23 Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften und des Dehnungsverhaltens von Leder aus dem Jahre 1962

Von H. Herfeld und G. Königfeld

In umfangreichen Vergleichsmessungen werden die heute zur Verfügung stehenden Methoden zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften und des Dehnungsverhaltens von Leder auf ihre Reproduzierbarkeit und Aussagefähigkeit im Hinblick auf den praktischen Gebrauchswert von Leder überprüft. Aus der Diskussion des dabei erhaltenen Zahlenmaterials ergibt sich die Möglichkeit, diejenigen Prüfungsmethoden zu befürworten, deren Anwendung auf Leder am sinnvollsten und zweckmäßigsten erscheint.

In connection with the methods currently available for the estimation of the strength and stretchability of leather, numerous comparative measurements have been made to test their reproducibility and the light they throw upon the behaviour of the leather in use. The discussion of the figures thereby obrained affords a basis for reco-mmending those methods of test whose use for leather appears the most signi-ficant and suitable.

Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften und des Dehnungsverhaltens von Leder

Die Bewertung der Qualität von Leder aufgrund der Ergebnisse der chemischen Untersuchung und der Bestimmung physikalischer Eigenschaften unter Heranziehung erprobter Güterichtlinien hat in den letzten Jahrzehnten bei Herstellern und Verarbeitern immer mehr Eingang gefunden. Sie ist aber nur möglich, wenn eine Reihe von Voraussetzungen gegeben sind. Was zunächst die Güterichtlinien anbetrifft, so bedürfen die darin enthaltenen Mindestwerte einer zuverlässigen Begründung, was nur durch langfristige statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse vieler Ledermuster unter immer neuer Überprüfung und Differenzierung erreicht werden kann. Dabei ist es notwendig, eine Summe von Eigenschaften zu berücksichtigen, die den praktischen Beanspruchungen der betreffenden Lederart sachgemäß angepasst sein müssen, da es keine Prüfmethode geben kann, die in einer einzigen Bestimmung die vielseitigen Eigenschaften des Leders für einen bestimmten Verwendungszweck zu erfassen gestattet. Weiterhin müssen Mindest-, Höchst- oder Grenzwerte für jede Eigenschaft so straff begrenzt sein, dass sie zwar den naturgegebenen Schwankungen innerhalb jedes Fabrikats Rechnung tragen, aber doch andererseits eine wirkliche Gütesicherung, d. h. eine Unterscheidung guter und schlechterer Qualitäten gewährleisten, ohne dass durch überspitzte Forderungen dem technischen Fortschritt unnötige Fesseln angelegt werden. Daher ist auch selbstverständlich, dass Güterichtlinien nicht „für alle Zeiten„ Gültigkeit haben können, sondern in dem Maße, wie sich die Herstellungsverfahren oder die Anforderungen bei Verarbeitung und

Gebrauch ändern, einer ständigen Überprüfung und nötigen Abwandlung unterzogen werden müssen. Schließlich bedarf es daher auch keiner Frage, dass sie nur dann in der Hand des erfahrenen Fachmanns ihren Wert haben können, wenn bei auftretenden Abweichungen nicht nach dem Buchstaben ausgewertet, sondern jeder einzelne Wert mit genügender Elastizität gehandhabt und zwischen qualitätsmäßig unabdingbaren Mindestwerten und elastischer zu handhabenden Forderungen sachgemäß differenziert wird.

Auf der anderen Seite müssen die angewandten Untersuchungsmethoden gestatten, über die einzelnen Eigenschaften des Leders kurzfristig zuverlässige und gut reproduzierbare Aussagen zu machen. Sie werden daher immer unter strengeren Bedingungen prüfen müssen, als es den Beanspruchungen beim praktischen Gebrauch entspricht, um die Forderung der „Kurzfristigkeit“ zu erreichen. Sie müssen aber andererseits in ihrer Beanspruchung doch so praxisnahe sein, dass diese mit derjenigen des praktischen Gebrauchs parallel läuft.

In den letzten Jahren sind nun von den verschiedensten Seiten Vorschläge für verbesserte, mehr praxisnahe Prüfmethoden gemacht worden. Neue Prüfmethoden bringen zwangsläufig erhebliche Unruhe in das System der Güterichtlinien, müssen doch für die betreffende Eigenschaft für alle in Betracht kommenden Lederarten anhand eines umfangreichen Zahlenmaterials neue Mindestforderungen erarbeitet werden, und ebenso muss sich auch die Praxis auf die neuen Bewertungsmaßstäbe einstellen. Wenn sie aber wirklich bessere Beurteilungsgrundlagen mit zuverlässigerer Reproduzierbarkeit und größerer Aussagekraft zu erhalten gestatten, so ist eine solche Umstellung gerechtfertigt, aber auch nur dann. Wir haben uns daher seit einiger Zeit die Aufgabe gestellt, verschiedene Vorschläge für die Erfassung bestimmter Eigenschaften an einem einheitlichen Ledermaterial vergleichsweise zu überprüfen und die Brauchbarkeit der verschiedenen Methoden unter exakten Bedingungen in Vergleich zu setzen. In der vorliegenden Arbeit soll über Untersuchungen berichtet werden, die sich mit der Bestimmung der Festigkeitseigenschaften und des Dehnungsverhaltens des Leders und der aufgetragenen Deckschichten befassen.

1. Verwendetes Ledermaterial und verglichene Prüfmethoden

Die durchgeführten Untersuchungen beziehen sich auf handelsübliche Unter- und Oberleder, und zwar wurden in den Kreis je drei altgrubengegerbte, modern gegerbte und ausgesprochen flexible Unterleder (Nr. 1-9) und außerdem drei Rindboxleder, drei rein chromgar gegerbte Waterproofleder und drei kombiniert gegerbte Waterproofleder (Nr. 10-18) einbezogen. Die dabei erhaltenen Ergebnisse sollen zunächst nichts über die künftigen Mindestanforderungen aussagen, die an die betreffenden Lederarten gestellt werden müssen - dazu ist der Umfang des untersuchten Ledermaterials nicht repräsentativ genug -, sie sollen lediglich die Aussagefähigkeit und die Fehlerspannen der in Vergleich gesetzten Prüfmethoden zur Diskussion stellen. Alle Leder wurden im vorliegenden Zustand untersucht, die Proben vor der Prüfung mindestens 24 Stunden bei 20 + 2° C und 65% relativer Luftfeuchtigkeit gelagert und ebenso die Prüfungen selbst in Räumen durchgeführt, die in gleicher Weise klimatisiert waren. Die Unterleder wurden daneben auch dem sogenannten Nasstest unterzogen, d. h., sie wurden vor dem Ausstanzen der Prüfkörper dreimal 24 Stunden in stehendem Wasser ausgewaschen, wobei das Wasser täglich dreimal erneuert wurde, dann bei Zimmertemperatur aufgetrocknet und ohne erneutes Walzen oder Nachbehandeln klimatisiert. Chemische Untersuchungen liegen für alle diese Leder vor, werden aber hier nur so weit herangezogen, als sie für die Beurteilung von Bedeutung sind. Insgesamt wurden folgende Prüfmethoden verglichen:

a) Bestimmung der Zugfestigkeit und Dehnbarkeit (Unter- und Oberleder)

Die Bestimmung wurde nach den Vorschriften DIN 53 3281 durchgeführt, wobei Prüfstreifen in der in diesem DIN-Blatt festgelegten Größe mit einer freien Einspannlänge von 50 mm und einer Breite von 10 mm verwendet wurden und der Zugversuch mit einer Zuggeschwindigkeit von 100 mm/min durchgeführt wurde. Bestimmt wurden die Bruchlast in kg, die Zugfestigkeit in kg/cm2, die Bruchdehnung in Prozent und gleichzeitig auch die Dehnbarkeit bei verschiedener Belastung. In den bisherigen Güterichtlinien ist zwar zumeist nur die Bruchdehnung angeführt, doch glauben wir, dass in Zukunft dem Dehnungswert bei geringerer Belastung größere Bedeutung beizumessen ist, da die Enddehnung für Verarbeitung und Gebrauch nur in den seltensten Fällen praktische Bedeutung besitzt. Graßmann hat in seinen Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Zugbelastung und Dehnung an Dehnungsdiagrammen verschiedenartig gegerbter, gefetteter und zugerichteter Leder eine klare Unterscheidung zwischen der netzartigen Verformung des dreidimensionalen Fasergeflechts mit einer mehr plastischen Dehnung und der anschließend erfolgenden elastischen Dehnung, die erst einsetzt, wenn die Maschenstruktur weitgehend gestreckt ist, treffen können. Da beim praktischen Gebrauch des Leders kaum eine Beanspruchung bis zum Bruchwert in Betracht kommt, während die plastische Dehnung bei niederer Belastung den Gebrauchswert namentlich im Hinblick auf das Formhaltevermögen des Leders viel stärker charakterisiert, sollen diese Werte ebenfalls zur Diskussion gestellt werden.

