

# Leder: Struktur, Eigenschaften und Herstellung

## 1 Einführung

### 1.1 Begriffsbestimmung – Was ist Leder?

Als Leder wird ein von Anhangsgebilden (z.B. Haaren) und Unterhautbindegewebe befreites Produkt aus Tierhäuten bezeichnet, das durch Gerbung und weitere Zurichtungen, z.B. Fetten und Färben, gewonnen wird. Die verschiedenen Lederarten werden unter Berücksichtigung der Tierart, von der das Hautmaterial stammt, dem Verwendungszweck des Leders und der Gerbart eingeteilt. Die Umwandlung von leicht verderblicher, in kaltem Wasser faulender und in warmem Wasser verleimbarer Hautsubstanz durch chemische Umsetzung mittels Gerbstoffe in widerstandsfähiges Leder, das in kaltem Wasser nicht fault und in warmem Wasser nicht verleimt, wird Gerbung genannt. Grundsätzlich können alle Häute höherer Tiere zu Leder verarbeitet werden, wirtschaftlich bedeutungsvoll ist jedoch nur die Ledergewinnung aus in großen Mengen anfallenden Schlacht-tierhäuten. Zur Verarbeitung von Tierfellen auf Rauchwaren (Pelze) wird die Gerbung und Zurichtung unter Schonung der Haarseite durchgeführt.

### 1.2 Kurze historische Betrachtung

Die Verarbeitung von Tierhäuten zu Leder mit Hilfe von Gerbstoffen ist dem Menschen seit der Altsteinzeit bekannt. Die Gerbung über dem Feuer (Rauchgerbung) und die mineralische Gerbung mit Alaun (Weißgerbung) dürften sehr alte Gerbarten sein. Als sicher gilt, dass die Fettgerbung (Sämischgerbung) seit der Jungsteinzeit und die vegetabile Gerbung (Lohgerbung) seit der Bronzezeit angewendet werden.

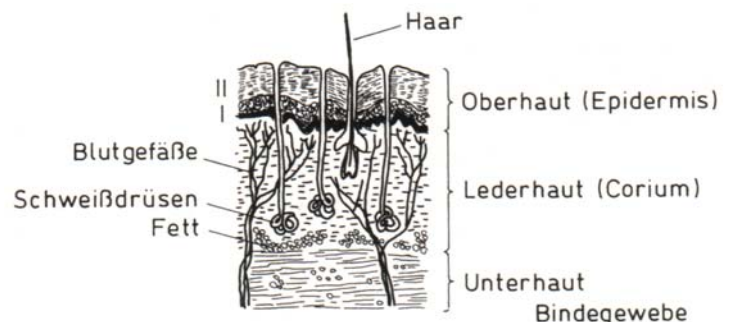
Aus dem im Mittelalter ausgebildeten Handwerk entwickelte sich im 19. Jh. – u.a. durch die Gerbextraktverwendung im Gerbfass (S. und G. Durio) – ein Industriezweig. Seit Beginn des 20. Jh. ist die 1853 von Hyltén-Cavallius eingeführte, 1858 von F. Knapp weiterentwickelte und ab 1883 industriell durchgeführte Chromgerbung die wichtigste Gerbmethode, mit deren Einbadvariante (M. Dennis 1893) heute über 80 % des Leders hergestellt wird.

## 2 Haut und Leder

### 2.1 Zusammensetzung, Aufbau und Struktur der Säugetierhaut

Die rohe, vom Unterhautbindegewebe abgezogene Säugetierhaut enthält 60–70 % Wasser, 30–35 % Eiweiß, 0,5 % Mineralstoffe und einen stark variablen Anteil an Fettsubstanz, der z. B. bei Rind und Pferd 1–2 %, bei Schafen 5–30 % und bei Schweinen 2–25 % beträgt.

