170 Vergleichende Untersuchungen verschiedener Brandsohlenmaterialien aus dem Jahre 1990

Sonderdruck aus GERBEREIWISSENSCHAFT UND PRAXIS 1990, Heft 14, Seite 56

Von Prof. Dr. W. Pauckner und Dipl.-Chem. B. Seitz

Aus der Westdeutschen Gerberschule Reutlingen, Abteilung Forschung und Entwicklung

Vergleichende Untersuchungen verschiedener Brandsohlenmaterialien

Von W. Pauckner und B. Seitz

Aus der Abteilung Forschung und Entwicklung der Westdeutschen Gerberschule Reutlingen

In der vorliegenden Arbeit wird über umfangreiche Untersuchungen an Brandsohlenmaterialien berichtet, wobei Lederbrandsohlen mit anderen Brandsohlmaterialien, wie Lederfaserwerkstoffen und Ersatzmaterialien verglichen werden. Die durchgeführten chemischen und physikalischen Prüfungen zeigen, daß die Lederbrandsohlen gegenüber den anderen Brandsohlenmaterialien wesentliche Vorteile und nur wenige Nachteile besitzen. Besonders in den Festigkeitseigenschaften und im tragehygienischen Verhalten sind die Ledersohlen den anderen Materialien überlegen. Dies gilt auch nach einer Wasser- und Schweißbehandlung.

Comparative Investigations of different insole materials.

In the following article extensive Investigations of insole materials are reported, whereby leather insoles are compared with other insole materials, like leather fiber materials and synthetic materials. The Chemical and physical tests carried out show that the leather insoles compared with the other insole materials possess substantial advantages and only few disadvantages. Particularly in the toughness superior to the other materials. This also applies after a water and Perspiration treatment.

Nachdem wir vor ca. 25 Jahren in einer ersten Veröffentlichung über vergleichende Untersuchungen an verschiedenen Brandsohlmaterialien berichteten, schien es uns nach solch langer Zeit wieder notwendig, neuere Untersuchungen an jetzt auf dem Markt befindlichen Brandsohlmaterialien durchzuführen. Die Brandsohle ist bekanntlich für den Schuhbau ein außerordentlich wichtiges Bauelement. Sie hat bei den hauptsächlichsten Macharten einmal eine wichtige schuhtechnische Aufgabe zu erfüllen, weil an ihr Ober- wie Unterbau befestigt werden. Zum anderen hat sie für den Träger der Schuhe entscheidende tragehygienische Aufgaben zu erfüllen, damit er sich wohl fühlt.

Wie in anderen Bereichen sind auch im Bereich der Brandsohle im Laufe der Jahre zu dem klassischen Material Leder eine Reihe anderer Werkstoffe hinzugekommen, deren für die Schuhfabrikation wichtigster Vorteil darin besteht, daß sie billiger als Leder sind und - als ein in Dicke und Fläche einheitlicheres Material - ein rationelleres Ausstanzen und Vorbereiten der Bodenmaterialien in der Schuhfabrik zu erreichen gestatten. Daher war den durchgeführten Untersuchungen die Aufgabe gestellt, die Vor-und Nachteile der verschiedenen für Brandsohlen verwendeten Materialien durch objektive Untersuchungen in Vergleich zu setzen und damit zu überprüfen, welche Vorzüge das eine oder andere Material wirklich besitzt.

1. Untersuchte Materialien

Um einen exakten Vergleich zu ermöglichen, wurden Brandsohlleder und deren Austauschstoffe in größerem Umfange herangezogen und für jede Werkstoffgruppe Fabrikate ausgewählt, die für die betreffende Werkstoffart als repräsentativ gelten können. An Brandsohlledern wurden 8 flexible Spaltleder herangezogen, die von verschiedenen Herstellern stammten. Dabei waren 6 Produkte rein pflanzlich-synthetischer Gerbart, 2 Produkte waren kombiniert gegerbt, d. h., daß eine Vorgerbung in Form einer Chromgerbung vorlag.

An Austauschmaterialien wurden 6 verschiedene Lederfaserwerkstoffe (Lefa) herangezogen, also Materialien, die aus Lederfasern und Bindemittel bestehen. Dabei handelte es sich in allen Fällen um Materialien, die einen gewissen Anteil an Chromfalzspänen enthielten, so daß in den Produkten verschiedene Chromgehalte vorlagen. Außerdem wurden 6 verschiedene Produkte verwendet, die auf Vliesbasis oder ähnlicher Grundlage aufgebaut sind und unter dem Namen Texon bekannt sind. Die Ergebnisse dieser Werkstoffe sind in der Gruppe Ersatzmaterialien zusammengefasst.

Bei den Untersuchungen wurde von Brandsohlpappe abgesehen, da wir aufgrund früherer Erfahrungen uns darüber klar waren, daß Pappe ein grundsätzlich weniger geeignetes Material darstellt und besonders hinsichtlich Wasser- und Schweißbeständigkeit nicht den Eigenschaften der übrigen Gruppen entspricht.

2. Art der Prüfung

a) Chemische Untersuchung

Alle Materialien wurden zunächst einer chemischen Analyse unterzogen, wobei vor allem der Mineralstoffgehalt, die auswaschbaren anorganischen und organischen Stoffe sowie der pH-Wert des wässrigen Auszuges bestimmt wurde. Die Bestimmung erfolgte sowohl am Originalprodukt als auch nach einer Wasser-und Schweißbehandlung. Die Ergebnisse der Untersuchungen an den Originalprodukten sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Im Falle der Leder, bei denen 6 der Produkte rein pflanzlich-synthetisch gegerbt waren und 2 eine Chromvorgerbung erhalten hatten, zeigte sich, daß die Leder alle gut und gleichmäßig durchgegerbt waren. Der Fettgehalt schwankte bei den Ledern zwischen 0,4 und 1,5%. Die Höhe des Mineralstoffgehaltes war in keinem Fall zu beanstanden, da nur bis zu 3% Mineralstoffe vorhanden waren. Auch im Falle der auswaschbaren Mineralstoffe, die ja für die Tragehygiene allein von Interesse sind, gab es keinerlei Grund zur Beanstandung, da die Werte deutlich unter denen des gesamten Mineralstoffgehaltes lagen. Es wurde meist nur die Hälfte des vorhandenen Mineralstoffgehaltes ausgewaschen. Das gleiche, wie für die anorganischen Mineralsalze, konnte von den organischen Stoffen festgestellt werden. Der organische Auswaschverlust lag weit unter 10%, was eine gute Fixierung und Bindung des Gerbstoffes bedeutete. Die Aciditätsverhältnisse waren bei allen Ledern normal, d. h. der pH-Wert des wässrigen Auszuges war stets über 3,5, so daß Säureschädigungen des Leders oder Hautreizungen durch Säureeinwirkung nicht auftreten dürften.

Bei den übrigen Brandsohlmaterialien ergaben sich hinsichtlich der chemischen Daten ebenfalls keinerlei Bedenken. Der Gehalt an auswaschbaren Mineralstoffen und an auswaschbaren organischen Stoffen war sowohl bei den Lederfaserwerkstoffen als auch bei den Ersatzmaterialien so gering und deutlich niedriger als bei den Lederprodukten, daß nachteilige Wirkungen hier überhaupt nicht

anzunehmen sind. Das gleiche gilt auch für die ermittelten pH-Werte, die alle über dem pH-Wert von 4 lagen und bei den Ersatzmaterialien sich sogar im Neutralbereich befanden.

Nach einer Wasserbehandlung wiesen alle Proben, was zu erwarten war, geringere Gehalte an auswaschbaren Mineralsalzen und organischen Stoffen auf, so daß sich vorhandene Unterschiede im Originalzustand weitgehend ausglichen. Das bedeutet, daß die Leder sich dem Lederfaserwerkstoff und den Ersatzmaterialien anglichen. Auch der pH-Wert änderte sich nur wenig, es war ein leichtes Anheben des pH-Wertes um einige Zehntel gegeben.