b)Stiebausreißfestigkeit (Unter- und Oberleder)

Die Bestimmung erfolgte nach den Vorschriften DIN 53 3291 an Streifen von 100 mm Länge und 20 mm Breite unter Verwendung eines genau 5 mm von einer Schmalseite des Probekörpers entfernt in das Leder eingeführten Flachdorns von 1 mm Dicke, wobei auch hier mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 100 mm/min gearbeitet und die Ausreißbelastung in kg sowie die Stichausreißfestigkeit in kg/cm Dicke ermittelt wurde.

c)Weiterreißfestigkeit (Oberleder)

Die Bestimmung erfolgte einmal nach DIN 53 3291, wobei rechteckige Lederprobenkörper von 40 mm Breite und 100 mm Länge parallel zur Rückenlinie entnommen und von einer schmalen Kante her in der Mitte 50 mm lang eingeschnitten waren. Durch Einspannen der beiden Enden in die beiden Klemmbacken der Zugprüfmaschine wurde bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 100 mm/min die notwendige Kraft ermittelt, um die Probe weiterzureissen, indem jeweils der Wert in kg ermittelt wurde, der sich als Mittelwert der über die gesamte Zugperiode etwas schwankenden Belastung ergab, wobei mindestens je fünf Ablesungen in regelmäßigen Zeitabständen vorgenommen wurden. Angegeben wurde die benötigte Kraft in kg und die Weiterreißfestigkeit in kg/cm Dicke. Da hierbei die angreifenden Kräfte nicht in einer Ebene liegen und daher auf das Leder zugleich eine Scherwirkung ausüben, wird gelegentlich die Narbenschicht während des Versuchs vom Leder abgeschält. Daneben wurden zwei weitere Probekörper verwandt, die in der neuen internationalen Normung I. U. P./8 niedergelegt sind und bei einer Größe von 50 x 25 mm nicht von einer Kante her eingeschnitten, sondern in der Mitte eingeschlitzt, dann über zwei hakenförmige Probekörperhalter gestreift und zerrissen werden, so dass der betreffende Prüfkörper nicht einseitig, sondern zweiseitig eingerissen wird. Dabei erfolgt das Zerreißen stets senkrecht zur Lederfläche, ohne dass eine Trennung des Narbens vom Leder eintritt. Auch hier wurde jeweils die benötigte Kraft in Kilogramm und die Weiterreißfestigkeit in kg/cm Dicke festgestellt. Der Prüfschlitz wurde einmal ausgestanzt, zum andern eingeschnitten, die erhaltenen Werte mussten jeweils durch zwei dividiert werden, um sie mit den Ergebnissen nach DIN 53 329 in Vergleich setzen zu können.

d)Berstdruck und Wölbhöhe (Oberleder)

Da Leder, speziell Oberleder, für den Schuhbau bei Verarbeitung und Gebrauch keiner linearen, sondern einer allseitigen flächenmäßigen Beanspruchung und Verdehnung ausgesetzt wird, erhebt sich die Frage, ob statt der Zugfestigkeitsbestimmung nicht zweckmäßiger die Prüfung im Berstdruckprüfer (Schopper-Dalen) durchgeführt wird. Dabei werden kreisrunde Lederproben von 110 mm Durchmesser einem langsamen und stetig ansteigenden Druck bis zum Augenblick des Berstens ausgesetzt (Drucksteigerung etwa 10 atü/30 sek, also wie beim Tensometer, und der im Augenblick des Berstens erhaltene Druck wird in Atü ermittelt. Neben dem Berstdruck wird gleichzeitig die Wölbhöhe bestimmt, d. h. die Auswölbung der Probe in Millimetern im Augenblick des Berstens oder bei einer beliebigen anderen Belastung.

e)Flächenhafte Verdehnung mit Tensometer (Oberleder)

Das Tensometergerät (Bally) arbeitet im Prinzip wie der Berstdruckprüfer, doch erfolgt die Druckausübung hier nicht pneumatisch, sondern hydraulisch (Ölhydraulik), wobei der Pressdruck beim Zerreißen des Ledermusters sofort wieder absinkt, ohne dass es zu einer Zerstörung der unter dem Leder befindlichen Gummimembrane kommt. Lederproben von 70 mm Durchmesser werden mit einer lichten Weite von 50 mm eingespannt und einem stetig steigenden Druck mit einer Geschwindigkeit von 10 atü in 30 sek ausgesetzt. Die Wölbhöhe als Maß für die Verdehnung des Prüfkörpers wird mit Schreibvorrichtung graphisch registriert. Aus der Spannungs-Dehnungs-Kurve wird die Verdehnung nach einer bestimmten Dehnungsbeanspruchung ermittelt. Gleichzeitig wird auch die Spannung beobachtet, bei der die Deckschicht erste Risse aufweist bzw. der Narben platzt und schließlich die bleibende Verdehnung nach Entlastung festgestellt. Die Verdehnung kann flächenmäßig oder linear (radial in der Lederprobe) festgestellt werden, bei unseren Versuchen haben wir stets die letztere Ausdrucksform gewählt.

f)Flächendehnungsmesser nach Freudenberg (Oberleder)

Bei dem Flächendehnungsmesser handelt es sich um ein Gerät, bei dem kreisförmige Lederproben mit einer freien Prüffläche von 20 mm Durchmesser von der Fleischseite her durch einen Kugelstift von 10 mm Durchmesser flächenhaft verdehnt und dabei die Dehnbarkeit und Festigkeit des Narbens bestimmt werden. Ein ähnliches Gerät stellt auch das von Bradley entwickelte sogenannte Lastometer dar. Als Maß für die Flächendehnung dient der Vorschub, der erforderlich ist, um die Narbenschicht des Leders zum Platzen zu bringen bzw. eine Beschädigung der Lederoberfläche zu bewirken.

g) Zwickzugtest-Apparat nach Fröndenberg (Oberleder)

In der Praxis der Schuhherstellung wird häufig auf das Leder ein ruckartiger Zug ausgeübt, z. B. beim Zwickvorgang. Um das Verhalten eines Leders bei plötzlicher Beanspruchung zu beurteilen, wird in dem Zwickzugtest-Apparat ein Lederstreifen von 50 x 30 mm auf einer Scharnierklammer befestigt, deren einer Teil feststeht, während der andere zu einem Hebel mit Gewicht verlängert ist. Dieses Gewicht wird durch Auslösen eines Hebels zum Fallen gebracht, wobei auf die eingespannte Probe ein plötzlicher ruckartiger Zug ausgeübt wird, der in verschiedenen Fallhöhen entsprechend der jeweils gewünschten Dehnung abgebremst werden kann. Da die Dehnung beim Zwicken erfahrungsgemäß 28% nicht überschreitet, wurden die Prüfungen grundsätzlich bei 30% Dehnung durchgeführt.

Die bei den verschiedenen Prüfverfahren erhaltenen Ergebnisse sind in den nachfolgend besprochenen Tabellen zusammengefasst. Bei allen Zahlenwerten handelt es sich um Mittelwerte mehrerer Einzelbestimmungen, um so die naturgegebenen Streuungen möglichst auszuschalten und einen zuverlässigen Vergleich der verschiedenen Verfahren zu erreichen.

2. Beurteilung der Festigkeit und Dehnbarkeit von Unterleder

Von den untersuchten Methoden kommen für die Bewertung von Unterleder nach den bisherigen Richtlinien nur die Bestimmungen der Zugfestigkeit, Dehnbarkeit und Stichausreißfestigkeit in Betracht, die Bestimmung der Weiterreißfestigkeit ist für die festen und kernigen Unterleder nicht recht geeignet, und alle anderen Verfahren sind nur für Oberleder bestimmt. In Tabelle 1 sind die entsprechenden Ergebnisse für Zugfestigkeit und Stichausreißfestigkeit, und zwar die absoluten Belastungswerte wie die auf Dicke bzw. Querschnitt bezogenen Relativwerte angeführt. Für die Festlegung von Mindestanforderungen kommen allerdings nur auf Querschnitt bzw. Dicke bezogene Werte in Betracht, da bei den starken Schwankungen, die gerade Unterleder nach Dicke aufweisen, eine Festlegung absoluter Belastungszahlen nicht möglich wäre, ohne dann in den Güterichtlinien ebenfalls eine Staffelung der Mindestforderungen nach Dicke vorzunehmen, was auf das gleiche herauskäme.

