu erwartende Festigkeit der Verbundstelle. Schweißhilfsmittel sind an und für sich bekannt, sie werden auch bei der Verschweißung vieler synthetischer Materialien eingesetzt, denn auch diese sind häufig nicht genügend thermoplastisch

und damit nicht genügend verschweißungsfreudig, insbesondere wenn sie stark vernetzt sind.

Damit ist die Problemstellung der durchgeführten Untersuchungen umrissen. Es galt, unter einer Palette von Schweißhilfsmitteln, die für andere Verschweißungen entwickelt wurden, diejenigen ausfindig zu machen, die für eine Hochfrequenzverschweißung von Leder mit Leder eingesetzt werden können und gleichzeitig die Durchführungsbedingungen für diese Hochfrequenzverschweißung zu präzisieren, wobei das Ziel darin bestand, eine möglichst hohe Festigkeit der Verbundstelle Leder/ Leder zu erreichen, andererseits aber auch die Elastizität des Leders in der Verbundstelle nicht zu sehr zu verändern, so dass hinsichtlich Weichheit und Geschmeidigkeit möglichst keine Unterschiede zwischen Schweißstelle und nicht verschweißtem Leder vorhanden sein sollten.

Durchführung der Versuche

Eingesetzte Leder

Für unsere Versuche verwendeten wir chromgegerbte Kernspaltleder, die erst nach der Chromgerbung abgespalten wurden und 3 verschiedene Nachgerbungen erhalten hatten, eine Chromnachgerbung zur Herstellung sehr weicher Spalte und zum anderen eine Nachgerbung mit Mimosa-Extrakt bzw. Zirkongerbstoff und Mimosa-Extrakt für festere, kürzerfaserige Spaltleder. Über die Durchführung dieser Nachgerbungen haben wir an anderer Stelle eingehend berichtet, so dass auf diese Veröffentlichung verwiesen werden kann⁴. Die fertigen Spalte besaßen eine einheitliche Stärke von 1,6-1,7 mm. Sie brauchten bei der Verschweißung noch nicht fertig zugerichtet zu sein, da sie bei der Herstellung von „Rollenleder nach Fertigstellung des Verbundes nochmals auf einer Durchlaufmaschine gefalzt oder geschliffen werden müssen, bevor die Folienkaschierung vorgenommen wird, da sich bei auch noch so sorgfältig durchgeführter Verschweißung gewisse Ansätze und Dickenunterschiede an den Verbundstellen nicht vermeiden lassen, die durch diese Nachbehandlung wieder ausgeglichen werden müssen. Daher ist zweckmäßig, die abschließende mechanische Oberflächenbearbeitung der Spalte grundsätzlich auf die Zeit nach der Verschweißung zu verschieben. Andererseits ist aber schon vor der Hochfrequenzverschweißung eine möglichst gleichmäßige Dicke aller verarbeiteten Spalte anzustreben, da nur dann ein gleichmäßiger Verschweißeffekt erreicht werden kann. Im allgemeinen war diese Forderung bei den weichen Ledern mit reiner Chromnachgerbung nicht so leicht zu verwirklichen wie bei den etwas ständigeren Ledern der beiden anderen Nachgerbarten.

Leder können ohne weiteres mit Hochfrequenzströmen behandelt werden, ohne dass sich ein nachteiliger Einfluss bemerkbar macht. Wir haben auch bei unseren Untersuchungen die schon in der Fachliteratur wiederholt mitgeteilte Feststellung bestätigen können, dass unter dem Einfluss der Hochfrequenzströme weder die Festigkeitseigenschaften verschlechtert, noch die sonstigen physikalischen Eigenschaften ungünstig beeinflusst werden, wenn die Verschweißungsbedingungen sachgemäß eingestellt sind.

Schärfung

Wir haben schon in der vorhergehenden Veröffentlichung Angaben über die zweckmäßige Schärfung

gemacht, so dass auf diese Ausführungen verwiesen werden kann. Damals hatten wir sowohl eine Schrägschärfung wie eine Schärfung mit Absatz eingesetzt und auch die Breite der Überlappung in gewissen Grenzen variiert, und dabei hatte sich eine Schrägschärfung von 30 mm Breite als am zweckmäßigsten erwiesen, da sie die höchsten Festigkeitswerte ergab und beim nachfolgenden Falzen und Schleifen am wenigsten geschwächt wurde. Wir haben daher auch bei den Versuchen dieser Arbeit in allen Fällen die gleiche Schärfung verwendet. Auf eine Gleichmäßigkeit der Schärfung ist aber insbesondere im Hinblick auf die Hochfrequenzverschweißung ganz besonderer Wert zu legen, da nur dann eine über die ganze Verbundzone einheitliche Verschweißung erreicht werden kann.