Der allgemeine Aufbau der Säugetierhaut ist der Abb. 1 zu entnehmen; die Hautstruktur besteht aus ineinander übergehenden Schichten von Epithel- und Bindegewebe. Sie setzt sich aus Oberhaut (*Epidermis*), Lederhaut (*Corium*) und Unterhaut (*Subcutis*) zusammen. Die Dicke der einzelnen Hautschichten und somit die Gesamthautdicke ist sehr variabel, die aus Bindegewebe bestehende Lederhaut ist jedoch immer der stärkste Teil der Haut. Nur die Lederhaut wird letztlich zu Leder verarbeitet; sie setzt sich aus der oberen, den Anhangsgebilden zugekehrten Papillarschicht mit gleichartig orientierten Faserbündeln und der darunter liegenden, gröber faserigen und festeren Retikularschicht mit drei-dimensional vernetzten Faserbündeln zusammen.



**Abb. 1.** Aufbau der Säugetierhaut.

## 2.2 Zusammensetzung und Struktur von Leder

Die Zusammensetzung von Leder wird wesentlich durch die Gerbart bestimmt; außer der Hautsubstanz und den daran gebundenen Gerbstoffen enthält Leder noch Fette, Mineralstoffe und auswaschbare Substanzen, wie Salze und freie Säuren. Anhand der Farbe des Leders lässt sich die Gerbart erkennen; Lohgerbung erzeugt bräunliche, Sämischerbung gelbliche, Alaungerbung weiße und Chromgerbung silbergraue Leder.

Mineralisch gegerbte Leder, z.B. Chromleder, enthalten etwa 4–7 % gebundenen Gerbstoff, 5–15 % Fett und je nach Umgebung 10–14 % Wasser; vegetabil gegerbte Leder, z.B. Blankleder, enthalten etwa 20–35 % gebundenen Gerbstoff, 1–12 % Fett, weniger als 2,5 % Mineralstoffe und je nach Umgebung ebenfalls 10–14 % Wasser. Die Zusammensetzung von nach kombinierten Gerbverfahren gewonnenem Leder liegt zwischen der von vegetabil und mineralisch gegerbtem.

Die Faserstruktur von gegerbter Haut (Leder) weist, bedingt durch den eigentlichen Gerbvorgang (s.u.), gegenüber ungegerbter Haut einen wesentlich höheren Vernetzungsgrad auf (s. Abb. 2).

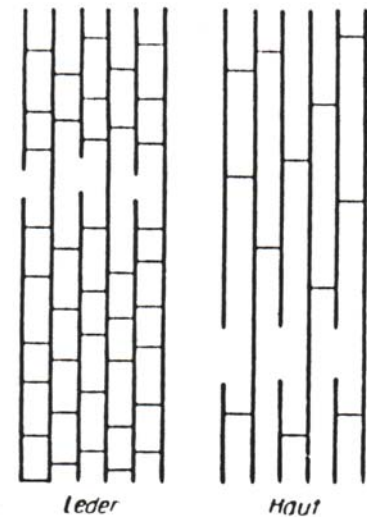


Abb. 2. Faserstruktur.

## 2.3 Eigenschaften von Leder

Die Bezeichnung Leder ist ein übergeordneter Sammelbegriff, der kein individuelles Material definiert. Einheitlich ist bei allen Lederarten die netzartige Gitterstruktur des luftdurchlässigen Fasergefüges, aufgrund der Leder bis zu 30 % seines Gewichtes an Wasserdampf reversibel absorbieren kann. Die feinfaserige Papillarschicht bestimmt mit ihren charakteristischen Narben das Aussehen des Leders, während das dichte, starke Fasergeflecht der Rektikularschicht die physikalischen Eigenschaften wie Reißfestigkeit, Dehnbarkeit und Widerstandskraft gegen Abnutzung beeinflusst.

In der BRD muss Lederware gewissen toxikologischen Aspekten genügen, z.B. einen geringen PCB-Gehalt aufweisen und frei von Cr(VI) sein. Des Weiteren werden je nach Verwendungszweck gewisse mechanische Anforderungen an die Lederware gestellt, z.B. ein großer Berstdruck, eine große Reibechtheit und Scheuerfestigkeit sowie eine große Reiß- und Weiterreißfestigkeit. Zudem zählen Lichtechtheit, Wärme- und Altersbeständigkeit zu den genormten Kriterien für Lederwaren.