Im Falle der Schweißbehandlung zeigte sich bei den Mineralsalzen selbstverständlich ein etwas anderes Bild. Durch die Einlegung in die Schweißflüssigkeit nahmen die Proben selbstverständlich Mineralsalze auf, und dadurch war der Mineralstoffgehalt wesentlich höher als im Originalzustand. Dadurch wurde auch ein etwas höherer anorganischer Auswaschverlust erhalten. Das gleiche gilt auch für den organischen Auswaschverlust und hier besonders für die Lederproben und die Lederfaserwerkstoffe. Durch die alkalische Behandlung wird die Gerbung zum Teil gelöst und somit der organische Auswaschverlust erhöht. Allerdings lag dieser Auswaschverlust immer noch in tragbaren Grenzen, d. h. unter 10%, wobei die Lederbrandsohlen wesentlich mehr organische Substanz auswaschen ließen als die Lederfaserwerkstoffmaterialien. Bei den pH-Werten war natürlich der Einfluss der alkalischen Schweißflüssigkeit ebenfalls deutlich zu beobachten. Die pH-Werte wurden erhöht, doch lagen sie für alle Produkte noch unter dem Neutralpunkt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß trotz des pH-Wertes von 9 der Schweißflüssigkeit bei den Ledern und den Lederfaserwerkstoffmaterialien die saure Reaktion und Pufferwirkung der auswaschbaren eingelagerten

Gerb- und Nichtgerbstoffe ausschlaggebend waren.

Tabelle 1:

Tabelle 1

Chemische Untersuchung verschiedener Brandsohlenmaterialien (0% Wassergehalt bezogen)

Art der Untersuchung	Lederbrandsohlen				Lederfaserwerk-stoffe		Ersatzmaterialien	
	pflanzl.-synthet.		komb.-gegerbt					
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. Asche	0,4—2,2	1,2	2,2—4,1	3,1	2,0—5,7	3,8	2,0—19,9	6,9
2. Extrahierbare Stoffe	0,4—1,5	1,0	0,6—1,4	1,0	7,6—14,8	10,4	1,6—28,6	7,8
3. Auswaschbare Mineralstoffe	0,3—3,1	0,9	1,2—1,8	1,5	0,0—0,4	0,2	0,3—0,4	0,3
4. Auswaschbare org. Stoffe	4,3—6,0	5,0	0,5—0,7	0,6	0,4—0,8	0,6	0,5—0,7	0,6
5. Gesamtauswaschverlust	4,8—7,9	5,7	2,3—2,9	2,6	0,4—1,0	0,8	0,8—1,0	0,9
6. Chromoxidgehalt (Cr_2O_3)	—	—	1,5—3,0	2,3	0,6—3,4	2,3	1 Muster	2,3
7. pH-Wert	3,5—3,8	3,6	4,0—4,7	4,3	3,8—4,4	4,1	4,5—8,1	5,0

b) Physikalische Untersuchungen

1. Gewicht und Dicke

Die Bestimmung des Raumgewichtes erfolgte nach der Internationalen Norm IUP/5 bzw. nach DIN 53 327. Die Ergebnisse zeigten, wie auch aus Tab. 2 zu ersehen ist, daß das Raumgewicht bei den Ledern zwischen 0,9 und 1,1 lag. Ähnliche Raumgewichte wiesen auch die Lederfaserstoffe aus, da hier ja ebenfalls Ledermaterial den Hauptbestandteil bildete. Bei den anderen Brandsohlenmaterialien lag grundsätzlich ein niedriges Raumgewicht vor, das etwa bei 0,7 lag. Diese Unterschiede glichen sich nach Wasser- und Schweißbehandlung jedoch weitgehend aus, da im Fall des Leders durch die Flüssigkeitseinwirkung der Walzeffekt aufgehoben und damit eine Lockerung des Fasergefüges bewirkt wurde. Dadurch trat ein deutliches Absinken des Raumgewichtes ein, was bei den Austauschwerkstoffen auch auf Lederfaserwerkstoffbasis praktisch nicht der Fall war. Zwischen Wasser- und Schweißbehandlung haben sich keine grundsätzlichen Unterschiede ergeben.

Bei der Dicke der Brandsohlmaterialien, die ebenfalls aus Tabelle 2 zu ersehen ist, lagen die Ledermaterialien mit 2,0 - 4 mm Stärke durchweg höher als die anderen Brandsohlenmaterialien, bei denen nur Stärken von 0,9 - 2,5 gegeben waren. Durch Wasser- und Schweißeinwirkung erfolgte bei den Ledermaterialien grundsätzlich eine Zunahme der Dicke, was wieder durch Aufhebung des Walzeffektes verständlich war, während die anderen Brandsohlenmaterialien keine Änderung oder nur geringe Änderungen erfuhren. Dies gilt auch für die Lederfaserwerkstoffmaterialien, obwohl diese Lederfasern als Hauptbestandteil enthielten. Dies war jedoch darauf zurückzuführen, daß durch das enthaltene Bindemittel keine Aufquellung erfolgen konnte. Auch hier waren zwischen Wasser- und Schweißeinwirkung keine grundsätzlichen Unterschiede festzustellen.

2. Flächenänderung bei Wasser- und Schweißeinwirkung

Die Flächenänderung, die in Prozenten der ursprünglichen Fläche errechnet wurde, ergab nach den Werten in Tabelle 3 für Leder bei der Wasserbehandlung eine gewisse Schrumpfung, während bei der Schweißeinwirkung darüber hinaus keine nennenswerte Steigerung der Schrumpfung mehr eintrat. Anders war das Verhalten der Lederfaserwerkstoffe, die in Wasser ihre Fläche ähnlich den Ledern änderten, bei Schweißeinwirkung dagegen beträchtliche Schrumpfungen erfuhren, die im Mittel höher lagen als die aller anderen Brandsohlenmaterialien.

Die Ersatzmaterialien wiesen bei der Wasser- und Schweißbehandlung nur eine geringe Schrumpfung auf mit Ausnahme eines Versuchsproduktes; das bei der Schweißbehandlung die größte Flächenänderung erfuhr. In der absoluten Höhe sind aber die meisten Schrumpfungen nicht zu beanstanden. Werte zwischen 4 - 5% sind als tragbar zu bezeichnen.

3. Festigkeitseigenschaften

Zur Bewertung der Festigkeitseigenschaften wurden die Zugfestigkeit nach IUP/6 bzw. DIN 53 328 und die Stichausreiß- und Weiterreißfestigkeit nach IUP/8 bzw. DIN 53 329 bestimmt.

Die Zugfestigkeit und Stichausreißfestigkeit wurden auch nach Wasser- und Schweißeinwirkung ermittelt, die Weiterreißfestigkeit nur in ursprünglichem Zustand und nach einer Schweißbehandlung, wobei die in der internationalen Methode IUP/8 vorgesehenen geschlitzten Prüfkörper verwendet wurden. Die Werte sind aus den Tabellen 4 bis 6 zu ersehen, und die Ergebnisse zeigen, daß die Leder durchweg bei allen 3 Kennzahlen im Originalzustand die höchsten Festigkeitswerte aufweisen. Bei den Lederfaserwerkstoffen und den Ersatzmaterialien liegen die Mittelwerte wesentlich niedriger, und

auch in den höchsten Einzelwerten erreichen sie kaum die niedrigsten Lederwerte.

Tabelle 2:

Tabelle 2

Raumgewicht und Dicke der untersuchten Brandsohlenmaterialien im Originalzustand und nach Wasser- und Schweißbehandlung

	Lederbrandsohlen				Lederfaserwerkstoffe		Ersatzmaterialien	
	pflanzl.-synthet.		komb.-gegerbt					
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
Raumgewicht (g/cm³) original	0,92–1,09	1,0	0,76–0,79	0,77	0,81–0,93	0,87	0,49–0,97	0,65
Raumgewicht nach Wasserbehandlung	0,84–0,96	0,91	0,75–0,78	0,76	0,81–0,94	0,88	0,50–1,00	0,66
Raumgewicht nach Schweißbehandlung	0,81–0,91	0,85	0,74–0,77	0,75	0,87–1,01	0,95	0,50–1,07	0,67
Dicke (mm) original	2,1–3,5	3,1	3,1–3,3	3,2	1,9–2,9	2,4	0,9–2,1	1,8
Dicke (mm) nach Wasserbehandlung	2,3–4,0	3,5	3,3–3,6	3,4	1,9–2,9	2,4	0,9–2,1	1,8
Dicke nach Schweißbehandlung	2,2–4,0	3,4	3,3–3,5	3,4	2,0–2,9	2,5	0,9–2,2	1,9

Tabelle 3:

Tabelle 3

Flächenänderung (in %) nach Wasser- und Schweißbehandlung bei den untersuchten Brandsohlmaterialien