Tabelle1

Tab. 1. Zugfestigkeit und Stichausreißfestigkeit bei Unterleder
(Geordnet nach abnehmender Zugfestigkeit im ursprünglichen Zustand)

Leder Nr.	Zugfestigkeit			Stichausreißfestigkeit			Gesamtauswaschverlust %	Dickenzunahme Naßtest %
	ursprünglich	Naßtest	Änderung	ursprünglich	Naßtest	Änderung		
	Relativwerte kg/cm² bzw. kg/cm							
1	254	207	— 47	173	142	— 31	6,0	+ 21
9	252	226	— 26	164	121	— 43	12,5	± 0
7	234	177	— 57	138	87	— 51	9,1	+ 8
8	233	226	— 7	123	101	— 22	14,4	+ 20
6	227	156	— 71	186	134	— 52	12,1	+ 14
5	220	174	— 46	171	110	— 61	10,8	+ 22
3	179	139	— 40	155	112	— 43	7,6	+ 9
2	176	125	— 51	166	161	— 5	4,5	+ 12
4	158	144	— 14	139	117	— 22	10,5	+ 10
	Absolute Belastungswerte in kg							
1	118	117	— 1	79	82	+ 3	6,0	+ 21
6	116	92	— 24	93	78	— 15	12,1	+ 14
9	116	103	— 13	75	53	— 22	12,5	± 0
2	99	81	— 18	92	102	+ 10	4,5	+ 12
8	93	108	+ 15	49	48	— 1	14,4	+ 20
5	91	87	— 4	70	55	— 15	10,8	+ 22
7	83	69	— 14	48	34	— 14	19,1	+ 8
4	80	79	— 1	72	66	— 6	10,5	+ 10
3	76	64	— 12	64	51	— 13	7,6	+ 9

Gelegentlich gemachte Vorschläge, durch Festlegung von Absolutwerten die Beeinflussung der Relativwerte durch mehr oder weniger starkes Walzen auszuschalten, können auf diese Weise nicht realisiert werden, sondern nur durch den Nasstest, über den noch zu sprechen sein wird.

Vielfach wird die Frage aufgeworfen, warum überhaupt bei Lederarten, die bei Verarbeitung und praktischem Gebrauch nicht unmittelbar auf Zug beansprucht würden, ein Mindestwert der Zugfestigkeit verlangt wird. Demgegenüber sei darauf hingewiesen, dass die Bestimmung der Zugfestigkeit bei jeder Lederart Aussagen darüber zu machen gestattet, ob das Fasergefüge intakt ist oder ob es die Hautfaser schädigenden Einflüssen schon an der Rohware oder bei Herstellung des Leders ausgesetzt worden ist. dass das intakte Fasergefüge auch für den Gebrauchswert des Leders, dessen gesamte Eigenschaften ja auf der Beschaffenheit des Fasergefüges beruhen, von besonderer Bedeutung ist, braucht nicht erst erläutert zu werden. Daraus ergibt sich zwangsläufig die Notwendigkeit, eine Mindestfestigkeit bei Unterleder zu fordern, während überspitzte Forderungen, die man gelegentlich antrifft, sinnlos sind, da sie nichts mehr mit einer Qualitätssicherung zu tun haben und häufig nur auf Kosten anderer gleichfalls wichtiger Eigenschaften erreicht werden.

Aus dem gleichen Grunde erscheint es auch zweckmäßig, hier wie bei allen Lederarten die Zugfestigkeit an nicht zu kleinen Mustern zu bestimmen. Wenn die Zugfestigkeit von der intakten Beschaffenheit des Fasergefüges abhängt, so wird verständlich, dass die erhaltenen Werte um so niedriger liegen müssen, je kleiner das Prüfmuster ist, da dann die durch das Ausstanzen bewirkten Beschädigungen im Verhältnis zur Fläche einen immer größeren Einfluss gewinnen. Wird dieser Einfluss zu groß, so vermag die Festigkeitsprüfung nicht mehr genügend gesicherte Aussagen über etwaige Schädigungen des Fasergefüges zu machen, da die Werte durch den Stanzfehler zu sehr überdeckt werden. Aus diesem Grunde halten wir auch die in den internationalen Normvorschlägen I.U. P./6 vorgesehenen kleinen Zerreißproben mit nur 5 mm Breite und 20 mm freier Einspannlänge für wenig zuverlässig, sondern empfehlen, auch die künftigen Gütewerte bei der Normalprüfung wie bisher auf die ebenfalls in den internationalen Normungen vorgesehene Prüfkörpergröße von 10 mm Breite und 50 mm freier Einspannlänge zu beziehen und den kleinen Prüfkörper nur auf Sonderfälle zu beschränken, wenn nur wenig Untersuchungsmaterial zur Verfügung steht. Wir sind hier in Übereinstimmung mit Baumann, der die kleinen Proben für Schwerleder ebenfalls ablehnte.

Beim Vergleich der in Tabelle 1 wiedergegebenen relativen Werte für Zugfestigkeit und Stichausreißfestigkeit zeigt sich, dass zwischen diesen beiden Daten keine unbedingte Parallele besteht. Das macht erneut deutlich, dass die beiden Bestimmungen nicht durch einander ersetzt werden können, sondern ganz verschiedenartige Aussagen machen. Die Zugfestigkeit gibt in erster Linie Aufschluss über das Fasergefüge als solches, wie es in der naturgegebenen dreidimensionalen Faserverflechtung vorliegt. Bei der Stichausreißfestigkeit kommt daneben aber in besonders starkem Maße die Beanspruchung der Einzelfaser zum Vorschein, da der Dorn bei der Ausreißprüfung praktisch eine Faser nach der anderen beansprucht, nicht das Gefüge als solches, so dass die Einzelfaser hier viel stärker auf sich angewiesen ist und Schwächungen etwa durch Versprödung, Übergerbung usw. in besonders starkem Maße zum Ausdruck kommen. Besonders deutlich machte sich die unterschiedliche Aussagekraft der beiden Bestimmungen auch bei Versuchen bemerkbar, bei denen korrespondierende Hälften normal und unter Spannung gegerbt wurden. Die Werte der Tabelle 2 zeigen, dass einer starken Zunahme der Zugfestigkeit der unter Spannung gegerbten Proben andererseits eine nicht unerhebliche Verminderung der Stichausreißfestigkeit gegenübersteht.

Tabelle 2

Tab. 2. Festigkeitswerte von normal und unter Spannung gegerbten Ledern

	Leder 1		Leder 2		Leder 3	
	normal	gespannt	normal	gespannt	normal	gespannt
Zugfestigkeit						
kg (absolut)	120	157	138	250	108	229
kg/cm² (relativ) . .	254	372	370	553	395	759
Stichausreißfestigkeit						
kg (absolut) . . .	81	49	76	67	68	47
kg/cm (relativ) . .	166	111	211	151	223	153

Daher ist bei Unterleder neben der Bestimmung der Zugfestigkeit auch eine Forderung hinsichtlich Stichausreißfestigkeit unbedingt bedeutsam, und man sollte bei der internationalen Normung zum

mindesten für Unterleder auch diese bewährte Prüfmethode berücksichtigen, zumal sie im Hinblick auf die Arbeitsvorgänge des Nähens oder Nagelns der Sohle gute Anhaltspunkte über das praktische Verhalten bei Verarbeitung und Tragen zu geben vermag.

Besonders aufschlussreich scheinen die Untersuchungen zu sein, die sich mit der Feststellung der gleichen Werte an den ausgewaschenen und wieder aufgetrockneten Proben befassen (Nasstest). In allen Fällen liegen diese Zahlen für Zug- und Stichausreißfestigkeit mehr oder weniger niedriger, was bei den Relativwerten durch die gleichfalls in Tabelle 1 angegebene Dickenzunahme begründet, also durch die Aufhebung eines mehr oder weniger intensiven Walzeffektes verursacht ist. Die Minderung der Werte ist aber nicht nur durch diese Dickenzunahme bedingt, denn auch die absoluten Bruchlastwerte in kg erfahren durch das Auswaschen mehr oder weniger starke Änderungen, meist Herabsetzungen, seltener Steigerungen. Auch mit der Höhe des Auswaschverlustes allein stehen diese Änderungen nicht in Zusammenhang, denn es ist keine Parallele zwischen der Verminderung der Absolutwerte und der Höhe des Auswaschverlustes festzustellen. So zeigen z.B. die Leder 1, 6 und 9 im ursprünglichen Zustand etwa die gleiche absolute Bruchlast, im ausgewaschenen Zustand aber erhebliche Differenzen, obwohl zumindest die Leder 6 und 9 praktisch einen gleich hohen Auswaschverlust besitzen. Ähnliches gilt auch für die Absolutwerte der Stichausreißfestigkeit.

