Ökologischer Vergleich verschiedener Gerbarten aus dem Jahre 1999

Bernhard Trommer; H.-J. Kellert;

Forschungsinstitut für Leder- und Kunstledertechnologie gGmbH, Freiberg

Einleitung

Kollagen ist ein vielseitiges Biopolymer und besitzt als nachwachsender Rohstoff globale Bedeutung. Schätzungsweise 4 Millionen Tonnen reines Kollagen in Form von Häuten und Fellen werden jährlich weltweit industriell und gewerblich verarbeitet. Rund 70 % der Lederfabrikation basiert auf Großviehhäuten der Fleischindustrie (Rinder, Büffel), das heißt, die Lederindustrie übernimmt die Rolle eines entsorgenden Industriezweiges. Die weltweiten Ressourcen an Großvieh, die jährlich zur Gewinnung von Rohhäuten verfügbar sind, stiegen in den letzten 25 Jahren stetig an und umfassen heute schätzungsweise 300 Millionen geschlachtete Tiere.

Etwa 80 - 90 % aller gebräuchlichen Lederarten werden durch Chromgerbung hergestellt. Für Chromleder liegen seit 100 Jahren praktische Erfahrungen bezüglich Herstellung, Verarbeitung und Gebrauchswert vor. Da Schwermetalle allgemein als Umweltschadstoffe gelten, wuchs mit dem Umweltbewusstsein auch die Kritik an der Gerbung mit Chrom-ÜI-Salzen. Industrie und Forschimg reagierten mit einer Vielzahl von wissenschaftlichen Untersuchungen, neuen Technologien und verbesserter Umwelttechnik. Die Kritik an der Herstellung und dem Gebrauch von Chromleder hält jedoch weiter an. Die Herstellung chromfreier, sogenannter „Öko-„ oder „Bioleder“ wird vermehrt propagiert. Das Wissen über die Umweltauswirkungen der Technologien, die sich hinter diesen unscharfen Begriffen verbergen, fehlt oder ist im Vergleich zur Chromgerbung sehr mangelhaft. Der Verzicht auf Chrom wird häufig a priori als umweltfreundlich eingestuft, ohne dass die neuen Herstellungsverfahren in ihrer gesamten Sach- und Wirkungsbilanz jemals einer Prüfung unterzogen wurden. Vergleiche oder Entscheidungen zugunsten alternativer Technologien können deswegen nicht objektiv getroffen werden.

Summary

Ecological Comparison of Various Tonnage Types

Four representative Standard processes of upholstery leather manu-facture were compared in a pilot scale, to make an ecological comparison between various types of tannage. Process no. 1, conventional chrome tannage, served as reference Standard and control group. Process no. II represented the wet-white processes using synthetic tan-ning agents, while process no. III stood for the class of combination tannage processes based on pretanning with glutardialdehyde and chrome retannage. A vegetable tanning process with wattle extract was used as process no. IV. An experimental determination and evaluation of more than 100 ecological, environmentally-technical, economic, and quality Parameters was made to compare the tannage types.

Für die Wertschöpfung der deutschen Lederindustrie besitzen hochwertige Leder aus Großviehhäuten für die Möbel- und Automobilindustrie überragende Bedeutung. Seitens der Produzenten besteht deshalb ein großes Interesse und die Bereitschaft, sowohl Verfahrens- als auch produktseitig umweltschonend vorzugehen. Bei einer teilweisen oder vollständigen Ablösung der Gerbung mit Chrom-IH-Salzen sind jedoch die Auswirkungen auf Ökologie, Qualität und Kosten nicht ohne weiteres durchschaubar.

Mit den Mitteln einer vergleichenden Ökobilanz wurde versucht, die Zusammenhänge zwischen Gerbart und Ökologie für die Lederart Möbelleder zu verdeutlichen. Die Ergebnisse, die dabei erzielt wurden, sind prinzipiell auch auf Automobilleder übertragbar. Für andere Lederarten wie Oberleder, Bekleidungs-und Täschnerleder können die Aussagen nur eingeschränkt gelten, da die Technologien zur Herstellung dieser Lederarten stark von ihrer späteren Verwendung geprägt sind. Das Forschungsprojekt wurde am Forschungsinstitut für Leder- und Kunstledertechnologie Freiberg in Kooperation mit dem Lederinstitut Gerberschule Reutlingen durchgeführt.

Methoden und Verfahren

Eine Produktökobilanz im herkömmlichen Sinne umfasst das Sammeln und Aufbereiten von Daten zum gesamten Lebensweg eines Produkts von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Entsorgung. Dir Ergebnis wird stark von der Zugänglichkeit und der Qualität des Datenmaterials beeinflusst Im vorliegenden Fall wurde nur der Hauptabschnitt zur Herstellung des Werkstoffs Leder, das heißt die Gerbung, betrachtet. Methodisch stützte sich die Arbeit auf den Normentwurf „Produkt-Ökobilanzen/ Prinzipien und allgemeine Anforderungen„ prEN ISO 14040:1996. Das Umweltbundesamt definiert das Ziel einer Ökobilanz wie folgt:

„Die Ökobilanz ist ein möglichst umfassender Vergleich der Umweltauswirkungen zweier oder mehrerer unterschiedlicher Produkte, Produktgruppen, Systeme, Verfahren oder Verhaltensweisen. Sie dient der Offenlegung von Schwachstellen, der Verbesserung der Umwelteigenschaften der Produkte, der Entscheidungsfindung in der Beschaffung und im Einkauf, der Förderung umweltfreundlicher Produkte und Verfahren, dem Vergleich alternativer Verhaltensweisen und der Begründung von Handlungsempfehlungen. Je nach der zugrundeliegenden Fragestellung wird dieser Vergleich um weitere Aspekte ergänzt, zum Beispiel einer Beurteilung der Umweltschutzeffizienz finanzieller Mittel. Aufgabe einer Ökobilanz ist es, die mit Produkten in Verbindung stehenden Wirkungen auf die Umwelt im Rahmen von Daten zu erfassen, transparent aufzubereiten und zu bewerten. In diesem Rahmen kommt ihr eine Optimierungs- und Vergleichsfunktion zu. Bei der Erstellung von Ökobilanzen ist deutlich zwischen der Sachbilanz und der Bewertung zu trennen.