Materialien	Wasserbehandlung		Schweißbehandlung	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Brandsohlleder**				
a) pflanzlich-synthetisch	– (2,3 bis 4,7)	– 3,8	– (3,7 bis 6,9)	– 4,9
b) kombiniert gegerbt	– (3,7 bis 4,1)	– 3,9	– (4,5 bis 6,5)	– 4,9
2. **Lederfaserwerkstoffe**	– (1,7 bis 5,5)	– 3,4	– (2,1 bis 9,2)	– 6,1
3. **Ersatzstoffe**				
a) ohne Chrom	– (0,0 bis 0,9)	– 0,3	– (0,6 bis 1.4)	– 1,1
b) mit Chrom (1 Muster)	–	– 2,4	–	– 9,7

Tabelle 4:

Tabelle 4

Zugfestigkeit (in N/cm²) nach Wasser- und Schweißbehandlung der verschiedenen Brandsohlenmaterialien

Materialien	Original (trocken)		nach Wasserbehandlung (trocken)		nach Schweißbehandlung (trocken)	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Lederbrandsohlen**						
a) pflanzlich-synthetisch	1860 – 3200	2490	1490 – 2580	2000	1235 – 2010	1830
b) kombiniert-gegerbt	2200 – 2400	2317	1760 – 2000	1865	1617 – 1927	1772
2. **Lederfaserwerkstoffe** mit verschiedenem Chromanteil	1000 – 1707	1429	968 – 1707	1422	851 – 1684	1390
3. **Ersatzmaterialien**						
a) ohne Chrom	1447 – 2234	1795	1340 – 1707	1550	1391 – 1727	1562
b) mit Chrom (1 Muster)	–	346	–	280	–	277

Tabelle 5:

Tabelle 5

Stichausreißfestigkeit (in N/cm) der verschiedenen Brandsohlmaterialien nach Wasser- und Schweißbehandlung

Materialien	Original (trocken)		nach Wasserbehandlung (trocken)		nach Schweißbehandlung (trocken)	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Lederbrandsohlen**						
a) pflanzlich-synthetisch	1026 – 1418	1238	950 – 1356	1109	849 – 1300	1050
b) kombiniert-gegerbt	1267 – 1382	1324	1035 – 1320	1173	945 – 1320	1132
2. **Lederfaserwerkstoffe** mit verschiedenem Chromgehalt	527 – 842	719	569 – 795	682	545 – 795	682
3. **Ersatzmaterialien**						
a) ohne Chrom	581 – 788	678	564 – 652	610	529 – 652	595
b) mit Chrom (1 Muster)	–	191	–	181	–	175

Tabelle 6:

Tabelle 6

Weiterreißfestigkeit (N/cm) bei verschiedenen Brandsohlmaterialien original und nach Schweißbehandlung

Materialien	Original (trocken)		Schweißbehandlung (trocken)	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. Lederbrandsohlen				
a) pflanzlich-synthetisch	237 – 351	297	177 – 270	221
b) kombiniert	311 – 473	392	271 – 453	363
2. Lederfaserwerkstoffe	98 – 162	130	123 – 173	147
3. Ersatzstoffe				
a) ohne Chrom	142 – 192	172	147 – 193	176
b) mit Chrom		54		82

Eine Ausnahme bildet wieder das Versuchsprodukt bei den Ersatzmaterialien, das in den Festigkeitseigenschaften vollkommen aus dem Rahmen fällt.

Durch die Wasser- und Schweißeinwirkung wurden die Lederwerte etwas vermindert, was wieder durch die Aufhebung des Walzeffektes verständlich war, während in der Gruppe der anderen Materialien durch die Wassereinwirkung praktisch keine Änderung der Festigkeitseigenschaften erfolgte. Trotzdem lagen die Leder in allen Fällen in ihren Festigkeitswerten am höchsten. Zwischen Wasser- und Schweißeinwirkung waren kaum Unterschiede gegeben, was zeigte, daß alle Materialien als genügend schweißbeständig angesehen werden können.

Ein interessantes Bild ergab sich bei der Feststellung der Zugfestigkeit im nassen Zustand, und hierbei wurden die Proben nach 24 Stunden Wassereinlage sofort nach der Entnahme aus der Lösung untersucht. Die Ergebnisse ließen erkennen, daß die Zugfestigkeit der Leder im feuchten Zustand erheblich höher lag als im trockenen Zustand. Bei allen anderen Austauschstoffen dagegen ergaben sich erheblich niedrigere Werte als im trockenen Zustand. Hier lagen die Lederfaserwerkstoffe am schlechtesten. Dies ist ein Zeichen dafür, daß durch das Anquellen auch des Bindemittels die Festigkeitseigenschaften vermindert werden. Allgemein kann man sagen, daß dies ein Zeichen dafür ist, daß gerade durch die Wassereinwirkung das Gefüge der anderen Materialien stark aufgelockert wird, während dies bei Leder nicht der Fall ist.

Diese Feststellungen sind für die Praxis des Tragens am Schuh von erheblichem Interesse, da ja die ständige Beanspruchung des Gefüges der Brandsohlenmaterialien stets in mehr oder weniger durchfeuchtetem Zustand erfolgt. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, daß dieses Durchfeuchten die innere Strukturfestigkeit des Leders nicht verschlechtert, im Gegenteil noch ansteigen lässt, die an und für sich schon geringere Festigkeit aller Austauschstoffe dagegen noch weiter vermindert, was vermutlich mit der andersartigen Wassereinlagerung bei Leder und dem Austauschmaterial zusammenhängt. Wenn man berücksichtigt, daß die Brandsohle bei den wichtigsten Macharten das Zentralelement darstellt, an dem Ober- und Unterbau befestigt sind, machen diese Zahlen deutlich, daß der solideste Aufbau des Schuhes unter Verwendung von Lederbrandsohlen als eines in der Struktur trocken und naß in gleicher Weise festen Materials gewährleistet ist, und daß alle anderen Materialien Leder in der Strukturfestigkeit nicht erreichen können.

4. Dehnbarkeit

Bei der Dehnbarkeit muß grundsätzlich zwischen Gesamtdehnung und bleibender Dehnung unterschieden werden, wobei letztere nach Entlastung des Prüfmusters bestehen bleibt. Eine genügende Gesamtdehnung, wenn sie nicht zu hoch liegt, ist nicht zu beanstanden. Je dehnbarer ein Werkstoff ist, um so mehr ist er in der Lage, der Dehnungsbeanspruchung bei der Herstellung des Schuhes wie auch bei der Abrollbewegung beim Gehvorgang nachzugeben. Wichtig ist aber, daß diese Dehnbarkeit zum größten Teil reversibel ist, daß sich das Material also nach erfolgter Beanspruchung wieder weitgehend zu dem ursprünglichen Zustand zurück verformt. Das soll aber nicht heißen, daß auf eine gewisse bleibende Dehnung überhaupt verzichtet werden kann. Sie muß nur dem jeweiligen Verwendungszweck richtig angepasst sein. Ist sie zu hoch, so treten unerwünschte Verformungen auf, die sich im Fall der Brandsohle in einer starken Deformierung, nicht mehr glatten Oberfläche und unter Umständen Faltenbildung auswirken. Ist sie aber zu niedrig, so vermag sich das Brandsohlenmaterial schon bei der Schuhherstellung der Form des Leistens nicht genügend anpassen, und beim Tragen wird die Ausbildung eines der jeweiligen Fußform angepassten individuellen Fußbettes verhindert. Man behält das Gefühl, immer wieder einen neuen Schuh anzuziehen, was namentlich von Trägern mit empfindlichen Füßen als besonderer Nachteil empfunden wird.