Hochfrequenzverschweißung

Da wir kein eigenes Hochfrequenzverschweißungsgerät zur Verfügung hatten, haben wir die praktischen Verschweißungsversuche in Zusammenarbeit mit der Firma Pfaff in Kaiserslautern durchgeführt, die Geräte für die Hochfrequenzverschweißung herstellt und ihr Versuchslaboratorium für die Durchführung unserer praktischen Versuche zur Verfügung stellte. Verwendet wurde ein Hochfrequenzverschweißungsgerät mit einer Frequenz von 27,1 MHz, die gemäß den postalischen Bestimmungen am häufigsten verwendet wird. Wir arbeiteten mit einem Druck von 1,7 kp/cm² und einem Abstand der Elektroden zur Schweißunterlage von 0,65 mm. Der Druck darf bei Leder auf keinen Fall zu hoch gewählt werden, da sonst die kapillare Aufnahme des Schweißhilfsmittels in das Lederfasergefüge verschlechtert wird und damit insbesondere beim Einsatz von Folien und Vliesen die Festigkeitseigenschaften der Verbundstelle absinken. Weiter erwies sich als zweckmäßig, die Schweißunterlage und die der Elektrode zugewandte Lederfläche mit einer Silikonauflage zu versehen, die der Wärmedämmung dient und zum anderen als Kontaktschutz das Auftreten von Durchschlägen verhindert. Unsere Versuche wurden unter Variation der Hochfrequenzleistung und der Einwirkungszeit durchgeführt, wobei auch diese Daten möglichst niedrig gehalten werden sollten, um eine möglichst weiche „Schweißverbindung“, zu erhalten. Druck und Energiezufuhr waren anfangs bei unseren Versuchen zu hoch, was sich sofort in einer unerwünschten Verfestigung der Verbundstelle bemerkbar machte. Die Schweißbedingungen waren also so einzustellen, dass eine gute Verbindung der Folie mit dem Schweißgut (dem Leder) erreicht wird, ohne Leder und Schweißhilfsmittel zu schädigen und ohne andererseits unerwünschte Verfestigungen der Verbundteilen auszulösen.

Durchführung der Verschweißung und nachfolgende Untersuchung der Verbundstellen

Über die Durchführung der Verschweißung sind keine nennenswerten Angaben zu machen. Schweißhilfsmittel in Form von Folien oder Vliesen wurden auf die Schärfstelle aufgelegt, dann die Gegenseite des Leders ebenfalls aufgelegt und die Verschweißung vorgenommen. Flüssige Klebstoffe müssen auf die Schärfkante aufgetragen werden, wobei ein Aufbürsten oder Aufgießen einem Aufsprühen vorzuziehen ist, da schon dadurch eine bessere Verankerung im Fasergefüge des Leders erreicht wird. Diese Verankerung wird auch um so besser, je geringer die Viskosität der Klebstofflösung ist. Vor der Verschweißung müssen die Aufträge gut ablüften, um das Lösungsmittel restlos zu entfernen. Im übrigen wurden bei den verschiedenen Produkten die jeweils von der Lieferfirma gemachten Angaben genau eingehalten.

Die erhaltenen Schweißstellen wurden nach Ablagern und Klimatisieren der Leder hinsichtlich

Zugfestigkeit untersucht, und zwar sowohl quer zur Schweißnaht wie auch längs der Schweißnaht. Da aber die ersteren Proben stets niedrigere Werte ergaben, in dieser Richtung also die für die Beurteilung kritische Beanspruchung lag, sind in den Tabellen dieser Arbeit jeweils die Werte quer zur Schweißnaht angegeben und für die Beurteilung zugrunde gelegt worden. Wie bereits eingangs der Arbeit dargelegt wurde, sehen wir Festigkeitswerte von mindestens 60 kp/cm^2 für ausreichend an, höhere Werte sind aber ohne Zweifel wünschenswert. Bei unseren früheren Untersuchungen über die Verbindung von Leder mit Leder durch Warmverklebung hatten wir namentlich bei Einsatz von flüssigen Klebstoffen meist Werte über 100 kp/cm^2 erhalten, was auch hier als Richtwert mit herangezogen werden sollte, wenn die Konkurrenzfähigkeit der Hochfrequenzverschweißung mit der Warmverklebung verglichen werden soll.

Bei allen Verbindungen, die sich hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften als einwandfrei erwiesen, haben wir auch Bestimmungen der Dauerbiegefestigkeit trocken, nass und bei -15°C durchgeführt, und ebenso wurden selbstverständlich sämtliche Klebstellen durch gefühlsmäßige Bewertung hinsichtlich Weichheit und Geschmeidigkeit geprüft. Im letzten Teil dieser Arbeit, die sich mit der Unterklebung von Schweißstellen befasste, haben wir schliesslich auch zur Beurteilung einer Beeinflussung der Tragehygiene des Leders Bestimmungen der Wasserdampfdurchlässigkeit und der Wasserdampfaufnahme vorgenommen.