Gleiche Befunde ergeben sich aus den Werten der Tabelle 3, die in anderem Zusammenhang an 43 Ledern verschiedenster Herkunft erhalten wurden und in der Reihenfolge abnehmender Zugfestigkeit beim Nasstest geordnet sind. Sie zeigen gleichfalls, dass Zugfestigkeit und Stichausreißfestigkeit nicht parallel laufen und daher bei der Gütesicherung auf keine dieser Daten verzichtet werden kann und dass andererseits die Festigkeitseigenschaften nach dem Auswaschen ganz unterschiedliche Änderungen erfahren, die teils mit der Dickenzunahme durch Aufhebung des Walzeffektes, teils mit der Höhe des Auswaschverlustes, unter Umständen aber auch noch mit anderen Faktoren, wie der Verspannung des Fasergefüges durch Quellung, Ort und Intensität der Gerbstoffbindung usw., in Zusammenhang stehen können. So zeigen z. B. die Leder 1-4 ursprünglich wie im Nasstest hohe Zugfestigkeitswerte über 300 kg/cm2, bei den Ledern 9, 10, 11, 16, 17, 22 und 28 liegen die Werte ursprünglich ebenfalls über 300, im Nasstest sinken sie aber wesentlich, im ungünstigsten Wert bis auf 210 ab. Im Falle der Leder 11-15 liegen die Nasstestwerte mit 255-247 dicht zusammen, die ursprünglichen Werte mit 305-249 weit auseinander, und es bedarf keiner Frage, dass die Leder 11 und 12 im Vergleich zu den Ledern 13-15 nach den Werten im ursprünglichen Zustand zu günstig, und zwar falsch bewertet worden wären. Diese Beispiele lassen sich anhand des vorliegenden Zahlenmaterials beliebig erweitern, und ebenso viele Beispiele können auch für die unterschiedliche Änderung der Stichausreißfestigkeit beim Nasstest angeführt werden. Die Zugfestigkeiten stehen weder in der absoluten Höhe noch in der Stärke der Veränderung beim Nasstest in alleiniger Beziehung zur Höhe des Auswaschverlustes, wenn dieser Faktor natürlich auch häufig eine Rolle spielt. Man würde aber nach diesen Feststellungen vielen Ledern bei der Qualitätsbewertung Unrecht tun, wenn man die Festigkeitswerte im vorliegenden Zustand allein bewerten würde, da dann die effektive Faserbeschaffenheit durch mehr oder weniger starke Einlagerungen auswaschbarer Stoffe oder durch mehr oder weniger starkes Walzen überdeckt sein kann. Daher halten wir es für unbedingt zweckmäßig, künftig auch die Festigkeitseigenschaften entweder ausschließlich oder zumindest zusätzlich nach dem Auswaschen festzustellen, weil nur so der eigentliche Sinn dieser Prüfung, einen Maßstab über die Beschaffenheit des Fasergefüges zu erhalten, viel zuverlässiger erreicht wird als bei Untersuchungen der Leder im ursprünglichen Zustand, wo sich die verschiedenen Faktoren überlagern.

In Tabelle 3 und 4 sind Angaben über die Dehnbarkeit der Leder enthalten, wobei lediglich die Bruchdehnung angeführt ist, die bei Unterleder ausreicht, da hier der plastische Dehnungsanteil normalerweise nur sehr gering ist. Es war zu erwarten, dass auch die Dehnbarkeit beim Nasstest ansteigt, aber auch diese Zunahme erfolgt in ganz unterschiedlichem Maße, wie z. B. der Vergleich

der Leder 1 und 2 oder der

Leder 3 und 4 in Tabelle 4 ergibt, die bei etwa gleicher Bruchdehnung im ursprünglichen Zustand erhebliche Abweichungen im Nasstest erkennen lassen.

Tabelle 3

Tab. 3. Zugfestigkeit, Stichausreißfestigkeit und Dehnung bei 43 Unterledern

(Geordnet nach abnehmender Zugfestigkeit im Naßtest)

Leder Nr.	Gesamtauswaschverlust %	Zugfestigkeit kg/cm²			Stichausreißfestigkeit kg/cm			% Bruchdehnung		
		ursprünglich	Naßtest	Änderung	ursprünglich	Naßtest	Änderung	ursprünglich	Naßtest	Änderung
1	16,7	395	364	— 31	161	123	— 38	33	42	+ 9
2	7,0	386	352	— 34	188	143	— 45	33	39	+ 6
3	4,8	343	312	— 31	168	153	— 15	26	28	+ 2
4	6,7	319	307	— 12	166	128	— 38	29	33	+ 4
5	4,9	297	292	— 5	193	150	— 43	23	31	+ 8
6	6,8	312	283	— 29	163	141	— 22	24	29	+ 5
7	6,5	277	278	+ 1	175	179	+ 4	27	33	+ 6
8	6,7	292	276	— 16	179	139	— 40	30	34	+ 4
9	13,5	318	275	— 43	140	133	— 7	28	38	+ 10
10	7,4	309	265	— 44	162	135	— 27	26	32	+ 6
11	8,9	305	255	— 50	171	134	— 37	25	33	+ 8
12	7,6	294	252	— 42	149	139	— 10	29	33	+ 4
13	6,4	255	252	— 3	168	151	— 17	29	32	+ 3
14	8,9	256	247	— 9	167	132	— 35	26	35	+ 9
15	9,0	249	247	— 2	153	122	— 31	30	36	+ 6
16	10,3	305	242	— 63	157	120	— 37	32	39	+ 7
17	16,5	307	235	— 72	149	133	— 16	24	33	+ 9
18	14,5	275	233	— 42	134	105	— 29	24	32	+ 8
19	8,9	274	232	— 42	167	119	— 48	27	33	+ 6
20	9,3	239	229	— 10	147	127	— 20	30	37	+ 7
21	7,8	252	228	— 24	173	138	— 35	27	31	+ 4
22	10,5	308	227	— 81	166	110	— 56	27	38	+ 11
23	10,2	218	225	+ 7	150	125	— 25	38	45	+ 7
24	3,7	203	222	+ 19	134	111	— 23	32	38	+ 6
25	5,0	259	221	— 38	178	166	— 12	26	32	+ 6
26	9,8	251	221	— 30	145	111	— 34	27	35	+ 8
27	5,4	276	213	— 63	185	178	— 7	27	28	+ 1
28	11,0	324	210	— 114	119	112	— 7	28	37	+ 9
29	6,3	259	209	— 50	209	156	— 53	25	30	+ 5
30	10,8	230	209	— 21	135	123	— 12	24	24	—
31	8,5	219	204	— 15	155	124	— 31	27	31	+ 4
32	7,3	229	203	— 26	155	122	— 33	25	32	+ 7
33	8,4	237	200	— 37	124	119	— 5	24	25	+ 1
34	11,3	218	198	— 20	157	134	— 23	33	33	—
35	15,1	180	196	+ 16	139	116	— 23	30	42	+ 12
36	11,8	215	195	— 20	150	132	— 18	32	39	+ 7
37	9,7	207	194	— 13	152	116	— 36	21	32	+ 11
38	13,0	200	194	— 6	132	119	— 13	23	32	+ 9
39	16,0	235	193	— 42	159	120	— 39	24	29	+ 5
40	9,8	203	185	— 18	163	133	— 30	29	35	+ 6
41	19,0	187	181	— 7	115	110	— 5	22	35	+ 13
42	6,3	179	175	— 4	137	135	— 2	22	27	+ 5
43	12,3	161	153	— 8	150	131	— 19	19	25	+ 6

Auch hier überlagern sich ohne Zweifel die verschiedenen Faktoren der Aufhebung des Walzeffektes und der Entfernung auswaschbarer Stoffe, in beiden Fällen wird aber ganz eindeutig die Beweglichkeit der Fasern gegeneinander und damit die Elastizität und Dehnbarkeit erhöht.