Tabelle 7:

Tabelle 7

Bruchdehnung (in %) der verschiedenen Brandsohlenmaterialien nach Wasser- und Schweißbehandlung

Materialien	Original (trocken)		Wasserbehandlung (trocken)		Schweißbehandlung (trocken)	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Lederbrandsohlen**						
a) pflanzlich-synthetisch	28,2 – 34,3	31,3	29,5 – 38,6	34,5	24,5 – 36,3	32,6
b) kombiniert	31,0 – 34,5	33,4	32,0 – 46,0	39,0	32,3 – 42,6	36,8
2. **Lederfaserwerkstoffe** mit verschiedenem Chromgehalt	11,0 – 22,0	16,0	13,0 – 28,0	18,0	13,9 – 27,7	18,4
3. **Ersatzmaterialien**						
a) ohne Chrom	11,0 – 21,4	16,5	12,0 – 22,0	17,5	11,8 – 22,3	17,7
b) mit Chrom		11,8		15,0		15,2

Tabelle 8:

Tabelle 8

Dehnung (in %) bei 100 N/cm² Belastung der verschiedenen Brandsohlenmaterialien nach Wasser- und Schweißbehandlung

Materialien	Original		Wasser		Schweiß	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Lederbrandsohlen**						
a) pflanzlich-synthetisch	0,5–2,0	1,2	0,4–2,0	1,2	0,4–2,0	1,0
b) kombiniert	1,3–2,0	1,6	1,2–2,1	1,6	0,9–1,6	1,2
2. **Lederfaserwerkstoffe**	0,0–0,2	0,15	0,1–0,2	0,15	0,1–0,4	0,2
3. **Ersatzmaterialien**						
a) ohne Chromanteil	0,1–0,4	0,3	0,1–0,4	0,3	0,2–0,3	0,3
b) mit Chromanteil		0,3		0,3		reißt

Die bei der Bestimmung der Zugfestigkeit für die Bruchdehnung erhaltenen Werte in Tabelle 7 zeigen für Leder das bekannte Dehnungsverhalten in Grenzen zwischen 25 und 40% der ursprünglichen Länge. Diese Dehnung steigt nach Wasser- und Schweißeinwirkung nur mäßig an. Die Dehnbarkeit der Lederfaserwerkstoffe und der anderen Materialien liegt dagegen im Mittel erheblich niedriger. Durch Wasser- und Schweißbehandlung wird die Bruchdehnung kaum beeinflusst. Und auch hier liegt sie bei den Nichtledermaterialien wesentlich niedriger.

Wichtiger als die Bruchdehnung ist.erfahrungsgemäß die Dehnung bei geringer Belastung, da die Werkstoffe beim praktischen Gebrauch niemals bis zum Bruch beansprucht werden. Wir haben daher die Dehnung bei 100 N/cm² Belastung ermittelt. Diese Werte sind aus Tabelle 8 zu ersehen. Die Ergebnisse zeigen, daß Leder auch bei geringer Belastung eine durchaus normale Dehnung aufweist, die sich auch nach Wasser-und Schweißbehandlung nicht nennenswert verändert. Bei allen Austauschstoffen liegt dagegen die Dehnbarkeit bei geringer Belastung sowohl in den Einzelwerten als auch im Mittel erheblich niedriger. Diese geringe Dehnung bei niedriger Belastung ist ohne Zweifel nicht als Vorteil anzusprechen, da sie zeigt, daß die günstigen Eigenschaften des Leders, geringen Beanspruchungen mit Leichtigkeit nachgeben zu können, bei den Austauschstoffen nicht in gleicher Weise vorhanden ist, so daß jede Dehnung die Gefügefestigkeit stärker beansprucht. Dies braucht nicht von Nachteil zu sein, wenn die beanspruchten Werkstoffe gleichzeitig hohe Festigkeitseigenschaften besitzen, was aber bei allen hier untersuchten Austauschstoffen nicht der Fall ist.

Daher ist zu erwarten, daß erheblich rascher eine Ermüdung der Werkstoffe eintritt und Gefügezerstörungen die Haltbarkeit der Schuhe verschlechtern.

Aus diesen Gründen sind auch Kenntnisse über die bleibende Dehnung für die Beurteilung von Trageverhalten und Fußkomfort wichtig. Es wurden daher entsprechende Untersuchungen sowohl bei linearer als auch bei flächenmäßiger Zugbeanspruchung durchgeführt. Da im Falle der Brandsohlen die Dauerbeanspruchung beim Tragen eindeutig eine lineare in der Längsrichtung des Schuhes darstellt, sind in der Tabelle 9 nur die linearen Werte angegeben. Diese Werte zeigen, daß die ermittelte bleibende Dehnung erwartungsgemäß mit zunehmender Belastung ansteigt. Insgesamt sind jedoch die Lederwerte bei allen Belastungen relativ gering und daher ist eine unerwünschte hohe Verformung der Lederbrandsohlen nicht zu befürchten. Trotzdem dürfte die geringer bleibende Dehnung bei Leder nach allen Erfahrungen ausreichen, um eine gute Anpassung der Brandsohle an die Leistenform und die Ausbildung eines individuellen Fußbettes beim Tragen des Schuhes zu gewährleisten. Die Austauschmaterialien dagegen zeigten praktisch bei geringen Belastungen nur eine minimal bleibende Dehnung. Das beweist, wie unelastisch diese Materialien sind, und es entspricht den Erfahrungen der Praxis, daß sie nicht die Fähigkeit besitzen, sich der Form des Leistens

bzw. der Form des Fußes beim Tragen genügend anzupassen. Hier liegen die Ersatzstoffe noch günstiger als die Lederfaserwerkstoffe. Die Werte sind aus Tabelle 9 zu ersehen.

5. Wasserverhalten

Für die Beurteilung von Brandsohlenmaterialien ist das Verhalten gegen Wasser eine entscheidende Eigenschaft. Die Brandsohle hat nämlich die Aufgabe, den abgeschiedenen Schweiß aufzunehmen, damit der Fuß trocken gehalten wird, da sonst Nachteile auftreten können. Diese Nachteile können ein Durchweichen mit Wundscheuern der Haut, ein Schrumpfen des Brandsohlenmaterials und eine Einbuße der Strukturfestigkeit sein. Um diese Nachteile zu verhindern, muß das Brandsohlenmaterial ein möglichst gutes Saugvermögen besitzen, d. h., daß bei Berührung mit Wasser dieses möglichst schnell und in möglichst großer Menge aufgenommen wird. Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, wie auch aus Tabelle 10 zu ersehen ist, daß sich alle Leder in der Wasseraufnahme wesentlich günstiger als alle Austauschstoffe verhielten. Letztere lagen in ihrem Wasseraufnahmevermögen am Anfang um das 3 - 4fache niedriger als die Ledermaterialien. Auch nach 24 Stunden konnten von keinem der Austauschmaterialien der Lederwert erreicht werden. Dabei lagen die Lederfaserwerkstoffmaterialien in ihrem Wasserverhalten noch günstiger als die Ersatzmaterialien, aber auch sie erreichten in keiner Weise den Wert der Lederprodukte. Bei den Lederfaserwerkstoffen machte sich der Lederanteil im Saugvermögen deutlich bemerkbar.

Auch nach wiederholter Wasser- und Schweißbehandlung ergaben sich die gleichen Tendenzen, wie auch aus Tabelle 10 zu erkennen ist. Das bedeutete,

daß die Werte sich nicht änderten.

Tabelle 9:

Tabelle 9

Prozentuale Restdehnung der verschiedenen Brandsohlenmaterialien bei linearer Zugbeanspruchung

Materialien	200 N/cm²		300 N/cm²		400 N/cm²		500 N/cm²	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Lederbrandsohlen**								
a) pflanzlich-synthetisch	0,8–2,2	1,5	1,0–3,4	2,1	1,2–4,8	2,7	1,4–6,4	3,4
b) kombiniert	1,6–2,5	2,0	1,9–3,5	2,7	2,3–4,3	2,3	2,8–5,2	4,0
2. **Lederfaserwerkstoff**	0,0–0,2	0,15	0,0–0,3	0,2	0,0–0,5	0,3	0,1–0,9	0,5
3. **Ersatzmaterialien**								
a) ohne Chromanteil	0,2–0,5	0,3	0,3–0,9	0,5	0,5–1,6	0,8	0,8–3,6	1,8
b) mit Chromanteil		0,5		1,3	reißt	—	reißt	—

Auch hier hatten grundsätzlich die Ledermaterialien am Anfang schon einen wesentlich höheren Wert als alle anderen Austauschprodukte. Diese konnten auch mit zunehmender Einwirkungsdauer die Lederwerte nicht erreichen. Auch hier lagen wieder die Lederfaserwerkstoffmaterialien günstiger als die Ersatzmaterialien.