Verschweißung von Polyamidfolien

Wir sind bei unseren Versuchen hinsichtlich Auswahl geeigneter Schweißhilfsmittel zunächst von Polyamidfolien ausgegangen (Palatilon H-Folie der Firma Plate GmbH, Bonn), die wir mit einer Breite von 30 mm und 0,05, 0,08 und 1,2 mm Dicke verwendeten. Insgesamt wurden in dieser Versuchsreihe unter Variation der verschiedenen Bedingungen für die Hochfrequenzbehandlung 215 verschiedene Verschweißungen vorgenommen. Wir haben über die dabei erhaltenen Befunde schon früher kurz berichtet, doch sollen die Ergebnisse hier nochmals angeführt werden, um das Gesamtgebiet unserer Versuche vollständig darzulegen und weil diese Befunde ja der Ausgangspunkt für unsere weiteren Untersuchungen waren. Die hinsichtlich der Festigkeitswerte erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Sie lassen eine Reihe von Gesetzmäßigkeiten erkennen:

Tabelle 1:

Tabelle 1 Zugfestigkeit (kp/cm²) quer zur Verbindungsstelle nach Verschweißung mit Polyamidfolien

Foliendicke in mm	0,05	0,08	0,12
Nachgerbung mit Mimosaextrakt	19–43 32	27–55 42	30–56 43
Nachgerbung Zirkon-Mimosa	37–48 45	46–72 58	44–71 58
Chromnachgerbung	52–86 68	52–80 67	56–94 70

- Für die Festigkeit der Bindung spielt die Art der Nachgerbung der Spalte eine entscheidende Rolle. Es war interessant, dass die niedrigsten Werte bei den lediglich mit Mimosaextrakt nachgegerbten Ledern erhalten wurden, während die Leder, die eine kombinierte Nachgerbung mit Zirkongerbstoff und Mimosaextrakt oder eine Nachgerbung mit Chromgerbstoff erfahren hatten, wesentlich günstigere Werte ergaben. Das war der Grund, warum bei den weiteren Untersuchungen die Nachgerbung mit Mimosa-Extrakt ausgeschieden wurde. Bei den Versuchen mit Polyamidfolien haben wir durchweg bei den rein chromgegerbten Ledern bessere Ergebnisse erhalten als bei den Ledern, die eine Nachgerbung mit Zirkongerbstoff-Mimosaextrakt erhielten. Das hat sich aber bei unseren späteren Untersuchungen nicht mehr bestätigt. Darauf kommen wir noch einmal zurück.
- Zum anderen spielt die Dicke der verwendeten Polyamidfolien eine Rolle, und es zeigte sich, dass die Foliendicke von 0,05 mm insbesondere bei den mit Mimosa-Extrakt bzw. mit Zirkon-Mimosa-Gerbstoff nachgegerbten Ledern zu gering war, also zu wenig Substanz mitbrachte, um eine genügende Verschweißungsfestigkeit zu erreichen, so dass dickere Folien zwischen 0,08 und 0,1² mm verwendet werden sollten. Andererseits bringt eine zu große Dicke der eingelegten Folie eine zu starke Verhärtung der Schweißstelle mit sich, und außerdem liefert sie wieder zu geringe Festigkeitswerte, da dicke Folien unter den gewählten Bedingungen nicht so rasch schmelzen und sich daher nicht so intensiv im Fasergefüge verankern. Es ist verständlich, dass bei dickeren Folien mehr Zeit und Energie zum Aufschmelzen benötigt wird als bei dünneren Folien.
- Die bei der Polyamidfolie erreichten Werte lagen etwa zwischen 50 und 90 kp/cm². Aus den oben dargelegten Gründen verlangen wir für die Verschweißung oder Verklebung an der Verbundstelle Werte von mindestens 60 kp/cm², und das war mit der Verschweißung mit Polyamidfolien unter geeigneten Bedingungen durchaus zu erreichen. Andererseits haben uns aber bei Verwendung der Polyamidfolien die Verschweißungsstellen im Hinblick auf ihre Weichheit noch nicht befriedigt. Das kann mit dem Polyamidmaterial als solchem zusammenhängen, zumal wir auch bei der Warmverklebung mit Bügelfolien bei Verwendung von Polyamidfolien etwas härtere Verklebungsstellen als mit anderen Folien feststellten. Vielleicht kann es aber auch mit dem Einsatz des Polyamidmaterials in Folienform zusammenhängen, worauf wir später noch zurückkommen werden.