# 3 Technische Lederherstellung

## 3.1 Übersicht

Eine Schwierigkeit der technischen Lederherstellung besteht darin, dass die einzelnen Häute mit einer naturgegebenen unterschiedlichen Faserstruktur zu einem möglichst gleichartigen Fabrikat verarbeitet werden sollen. Dazu erfordert die Lederherstellung eine Reihe jeweils aufeinander abgestimmter Prozesse, jedoch existiert – auch für gleiche Lederarten – keine einheitliche in allen Lederfabriken angewandte Technologie, so dass im folgenden nur ein schematischer Ablauf der technischen Ledergewinnung aufgezeigt wird. Die vom Tierkörper abgezogenen Häute werden vor Ort gereinigt, gesammelt, konserviert und den oft weit entfernten Lederfabriken zugeführt. Dort werden in den vorbereitenden Arbeiten der so genannten Wasserwerkstatt Anhangsgebilde (dies entfällt bei der Rauchwarenherstellung), das Unterhautbindegewebe und andere nicht lederbildende Eiweißstoffe entfernt. Die als Blöße bezeichnete bloßgelegte Lederhaut wird von den zum Hautaufschluss angewandten Chemikalien befreit, gegerbt und anschließend für den Verwendungszweck durch Fetten, Trocknen und Färben zugerichtet.

Ein gravierendes Problem der Lederherstellung ist die Umweltbelastung, vor allem die Abwasserbelastung von etwa 25 m<sup>3</sup> Wasser pro gewonnener Tonne Leder. Etwa 50 % der angelieferten Rohhautmenge gehen als ungegerbte (Leimleder) oder gegerbte Abfälle (Falzspäne) sowie mit dem Abwasser verloren. Nur ein geringer Teil der festen Hautabfälle wird zu Gelatine oder Leim verarbeitet, der weitaus größte Teil wird nach dem Entwässern deponiert. Ebenfalls beachtlich ist die durch Geruchsbelästigung auffallende Luftverschmutzung.

## 3.2 Vorbereitung für die Gerbung

### 3.2.1 Konservierung

Um die vom Tierkörper abgezogene und gereinigte so genannte grüne Haut vor Fäulnisschäden während Lagerung und Transport zu bewahren, wird sie durch Absenken des Wassergehalts auf 40 % konserviert. Die gängigste und abwasserbelastendste Konservierungsmethode ist das Nass-Salzen in einer gesättigten Salzlösung mit anschließender Trocknung bei Raumtemperatur. Eine Konservierung kann jedoch auch durch alleinige Lufttrocknung, Trocken-Salzen, Einlegen in eine schwefelsaure Kochsalzlösung oder eine essigsäure Natriumsulfidlösung oder durch Behandlung mit verschiedenen Bakteriziden erfolgen.

### 3.2.2 Wasserwerkstatt

Zu Beginn der Arbeiten in der Lederfabrik erhält die durch Wasserentzug konservierte Haut beim Weichen ihre ursprüngliche Weichheit durch Bewegen in einer alkalischen Weichlösung – die zusätzlich eine leichte Quellung hervorruft – zurück.

Die Anhangsgebilde der oft im Verlauf der Weiche vorentfleischten Häute werden meist durch Äschern oder Schwöden entfernt. Zum Äschern wird das Hautmaterial in eine Äscher-Brühe eingelegt oder darin bewegt. Das in der Brühe enthaltene Calciumhydroxid lockert durch alkalische Quellung die Struktur des Kollagen-Gewebes auf, wandelt Asparagin in Asparaginsäure um und löst nicht kollagene Proteine. Das ebenfalls in der Brühe enthaltene Natriumsulfid bzw. Natriumhydrogensulfid löst die Disulfid-Brücken des Cystins im Keratin von Haaren und Epidermis. Beim Schwöden wird ein hochviskoser Brei aus Kalk, Natriumsulfid, einem Verdickungsmittel und Wasser auf das Hautmaterial aufgetragen, das schnell und gleichmäßig von den hochkonzentrierten Chemikalien durchdrungen wird. Aufgrund der starken Luftbelastung durch beim Äschern entstehenden Schwefelwasserstoff werden zunehmend andere Enthaarungs- und Hautaufschlussmethoden, wie z. B. die bakterielle bzw. enzymatische Behandlung der Haut, angewendet.