Man kann natürlich den Werten in der Tabelle 10 entgegenhalten, daß die Leder

dicker seien als die Austauschstoffe und daher schon aus diesem Grund eine

größere Absolutmenge Wasser aufnehmen könnten. Es wurden daher einmal die Mittelwerte der Wasseraufnahme in Gramm durch die mittleren dicken Werte in Millimeter dividiert und damit Quotienten erhalten, die die unterschiedliche Dicke berücksichtigen. Die diesbezüglichen Werte sind in Tabelle 11 aufgeführt. Die erhaltenen Werte zeigen, daß die erheblichen Unterschiede auch hier bestehen bleiben und sich erst nach einer Zeitspanne von 8 bzw. 24 Stunden den Lederwerten nähern, wobei diese Zeitspannen für das normale Tragen der Schuhe kaum eine Rolle spielen.

Tabelle 10:

Tabelle 10

Wasseraufnahme (in g) der verschiedenen Brandsohlenmaterialien nach verschiedenen Zeiten

Zeitdauer	2 Stunden		4 Stunden		8 Stunden		24 Stunden	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
Originalmaterial								
1. Lederbrandsohlen								
a) pflanzl.-synth.	4,4–7,6	5,7	4,4–7,7	5,8	4,5–8,1	6,1	4,6–8,2	6,3
b) kombiniert	4,0–8,0	6,0	5,6–8,1	6,8	6,6–8,4	7,5	7,3–8,7	8,0
2. Lederfaserwerkstoff	1,1–3,3	2,0	1,5–3,8	2,4	1,9–4,8	3,0	2,7–5,3	3,8
3. Ersatzmaterialien								
a) ohne Chromanteil	1,1–2,2	1,5	1,6–3,3	2,2	2,1–4,1	2,7	2,7–4,6	3,2
b) mit Chromanteil		1,9		2,1		2,2		2,3
Wasserbehandlung								
1. Lederbrandsohlen								
a) pflanzl.-synth.	4,5–9,5	8,0	7,3–11,0	8,3	7,2–11,5	9,0	7,5–11,5	9,1
b) kombiniert	7,2–9,4	8,3	8,0–9,6	8,8	8,5–9,8	9,1	9,0–9,2	9,1
2. Lederfaserwerkstoff	2,8–4,9	4,0	4,0–7,3	5,0	4,5–8,0	6,0	5,0–9,0	7,0
3. Ersatzmaterialien								
a) ohne Chromanteil	1,5–4,2	2,0	2,0–4,4	2,5	2,5–5,0	3,0	2,5–5,7	3,5
b) mit Chromanteil		2,8		3,5		4,0		4,2
Schweißbehandlung								
1. Lederbrandsohlen								
a) pflanzl.-synth.	7,2–10,5	8,8	7,3–12,0	9,3	7,3–11,7	9,4	7,5–11,7	9,5
b) kombiniert	9,2–9,5	8,9	8,8–9,7	9,2	9,1–9,9	9,5	9,3–9,9	9,6
2. Lederfaserwerkstoff	2,9–6,9	4,4	4,7–8,8	6,0	5,2–8,9	6,8	5,7–9,5	7,9
3. Ersatzmaterialien								
a) ohne Chromanteil	1,7–5,2	2,8	2,0–5,4	3,1	2,2–5,6	3,4	2,5–5,7	3,7
b) mit Chromanteil		3,4		3,9		4,2		4,5

Anhand des sogenannten Streifentestes ließ sich ebenfalls in Bezug auf die Wasseraufnahme ein viel günstigeres Verhalten des Leders nachweisen. Bei diesem Test wurden Proben von 20 mm Breite und beliebiger Länge 5 mm tief in Wasser eingetaucht und beobachtet, ob und in welchem Maße sich das Wasser in dem Streifen hochzieht. Die erhaltenen Steigwerte ließen ebenfalls erkennen, daß das Saugvermögen bei den Brandsohlen aus Ledermaterial wesentlich stärker als bei allen anderen Austauschmaterialien ausgeprägt war, wobei bei den Ledern eine wesentlich höhere Steighöhe gegenüber den Austauschmaterialien erreicht wurde. Dies war schon nach einer halben Stunde zu erkennen und blieb auch nach 6 Stunden bestehen. Diese große Differenz zugunsten der Ledermaterialien beweist den Vorteil dieser Produkte gegenüber den anderen Austauschprodukten. Zwischen den Lederfaserwerkstoffmaterialien und den Vliesmaterialien bestanden nur geringe Unterschiede. Dies ist darauf zurückzuführen, daß hier das Bindemittel einen ungünstigen Einfluss auch bei den Lederfaserwerkstoffmaterialien besitzt.

Ebenso unerlässlich wie die Wasseraufnahme ist auch die Wasserabgabe, da die Brandsohle des

Schuhes über Nacht wieder weitgehend austrocknen muß, damit der Träger am nächsten Morgen Schuhe mit trockener Brandsohle anziehen kann. Dies ist äußerst wichtig, da sonst beim Träger ein unangenehmes Gefühl erweckt wird und durch Verdunstung der noch vorhandenen Feuchtigkeit ein Kältegefühl bewirkt wird. Somit spielt für die Beurteilung von Brandsohlen auch die Geschwindigkeit der Wiederabgabe des Wassers eine wesentliche Rolle. Um diese Eigenschaft feststellen zu können, wurden daher die Brandsohlenmaterialien nach beendigter Wasserabgabe nach verschiedenen Zeiten ermittelt. Die erhaltenen Ergebnisse, die in Tabelle 12 aufgeführt sind, ließen erkennen, daß zu Beginn, d. h. in den Anfangsstadien, die Wasserabgabe für alle Brandsohlenmaterialien im Mittel etwa in gleicher Höhe lagen. Dies war verständlich, da bei Materialien, die die für sie maximal mögliche Wassermenge aufgenommen haben, für die Wasserabgabe zunächst nur die Oberfläche verantwortlich ist, da hier die Verdunstung erfolgt.

Tabelle 11:

Tabelle 11

Wasseraufnahme in g/mm Dicke (Mittelwerte) der verschiedenen Brandsohlmaterialien im Originalzustand nach verschiedenen Zeiten

Zeitdauer	2 Stunden	4 Stunden	6 Stunden	8 Stunden	24 Stunden
1. Lederbrandsohlen					
a) pflanzlich-synthetisch	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1
b) kombiniert	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5
2. Lederfaserwerkstoffe	0,8	1,0	1,2	1,3	1,6
3. Ersatzstoffe					
a) ohne Chromanteil	0,7	1,1	1,2	1,3	1,4
b) mit Chromanteil	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1

Mit fortschreitender Einwirkung wird dann aber die Wasserabgabe bei den Ledern größer, so daß sie gegenüber den Austauschmaterialien wieder das 2 - 3fache nach 8 und 24 Stunden beträgt.

Auch diese Zahlen erscheinen irreführend, denn, da die Leder wesentlich mehr Wasser aufgenommen hatten, war es für sie auch leichter möglich, nach längeren Trockenzeiten mehr Wasser abzugeben. Die Austauschstoffe können nach 24 Stunden die höheren Abgabewerte des Leders gar nicht erreichen, da sie von vornherein nicht so viel Wasser aufgenommen haben. Um diesen Fehler auszuschalten, wurde neuen Proben in weiteren Untersuchungen zunächst eine bestimmte Wassermenge zur Aufnahme gegeben, die so gewählt war, daß alle Gruppen sie aufnehmen konnten. Dann wurden die Proben mit jetzt etwa gleicher Wasseraufnahme im Klimaraum gelagert und wieder die Wasserabgabe nach verschiedenen Zeiten bestimmt. Unter diesen Bedingungen geben die Austauschstoffe im Mittel das Wasser etwas schneller ab als Leder. Nach 2 Stunden sind die Unterschiede noch verhältnismäßig gering, nach 6 und 8 Stunden machen sie sich dagegen sehr deutlich bemerkbar und auch nach 24 Stunden haben sie sich noch nicht angeglichen. Ohne Zweifel hängen auch diese Unterschiede mit der vorwiegend mizellaren Aufnahme des Wassers bei Leder zusammen und damit, daß das Wasser durch die reaktionsfähigen hydrophilen Gruppen der Ledersubstanzen naturgemäß auch beim Verdunsten stärker zurückgehalten wird. Trotzdem hat der Träger morgens bei Lederbrandsohlen immer den Eindruck, daß sie trockener seien als die Brandsohlen aus Austauschstoffen. Auch hier wirkt sich ohne Zweifel wieder die Eigenschaft des Leders günstig aus, daß es recht beträchtliche Wassermengen aufnehmen kann und trotzdem nicht

als feucht empfinden lässt.