Verschweißung mit anderen Schweißhilfsmitteln

Nach den Ergebnissen, die wir mit den Polyamidfolien als Schweißhilfsmittel erhalten haben, lag nahe, anstelle von Polyamidmaterial Schweißhilfsmittel auf anderer Rohstoffbasis einzusetzen, um damit die ganze Breite der Einsatzmöglichkeiten der Hochfrequenzverschweißung für Leder abzustecken. Nach entsprechender Rücksprache mit der chemischen Industrie, die solche Produkte für die Hochfrequenzverschweißung auf anderen Gebieten herstellt, lagen uns schliesslich 20 verschiedene Produkte, und zwar 4 Folien, 4 Vliesmaterialien und 1 Schmelzklebstoffe bzw. Klebstoffen Lösungen bzw. Dispersion vor, die auf Basis von Polyvinylchlorid, Vinylacetat, Polyurethan, Äthylacetat, Polyacrylat, Polyestern und Kautschuk aufgebaut waren. Mit diesen 20 verschiedenen Produkten haben wir vergleichende Hochfrequenzverschweißungen durchgeführt, um festzustellen, welche Materialien in Bezug auf Schweißfestigkeit und Geschmeidigkeit der Verbundstelle die besten Ergebnisse zu erreichen gestatten. Auch für diese Versuche wurden wieder rein chromnachgegerbte Leder und solche, die eine Nachgerbung mit Zirkongerbstoffen und Mimosaextrakt erhalten hatten, verwendet. Ebenso wurde wieder mit einer Schrägschärfung von 30 mm Breite gearbeitet. Bei Durchführung der Hochfrequenzverschweißung wurden 3 verschiedene Bedingungen eingesetzt, wobei die Spannung zwischen 800 und 1800 Volt und die Einwirkungszeit zwischen 7 und 8,5 sec. variiert wurde. Die verschweißten Proben wurden zunächst wieder einige Zeit abgelagert, dann sachgemäß klimatisiert und hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften und der Weichheit der Verbundstellen geprüft. Bei den Werten in Tabelle 2 sind zunächst die verschiedenen Schweißbedingungen ausgeklammert, um den Einfluss der Lederart und der verschiedenen Schweißhilfsmittel klar und zahlenmäßig erfassen zu können. Jeder Zugfestigkeitswert stellt den Mittelwert von 3 verschiedenen Schweißbedingungen und hier wieder von 3 verschiedenen Einzelbestimmungen, insgesamt also von 9 Einzelbestimmungen dar. Anhand dieses Zahlenmaterials lassen sich die folgenden Feststellungen treffen:

- Grundsätzlich ergeben die flüssigen Produkte wesentlich bessere Ergebnisse als die Folien und Vliesstoffe. Nur mit 2 Folien (D und T), beide ohne Stützgewebe oder Vlieseinlage, konnten ähnliche Ergebnisse wie mit den flüssigen Schweißhilfsmitteln erhalten werden. Sicher ist das günstigere Verhalten der flüssigen Produkte darauf zurückzuführen, dass ähnlich wie bei der Warmverklebung die Materialien schon während des Auftrags selbst tiefer in das Innere des Fasergefüges eindringen, so dass die Verankerung im Fasergefüge des Leders wesentlich intensiver ist als bei den Folien oder bei den Vliesstoffen, bei denen erst während der Hochfrequenzverschweißung selbst ein Erweichen und Eindringen des Hilfsmittels in das Leder erfolgen muss, was in der vorgegebenen Zeit nicht befriedigend erreicht werden kann. Bei den 4 Vliesstoffen waren alle Ergebnisse verhältnismäßig ungünstig (Werte zwischen 20 und 40 kp/cm^2), so dass diese Produkte von vornherein ausscheiden mussten. Bei den Folien konnten etwas bessere Werte erzielt werden, aber nur in 2 Fällen lagen die Werte, wie bereits erwähnt.

Tabelle 2:

Tabelle 2 Zugfestigkeit und Weichheit der Verbundstellen nach Verschweißung mit verschiedenen Schweißhilfsmitteln

Nr.	Art der Schweißhilfsmittel	Zugfestigkeit kp/cm ²		Weichheitszahl*	
		Zirkon- Mimosa	Chrom	Zirkon- Mimosa	Chrom
Folien und Vliesstoffe					
A	Vliesstoff mit Vinylacetat	35	25	2	2
B	Vliesstoff mit Vinylacetat, thermoplastisch modifiziert	23	16	2	2
C	wie B	38	35	2	2
D	PVC-Folien ohne Stützgewebe	162	95	2	2
E	PVC-Folien mit Gewebeverstärkung	85	73	2	2
F	Vliesstoff mit Spezialklebstoff	42	29	2	2
G	Folie auf Äthylenacetatbasis	63	51	1	1
T	Folie auf Polyesterbasis	151	111	1/2	1
Klebstoffe bzw. Schmelzklebstoffe					
H	PU-Basis	126	119	1	1
J	PU-Basis	142	80	1	1
K	Kunstkautschukbasis	142	102	1	1
L	PU-Basis	200	129	1	1
M	PVC-Basis	168	109	1	1
N	PU-Basis	149	98	1	1
O	PU-Basis, viskoser als N	120	77	1	1
P	PVAc-Basis	134	39	1	1
Q	Kunstharzbasis	126	114	1	1
R	PU-Basis	99	77	1	1
S	Polyacrylatdispersion	144	80	1	1
U	Basis Äthylen-Vinylacetat	102	72	1	1

* Weichheitszahl:

1: weich, etwa wie ungeschweißtes Leder

2: im Griff fester, merklicher Unterschied zum ungeschweißten Leder

3: starker Unterschied zum ungeschweißten Leder

in der Größenordnung wie bei den flüssigen Klebstoffen bzw. Schmelzklebstoffen.