Die anschließend von Hand oder mittels Entfleischmaschine entfleischte Haut kann in zwei Schichten, den oberen Narbenspalt (Voll- und Narbenleder) und den unteren Fleischspalt (Spaltleder), gespalten werden. In vielen Gerbereien wird schon vor dem Äschern entfleischt und erst nach der Gerbung gespalten.

Zur Entfernung bzw. Neutralisation der Äscherchemikalien wird die Blöße beim Entkälken mit nicht quellenden organischen Säuren und deren Salze gewaschen. Die durch das Äschern hervorgerufene Quellung der Haut wird durch das Beizen mit enzymatischen Mitteln beseitigt.

Die entkälkte und gebeizte Blöße muss vor dem Einwirken der Gerbstoffe sauer (pH 3–4) eingestellt werden, da eine Reihe von Gerbstoffen im alkalischen Milieu nicht wirksam sind. Um eine saure Quellung des Kollagens zu vermeiden, wird das Wasseraufnahmevermögen durch Zusatz einer Ameisensäure Kochsalzlösung herabgesetzt.

## 3.3 Gerbung

### 3.3.1 Allgemeines

Die ungegerbte Haut ist nur durch den hohen Wassergehalt weich und biegsam; im getrockneten Zustand kleben die Kollagenfasern zwischenraumlos zusammen. Das Gerben dient der stärkeren Vernetzung der Kollagenfasern untereinander, wodurch das Quellvermögen in Wasser stark herabgesetzt wird. Diese Faservernetzung kann mit unterschiedlichen Substanzen, den Gerbstoffen, und nach verschiedenen Prinzipien erfolgen. Als gerbende, d. h. sich mit dem Kollagen verbindende Substanzen, können anorganische Salze mit komplexbildenden Eigenschaften, polyaromatische oder aliphatische Verbindungen dienen. Je nach Art und Verhalten der Gerbmittel sind Gerbverfahren und Eigenschaften des dabei erhaltenen Leders unterschiedlich.

### 3.3.2 Chromgerbung

Bei dem heute überwiegend benutzten Einbadverfahren werden die Blößen in einem rotierenden Gerbfass in einer Chrom(III)-Salzlösung, oft Chromsulfat, bewegt. Im anfangs durch komplexbildende organische Säuren sauer gehaltenen Milieu (Maskierung des Gerbstoffes) dringen die Chromsalze wegen ihrer geringen Bindungstendenz schnell weit und gleichmäßig in die Haut ein. Mit fortschreitender Gerbdauer wird die Basizität der Chrombrühe durch Zusatz von Alkali erhöht (Abstumpfen), wodurch die Bindung des Chromgerbstoffes an die Kollagenfaser einsetzt. Eine sehr gute Gerbwirkung wird mit einer Basizität von etwa 33 %, das entspricht einer Lösung von  $\text{Cr}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$ , oder 50 %, das entspricht einer Lösung von  $\text{Cr}_4(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_3$ , erreicht. Nach der Gerbung wird das Leder gründlich gewaschen und mit Hydrogencarbonat oder Puffergemischen von darin gelösten Säuren befreit.