Die Besonderheit der vorgestellten Arbeit besteht jedoch darin, dass nahezu alle Informationen experimentell gewonnen wurden und nicht aus Literaturdaten unterschiedlicher Quellen stammen. Die „Vertikalanalyse“ umfasste eine Risikobewertung der Hilfsmittel und folgte der Herstellung vom Zustand der geäscherten und gespaltenen Blößen bis hin zu den gefetteten und gefärbten Ledern unter Verzicht auf eine Zurichtung. Die „Horizontalanalyse„ konzentrierte sich auf die Bereiche Abwasser, Schlamm und Abfall einschliesslich deren Entsorgung und Verwertung. Die ökologischen Auswirkungen der Verfahren, ausgedrückt in Sach- und Wirkungsbilanzen der Abwasser- und Abfallfrachten, wurden mit den Kosten und der Qualität des Endproduktes in Beziehung gesetzt. Der konkreten stoffbezogenen Bilanz wurde gegenüber energetischen Betrachtungsweisen (CO2-Bilanz, Entropieansatz) der Vorzug gegeben.

Das Projekt zielte nicht auf die Gewinnung absoluter Umweltdaten, sondern bewertete im direkten

experimentellen Vergleich die gewählten Gerbverfahren. Die Suche nach absoluten Zahlen erschien für die Aufgabenstellung wenig sinnvoll, da die technologische Variationsbreite in der Lederherstellung sehr groß ist. Zudem kennt die Praxis kein Gerbverfahren für Möbelleder, welches sich im puristischen Sinne ausschliesslich auf ein Gerbmittel stützt. Die Herstellung hochwertiger weicher Leder basiert auf Kombinationen verschiedener Gerb- und Hilfsmittel. Die Zuordnung zu einem bestimmten Gerbverfahren kann vielmehr nur vom vorherrschenden mineralischen, synthetischen oder vegetabilischen Gerbstoff abgeleitet werden. Tabelle 1 zeigt alle Arbeitsschritte der Ökobilanz.

Tabelle 1:

Tabelle 1: Ablauf und Inhalt der vergleichenden Ökobilanz der Gerbarten

Arbeitsschritt	Arbeitsgegenstand
ZIEL UND BILANZRAUM FESTLEGEN	Problem, Kenntnisstand
	Nutzen, Anwendung, Zielgruppen
	Festlegung der zu betrachtenden Gerbarten
	Art und Umfang der Projektarbeit, Systemgrenzen
SACHBILANZEN ERSTELLEN	Vorketten und Risikobewertung der Hilfsmittel
	Prozeßzeiten, Massen, Flächen
	Rohabwässer Gerbung
	Rohabwässer Nachgerbung/ Naßzurichtung
WIRKUNGSABSCHÄTZUNG	Aquatoxizität der Rohabwässer
	Chemisch-mechanische Abwasserreinigung
	Anaerob-biologische Abwasserreinigung
	Aerob-biologische Abwasserreinigung
	Gerbereischlamm: Charakterisierung, Entsorgung
	Lederabfall: Charakterisierung, Entsorgung
VERGLEICH DER GERBARTEN	Fertigungsaufwand und Wirtschaftlichkeit
	Lederqualitäten, Schadstoffanalyse
	Umweltbelastungen
BEWERTUNG DER GERBARTEN	Gesamteinschätzung
	Qualität der Datenbasis
KRITISCHE PROJEKTBEGLEITUNG	Diskussion mit interessierten Fachkreisen
	Allgemeine Öffentlichkeitsarbeit

Ausgehend vom Stand der Technik chromfreier Gerbverfahren wurden drei repäsentative Technologien für weiche Leder ausgewählt. Die Rezepturen folgten Angaben und Empfehlungen von Hilfsmittelherstellern oder wurden der Fachliteratur entnommen und als Technologien II - IV bezeichnet. Technologie I bildete den Vergleichsmassstab und die Kontrollgruppe und

wurde als konventionelle Chromgerbung ausgeführt. Technologie II vertrat die Wetwhite-Verfahren auf Basis Glutardialdehyd und synthetischen Gerbstoffen. Technologie HI repräsentierte die Klasse der Kombinationsgerbungen mit einer Glutardialde-hydvorgerbung und einer anschliessenden Chromnachgerbung. Mit Technologie IV kam eine rein vegetabile Gerbart auf der Basis eines sprühgetrockneten Mimosaextrakts zur Anwendung. Eingesetzt wurden pro Versuchsgerbung 6 salzkonservierte Rindshäute mittlerer Masseklasse. Die Arbeitsschritte in der Wasserwerkstatt wurden für alle Technologien in gleicher Weise durchgeführt. Erst im Stadium der geäscherten und gespaltenen Blößen variierten die Technologien. Da die Qualität der Rohware großen Einfluss auf die Lederqualität nimmt, wurde nach dem Äschern jede Rindshaut entlang ihrer Rückenlinie halbiert und in zwei identischen Gefasssystemen weiterverarbeitet, wobei die jeweils linken Hälften als Kontrollgruppe (Technologie I) chromgegerbt und die jeweils rechten Hälften nach den Alternativtechnologien II - IV behandelt wurden. Eine entsprechende Markierung der Hälften sicherte

die exakte Zuordnung in jedem Stadium. Alle Randbedingungen wurden so konstant wie möglich gehalten, um zuverlässige und aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Insbesondere sollten die durch die Art der Gerbung determinierten Unterschiede in den Umweltauswirkungen herausgearbeitet werden.