Die meisten flüssigen Produkte waren auf Polyurethanbasis aufgebaut. Sie ergaben durchwegs die besten Werte, obwohl zwischen den verschiedenen Produkten auch hier erhebliche Unterschiede vorliegen. Schon die Tatsache, dass eine Lösung etwas viskoser ist als die andere (Vergleich Produkt O gegen Produkt N), macht erhebliche Unterschiede erkennbar, wobei viskosere Lösungen durchweg schlechtere Ergebnisse ergaben als niedrigviskosere Lösungen, wobei sicherlich auch hier die Tiefe des Eindringens in das Fasergefüge eine entscheidende Rolle spielt.

- Besonders wichtig ist auch die Weichheit der Verbundstellen. Sie müssen genügend weich bleiben, dürfen sich also im Griff nicht auffallend von dem eigentlichen Ledermaterial unterscheiden. Während sich bei unseren Versuchen die verschiedenen Verschweißbedingungen nur geringfügig auf die Weichheit auswirkten, war ein deutlicher Einfluss der Art der Schweißhilfsmittel festzustellen. Die Werte in Tabelle 2 zeigen, dass mit allen flüssigen Klebstoffen bzw. Schmelzklebstoffen, unabhängig von der Rohstoffbasis die besten Ergebnisse erhalten wurden, während bei der Gruppe der Folien- und Vliesstoffe mit nur 2 Produkten (G und T) gleich günstige Ergebnisse erhalten wurden. Auch unter diesen Gesichtspunkten ist also den flüssigen Klebstoffen bzw. Schmelzklebstoffen bei Leder unbedingt ein Vorzug einzuräumen.
- Im Gegensatz zu den Befunden mit den Polyamidfolien wurden bei dieser Serie durchweg bessere Werte bei den Spalten erhalten, die eine Nachgerbung mit Zirkongerbstoff und Mimosaextrakt erfahren hatten. Diese Leder sind im Griff nicht so weich wie die Leder mit Chromnachgerbung, geben aber keinen so lockeren und langfaserigen Schliff, und es ist

durchaus möglich, dass dadurch auch die Klebstoffverankerung entsprechend besser wird. Jedenfalls waren die Unterschiede in allen Fällen gravierend. Während wir bei den Spalten, die mit Zirkongerbstoff und Mimosa-Extrakt nachgegerbt wurden. Festigkeitswerte der Verbundstellen zwischen 99 und 200 kp/cm² erhielten lagen die entsprechenden Werte bei den Spalten, die eine Chromnachgerbung erfahren hatten, zwischen 72 und 119 kp/cm², also erheblich niedriger. In allen Fällen war unter Berücksichtigung unserer früheren Darlegungen (Mindestwert 60 kp/cm²) die Verklebung als ausreichend zu bezeichnen. In vielen Fällen, insbesondere bei den Ledern, die eine Nachgerbung mit Zirkongerbstoff und Mimosa-Extrakt erhalten hatten, lagen die Festigkeitswerte in der Größenordnung, die wir auch bei der Warmverklebung mit flüssigen Klebstoffen erhielten, teilweise noch höher. Bei sachgemäßer Durchführung kann also die Hochfrequenzverschweißung ohne Zweifel mit Warmverklebungen hinsichtlich der zu erreichenden Effekte in Konkurrenz treten.

Tabelle 3:

Tabelle 3: Abhängigkeit der Festigkeitswerte (kp/cm²) von den Arbeitsbedingungen der Hochfrequenzverschweißung (Mittelwerte)

Art der Materialien	800-920 V 8,5 sek.	1200-1300 V 7,0 sek.	1700-1800 V 7,0 sek.
Zirkon-Mimosa - nachgegerbt			
Folien u. Vliesstoffe	81	72	79
Klebstoffe bzw. Schmelzklebstoffe	127	111	122
Chrom - nachgegerbt			
Folien u. Vliesstoffe	68	47	52
Klebstoffe bzw. Schmelzklebstoffe	97	84	93

- Hinsichtlich der Schweißbedingungen waren die Ergebnisse am günstigsten, wenn mit nicht zu hoher Spannung gearbeitet wurde. In Tabelle 3 haben wir die Festigkeitswerte für verschiedene Schweißbedingungen als Mittelwerte aller unter diesen Bedingungen durchgeführten Verschweißungen wiedergegeben. Auch diese Werte zeigen natürlich im Mittel eindeutig das bessere Verhalten der Klebstofflösungen bzw. Schmelzklebstoffe gegenüber den Folien und Vliesstoffen und das bessere Verhalten der mit Zirkon-Mimosa-Gerbstoff nachgegerbten Leder gegenüber den chromnachgegerbten Ledern. Bezüglich der Schweißbedingungen wurden die besten Werte erhalten, wenn mit 800-900 Volt bei einer gleichzeitigen Einwirkung von rund 8,5 sec. gearbeitet wurde. Etwas ungünstige Werte wurden erhalten bei einer Spannung von 1700-1800 Volt und einer Einwirkungsdauer von 7 sec, während bei 1200-1300 Volt und 7 sec. Einwirkungsdauer die Werte nicht unbeträchtlich niedriger lagen. Man kann also die Zeit nicht ohne weiteres vermindern, ohne die Spannung erheblich zu steigern, und da dann die Gefahr der Verhärtung der Verbundstellen zunimmt, scheint uns die erstere Verschweißbedingung am günstigsten zu sein. Natürlich ergeben sich zwischen den verschiedenen Hilfsmitteln gewisse individuelle Abweichungen, die bei den Mittelwerten nicht hervortreten und den Überblick verwirren würden. Man wird also von Fall zu Fall für jedes Schweißhilfsmittel die günstigsten Bedingungen ermitteln müssen.
- Wir haben bei den Verschweißungen, bei denen die Verbundstellen Festigkeitswerte über 100 kp/cm² ergaben, auch eine Prüfung der Dauerbiegefestigkeit trocken, nass und bei -15 °C durchgeführt. Dabei haben sich bis zu 100 000 Knickungen keinerlei Beschädigungen gezeigt. Im Hinblick auf den Einsatz von Lederrollen für Bekleidungszwecke haben wir auch hier wieder die Frage geprüft, ob die bei der Hochfrequenzverschweißung erhaltenen Verbundstellen die