Tabelle 4

Tab. 4. Bruchdehnung bei Unterleder
(Geordnet nach abnehmender Bruchlast im ursprünglichen Zustand)

Leder Nr.	ursprünglich	Naßtest	Änderung
9	30	38	+ 8
6	28	34	+ 6
8	27	32	+ 5
7	25	37	+ 12
5	24	31	+ 7
3	23	25	+ 2
4	23	32	+ 9
1	22	31	+ 9
2	22	25	+ 3

Im Zusammenhang mit der Auswertung von Güterichtlinien interessieren schließlich noch die Abweichungen der höchsten und niedrigsten Werte für Bruchlast und Bruchdehnung von den entsprechenden Mittelwerten. Dabei wurden folgende maximalen Schwankungen festgestellt:

Bruchlast der unausgewaschenen Unterleder

12% - 12%

Bruchlast der ausgewaschenen Unterleder

14% - 9%

Absolutwerte Stichausreißfestigkeit

10% - 3%

Bruchdehnung der unausgewaschenen Unterleder

7% - 9%

Bruchdehnung der ausgewaschenen Unterleder

10% - 13%

Diese Schwankungen haben nichts mit der Genauigkeit der Prüfmethode zu tun, sondern sind durch

natürliche strukturelle Schwankungen zwangsläufig gegeben. Wenn aber heute in vielen Gütevorschriften vorgeschrieben ist, dass Abweichungen von den Mindestwerten bis zu + 5% geduldet werden, so ist damit diesen Schwankungen in genügendem Maße Rechnung getragen unter der unabdingbaren Forderung, dass für die Bewertung einer Lederqualität mindestens Proben aus drei Ledern geprüft, alle Prüfungen mehrfach durchgeführt und nur die Mittelwerte für die Beurteilung zugrunde gelegt werden.

3. Beurteilung der Festigkeit von Oberleder und sonstigen Flächenledern

Im Rahmen unserer Untersuchungen haben wir zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften von Oberleder vergleichsweise Zugfestigkeit, Stichausreißfestigkeit und Weiterreißfestigkeit in den drei verschiedenen Ausführungsformen herangezogen. Die dabei erhaltenen Ergebnisse sind mit Absolut- und Relativwerten in Tabelle 5 zusammengestellt, wobei die Einordnung wieder mit abnehmender Zugfestigkeit vorgenommen wurde.

Tabelle 5

Tab. 5. Festigkeitswerte bei Oberleder
(Geordnet nach abnehmender Zugfestigkeit)

Leder Nr.	Zugfestigkeit	Stichausreißfestigkeit	Weiterreißfestigkeit			Berstdruck
			DIN 53 329	ausgestanzter Schlitz	geschnittener Schlitz	
	Relativwerte kg/cm² bzw. kg/cm					
5	287	172	72	78	75	—
9	277	157	54	60	58	—
7	261	155	62	74	62	—
6	246	153	83	84	76	—
8	241	126	56	64	51	—
2	218	125	75	80	69	—
1	203	161	73	77	63	—
3	166	101	54	54	51	—
4	158	147	82	84	83	—
	Absolute Belastungswerte in kg bzw. atü					
5	87	51,6	22,3	23,0	22,7	—
7	82	47,7	18,7	22,0	18,7	—
9	78	45,0	15,0	16,5	16,0	—
6	76	45,7	24,5	24,0	22,3	—
8	66	36,7	16,3	18,0	15,0	—
4	44	40,9	22,3	21,5	21,0	—
2	39	24,2	14,0	13,5	12,0	26,3
1	36	29,6	12,3	12,0	10,3	29,6
3	30	19,2	10,0	9,5	9,0	22,3

Baumann hat vor einiger Zeit die Frage aufgeworfen, ob alle drei Bestimmungen nebeneinander durchgeführt werden müssten oder nicht eine Bestimmung genügende Aussagemöglichkeit für die Festigkeitseigenschaften böte, wobei er insbesondere die Weiterreißfestigkeit als Maßstab befürwortet. Wir haben schon darauf hingewiesen, dass Zugfestigkeit und Stichausreißfestigkeit bei Unterleder keineswegs parallel laufen und dass sie auch eine grundsätzlich andersartige Beanspruchung des Leders darstellen, so dass eine Parallele damit auch nicht unbedingt zu erwarten ist. Immerhin ist bei Oberleder sowohl in den Relativwerten wie in den Absolutwerten noch eine gewisse Parallele zwischen Zugfestigkeit und Stichausreißfestigkeit festzustellen, wenn man einmal die Muster 1 und 4 ausnimmt, die diese Parallele nicht bestätigen. Noch größer sind die Unterschiede, wenn man Zugfestigkeit und Weiterreißfestigkeit miteinander vergleicht, wobei eine Parallelität überhaupt nicht vorhanden und auch nicht zu erwarten ist, da bei der Bestimmung der Zugfestigkeit die angreifende Kraft sich relativ gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt und damit das Fasergefüge als solches der Träger dieser Eigenschaft ist, während sie sich bei der Weiterreißfestigkeit fast punktförmig auf die Rissstelle konzentriert und hierbei Faser für Faser nacheinander der Reißwirkung ausgesetzt wird. Auch wir glauben nach den vorliegenden Ergebnissen, dass man in Zukunft bei Oberledern und allen sonstigen Flächenledern auf die Bestimmung der Stichausreißfestigkeit verzichten kann, dass aber Festlegungen für Zugfestigkeit und

Weiterreißfestigkeit getroffen werden müssen, die sich nicht gegenseitig ersetzen können. Da die Beanspruchung der Stichausreißfestigkeit ihrem Wesen nach etwa eine Zwischenstellung zwischen diesen beiden Prüfmethoden einnimmt, dürfte bei guter Zugfestigkeit und Weiterreißfestigkeit auch eine einwandfreie Stichausreißfestigkeit gewährleistet sein.

Bei dieser Feststellung bliebe noch die Frage zu beantworten, welche der drei parallel geprüften Methoden für die Bestimmung der Weiterreißfestigkeit am zweckmäßigsten ist. Die Werte der Tabelle 5 zeigen, dass alle drei Methoden in der Größenordnung etwa gleiche Werte liefern, wenn man bei den beiden neueren Methoden, bei denen eine zweiseitige Weiterreissbeanspruchung erfolgt, die Werte durch zwei teilt. Immerhin sind gewisse Unterschiede vorhanden, wobei die Prüfmuster mit ausgestanztem Schlitz zumeist die höchsten Werte liefern. Das zeigt sich nicht so sehr bei den absoluten Belastungswerten, obwohl es auch hier in vielen Fällen erkennbar ist, wie insbesondere bei den Relativwerten, die in allen Fällen bei den Proben mit ausgestanztem Schlitz am höchsten liegen. Eine Entscheidung lässt sich aber eindeutig treffen, wenn die möglichen Fehlerspannen berücksichtigt werden. Bei unseren Untersuchungen wurden für die einzelnen Bestimmungen die folgenden Abweichungen der höchsten und niedrigsten Werte von den entsprechenden Mittelwerten festgestellt:

Bruchlast + 6%-7%

Absolutwert Stichausreißfestigkeit + 5%-4%

Absolutwert Weiterreißfestigkeit DIN 53 329 + 7%-7%

Ausgestanzter Schlitz + 2%-2%

Ausgeschnittener Schlitz + 7%-8%

Die Werte zeigen für die Bruchlast geringere Schwankungsgrenzen als bei Unterleder und geben für die übrigen Verfahren eindeutig die geringsten Schwankungen für die Weiterreißfestigkeit mit ausgestanztem Schlitz an, so dass diese Methode für die künftigen Güteprüfungen am besten geeignet sein dürfte.

In Tabelle 5 sind noch einige Angaben über die flächenmäßige Festigkeitsbestimmung enthalten, wobei wir den Berstdruckprüfer verwandten, der unter den verfügbaren Geräten die höchsten Drucke bis zu 30 atü zu erreichen gestattete. Trotzdem konnte auch in diesem Gerät lediglich bei den dünneren Rindboxproben 1-3 eine Zerstörung des Fasergefüges erreicht werden, bei den stärkeren Waterproofledern war selbst bei 30 atü noch kein Bersten zu erreichen.

Wir haben allerdings in anderem Zusammenhang bei Bekleidungsleder eine Reihe vergleichender Untersuchungen von Berstdruck und linearer Zugfestigkeit durchgeführt. Die in Tabelle 6 angeführten Mittelwerte dieser Untersuchungen zeigen, dass zwar die Ergebnisse der beiden Prüfungen nicht vollständig parallel laufen, dass aber doch für Berstdruck und relative Zugfestigkeit in der Größenordnung eine Parallele festzustellen ist, die Berstdruckprüfung also keine grundsätzlich andersartige Bewertungsgrundlage zu liefern vermag.