Bemerkungen zur Vorkette der Gerbstoffe

Eine Produkt-Ökobilanz umfasst den gesamten Lebensweg von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Entsorgung. Im vorliegenden Falle wurde jedoch nur der Abschnitt eines Verfahrens zur Herstellung eines Werkstoffs, das heißt die Gerbung, betrachtet. Die Herkunft und Gewinnung der benötigten Hilfsmittel ist zu komplex, um auch nur einen Produktenpfad vollständig zu bilanzieren. Verschiedene Szenarien und Allokationen müssten für jeden Rohstoff oder jedes Vorprodukt betrachtet werden.

Abbildung 1:

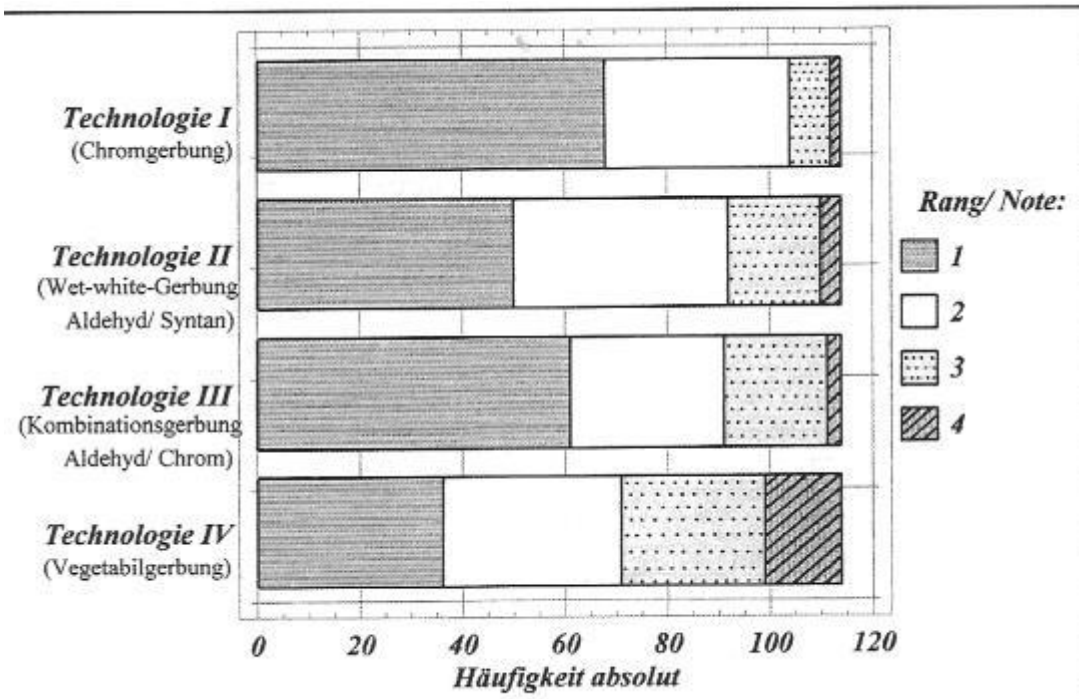


Abbildung 1: Vergleich der Gerbarten nach Rangzahlen für 114 Parameter

Bereits vor dem Einsatz entscheidet die Wahl der Hilfsmittel über mögliche Umweltbeeinträchtigungen. Hilfsmittel, die ein Gefahrgut darstellen, bilden ein Risiko bei Transport, Umschlag und Lagerung. Gemäß Richtlinie 91/155/ EWG hat jeder Hersteller in den Sicherheitsdatenblättern den Anwendern seiner Produkte umfassende Hinweise zur Handhabung bereitzustellen. Für alle eingesetzten Hilfsmittel wurde eine Riskobewertung auf der Basis der Sicherheitsdatenblätter erstellt. Die Qualität der Informationen ist sehr unterschiedlich. Sie reicht von einfachen Literaturverweisen bis zu detaillierten Angaben zur Schadstoffeliminierung, das Verhalten in Umweltkompartimenten, biologischen Tests und der WGK-Einstufung. Teilweise

werden Angaben zu den Summenparametern CSB, BSB5 oder TOC geliefert und Aussagen über eine mögliche AOX-Belastung getroffen.

Ergebnisse der Ökobilanz

Ökologische Auswirkungen der Gerbverfahren

Im Verlaufe des Projektes entstand eine Datenfülle, die an dieser Stelle unmöglich vollständig dargestellt werden kann und dem Studium des Projektberichtes vorbehalten bleiben muss4). Für die Darstellung der Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit wurden 114 Parameter aus dem Gesamtdatenmaterial ausgewählt. Alle vier Gerbaxten werden anhand dieser Parameter untereinander verglichen und Rangzahlen von 1-4 vergeben. Die Rangzahl 1 stellt die aus der jeweiligen Sicht günstigste Bewertung dar. Bei Vergleichen, die keine oder keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gerbarten erkennen liessen, wurde die mehrfache Vergabe einer Rangzahl zugelassen. Die 114 Parameter lassen sich in folgende Gruppen unterteilen:

1. 37 ökologische Parameter mit überwiegend qualitativer Aus sage
1. 26 ökologische Parameter mit überwiegend quantitativer Aussage
1. 17 umwelttechnische Parameter
1. 3 betriebswirtschaftliche Parameter
1. 31 Qualitätsparameter für die fertigen Leder

Abbildung 1 zeigt, wie oft jede Rangzahl in der Gesamtbewer tung für die Technologien I - IV vergeben wurde. Technologie I erhielt danach die Rangzahl 1 fast doppelt so häufig wie die Technologie IV. Auch im Vergleich mit den Gerbarten II und IQ fiel die Bewertung der Technologie IV häufig schlechter aus. Die relativ schlechte Bewertung der vegetabilen Gerbtechnologie Technologie IV) mag überraschen, ist aber bei einer detaillier ten Betrachtung des Datenmaterials leicht zu begründen.