übliche Chemischreinigung mit organischen Lösungsmitteln aushalten, und haben entsprechend verschweißte Lederproben im Launder-Ometer in üblicher Weise mit Perchloräthylen und mit Trichlortrifluoräthan (Valclene) behandelt. Dabei haben alle überprüften Muster diese Beanspruchung ausgehalten, auch dieser Gesichtspunkt muss aber je nach dem Einsatzzweck des Leders bei der Auswahl der Schweißhilfsmittel mit berücksichtigt werden.

Untersuchungen zur Verbesserung der Festigkeitseigenschaften der Verbundstellen durch Unterkleben mit Geweben und Vliesen

Im letzten Abschnitt unseres Untersuchungsprogramms war die Frage zu klären, inwieweit bei der Verbindung von Leder mit Leder durch Verkleben oder Verschweißen die Festigkeitseigenschaften durch ein Unterkleben mit Geweben oder Vliesen noch verbessert werden können. Bei diesen Untersuchungen war einmal zu klären, wie sich die verschiedenen handelsüblichen Materialien für die Unterklebung auf die Festigkeitseigenschaften auswirken und ob zum anderen durch eine Unterklebung unter Umständen auch das tragehygienische Verhalten verschlechtert wird.

Für die durchgeführten Untersuchungen haben wir wieder die beiden bewährten Lederarten, ein chromnachgegerbtes und ein zirkonmimosanachgegerbtes Spaltleder verwendet und Verklebungen mit 3 verschiedenen Klebstoffen eingesetzt, die sich bei unseren früheren Untersuchungen über die Warmverklebung als günstig erwiesen hatten. Außerdem haben wir 28 verschiedene Textil- und Vliesmaterialien ausgewählt, die in der Praxis häufig für die Unterklebung von Leder verwendet werden. Der größte Teil dieser Produkte, und zwar die Proben Nr. a-x in Tabelle 4, war bereits mit Klebschichten versehen, so dass sie lediglich auf das Leder aufgebügelt werden mussten, während bei den 4 an letzter Stelle angeführten Produkten zunächst ein Klebstoff eingestrichen werden musste. Das Aufbügeln wurde mit 30 kp/cm² Druck bei 80 °C über eine Zeitspanne von 40 sec. vorgenommen. Dann wurden die Leder einige Tage gelagert und klimatisiert und hinsichtlich der Festigkeit der Verbundstelle und hinsichtlich Wasserdampfdurchlässigkeit und Wasserdampfaufnahme untersucht.

Es sei der Vollständigkeit halber erwähnt, dass die untersuchten

Produkte von 4 verschiedenen Firmen geliefert wurden:

1. H. Rost & Co., Hamburg-Harburg, Postfach 126
2. E. J. Kluth & Co. KG, Viersen 1²-Süchteln, Postfach 69
3. Hans Kalff & Co. KG, Euskirchen-Stotzheim, Postfach 5
4. Lutravil-Spinnvlies GmbH, Kaiserslautern, Postfach 1220

Was zunächst die Verbesserung der Festigkeitseigenschaften der Verbundstellen anbetrifft, haben die verschiedenen eingesetzten Materialien, wie die Werte der Tabelle 4 zeigen, erhebliche Unterschiede ergeben. Bei einem Teil der Materialien trat entweder keine Verbesserung der Zugfestigkeit ein, oder sie war so gering, dass sie im Hinblick auf die Kosten für den Materialeinsatz als unbefriedigend bezeichnet werden musste. Von den 8 verschiedenen Produkten war bei nur 12 die Steigerung der Festigkeitseigenschaft an den Verbundstellen so groß, dass der Einsatz befürwortet werden kann. Hier lag die Steigerung absolut zwischen 8 und 25 kp/cm². Wenn die Festigkeitseigenschaften an Verbundstellen unzureichend erscheinen, kann demgemäß unter Umständen durch eine solche

Unterklebung eine entsprechende Verbesserung erreicht werden.