6. Wasserdampfaufnahme und -abgabe

Da die Feuchtigkeit der Brandsohlen nicht nur in Form flüssigen Wassers durch die Ausdünstung des Fußes, sondern zu einem erheblichen Teil auch als Wasserdampf dargeboten wird, erschien es für eine klare Beurteilung wichtig, auch entsprechende Werte für die Einwirkung von Wasserdampf an den Brandsohlenmaterialien zu ermitteln.

Tabelle 12:

Tabelle 12

Wasserabgabe (in g) der verschiedenen Brandsohlmaterialien nach verschiedenen Zeiten

Zeitdauer	2 Stunden		4 Stunden		6 Stunden		8 Stunden		24 Stunden	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Lederbrandsohlen**										
a) pflanzlich-synthetisch	1,4–2,1	1,64	2,4–3,9	3,0	3,1–5,0	3,8	4,0–5,8	4,4	4,1–7,3	5,6
b) kombiniert	1,7–1,8	1,75	3,3–3,5	3,4	4,3–4,8	4,5	4,9–5,7	5,3	5,8–7,4	6,6
2. **Lederfaserwerkstoffe**	0,9–1,5	1,1	1,1–2,6	1,8	1,4–3,2	2,2	1,6–3,5	2,4	1,9–3,8	2,7
3. **Ersatzstoffe**										
a) ohne Chromanteil	1,0–1,3	1,1	1,4–2,4	1,7	1,8–3,0	2,2	1,9–3,0	2,2	1,9–3,0	2,25
b) mit Chromanteil		1,0		1,4		1,6		1,6		1,6

Daher wurden die Proben im Exsikator einer Wasserdampfatmosphäre ausgesetzt und die Gewichtszunahme bestimmt. Die erhaltenen Werte zeigten, wie sie auch aus Tabelle 13 zu ersehen sind, daß auch hier zwischen Ledern und den Austauschstoffen ganz erhebliche Unterschiede gegeben waren. Auch hier erwiesen sich die Lederbrandsohlenmaterialien wieder als die besten Produkte. Im Mittel lagen die Werte für die Wasserdampfaufnahme flächengleicher Proben beim Leder um das 2 -3fache höher als bei den Austauschmaterialien. So konnten bei den Lederbrandsohlen nach 24 Stunden Werte von 35 - 45 mg/cm^2 erhalten werden während bei den Austauschmaterialien die Werte zwischen 1,8 und 29 mg/cm^2 lagen. Bei den Austauschmaterialien zeigten die Lederfaserwerkstoffmaterialien infolge ihres Lederfasergehaltes günstigere Werte als die anderen Ersatzmaterialien. Auch bei Berücksichtigung der geringeren Dicke der Austauschmaterialien waren die Lederbrandsohlenmaterialien immer noch um das Doppelte besser, wenn auf gleiche Stärke umgerechnet wurde. Diese Werte sind (bei den Mittelwerten) angegeben. Selbstverständlich wurde die Wasserdampfaufnahme auch nach einer Wasser- und Schweißbehandlung untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, daß die Werte bei allen Produkten niedriger lagen als im Originalzustand.

Die Abnahme lag zwischen 15 und 20%. Doch auch hier blieb die außerordentlich starke Überlegenheit aller Lederprodukte bestehen, d. h., sie zeigten auch hier die besten Werte. Von den Austauschmaterialien verhielten sich die Lederfaserwerkstoffmaterialien wieder günstiger als die anderen Ersatzmaterialien. Die Werte für die Wasser- und Schweißbehandlung sind ebenfalls aus Tabelle 13 zu ersehen.

Auch hier wurde anschließend die Wasserdampfabgabe bestimmt, indem die Proben im Klimaraum gelagert und die nach verschiedenen Zeiten abgegebenen Wasserdampfmengen in mg ermittelt wurden. Die erhaltenen Werte ließen wieder erkennen, daß auch in dieser Eigenschaft die Ledermaterialien wesentlich den anderen Austauschmaterialien überlegen sind. Schon nach 2 Stunden lagen die Werte für die Leder im Mittel zwischen 13 und 17 mg/cm^2, bei den Austauschstoffen dagegen im Mittel zwischen 9 und 11 mg, wobei die Lederfaserwerkstoffmaterialien gleich lagen. Mit zunehmender Lagerdauer vergrößerten sich die Unterschiede immer mehr, wobei man allerdings auch hier nicht außer acht lassen darf, daß die Lederproben wesentlich mehr Wasserdampf aufgenommen hatten und daher auch mehr Wasserdampf abgeben konnten. Nach Wasser- und Schweißbehandlung wurden die Unterschiede zwischen den Ledern und den Austauschstoffen noch größer. Die Werte für die Wasserdampfabgabe sind aus Tabelle 14 zu ersehen.

Insgesamt kann demgemäß aufgrund der Untersuchungen der Wasseraufnahme und Wasserabgabe und der Wasserdampfaufnahme und -abgabe festgestellt werden, daß zwischen Ledern und ihren Austauschstoffen im Falle der Brandsohlen ganz erhebliche Unterschiede bestehen und diese Unterschiede für den Träger der Schuhe von entscheidender Bedeutung sind. Der menschliche Körper gibt je nach der ausgeübten Tätigkeit beträchtliche Schweißmengen ab. An dieser Abgabe sind die Füße in besonderem Maße beteiligt und hier ist insbesondere die Fußsohle so ausgebildet, daß eine starke Schweißabsonderung eintreten kann. Wird dieser Schweiß nicht möglichst schnell entfernt, ergibt sich ein starkes Unbehaglichkeitsgefühl, das allein durch die Wärme nicht ausgeglichen werden kann.

Tabelle 13:

Tabelle 13

Wasserdampfaufnahme mg/cm²) der verschiedenen Brandsohlenmaterialien nach verschiedenen Zeiten und nach Wasser- und Schweißbehandlung

Material	Original				nach Wasserbehandlung				nach Schweißbehandlung			
	8 Stunden		24 Stunden		8 Stunden		24 Stunden		8 Stunden		24 Stunden	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Lederbrandsohlen**												
a) pflanzlich-synthetisch	20,9 – 24,5	22,7 (7,4)	35,8 – 43,6	40,8 (13,2)	21,5 – 28,5	25,1 (8,1)	42,5 – 51,6	48,9 (15,9)	25,2 – 30,0	27,0 (8,8)	48,4 – 53,8	50,0 (16,2)
b) kombiniert	23,1 – 25,7	24,4 (7,6)	40,9 – 45,5	43,2 (13,4)	24,2 – 26,2	25,2 (8,0)	45,8 – 47,9	46,8 (14,6)	25,6 – 26,7	26,1 (8,1)	47,4 – 48,9	48,1 (15,0)
2. **Lederfaser-werkstoffe**	7,4 – 16,4	13,2 (5,0)	14,1 – 29,4	24,0 (9,2)	8,5 – 15,1	13,1 (5,0)	14,5 – 31,5	27,0 (10,4)	9,3 – 15,3	13,2 (5,0)	19,0 – 33,2	28,4 (10,9)
3. **Ersatzmaterialien**												
a) ohne Chrom	1,3 – 11,2	8,6 (4,1)	1,8 – 16,6	12,6 (5,1)	3,5 – 12,0	9,9 (4,8)	5,4 – 17,9	14,4 (6,9)	5,4 – 12,9	10,7 (5,1)	6,4 – 19,1	15,1 (7,3)
b) mit Chrom		8,2 (9,0)		14,1 (12,0)		10,5 (11,5)		21,5 (23,6)		11,6 (12,7)		23,1 (25,4)

Tabelle 14:

Tabelle 14

Wasserdampfabgabe (mg/cm²) der verschiedenen Brandsohlenmaterialien nach Wasser- und Schweißbehandlung nach verschiedenen Zeiten