Die mit der Lederherstellung verbundenen Umwelteinwirkungen basieren hauptsächlich auf dem hohen Wasserverbrauch und die besondere Zusammensetzung des Gerbereiabwassers.

Tabelle 2 und Tabelle 3:

Tabelle 2: Abwasseranalyse Mischabwasser Gerbung

Analyse	Technologie I	Technologie II	Technologie III	Technologie IV
CSB [g $O_2 \cdot l^{-1}$]	4,3	7,1	3,6	14,9
DOC [g·l^{-1}]	1,0	1,5	1,7	5,6
AOX [mg·l^{-1}]	5,9	1,0	5,8	8,4
Phenolindex [g·l^{-1}]	0,3	1,2	0,1	1,3
Aldehyde [mg·l^{-1}]	«1,0	9,9	22,0	0,9
G_L-Wert	14	18	44	340

Tabelle 3: Abwasseranalyse Mischabwasser Nachgerbung/ Naßzurichtung

Analyse	Technologie I	Technologie II	Technologie III	Technologie IV
CSB [g $O_2 \cdot l^{-1}$]	6,2	10,6	4,7	16,7
DOC [g·l^{-1}]	2,6	4,4	1,7	6,1
AOX [mg·l^{-1}]	0,2	0,15	0,08	0,1
Phenolindex [g·l^{-1}]	0,15	4,25	0,2	1,5
Aldehyde [mg·l^{-1}]	9,7	19,6	14,0	16,9
G_L-Wert	≤1.400	9.000	2000	≥2.000

Wichtige Parameter der Qualität der unbehandelten Abwassertypen zeigen Tabelle 2 und Tabelle 3. Besonders interessant ist die weitaus höhere Aquatoxizität der Nasszurichtflotten gegenüber den Abflotten bis zur Gerbung. Ein Maß für diese Toxizität ist der sogenannte GL-Wert. Er stellt das Ergebnis eines Leuchtbakterienschnelltests nach DIN 38412 Teil 34 dar. Wie ein Vergleich der GLrWerte der Tabellen 2 und 3 zeigt, verschieben sich die eigentlichen Umweltbelastungen in den Bereich der Nachgerbung/ Nasszurichtung speziell bei den alternativen Technologien II - IV. Dieser Sachverhalt wird bei ökologischen Bewertungen häufig nur unzureichend oder gar nicht dargestellt.

Neben den qualitativen Aspekten der ökologischen Bewertung, muss auch die Frage nach der Effizienz bei der Nutzung natürlicher Ressourcen beachtet werden. In der Kostenstruktur einer vollstufigen Gerberei entfallen 62 - 65 % auf die Rohware, 15 - 18 % auf die Hilfsmittel, 12 - 14 % auf die Personalkosten, 5 -10 % auf Entsorgung und Umweltschutz und 3 - 4 % auf Energie. Hinzu kommen die Gemeinkosten. Der Preis weicher Leder für die Möbel- und Automobilindustrie bestimmt sich über die verkaufte Fläche. Deshalb und wegen des überragenden Kostenanteils für den Rohstoff sind für die Wirtschaftlichkeit einer Lederproduktion die Qualität und das Flächenrendement bezogen auf die eingekaufte Rohhautmenge von außerordentlicher Bedeutung. Nach DIN 14040 verkörpert die funktionale Einheit einer Ökobilanz das Maß für den Nutzen eines Produktsystems und gestattet den Vergleich mit anderen Systemen. Dies ist im vorliegenden Fall die Lederfläche. In den meisten Forschungsarbeiten über die Umweltbelastungen bei der Lederherstellung wird als funktionale Einheit eine Tonne gesalzene Rohhaut verwendet. Zu den bekannten Fakten der Lederherstellung zählt jedoch, dass bei Rohware gleicher Qualität die Technologie über das Flächenrendement entscheidet. Deshalb wurden, ausgehend von den Versuchsdaten, bei der mengenmäßigen Bilanzierung der Umweltbelastungen diejenigen Abfaü-und Schadstoffmengen extrapoliert, die bei der Herstellung von 100 m2 Leder auftreten würden. Diese Abbildungen 2-3 illustrieren diese Herangehensweise. Die Abbildungen vergleichen

die entstehenden Umweltfrachten in den Prozessabschnitten Gerbung (Entkälkung bis Ende Gerbung) und Nasszurichtung (Nachgerbung, Färbung, Fettung). Da ein tabellarischer Vergleich unübersichtlich ist, wurde die grafische Darstellung als Sonnenstrahlendiagramm (Sun-Ray-Plot) gewählt. Sie gestattet den raschen Vergleich einer Vielzahl von Parametern mehrerer Objekte. Für jeden Parameter werden der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung aller betrachteten Objekte berechnet. Im Diagramm wird der dem Parameter zugeordnete Strahl so skaliert, dass der Halbradius den Mittelwert bildet und die Distanz bis zum Mittelpunkt beziehungsweise Aussenradius jeweils die dreifache Standardabweichung (± 3s) umfasst. Entsprechend dieser Skalierung wird für

jedes Objekt und jeden Parameter der zugehörige Messwert abgetragen und die Punkte miteinander verbunden. Die jeweilige Distanz zum Mittelpunkt stellt keine absolute Größe dar, sondern verdeutlicht das relative Verhältnis der betrachteten Objekte zueinander. Verändert sich die Zusammenstellung der Objekte, so ändert sich die Gestalt des Diagramms. Im konkreten Fall bildeten die vier Gerbarten die Objekte und die verschiedenen Abwasserfrachten die Parameter. Ohne Kenntnis der mathematischen Zusammenhänge können die Grafiken vereinfacht so interpretiert werden, dass Einzelpiks einer Gerbart gegenüber den anderen Technologien die Problemparameter darstellen, während die Gesamtfläche des Polygons die summarische Umweltbelastung zum Ausdruck bringt, das heißt mit der Größe der Fläche nehmen auch die Umweltbelastungen im Vergleich zu den anderen Technologien zu. Bei dieser Darstellungsweise ist ein Vergleich der Umweltfrachten der jeweiligen Technologien sehr einfach möglich. Die angegebenen Parameter haben folgende Bedeutung:

Abbildung 2:

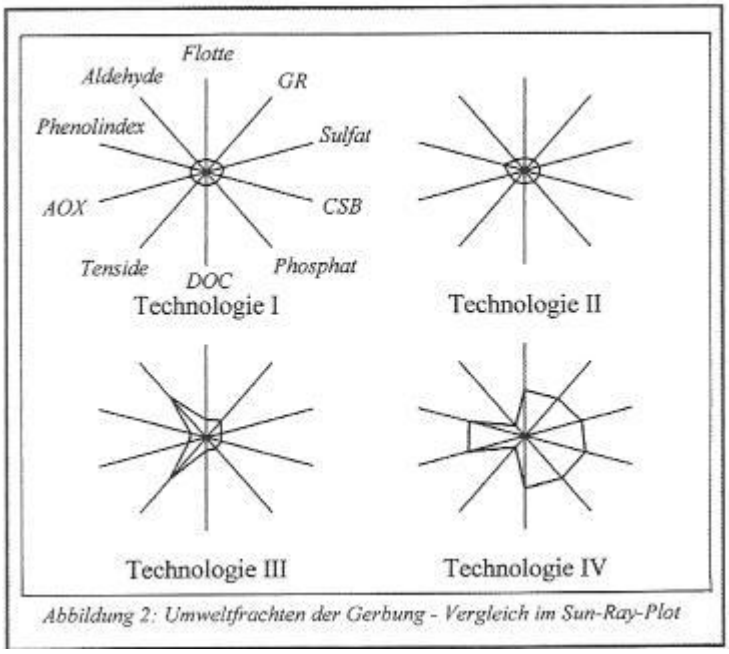


Abbildung 2: Umweltfrachten der Gerbung - Vergleich im Sun-Ray-Plot

Abbildung 3:

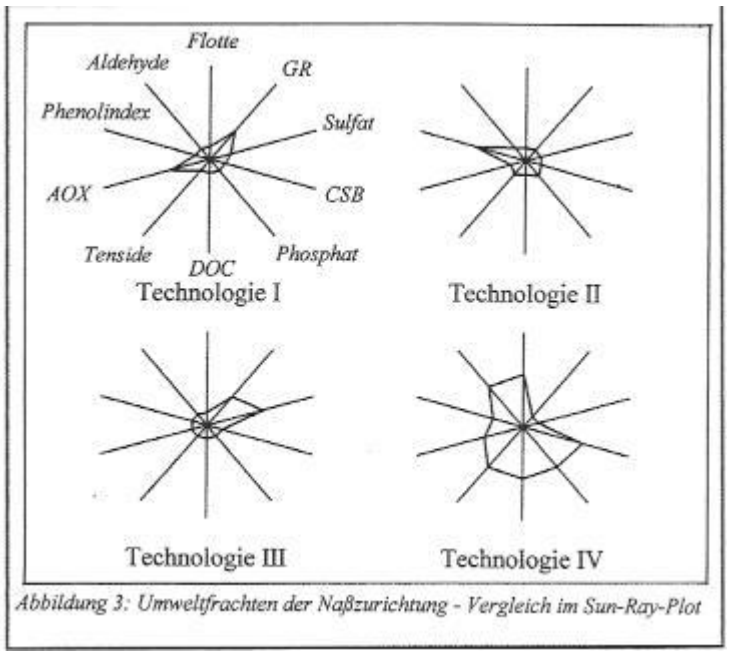


Abbildung 3: Umweltfrachten der Naßzurichtung - Vergleich im Sun-Ray-Plot

Flotte mV 100m²: benennt die entstehende Abwassermenge und stellt neben dem Flächenrendement und den Konzentrationswerten die zentrale Größe zur Berechnung der Abwasserfrachten dar.

GR kg/100m²: umfasst alle gelösten mineralischen Anteile einschliesslich der Schwermetalle. Die ökologische Bedeutung liegt in der Versalzung und der Einleitung von persistenten oder toxischen Stoffen (Schwermetalle). Hohe Salzkonzentrationen erschweren die Abwasserbehandlung und verursachen Korrosion.

Sulfat kg/ 100m²: birgt neben der Versalzung die Gefahr der mikrobiellen Schwefelwasserstoff- und Säurebildung und den damit verbundenen Schäden durch Korrosion (Betonkorrosion) und Störung anaerober Verfahren (zum Beispiel Schlammfaulung).

CSB [kgCO_2/ 100m^2]: stellt einen allgemeinen Summenparameter für die Sauerstoffzehrung im Abwasser dar. Über diesen Parameter wird der Reinigungsaufwand für Industrieabwässer ermittelt. Der CSB korreliert mit anderen Summenparametern wie BSB5 oder TOC. Diese Zusammenhänge gelten jedoch nur in engen Grenzen für das jeweilige Abwasser.

Phosphat [g/C100m²]: gilt als eutrophierender Abwasserinhaltsstoff. Phosphorverbindungen sind in Gerbereiabwasser meist nur in geringen Mengen enthalten. Häufig muss bei einer biologischen Reinigung zusätzlich Phosphat dosiert werden.