Tabelle 6

Tab. 6. Zugfestigkeit und Berstdruck bei Bekleidungsleder
(Geordnet nach abnehmenden Werten der relativen Zugfestigkeit)

Leder Nr.	Zugfestigkeit		Berstdruck atü	% Bruch-dehnung	Wölbhöhe mm
	kg	kg/cm²			
6	48,2	395	18,4	50	24,6
5	23,6	226	11,6	59	24,3
4	24,5	197	6,7	59	26,0
2	17,1	152	5,9	56	24,4
7	17,7	151	7,8	58	25,1
1	18,5	142	7,7	56	25,9
3	15,9	113	6,5	67	25,4

Da sie aber bei den heutigen Geräten nur bei dünneren Ledern überhaupt zu einem Zerreißen des Leders führt, und da die Zugfestigkeit nach den Angaben der Tabelle 6 in engeren Bereichen eine bessere Spezifizierung gestattet, sollte man bei der Bestimmung der Festigkeitseigenschaften auf eine flächenmäßige Bestimmung verzichten und sich bei Flächenledern mit der Ermittlung von Zug- und Weiterreißfestigkeit begnügen, die genügend zuverlässige Aussagen über die Beschaffenheit des Fasergefüges zu machen gestatten.

4. Beurteilung der Dehnbarkeit von Oberleder und sonstigen Flächenledern

Bei der Beurteilung der Dehnbarkeit erhebt sich zunächst die Frage, ob diese linear oder flächenhaft bestimmt wird und welches Verfahren bessere Aussagekraft besitzt. Baumann lehnt die lineare Dehnung weitgehend ab, da sich beim einseitigen Dehnen mit schmaleren Streifen starke Querkontraktionen ergäben und daher zu hohe Dehnungswerte erhalten würden, die mit den wahren Verhältnissen nicht übereinstimmen. Trotzdem haben wir auch nach dieser Richtung hin Bestimmungen durchgeführt, wobei aus den früher dargelegten Gründen nicht nur die Bruchdehnung ermittelt, sondern auch das Dehnungsdiagramm festgestellt und daraus die Dehnung bei 10 und 20 kg ausgewählt wurde. Die Ergebnisse in Tabelle 7 zeigen, dass die Dehnbarkeit bei niedriger Belastung in keiner Weise mit der Enddehnung parallel läuft.

Tabelle 7

Tab. 7. Lineare Dehnung von Oberleder bei verschiedener Belastung
(Geordnet nach abnehmender Bruchdehnung)

Leder Nr.	% Dehnung bei Belastung		% Bruch-dehnung	Bruch-belastung kg
	10 kg	20 kg		
6	21	36	93	76
4	25	49	83	44
5	19	32	79	87
2	30	55	77	39
3	25	62	73	30
7	21	31	73	82
8	18	31	66	66
1	16	47	66	36
9	14	26	59	78

So zeigen z. B. die Leder 2 und 5 bei etwa gleicher Bruchdehnung stark unterschiedliche Dehnbarkeit in den Anfangsstadien. Ohne Zweifel spielt aber gerade bei Oberleder, aber auch bei den meisten anderen Lederarten die Dehnung bei niederer Belastung eine viel größere Rolle als die Enddehnung, da bei geringerer Belastung, wie bereits an anderer Stelle dargelegt, vorwiegend die plastische Dehnung erfasst wird, die insofern beim praktischen Gebrauch des Leders eine Rolle spielt, als sie ein Maß für das jeweilige Formhaltevermögen ist. Daher glauben wir, dass man in Zukunft auf die Festlegung von Mindestwerten für die Bruchdehnung verzichten und besser Festlegungen für eine Dehnbarkeit bei niederer Belastung treffen sollte, zumal auch die von Baumann beanstandete Querkontraktion bei geringer Belastung nur in mäßigem Umfange in Erscheinung tritt und damit zuverlässigere Ergebnisse erhalten werden. In dieser Auffassung werden wir bestärkt durch umfangreiche Untersuchungen, bei denen an 166 verschiedenen Lederfabrikaten stets die Dehnung bei 10 kg/cm2 Belastung ermittelt wurde. Das hat den Vorteil, dass man ohne Aufnahme des ganzen Diagramms bei einem Leder von 1 mm Stärke die Dehnung bei 1 kg Belastung, bei einem Leder von 1,7 mm Stärke die Dehnung bei 1,7 kg Belastung abliest, also aus der Stärke jeweils ersichtlich ist, bei welcher Belastung die Dehnung abgelesen werden muss. Tabelle 8 gibt eine Zusammenstellung der auf diese Weise erhaltenen Ergebnisse für jede Lederart in Mittelwerten und Schwankungsgrenzen und lässt eindeutig erkennen, dass hierbei ein wesentlich besserer Bewertungsmaßstab erhalten wird als bei der Enddehnung, der zu beurteilen gestattet, in welchem Maß die betreffende Lederart geringeren Dehnungsbeanspruchungen nachzugeben oder Widerstand entgegenzusetzen vermag. Während beispielsweise Juchtenleder, Waterproofleder, Bekleidungsleder, Handschuhleder und Fensterleder in den Schwankungsgrenzen der Enddehnung etwa in gleicher Größenordnung liegen, zeigen die Anfangsdehnungen ganz erhebliche und für den jeweiligen Verwendungszweck bedeutsame Unterschiede. Die Werte lassen erkennen, wie bei Futterleder und Oberleder aller Art im Hinblick auf ein gutes Formhaltevermögen die Dehnung in den Anfangsstadien verhältnismäßig niedrig liegen muss, bei Bekleidungsleder, das am Körper beim ständigen Tragen zwangsläufig einer stärkeren Verdehnung ausgesetzt ist, auch die Dehnung in den Anfangsstadien entsprechend höher liegt und dass beim Handschuhleder und insbesondere beim Fensterleder der Begriff der Zügigkeit in den sehr hohen Dehnungswerten bei geringer Belastung sehr deutlich zum Ausdruck kommt. Bei Schweißleder, Feinleder und Zylinderleder zeigen die niederen Anfangsdehnungen wieder die gewünschte gute Formhaltung an, während die höheren Leder bei ASA-Leder und Vachetteleder der höheren Weichheit dieser Lederarten entsprechen.

Wir haben mit den neun verglichenen Oberledern auch Bestimmungen der flächenhaften Verdehnung durchgeführt, dabei im Tensometer die lineare Verdehnung bei 5 und 10 atü Belastung und im Berstdruckprüfer die Wölbhöhe bei 20 atü Belastung bestimmt und bei beiden Verfahren auch die Restwerte der linearen Verdehnung bzw. Wölbhöhe festgestellt, nachdem die Proben wieder entlastet waren. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind in Tabelle 9 enthalten wo gleichzeitig auch die Werte für die lineare Dehnung bei niederer Belastung zum Vergleich mit angegeben sind.

Tabelle 8 und Tabelle 9

Tab. 8. Bruchdehnung und Anfangsdehnung bei verschiedenen Lederarten

Art des Leders	Zahl der untersuchten Leder	Dicke mm	% Dehnung bei 10 kg/cm² Belastung	% Bruchdehnung
Rindboxleder	10	1,9 1,57—2,03	4,6 3—7	55 37—66
komb. gegerbte Rindleder (Juchtenleder)	20	2,8 2,49—3,33	8,7 5—11	67 42—74
Waterproofleder	9	3,0 2,51—3,33	8,1 5—11	72 56—90
Futterleder	19	1,1 0,84—1,32	4,4 3—8	39 29—48
Bekleidungsleder	46	1,2 0,85—1,45	12 9—23	60 47—86
Handschuhleder	15	1,2 0,84—1,32	19 15—31	72 54—85
Fensterleder	4	0,7 0,62—0,77	28 21—35	69 55—83
Schweißleder	3	0,7 0,66—0,78	2 2	26 16—37
Feinleder	4	0,9 0,82—0,92	5 4—6	52 49—55
ASA-Leder	8	2,0 1,89—2,20	14 10—19	87 78—93
Zylinderleder chromgar	25	0,9 0,78—1,07	4 3—6	52 44—63
Vachetteleder	3	1,5 1,41—1,52	13 11—15	68 63—73

Tab. 9. Flächenhafte Verdehnung von Oberleder
(Geordnet nach abnehmenden Tensometerwerten bei 10 atü)