### 3.3.3 Andere Gerbmethode

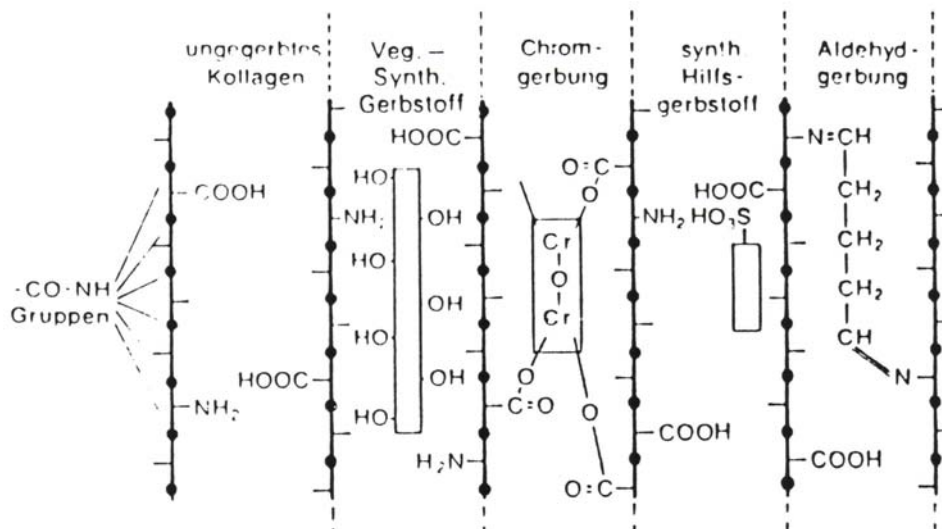
Neben der Chromgerbung und der Gerbung mit vegetabilen bzw. diesen nahe stehenden synthetischen Gerbstoffen haben andere Methoden nur geringe und lokale wirtschaftliche Bedeutung.

Vegetabil wird besonders Schaf- und Bekleidungsleder gegerbt, der Gerbvorgang erfolgt meist in Gruben (ruhende Gerbung). Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, dass nicht mehr Gerbstoff in die Haut eindringt als diese binden kann und somit nicht wieder ausgewaschen werden braucht. Da für viele Zwecke helles Leder bevorzugt wird, werden vegetabil gegerbte Leder mit Bleichmitteln nachbehandelt.

Die Sämischerbung, bei der die entkalkte und gebeizte Blöße mit Tran geknetet wird, findet hauptsächlich zur Herstellung von Fensterputz-, Autopolier- oder Bekleidungsleder Anwendung.

Die übrigen Gerbart werden meist in Kombination mit der Chromgerbung oder der vegetabilen Gerbung eingesetzt; Anwendung finden die Formaldehyd- bzw. Glutaraldehydgerbung und die Gerbung mit Aluminium- oder Zirkoniumsalzen. Zur Nachgerbung, die auch mit Fetten und Färben im selben Arbeitsgang stattfinden kann, werden auch Harzstoffe auf Harnstoff- oder Melaminbasis eingesetzt. Die Nachgerbung erfolgt, um eine dichtere Faserstruktur zu erreichen und um Narben zu verfeinern oder zu verdichten.

Abb. 3 verdeutlicht die unterschiedliche Wirkweise von einigen Gerbstoffen. Während bei der vegetabilen Gerbung und nahe stehenden synthetischen Gerbstoffen ausschließlich eine Vernetzung über Wasserstoffbrücken erfolgt, kommt es bei den synthetischen Hilfsgerbstoffen zur Ausbildung der stärkeren ionischen Bindungen.



**Abb. 3.** Gerbstoffe. – Unterschiedliche Wirkweise durch unterschiedliche Vernetzung.

Eine kovalente Vernetzung findet bei der Aldehyd-, Isocyanat- und Mineralgerbung, z.B. der Chromgerbung, statt. Sie ist anderen Vernetzungsarten aufgrund der Festigkeit überlegen, so ist Chromleder auch im heißen Wasser sehr quellbeständig.

### 3.4 Zurichtung von Leder

Als Zurichtung bezeichnet man die Summe aller Veredelungsmaßnahmen nach dem Gerben, z.B. Falzen, Fetten und Färben. Die Zurichtung soll einen Schutz der Lederoberfläche gegen chemische und mechanische Einflüsse sowie die gewünschten optischen und grifflichen Eigenschaften bedingen.

Die Färbung des Leders erfolgt entweder gleichzeitig mit dem Nachgerben als Anilinfärbung oder anschließend als Pigment-, oder Spritzfärbung. Durch Behandeln mit Fetten oder Ölen werden die Faserzwischenräume bei fortschreitender Trocknung aufgefüllt, so dass das Leder weich und geschmeidig wird. Je intensiver die anschließende Trocknung ausfällt, desto fester wird das Leder.

## 4 Literatur

- [1] *Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie*, VCH, Weinheim 1978.  
 [2] <http://www.lederhaus.de/> (05.2001).