DOC [kg/C100m^2]: charakterisiert in Summe die Belastung des Abwassers mit gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen, die sowohl leicht abbaubare, persistente als auch toxische Inhaltsstoffe umfassen können.

Tenside [g/C1OOm^2]: im vorliegenden Falle wurden die anio-nenaktiven und nichtionogenen Tenside bestimmt. Tenside können zu Störungen der Abwasserbehandlung führen (Schaumprobleme, Sauerstoffeintrag). In Gewässern beeinträchtigen sie die Grenzflächenspannung und damit die Lebensbedingungen niederer Wasserorganismen und Kleinstlebewesen. Werden Tenside in der Abwasserbehandlung nur unvollständig abgebaut und gelangen in den Klärschlamm, so können sie die Eluierung von essentiellen Elementen oder Schwermetallen begünstigen und dadurch das Grundwasser gefährden.

AOX [g/C1OO m^2]: stellt einen Summenparameter dar, der die Anwesenheit halogenierter und an Aktivkohle adsorbierbarer Kohlenwasserstoffe zusammenfasst. Substanzen dieser Stoffgruppe sind entweder nur schwer oder biologisch überhaupt nicht abbaubar (persistent) oder wirken toxisch. In Gerbereiabwasser können sie zum Beispiel Spuren von Konservierungsmitteln signalisieren oder Hilfsmitteln entstammen, die solche Substanzen enthalten (zum Beispiel Fettungsmittel).

Phenolindex [kg/100m^2]: bezeichnet die Analyse des Gesamtphenolindexes (oxidativ-kupplungsfähige Substanzen). Mit diesem Parameter kann vor allem die Anwesenheit synthetischer und vegetabiler Gerbstoffe im Abwasser überprüft werden. Ein hoher Phenolindex ist gleichzeitig mit einer hohen Aquatoxi-zität verbunden.

Aldehyde g/100m^2]: der Parameter wurde aus der Summe von Form- und Glutardialdehyd gebildet. Beide Substanzen gelten als stark umweltbelastend und besitzen eine sehr hohe Aqua-toxizität. Ihre Wirkung ist gegenüber nitrifizierenden und anaeroben Bakterien besonders stark.

Der Ttypus der jeweiligen Gerbart spiegelt sich im Vergleich der Abwasserfrachten der Gerbung und der Nachgerbung/ Nasszurichtung (siehe Abbildung 2 und 3) wider. Technologie I zeigt in der Gerbimg einen Peak für Sulfat, während der Einsatz von Syntanen in Technologie II durch einen Peak beim Phenolindex abgebildet wird. Insgesamt setzt sich Technologie IV mit Ausnahme der stark toxischen Stoffgruppen Aldehyde und Phenolindex im Diagramm deutlich von den übrigen Gerbverfahren ab.

Technologie I verursachte, abgesehen von der Sulfatbelastimg und der bekannten Chromproblematik, die geringsten Abwasserfrachten pro Produktionseinheit. Im Pickel der Technologie II wurden die anorganischen Komponenten durch organische Säuren und Salze substituiert und dadurch die Salzfracht drastisch vermindert.

Durch die Art der grafischen Bearbeitung werden Umweltbelastungen sichtbar, die bei einer ausschliesslichen Betrachtung der Konzentrationen der Abwasserinhaltsstoffe verborgen bleiben (siehe Tabellen 2 und 3).

Abbildung 4 und Abbildung 5:

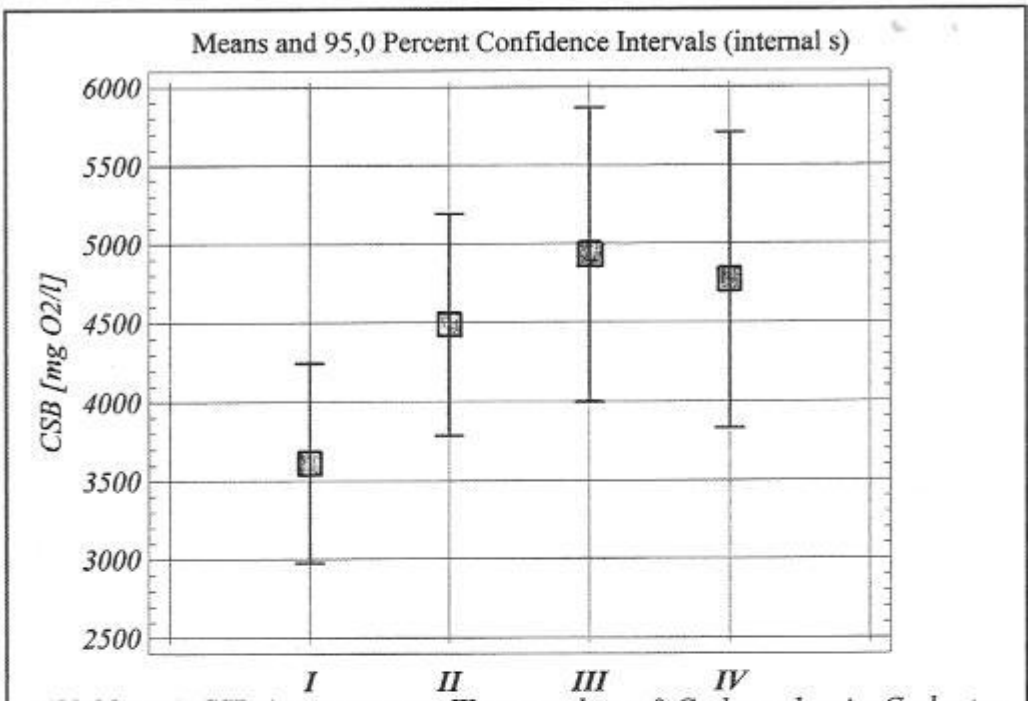


Abbildung 4: CSB-Ausgangswerte Wasserwerkstatt & Gerbung der vier Gerbarten

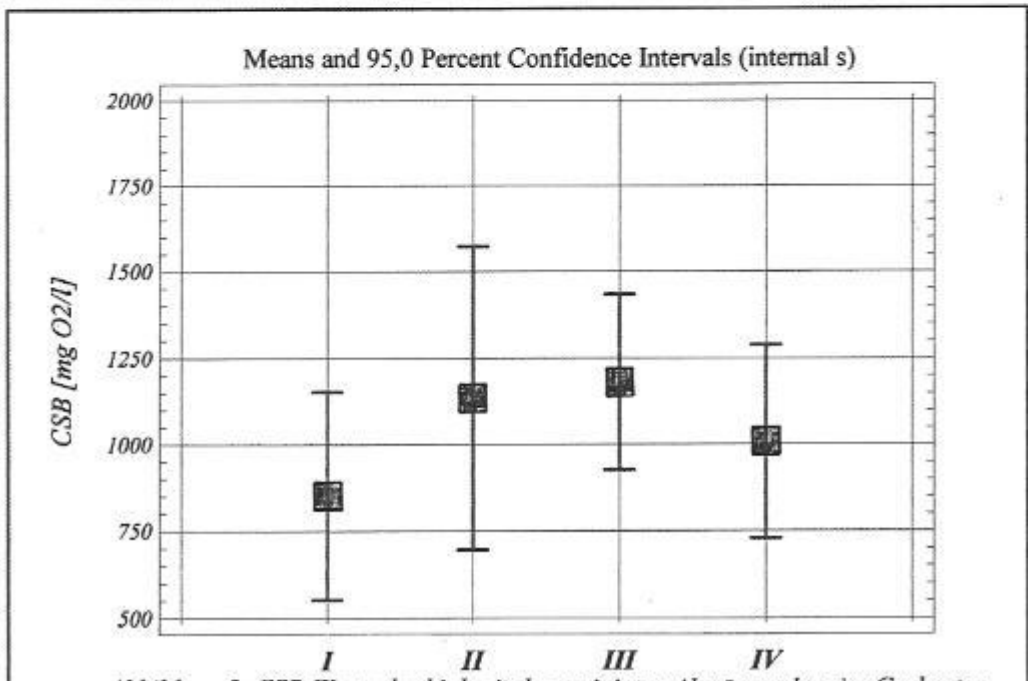


Abbildung 5: CSB-Werte der biologisch gereinigten Abwässer der vier Gerbarten

Im Rahmen des Gesamtprojektes wurde die Wirksamkeit weiterer bekannter Verfahren zur Abwasserreinigung erprobt. Da in der Praxis die Gesamtstrombehandlung dominiert, wurden auch in diesem Fall die Abwässer aus Wasserwerkstatt und Gerbung gemeinsam behandelt. Die stark alkalischen Abwässer der Wasserwerkstatt flocken spontan mit den sauren Gerbrestflotten aus. Dieser synergistische Effekt wird traditionell in den Gerbereien ausgenutzt. Der entstehende Primärschlamm wurde vor den Versuchen abgetrennt. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die jeweiligen arithmetischen Mittelwerte und die Vertrauensbereiche der CSB-Analysen vor und nach einer biologischen Reinigung nach dem Belebtschlammverfahren. Die Spontanflockun der vermischten Abwässer nivellierte bereits deutlich die Unterschiede zwischen den vier Rohabwässern, wobei die Wirkung bei der Technologie I wegen der fallenden Wirkung der Chromhydroxidflocken am stärksten war. Nach der biologischen

Behandlung waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den CSB-Mittelwerten mehr festzustellen. Im Wirkungsgrad zeigte das Belebtschlammverfahren bei allen Technologien vergleichbare Ergebnisse. Die Abbauraten erreichten für den CSB 70 - 80 % und für den BSB5 97 -100 %, wobei die Differenz zwischen den beiden Parametern auf persistente Stoffe hinweist.

Erst der Bezug auf die funktionale Einheit der Ökobilanz, berechnet als CSB-Restfracht in kg 02 pro 100 m2 Leder, lässt eine Unterscheidung der Gerbarten zu. Werden aus den Mittelwerten der experimentell gewonnenen Daten die theoretischen Restfrachten für die Technologien I-IV berechnet, so verhalten sich diese wie 1,0 : 1,7 : 1,8 : 2,0. Für das gleiche Produktionsergebnis würde also die Technologie IV etwa die doppelte CSB-Fracht gegenüber der Technologie I nach der beschriebenen Abwasserbehandlung verursachen. Im Rahmen des Projekts wurde auch die Wirkung einer anaerob-biologischen (Festbettreaktor) und einer chemisch-mechanischen Abwasserbehandlung (Flockung/Fällimg) erprobt. Erstere zeigte sich für alle vier Technologien als ungeeignete Methode. Bei den Fällungsversuchen nach einem einheitlichen Verfahren, erzeugte das Abwasser der vegetabilen Gerbung (Technologie IV) einen sehr voluminösen und schlecht entwässerbaren Schlamm. Der spezifische Filterkuchenwiderstand bei einer Druckfiltration über ein für Kammerfilterpressen übliches technisches Filtergewebe wurde für alle vier Gerbereischlämme bestimmt. Der Wert für die Technologie IV lag zwei Dekaden über denen der Schlämme aus den Technologien I bis III. Das Problem kann um den Preis einer hohen Dosierung an Hilfsmitteln behoben werden, verursacht dann aber eine noch höhere Menge an Gerbereischlamm.