Materialien	2 Stunden		4 Stunden		6 Stunden		8 Stunden		24 Stunden	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
Originalzustand										
1. **Lederbrandsohlen**										
a) pflanzl.-synth.	13,4–17,1	13,6	23,4–26,7	25,0	23,9–31,1	28,6	25,8–35,1	31,3	29,6–38,9	35,8
b) kombiniert	15,2–15,8	15,5	26,9–29,0	28,0	30,3–34,9	32,6	34,3–39,0	36,6	35,5–40,4	38,0
2. **Lederfaserwerkstoffe**	6,0–11,6	9,5	8,1–17,4	14,0	15,0–20,4	16,6	10,1–20,7	17,1	12,6–21,5	18,1
3. **Ersatzmaterialien**										
a) ohne Chromanteil	1,6–14,2	10,7	1,7–14,5	11,0	1,7–14,7	11,1	1,7–14,8	11,2	1,8–15,2	11,6
b) mit Chromanteil		9,3		10,0		11,0		11,3		12,0
Nach Wasserbehandlung										
1. **Lederbrandsohlen**										
a) pflanzl.-synth.	18,0–20,0	19,1	28,4–31,0	29,9	35,1–37,6	36,0	37,2–40,8	39,0	42,8–47,1	44,3
b) kombiniert	19,8–20,1	19,9	30,3–32,5	31,4	36,6–38,7	37,6	38,7–41,3	40,0	42,0–43,8	42,9
2. **Lederfaserwerkstoffe**	6,0– 9,0	7,4	8,5–13,7	10,9	10,0–16,5	13,1	11,5–18,5	14,6	16,3–25,2	21,1
3. **Ersatzmaterialien**										
a) ohne Chromanteil	5,5–14,0	11,6	5,6–16,0	12,9	5,6–17,0	13,4	5,8–17,0	13,6	5,8–17,5	13,9
b) mit Chromanteil		11,5		15,5		18,0		18,8		19,5
Nach Schweißbehandlung										
1. **Lederbrandsohlen**										
a) pflanzl.-synth.	18,9–21,0	20,0	29,5–33,0	31,1	36,4–39,2	37,3	39,2–41,7	40,1	43,8–48,0	45,5
b) kombiniert	21,0–22,5	21,2	32,3–34,8	33,5	37,6–40,4	39,0	40,0–42,3	41,1	43,4–45,4	44,4
2. **Lederfaserwerkstoffe**	5,7– 9,3	7,6	8,0–13,9	10,9	10,0–16,8	13,4	11,3–18,7	14,7	16,5–25,4	21,4
3. **Ersatzmaterialien**										
a) ohne Chrom	5,7–14,3	12,0	5,8–16,5	13,4	5,9–17,4	13,8	5,9–17,2	14,0	6,0–18,0	14,2
b) mit Chrom		11,8		16,1		18,4		19,4		21,6

Die Füße fühlen sich um so wohler, je trockener sie gehalten werden, und wenn die Bildung eines Flüssigkeitsfilms auf der Haut die weitere Schweißsekretion hemmt, so kommt es zwangsläufig zu Wärmestauungen und es entsteht das Gefühl heißer, feuchter Füße. Außerdem wird bei einem Aufweichen der Haut die Gefahr eines Wundreibens namentlich zwischen den Zehen erhöht und schließlich fördert die Bildung eines feuchtwarmen Raumes um den Fuß die Ausbreitung von Fußpilzerkrankungen. Daher ist das Aufnahmevermögen der Brandsohle für die feuchte Ausdünstung des Fußes von außerordentlicher Bedeutung und gerade in dieser tragehygienischen wichtigen Eigenschaft liegt der Vorteil der Lederbrandsohlen.

7. Luft- und Wasserdampfdurchlässigkeit

Zur weiteren Charakterisierung der verwendeten Brandsohlenmaterialien wurden noch die Bestimmungen der Luft-und Wasserdampfdurchlässigkeit durchgeführt, wobei ohne Zweifel der Wasserdampfdurchlässigkeit eine größere Bedeutung zukommt. Die erhaltenen Ergebnisse ließen erkennen, daß Lederbrandsohlen eine hohe Luftdurchlässigkeit besitzen, die durch die Auflockerung bei Wasser- und Schweißbehandlung noch gesteigert wird. Die Austauschwerkstoffe zeigten dagegen sehr unterschiedliche Werte. Während die Ersatzmaterialien sehr gute Luftdurchlässigkeit aufweisen,

waren die Lederfaserwerkstoffmaterialien fast völlig unporös. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die Lederfasern durch das Bindemittel vollkommen verklebt sind und somit Luftdurchlässigkeit vollkommen verhindert. Durch eine Wasser- und Schweißbehandlung wird die Luftdurchlässigkeit bei den Lederfaserwerkstoffen und Ersatzmaterialien kaum beeinflusst. Bei den Lederbrandsohlenmaterialien dagegen erhöhte sich die Luftdurchlässigkeit durch diese Behandlung.

Bei der Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit zeigten sich ebenfalls deutliche Unterschiede. So besaßen auch hier die Leder erwartungsgemäß die besten Werte, wobei sie gegenüber den Lederfaserwerkstoffen deutlich höher lagen, während die Ersatzstoffe fast die Werte wie die Lederbrandsohlen erreichten. Somit zeigte sich auch hier wieder das günstige Verhalten der Lederbrandsohlenmaterialien. Die erhaltenen Ergebnisse für die Wasserdampfdurchlässigkeit wurden auch nach einer Wasser- und Schweißbehandlung bestätigt. Auch hier zeigten die Lederbrandsohlenmaterialien die günstigsten Werte. Sie lagen vor allem nach der Schweißbehandlung höher als im Originalzustand. Bei den Austauschmaterialien waren gegenüber dem Originalzustand nur geringfügige Unterschiede vorhanden, wobei die Ersatzstoffe wieder in ihren Werten besser lagen als die Lederfaserwerkstoffe. Die Ergebnisse sind aus Tabelle 15 zu ersehen.

8. Wärmeleitfähigkeit

Nachdem auch die Wärmeleitfähigkeit der Bauelemente der Schuhe für das Wohlbefinden des Trägers eine Rolle spielt, da die Kälte mit zunehmender Wärmeleitfähigkeit der Schuhbaumaterialien in das Innere des Schuhes geleitet wird, und damit schneller kalte Füße bewirkt, wurden auch die Wärmeleitfähigkeitszahlen aller Brandsohlenmaterialien bestimmt. Die erhaltenen Ergebnisse zeigten, daß zwischen den verschiedenen Materialien im Trockenzustand hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit nur geringfügige Unterschiede vorhanden waren, die durch wiederholte Wasser- und Schweißeinwirkung nicht nennenswert beeinflusst wurden. Ein wesentlicher Unterschied wurde jedoch erhalten, wenn die Wärmeleitfähigkeit im nassen Zustand, d. h., nachdem die Materialien zuvor 2 Stunden im Wasser eingelegt wurden, untersucht wurden. Durch die Wasserbehandlung stieg die Wärmeleitfähigkeit wesentlich an, wobei sie bei Leder und den Lederfaserwerkstoffmaterialien am höchsten war und somit im nassen Zustand am ungünstigsten sich verhielten. Am günstigsten verhielten sich noch die Ersatzmaterialien. Bei allen Materialien sind die Werte im feuchten Zustand jedoch so hoch, daß von einem Kälteschutz durch die Brandsohle nicht mehr gesprochen werden kann. Da ja doch die Hauptaufgabe der Brandsohlenmaterialien die Aufnahme von Schweiß und der Transport von Schweiß ist, muß auf eine Kälteisolierung verzichtet werden. Die Aufgabe der Kälteisolierung ist ausschließlich eine Aufgabe der Sohle, und hier haben umfangreiche Untersuchungen ergeben, daß den Ledersohlen vor vielen anderen Sohlentypen ein entscheidender Vorteil einzuräumen ist, der nach unseren Untersuchungen auch bei feucht-kalter Witterung bestehen bleibt, wenn die Laufsohlen entsprechend hydrophobiert sind.