Leder Nr.	Tensometerwert lineare Verdehnung bei		Wölbhöhe mm bei 20 atü	% lineare Dehnung		Restwerte nach Entlastung	
	5 atü	10 atü		10 kg	20 kg	Tensometer	Wölbhöhe
3	13,2	19,7	22,8	25	62	9,0	13,7
2	9,2	15,3	22,8	30	55	7,3	14,5
1	9,0	15,3	20,7	16	47	8,5	11,8
6	8,6	14,3	23,7	21	36	6,2	17,8
8	11,0	14,3	21,0	18	31	9,0	14,0
4	8,8	13,6	24,4	25	49	7,3	16,0
7	9,2	12,7	20,0	21	31	8,0	13,1
5	7,5	11,0	19,3	19	32	5,7	11,3
9	6,8	10,0	17,7	14	26	5,3	10,8

Die Einordnung erfolgte mit absinkenden Tensometerwerten bei 10 atü Belastung. Nach den vorliegenden Zahlen ist eine Parallele zwischen den verschiedenen Verfahren zur Bestimmung der flächenhaften Verdehnung nicht unbedingt vorhanden, doch ist im Prinzip ein gleicher Gang der Einordnung unverkennbar. Die Differenzen stehen sicher mit dem Verhalten der Leder bei verschiedenen Druckbelastungen in Zusammenhang, und daher ist selbst beim Tensometerwert die Reihenfolge der Leder eine unterschiedliche, je nachdem, ob man die Bestimmung bei 5 oder 10 atü durchführt. Die Schwankungen zwischen den Werten der verschiedenen Methoden der flächenhaften Verdehnung von Oberleder sind aber nicht kleiner als die Abweichungen zu den Werten der linearen Dehnung im Zugversuch bei niederer Belastung, wobei noch in keiner Weise bewiesen ist, welche Werte bei den aufgetretenen Streuungen nun für die Beurteilung der praktischen Beanspruchung richtiger sind. Wir glauben daher, dass auch eine Festlegung von Richtwerten für die lineare Dehnung beim Zugversuch bei niederer Belastung bereits wertvolle Aussagen über das Dehnungsverhalten des Leders zu erhalten gestattet und dass die Aussagekraft, die die Methoden der flächenhaften Verdehnung ergeben, nicht viel größer ist, so dass sich für viele, insbesonders kleinere Betriebslaboratorien der meist hohe Anschaffungspreis mehrerer Untersuchungsgeräte nicht lohnt, wenn bereits das Zugfestigkeitsprüfgerät vorhanden ist.

Interessant sind in dem Zusammenhang auch die festgestellten Abweichungen der höchsten und niedrigsten Werte von den entsprechenden Mittelwerten, die wir wie folgt ermittelt haben:

Bestimmung der Wölbhöhe + 2% - 2%

Wölbhöhe nach Entlastung + 3% - 3%

Tensometerwert 10 atü + 9% - 10%

Tensometerwert Entlastung + 11% - 9%

Die vorstehenden Zahlen der möglichen Schwankung zeigen zwar für den Berstdruckprüfer besonders geringe Abweichungen von den Mittelwerten, doch

möchten wir der Tensometerbestimmung grundsätzlich den Vorzug geben, weil diese Bestimmung einfacher durchzuführen ist, eine genauere Regulierung des Druckanstiegs und die direkte Aufnahme von Kraft-Dehnungs-Kurven gestattet, eine bessere Differenzierung liefert und die gleichzeitigen Zerstörungen der Narben- oder Deckschichten besser erkennen lässt, als dies im Berstdruckprüfer der Fall ist.

Es wäre anzunehmen gewesen, dass die Werte, die nach Entlastung bei Wölbhöhe und Tensometerbestimmung erhalten wurden, in gewisser Weise miteinander parallel laufen sollten, da sie ein Maß für die bleibende Dehnung darstellen. Nach den Ergebnissen in Tabelle 8 ist das nicht der Fall, sondern selbst bei diesen beiden Verfahren werden zum Teil ganz unterschiedliche Bewertungen erhalten. So ist z. B. beim Leder 6 die Restwölbhöhe am höchsten, der Restwert der Tensometerbestimmung dagegen mit am niedrigsten. Ähnliches gilt auch für das Leder 4. Auch bei den anderen Ledern ist die Parallele nicht größer, als sie die lineare Dehnung beim Zugversuch zum Ausdruck bringt.

In diesem Zusammenhang haben wir schließlich noch Untersuchungen durchgeführt, bei denen in Anlehnung an die Dehnungsprüfung bei Treibriemenleder mit verschiedenen Lederarten Zugelastizitätsversuche durchgeführt wurden. Dabei gingen wir von einer Grundspannung von 4 kg aus und haben die Lederstreifen jeweils nacheinander auf die Prüfspannungen von 8, 12, 16 und 22 kg gebracht, bei jeder Spannung eine Minute belassen und nach jeder Prüfspannung wieder auf die Grundspannung von 4 kg entlastet. Nach einer Minute wurde dann die bleibende Dehnung bestimmt

und der Prüfstreifen auf die nächst höhere Prüfspannung eingestellt. Die in Tabelle 10 angegebenen Restdehnungswerte bei 4 kg Grundspannung lassen für die einzelnen Lederarten, aber teilweise auch zwischen den verschiedenen Ledern der gleichen Lederart, erhebliche Unterschiede erkennen, so dass auch einem solchen Prüfungsverfahren Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte, da es geeignet erscheint, das für die Praxis wichtige Formhaltevermögen von Leder mit Hilfe einer normalen Zerreißmaschine leicht zu erkennen.

Tabelle 10

Tab. 10. Restdehnungswerte in % nach Belastung von 4 kg auf 8, 12, 16 und 20 kg und nachfolgender Entlastung auf 4 kg

Lederart	Belastung auf kg			
	8	12	16	20
Unterleder				
altgrubengegerbt	0,6	1,2	1,8	2,0
modern gegerbt	2,0	3,6	4,0	5,0
flexibel	3,8	4,8	5,4	6,2
Oberleder				
Rindbox 1	9,0	12,8	16,0	19,6
Rindbox 2	10,0	14,4	18,8	20,0
Boxkalb	9,6	13,0	17,0	20,0
Bekleidungsleder				
Rind	25,4	28,6	32,0	35,0
Ziege 1	21,6	25,6	29,6	32,4
Ziege 2	37,6	42,4	46,4	50,0

Es erscheint uns nach vielen Beobachtungen überhaupt zweifelhaft, ob der Ermittlung der flächenhaften Verdehnung immer eine so viel größere Bedeutung zukommt, als ihr vielfach beigemessen wird, da Schuhleder und auch viele andere Lederarten im Gebrauch durchaus nicht immer über die Gesamtfläche gleichmäßig, sondern doch meist nach einer Richtung hin viel stärker verdehnt werden als nach der anderen.

5. Bestimmung der Dehnungselastizität des Narbens und aufgetragener Deckschichten

Für die Beurteilung der Dehnungselastizität von Leder ist neben der Dehnbarkeit des Gesamtlederes insbesondere auch das Verhalten des Narbens und aufgetragener Deckschichten von Bedeutung. Die Narbenschicht ist aufgrund der außerordentlich engmaschigen Verflechtung dünner Fasern gegenüber versprödenden Einflüssen bei allen Prozessen der Lederherstellung besonders empfindlich und zeigt daher schon Risse und Sprünge, wenn das übrige Fasergefüge sich noch völlig einwandfrei verhält. Aufgetragene Deckschichten müssen der Elastizität des Leders in genügendem Maße angepasst sein.

Auch für die Beurteilung dieser Eigenschaften lassen sich bereits beim Zugversuch sehr wesentliche Anhaltspunkte erhalten, wenn beobachtet wird, wann erste Risse an Deckschicht oder Narben eintreten. Ist das erst innerhalb der letzten 10% des Gesamtdehnungsbereichs der Fall, so kann mit Sicherheit erwartet werden, dass auch beim praktischen Gebrauch des Leders oder bei der Zwickbeanspruchung keine Beanstandungen auf treten, während eine frühere Rissbildung bereits auf ein ungünstiges Verhalten des Narbens oder der Deckschichten hinweist.

Weitere Anhaltspunkte können für diese Eigenschaften mit Hilfe der verschiedenen Apparate der flächenmäßigen Verdehnung erhalten werden, wobei festgestellt wird, bei welcher Belastung Zerstörungen der Deckschichten oder Narbenrisse auftreten. Wir haben mit den verschiedenen Oberledern vergleichende Untersuchungen im Berstdruckprüfer, Tensometer und Flächendehnungsmesser (Freudenberg) durchgeführt und außerdem den Zwickzugtestapparat mit herangezogen. Die in Tabelle 11 wiedergegebenen Ergebnisse lassen keine eindeutige Parallele zwischen den verschiedenen Prüfmethoden erkennen. Dabei scheint noch eine gewisse Parallelität zwischen der Feststellung im Berstdruckprüfer und den Ermittlungen im Flächendehnungsmesser vorhanden zu sein, wobei allerdings die Unterschiede, die zwischen den verschiedenen Ledern im Flächendehnungsmesser erhalten werden, innerhalb einer verhältnismäßig engen Spanne liegen, so dass die Spezifizierung nicht allzu groß war.