Tabelle 4:

Tabelle 4 Untersuchung der unterklebten Verbundstellen hinsichtlich Steigerung der Zugfestigkeit und Beeinflussung der tragehygienischen Eigenschaften

Prob.-Nr.	Material	Dicke	Steigerung der Zugfestigkeit (kg/cm ²)		Wasserdampfdurchlässigkeit (Stoher-Herfeld)		Maximale Wasserdampfaufnahme 24 Std.	
			Z/M	Cr	Z/M	Cr	Z/M	Cr
a		0,21	7	7	(170)	(90)	(28)	(26)
b		0,52	2	1	420	465	418	(390)
c	Artikel 1002 PM (Kalfi)	0,63	9	11	650	510	675	710
d		0,34	2	4	473	(353)	(328)	507
e		0,30	4	0	666	430	548	585
f	Artikel T 12 PO meliert (Kalfi)	0,40	8	8	689	453	610	675
g	Guttacoll St GS (Kluth)	0,27	8	13	570	408	578	597
h		0,34	6	7	(343)	(305)	(385)	467
i	Guttacoll St G 19 (Kluth)	0,36	9	8	501	420	413	497
j	Guttapercha St I (Kluth)	0,25	9	7	623	482	563	655
k		0,42	2	2	514	445	735	582
l		0,47	0	2	445	(308)	660	485
m		0,11	11	9	(292)	(193)	495	(313)
n	Elkutlin St I (Kluth)	0,31	15	14	554	515	740	677
o		0,56	1	4	632	485	620	603
p		0,42	6	3	660	510	700	680
qu	Guttacoll G 51/60 (Rost)	0,43	10	9	463	408	625	620
r		0,56	0	4	563	500	662	663
s	Guttacoll G 51/80 (Rost)	0,31	8	9	458	452	670	605
t		0,73	4	3	537	541	710	557
u		0,42	0	2	(175)	(188)	(255)	(233)
v		0,33	1	3	470	(374)	460	(375)
w		0,40	0	0	(290)	(250)	418	(305)
x		0,51	2	4	470	485	438	445
y ¹		0,27	10	25	(264)	(297)	(278)	(295)
y ²	Lutrabond 6360 (Lutrawil)	0,29	13	18	421	410	450	426
z ¹	Lutrabond 1030 (Lutrawil)	0,19	13	16	454	(390)	450	(395)
z ²		0,29	5	7	438	403	410	425
—	Leder ohne Unterklebung	—	—	—	690	690	730	720

Auf der anderen Seite war zu prüfen, ob durch eine solche Unterklebung unter Umständen das tragehygienische Verhalten verschlechtert wird. Diese Frage ist in erster Linie bei den Ledern von Bedeutung, die für den Schuhbau oder Bekleidungszwecke eingesetzt werden. Dabei spielen Wasserdampfdurchlässigkeit und Wasserdampfspeichungsvermögen eine Rolle. Wir haben daher Proben der beiden Lederarten mit den verschiedenen Textil- und Vliesmaterialien verpresst, 4-5 Stunden an der Luft liegen gelassen, klimatisiert und dann auf diese beiden Eigenschaften untersucht. Die dabei erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle 4 ersichtlich, wobei in der letzten Reihe auch die Werte für die Spaltleder ohne Unterklebung angeführt sind. In allen Fällen trat erwartungsgemäß eine gewisse Verminderung in beiden Eigenschaften ein, in einigen Fällen war sie aber so groß, dass schon aus diesem Grunde die betreffenden Materialien abgelehnt werden mussten. Wir haben daher alle Werte, die unter 400 lagen, in Tabelle 4 eingeklammert und damit zum Ausdruck gebracht, dass in diesen Fällen die untersuchten Materialien dort, wo das tragehygienische Verhalten eine Rolle spielen würde, nicht zum Einsatz kommen könnten. Bei den Materialien, die im Hinblick auf die starke Verschlechterung der tragehygienischen Eigenschaften abgelehnt werden mussten, handelt es sich vorwiegend um Produkte, die auch hinsichtlich der Verbesserung der Festigkeitseigenschaften nicht befriedigten, in einigen Fällen waren aber auch Produkte betroffen, die im Hinblick auf ihren günstigen Einfluss auf die Festigkeitseigenschaften durchaus zu befürworten gewesen wären. So verbleiben 10 verschiedene Materialien, die der Praxis empfohlen werden können, weil ihr Einsatz einerseits eine brauchbare Verbesserung der Festigkeitseigenschaft der Verbundstellen zu erreichen gestattet und andererseits Wasserdampfaufnahme und Wasserdampfdurchlässigkeit nur in tragbaren Grenzen beeinflusst werden.