Tabelle 15:

Tabelle 15

Wasserdampfdurchlässigkeit (mg H_2O/mm^2h) der verschiedenen Brandsohlenmaterialien im Originalzustand und nach Wasser- und Schweißbehandlung

Materialien	Original		Wasserbehandlung		Schweiß-behandlung	
	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel	Streuung	Mittel
1. **Lederbrandsohlen**						
a) pflanzlich-synthetisch	3,0 – 5,2	4,3	4,7 – 7,5	5,9	5,1 – 7,8	6,2
b) kombiniert	6,4 – 8,2	7,3	6,8 – 9,0	7,9	6,9 – 9,5	8,2
2. **Lederfaserwerkstoffe**	0,3 – 1,2	0,8	0,4 – 1,1	0,7	0,3 – 0,5	0,4
3. **Ersatzstoffe**						
a) ohne Chromanteil	3,6 – 4,9	4,4	3,6 – 4,9	4,4	3,5 – 4,8	4,4
b) mit Chromanteil	0,7	0,7	0,6	0,6	0,3	0,3

3. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann aufgrund der durchgeführten Untersuchungen gesagt werden:

1. Brandsohlenleder zeigen bei Wasser-und Schweißeinwirkung keine nachteiligen Oberflächenveränderungen, sondern bleiben glatt und sauber, rauen nicht auf und zeigen kein Abriebbild. Viele Austauschstoffe besitzen dagegen eine mehr oder weniger ausgeprägte Neigung zu Oberflächenveränderungen, die vom Aufrauen bis zum ausgesprochenen Abreiben gehen.
2. Brandsohlenleder besitzen wesentlich höhere Festigkeitseigenschaften, die schon im trockenen Zustand von keinem Austauschmaterial erreicht werden und sich im nassen Zustand noch erheblich steigern, als bei den Austauschstoffen, die nach Durchnässen absinken. Das ist im Hinblick auf die Tatsache, daß Brandsohlen stets im mehr oder weniger durchfeuchteten Zustand beansprucht werden, ein wesentlicher Vorteil.
3. Brandsohlenleder besitzt eine Dehnung bei geringer Belastung, die nicht

zu niedrig, aber auch nicht zu hoch ist. Die Brandsohle wird beim Gehvorgang einer ständig sich wiederholenden Dehnung bei niedriger Belastung unterzogen. Leder kann solchen geringen Dehnungsbeanspruchungen beim Tragen spielend nachgeben, ohne daß das Fasergefüge stärker strapaziert wird. Austauschstoffe haben zumeist diese Eigenschaft nicht. Da ihre Dehnung bei geringer Belastung wesentlich niedriger ist, wird das Gefüge bei jeder Gehbewegung stärker beansprucht, und daher ist eine raschere Zermürbung der Brandsohle bei Dauerbeanspruchung und damit eine schlechtere Haltbarkeit der Schuhe zu erwarten.

1. Brandsohlenleder zeigt hinsichtlich seiner bleibenden Dehnung ein günstiges Verhalten. Die bleibende Dehnung ist nicht so hoch, daß Deformierungen zu befürchten sind. Sie ist aber auch nicht so niedrig, und daher kann sich die Lederbrandsohle bei der Schuhherstellung der Leistenform richtig anpassen und gestattet, daß beim Tragen des Schuhes ein individuelles Fußbett sich ausbildet. Die Austauschstoffe haben eine geringere bleibende Dehnung und vermögen sich daher beim Tragen der Schuhe der Leisten- bzw. Fußform nicht in gleichem Maße anzupassen. Bei Lederbrandsohlen ist daher der Tragekomfort größer.
2. Brandsohlenleder besitzt ein wesentlich günstigeres Verhalten gegenüber Feuchtigkeit. Es vermag Wasser und Wasserdampf erheblich schneller und in wesentlich größeren Mengen

aufzunehmen als die vergleichsweise geprüften Austauschstoffe. Das ist für die Tragehygiene von erheblichem Vorteil, da durch die Lederbrandsohle der Fuß mit größerer Sicherheit trocken gehalten wird und damit alle Nachteile, die mit einem feuchten Fuß zusammenhängen können, weitgehend ausgeschlossen sind. Dies gilt insbesondere hinsichtlich des ausgeprägten Unbehaglichkeits- und Kältegefühls bei feuchten Füßen, hinsichtlich der Gefahr eines Wundreibens der aufgeweichten Haut der Füße und hinsichtlich der starken Ausbreitung von Fußpilzerkrankungen.

3. Lederbrandsohlen haben außerdem den wesentlichen Vorteil, daß sie Wasser nicht nur kapillar, sondern zu einem erheblichen Anteil mizellar aufnehmen und mittels hydrophiler Gruppen zu binden vermögen. Dadurch fühlen sie sich selbst noch bei verhältnismäßig hohen Wassergehalten trocken an, während die Austauschstoffe bei gleichen und schon bei niedrigeren Gehalten den Eindruck eines nassen Materials vermitteln. Infolge der mizellaren Wasseraufnahme gibt Leder beim Trocknen das Wasser etwas langsamer ab, aber trotzdem empfindet der Träger es als trockener und damit als angenehmer. Infolge der langsamen Verdunstung hat er auch das Kältegefühl, das die Austauschstoffe selbst bei geringer Feuchtigkeit immer vermitteln, wenn der Träger Schuhe mit noch nicht ganz ausgetrockneten Brandsohlen anzieht. Hierin ist daher ein wesentlicher tragehygienischer Vorteil der Lederbrandsohle zu erblicken.
4. Brandsohlenleder hat eine wesentlich höhere Durchlässigkeit und auch eine gesteigerte Wasserdampfdurchlässigkeit als die allermeisten Austauschstoffe. Allerdings zeigten auch die Austauschmaterialien hinsichtlich der Wasserdampfdurchlässigkeit zumeist keine ungünstigen Werte, wenn auch nur wenige den Lederbereich erreichen. Doch kann sich die Wasserdampfdurchlässigkeit bei den meisten Schuhen heute nicht auswirken, da ein Weitertransport der feuchten Ausdünstung des Fußes mittels Wasserdampfdurchlässigkeit voraussetzt, daß auch die darunter befindliche Sohle wasserdampfdurchlässig ist. Dies ist bei Ledersohlen der Fall, bei Gummisohlen dagegen nicht. Daher wirkt sich die ungünstige Wasser- und Wasserdampfaufnahme von Austauschbrandsohlen bei gleichzeitiger Anwesenheit von Gummisohlen meist noch ungünstiger aus als bei Vorliegen von Ledersohlen. Die vielfach aufgestellte Behauptung, eine Porosität der Ledersohle spiele für die Tragehygiene keine Rolle, ist falsch.
5. Die Wärmeleitfähigkeit der Brandsohlenmaterialien ist im trockenen Zustand verhältnismäßig gering, steigt aber mit zunehmendem Feucht werden bei allen Materialien stark an, da die spezifische Leitfähigkeit von Wasser wesentlich größer ist als die von Luft. Da man auf die Wasseraufnahme der Brandsohlen nicht verzichten kann, kann die Brandsohle nicht zur Kälteisolierung beitragen. Diese Aufgabe ist vielmehr dem Besohlungsmaterial zuzuweisen.
6. Neben den in den vorher aufgeführten Punkten liegenden Vorteilen für die Lederbrandsohlen weisen sie natürlich auch einige Nachteile, aber wenige, auf. So besitzen Lederbrandsohlen ein etwas höheres Raumgewicht und eine etwas größere Dicke, wodurch flächengleiche Proben im Absolutgewicht etwas höher als die anderen Materialien liegen. Beim Gewicht der Schuhe insgesamt dürfte dies jedoch nicht oder nur wenig ins Gewicht fallen. Weiterhin ist die Flächenschrumpfung bei Wasser- und Schweißeinwirkung größer als bei den Ersatzmaterialien. Dies gilt nicht für die Lederfaserwerkstoffmaterialien, die ähnliche Werte wie Lederbrandsohlen zeigen. Allerdings sind in der absoluten Höhe die Werte für die meisten Leder- und Lederfaserwerkstoffbrandsohlen nicht zu beanstanden.

Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr recht herzlich für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit. Weiterhin danken wir Herrn Werner List und Frau Bröselge für die Durchführung der chemischen Analysen und der physikalischen Untersuchungen.

Literaturverzeichnis

1. H. Herfeld und G. Königfeld, Gerbereiwissenschaft und Praxis, 1964, S. 213-229 und S. 245-262
2. W. Großmann und P. Stadler, Das Leder 4, 1953, S.218
3. Das Leder 10, 1959, S. 16; JSLTC 42, 1958, S. 388-389
4. Das Leder 10, 1959, S. 16; JSLTC 42, 1958, S. 387-388
5. Das Leder 10, 1959, S. 16-18; JSLTC 42, 1958, S. 389-392
6. Das Leder 12, 1961, S. 37; JSLTC 44, 1960, S. 368-370
7. H. Goetz und M. Eisner, Ärztliche Praxis 19, 1961, S. 8

Kategorien:

Alle-Seiten, Gesamt, Lederpruefung, Lederherstellung, Lederverarbeitung, ledertechnik, Sonderdrucke

---

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/170_vergleichende_untersuchungen_verschiedener_brandsohlenmaterialien_aus_dem_jahre_1990

Last update: **2019/05/02 14:46**