Tabelle 11

Tab. 11. Belastung bis zur 1. Rißbildung

Nr.	Berst-druck Atü	Tensometer bis 10 Atü	Flächen-dehnungs-messer Wölbhöhe mm	Zwickzugtest-Apparat bis 30% Dehnung		
				einwand-frei	Farb-risse	Narben-platzen
9	30,0	teils einwandfrei, teils bei 9 gerissen	6,9	3	2	—
1	24,8	einwandfrei	6,6	5	—	—
5	19,3	einwandfrei	6,7	1	1	3
3	18,2	einwandfrei	6,4	4	—	1
2	17,4	8—10	5,6	—	—	5
7	16,3	6,5—7	7,4	3	2	—
4	13,9	einwandfrei	5,9	1	1	3
8	13,4	teils einwandfrei, teils bei 8 gerissen	6,4	5	—	—
6	9,4	9—10	6,2	4	1	—

Die Tensometerprüfung haben wir lediglich bis zu einem Druck von 10 atü durchgeführt, da nach unseren Erfahrungen diese Belastung ausreicht, um das Verhalten des Leders bei normalen Zwick- und Tragebedingungen zu beurteilen. Dabei verhielt sich ein Teil der Leder völlig einwandfrei, bei anderen waren Beanstandungen festzustellen, wobei aber auch diese Beanstandungen keineswegs mit den Feststellungen bei den beiden anderen Geräten parallel liefen, so dass sich z. B. das Leder 7 im Tensometer am ungünstigsten verhielt, während es beim Berstdruckprüfer noch eine mittlere Belastung aushielt und im Flächendehnungsmesser von allen Ledern den günstigsten Befund ergab.

Gar nicht mit diesen Bestimmungen parallel laufend sind die Ergebnisse im Zwickzugtestgerät, was vielleicht mit der ganz andersartigen ruckartigen Beanspruchung in Verbindung steht. Hierbei wurden jeweils fünf Proben geprüft und nur bei drei Ledern stimmten diese fünf Ergebnisse überein, und zwar bei den Ledern 1 und 8, bei denen alle fünf Proben einwandfrei waren, und bei dem Leder 2, bei dem sich alle fünf Proben ungünstig verhielten. Bei den übrigen Proben waren schon die Streuungen zwischen den fünf Mustern des gleichen Leders stark unterschiedlich, und eine Parallele der in diesem Apparat erhaltenen Befunde zu denen der anderen Prüfmethoden war überhaupt nicht festzustellen.

Nach den Erfahrungen, die wir seit einigen Jahren mit dem Bally-Tensometer sammeln konnten, halten wir dieses Gerät für die Beurteilung des Dehnungsverhaltens von Narben- und Deckschichten für gut geeignet, wobei wir gefunden haben, dass Leder, die in der Dehnungselastizität des Narbens oder der Deckschicht bei Verarbeitung oder Gebrauch beanstandet wurden, durchweg Werte im Tensometer unter 10 atü aufwiesen, während bei einwandfreiem Verhalten von Narben und Deckschichten bis zu dieser Grenze

auch das praktische Verhalten im allgemeinen normal war, so dass wir diese Grenze zur Zeit als Mindestwert für die Belastbarkeit des Narbens und der Deckschichten zugrunde legen. Eine Ausnahme war lediglich bei manchen spitzen Schuhformen festzustellen, bei denen die Zwickbeanspruchung verständlicherweise an der Spitze so groß ist, dass dabei auch Leder zum Auftreten von Rissen und Sprüngen neigten, bei denen im Tensometer bis zu 10 atü und noch höher einwandfreie Befunde erhalten wurden. Es wird vielfach geltend gemacht, dass man besser statt der Beobachtung bei festgelegter Belastung eine solche bei festgelegter Dehnung von 18-20% wählen sollte, doch ist zu berücksichtigen, dass die Dehnung bei verschieden weichen Ledern bei gleicher Belastung in der Maschine eine sehr unterschiedliche sein kann.

6. Zusammenfassung

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen schlagen wir für künftige Güterichtlinien für die Festlegung der Festigkeitseigenschaften und des Dehnungsverhaltens von Leder folgende Bestimmungen vor:

1. .Bei Unterleder sollte die Bestimmung der Zugfestigkeit (kg/cm2), der Stichausreißfestigkeit (kg/cm) und der Bruchdehnung (%) festgelegt werden. Dabei ist zur Vermeidung von Fehlurteilen unbedingt zu empfehlen, die Leder auch nach vorheriger normierter Wasserbehandlung und anschließendem Wiederauftrocknen (Nasstest) zu untersuchen, da andernfalls durch sekundäre Einflüsse wie unterschiedlichen Auswaschverlust oder mehr oder weniger starkes Walzen falsche Befunde vorgetäuscht werden können. Die verwendeten Zerreißproben dürfen nicht zu klein bemessen werden.

1. Bei Oberleder und sonstigem Flächenleder schlagen wir für die Bestimmung der Festigkeitseigenschaften die Ermittlung der Zugfestigkeit (kg/cm2) und der Weiterreißfestigkeit (kg/cm) vor, wobei für die letztere Prüfung Proben mit ausgestanztem Schlitz vorzuziehen sind.

1. Für die Bestimmung des Dehnungsverhaltens von Flächenleder wird zweckmäßig nicht die Bruchdehnung, sondern die Dehnung bei niederer Belastung verwendet, die bessere Anhaltspunkte über das Formhaltevermögen von Leder und daraus hergestellten Werkstoffen ergibt. Für die Dehnbarkeit bei 10 kg/cm2 Belastung wird ein umfangreiches Zahlenmaterial unterbreitet. Daneben kann die Dehnbarkeit des Leders auch flächenmäßig zweckmäßig im Bally-Tensometer bestimmt werden, obwohl diese Bestimmung für die Beurteilung der Dehnung des Gesamtleders keine grundsätzlichen Vorteile vor der Bestimmung der linearen Dehnbarkeit bei niederer Belastung hat erkennen lassen.

1. Für die Bestimmung der Dehnungselastizität von Narben- und Deckschichten wird zweckmäßig das Bally-Tensometer verwendet, das nach unseren Erfahrungen - von Extremfällen abgesehen - Ergebnisse liefert, die gut mit der praktischen Beanspruchung bei Verarbeitung und Gebrauch übereinstimmen. Daneben vermag aber auch eine entsprechende Beobachtung beim Zugversuch bereits wertvolle Anhaltspunkte über diese Eigenschaften zu liefern.
2. Für die Bewertung der Festigkeits- und Dehnungseigenschaften müssen Untersuchungen an mindestens drei Ledern des gleichen Fabrikats herangezogen werden. Soweit es sich um lineare Prüfungen handelt, sollten die Prüfstäbe stets parallel zur Rückenlinie entnommen werden.

Wir danken dem Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit. Weiter danken wir Herrn Werner List und Fräulein Christa Klages für ihre verständnisvolle Mitarbeit.

Literaturverzeichnis

1) Vgl. H. Herfeld, Die Qualitätsbeurteilung von Leder,Lederaustauschwerkstoffen und Lederbehandlungsmitteln,Auflage, Akademie-Verlag Berlin 1950.

2) W. Graßmann, Das Leder 1, 57 (1950).

3) Vgl. Das Leder 12, 36 (1961).

4) E. Baumann, Das Leder 8, 185 (1957)

5) Schuhtechnik 1958, 1135.

6) H. Bradley, JALCA 28, 135 (1933); JSLTC 28, 129 (1934).

7) Das Leder 10, 14 (1959).

8) E. Baumann, Das Leder 10, 156 (1959).

9) Gütebedingungen für Treibriemenleder und Ledertreibriemen RAL 066 A 3, Januar1959.

10) Vgl. z. B. E. Demme, Das Leder 8, 198 (1957)

Kategorien:

Alle-Seiten, Gesamt, Lederpruefung, 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/23_vergleichende_untersuchungen_zur_bestimmung_der_festigkeitseigenschaften_und_des_dehnungsverhaltens_von_leder

Last update: **2019/04/28 14:33**