Die Untersuchungen dieser Versuchsreihe waren aber auch über den Rahmen dieses Entwicklungsvorhabens hinaus von nicht zu unterschätzendem Interesse, weil schon jetzt die Schuhindustrie in nicht unerheblichem Umfange Materialien für das Unterkleben von

Schuhoberbaumaterialien verwendet, ohne bisher dem Einfluss auf die Tragehygiene Bedeutung beizumessen. Das tragehygienische Verhalten einwandfreier Leder kann aber durch Unterklebungen erheblich verschlechtert werden, so dass der Träger der Schuhe beim Gebrauch dann nicht das einwandfreie Trageverhalten vorfindet, das er erwartet, wenn in der Kennzeichnung Oberbau aus Leder angegeben ist. Daher sollten gerade die Ergebnisse dieser Untersuchungen auch über den Rahmen der Themenstellung der vorliegenden Arbeit hinaus der Schuhindustrie die Anregung geben, in Zukunft auch bei sonstigen Unterklebungen dem tragehygienischen Aspekt bei der Auswahl der verwendeten Materialien Beachtung zu schenken.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es bei der Verbindung Leder/Leder ohne weiteres möglich ist, das Verfahren der Hochfrequenzverschweißung einzusetzen. Da Leder selbst nicht thermoplastisch sind, müssen hierbei entsprechende Schweißhilfsmittel eingesetzt werden. Dabei ist der Verwendung geeigneter flüssiger Produkte im Vergleich zu Folien und Vliesstoffen sowohl im Hinblick auf die Festigkeitseigenschaften wie auch hinsichtlich der guten elastischen Eigenschaften der Verbundstelle der Vorzug zu geben. Bei sachgemäßer Auswahl der Produkte und Anwendung optimaler Durchführungsbedingungen für die Verschweißung können auch in den Verbundstellen quer zur Verbundrichtung Festigkeitseigenschaften von mindestens 100 kp/cm², in den meisten Fällen aber noch wesentlich höher erwartet werden, ohne dass die Elastizität nennenswert beeinflusst wird. In den Fällen, in denen die Festigkeit der Verbundstellen nicht ausreicht, kann auch durch Unterkleben mit Geweben oder Vliesen eine Verbesserung der Festigkeitseigenschaften erreicht werden, wobei allerdings nur ein Teil der untersuchten Produkte eine gute Verbesserung zu erreichen gestattet. Bei allen Ledern, die für den Schuhoberbau bzw. für Bekleidungszwecke ganz allgemein eingesetzt werden, muss bei solchen Unterklebungen auch darauf geachtet werden, dass das tragehygienische Verhalten des Leders nicht ungünstig beeinflusst wird.

Es ist uns ein besonderes Bedürfnis, dem Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen für die wertvolle finanzielle Unterstützung dieser Arbeit zu danken.

Literaturverzeichnis

1. H. Herfeld und I. Steinlein, Das Leder 1973, 98
2. H. Herfeld und I. Steinlein, Das Leder 1973, 11 8
3. Siehe z. B. Diskussionsgespräch in Mannheim über „Zukunftsaufgaben auf dem Ledergebiet, Das Leder 1968, 193-196
4. Vergl. z. B. -.Schuhtechnik 1969, 1132; 1970, 20, 143 581; -, Schuhtechnik 1970, 145; C. Friedrich, Schuhtechnik 1970. 1062; P. Grüny, Schuhtechnik 1970, 106²; Meinhold, Schuhtechnik 1970, 1064; Rifenbach, Schuhtechnik 1970, 1069; -, Schuhtechnik 1971, 675; -, Schuhtechnik 1972, 142, 219; Prüf- und Forschungsinstitut der Schuhindustrie, Pirmasens, Schuhtechnik 1972 593, 719; B. Michel und J. P. Boulanger, Schuhtechnik 1973, 637
5. H. Herfeld und J. Muser, Gerbereiwissenschaft und Praxis, Mai 1975
6. Herrn Dr. Rühlke der Firma Pfaff-Industriemaschinen GmbH, Kaiserslautern, sagen wir für seine Unterstützung unseren besonderen Dank.

Kategorien:

[Alle-Seiten](#), [Gesamt](#), [Lederherstellung](#), [Lederverarbeitung](#), [ledertechnik](#), [Lederpruefung](#), [Sonderdrucke](#), [Maschinenarbeiten](#)

Quellenangabe:

[Quellenangabe zum Inhalt](#)

Zitierpflicht und Verwendung / kommerzielle Nutzung

Bei der Verwendung von Inhalten aus [Lederpedia.de](#) besteht eine Zitierpflicht gemäß Lizenz [CC Attribution-Share Alike 4.0 International](#). Informationen dazu finden Sie hier [Zitierpflicht bei Verwendung von Inhalten aus Lederpedia.de](#). Für die kommerzielle Nutzung von Inhalten aus [Lederpedia.de](#) muss zuvor eine schriftliche Zustimmung ([Anfrage via Kontaktformular](#)) zwingend erfolgen.

[www.Lederpedia.de](#) - Lederpedia - Lederwiki - Lederlexikon

Eine freie Enzyklopädie und Informationsseite über Leder, Ledertechnik, Lederbegriffe, Lederpflege, Lederreinigung, Lederverarbeitung, Lederherstellung und Ledertechnologie

From:

<https://www.lederpedia.de/> - Lederpedia - Lederwiki - Lederlexikon

Permanent link:

https://www.lederpedia.de/veroeffentlichungen/sonderdrucke/123_untersuchungen_ueber_die_hochfrequenzverschweissung_von_leder_aus_dem_jahre_1975

Last update: 2019/04/29 20:12