Der entwässerte Schlamm aus der mechanisch-physikalischen Abwasserbehandlung und die bei der Dickenregulierung der Leder entstandenen Falzspäne wurden einem Eluattest nach DIN 38314 S4 zur Prüfung der Deponierfahigkeit unterzogen. Gemessen an den gesetzlichen Vorgaben der TA-Abfall beziehungsweise TA-Siedlungsabfall, fielen die TOC-Eluate für die untersuchten Schlamm- und Lederproben unzulässig hoch aus. Die Eluate der Falzspäne aus den Technologien II und HI lieferten sehr hohe Konzentrationen beim Phenolindex. Aus dem Schlamm der Technologie I eluierte 0,4 mg/1 und aus den Wetblue-Spänen 113,5 mg/1 Chrom. Sechswertiges Chrom wurde nicht nachgewiesen. Neben einer Literaturrecherche zu Formen der Abfallverwertung wurden auch praktische Untersuchungen durchgeführt. Die Falzspäne der Versuche wurden zwei renommierten Herstellern von Lederfaserwerkstoff (Lefa) und Eiweißhydro-lysaten zur Prüfung übergeben. Erwartungsgemäß zeigten die Lefa-Muster aus den Falzspänen der Technologien I und IV gute bis sehr gute Eigenschaften, während die Wetwhite gegerbten Falzspäne der Technologien ü und in nur sehr minderwertige Lefa-Produkte lieferten. Die Versuche zur Hydrolyse von Falzspänen zeigten, dass nur die Chromfalzspäne aus Technologie I sich als Rohstoffbasis für die Gewinnung von Hydrolysat eigneten.

Vergleich der Lederqualitäten

Änderung am Herstellungsverfahren eines Werkstoffs aus ökologischen Gründen sind nur dann erfolgreich, wenn der Abnehmer der Ware die entstehenden Kosten und die Qualität akzeptiert. Die Qualitätsparameter für Leder umfassen sehr unterschiedliche Aspekte. Neben den ökologischen Gesichtspunkten darf ein umweltschondend produziertes Leder keine Schwächen in der Verarbeitung zeigen, muss alle Gebrauchseigenschaften erfüllen, pflegeleicht und hygiensch

einwandfrei sein und unter Umständen speziellen Sicherheitsaspekten (zum Beispiel Entflammbarkeit) genügen. Ein langlebiges und hochwertiges Produkt ist in seiner Ökobilanz hinsichtlich Energie- und Ressourcenverbrauch in vielen Fällen minderwertigen Recyclingprodukten überlegen. Dies gilt ganz besonders für Möbel- und Automobilleder. Langlebigkeit und ästhetische Kriterien stellen wesentliche Qualitätsparameter für diesen Werkstoff dar.

Die Lederqualitäten wurde bereits in den Gesamtvergleich der Gerbarten aufgenommen (siehe Abbildung 1). Im folgenden soll auf die spezifischen Besonderheiten dieser vom Standpunkt des Herstellers und Verbrauchers wichtigsten Parameter eingegangen werden. Zur Charakterisierung der Leder wurden 46 Prüfverfahren angewandt, um die wahre Leistungsfähigkeit der Technologien I - IV hinsichtlich der Qualität der damit erzeugbaren Leder beurteilen zu können. Die Untersuchungen wurden in 4 verschiedene Kategorien unterteilt:

- Chemische Lederprüfung (12 Einzelwerte -Tabelle4-}
- Mechanisch-physikalische Lederprüfung (9 Einzelwerte - Tabelle 5 -)
- Gebrauchswertrelevante Lederprüfung (17 Einzelwerte - Tabelle 6 -)
- Prüfung haptischer Ledereigenschaften und visuellen Beur teilung der Leder (8 Parameter - Tabelle 7 -).

Die Tabeüen 4 - 7 fassen die ermittelten Ergebnisse der Lederprüfung zusammen. Es wurden die klassischen Prüfverfahren angewandt, die allgemein wichtige Aussagen zur Lederqualität erlauben. In allen Fällen wurden die zu untersuchenden Leder nach DIN 53303 Tl klimatisiert und soweit möglich, die Prüfkörper für die Untersuchungen nach DIN 53302 Tl und T2 aus den Ledern entnommen.

Die in den Tabellen angegebenen Werte stellen jeweils Mittelwerte aus mindestens drei separaten Untersuchungen dar. Im Falle der Leder aus der Kontrollgruppe (Technologie I) war es möglich und sinnvoll, die Standardabweichungen s zu berechnen, da ausreichend Probematerial zur Verfügung stand.

Tabelle 4:

Chemische Lederprüfung

Parameter/Standard/Maßeinheit	Technologie I		Technologie II	Technologie III	Technologie IV
pH-Wert, wässriger Auszug DIN 53312	3.60	s= 0.09	3.90	3.6	4.2
Wassergehalt, DIN 53304 [%]	13.20	s= 0.65	11.20	11.3	8.90
Gesamtauswaschverlust, DIN 53307 [% TS]	0.80	s= 0.10	1.30	0.9	2.85
Extrahierbare Stoffe,DIN 53 306 [% TS]	13.90	s= 1.30	10.50	9.7	7.65
Gesamtasche, DIN 53 305 [% TS]	4.60	s= 0.40	0.85	3.4	0.60
Wasserunlösliche Asche, DIN 53 305 [% GR]	4.00	s= 0.30	0.50	2.9	0.40
Chrom (III) als Cr_2O_3, AAS-Analyse [% TS]	4.14	s= 0.40	0.30	1.9	0.15
Chrom (VI), DIN 53 314 [mg/kg TS]	n.n.	7.3	n.n.	n.n.	n.n.
Formaldehyd, DIN 53 315 [mg/kg TS]	5.00		3	3	n.n.
Glutardialdehyd, DIN 53 315 B [mg/kg TS]	n.n.		n.n.	n.n.	n.n.
Azofarbstoffe, DIN 53316 [mg/kg TS]	n.n.		n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlorphenol, DIN 53 313 [mg/kg TS]	n.n.		n.n.	n.n.	n.n.

Tabelle 4

Die Ergebnisse der chemischen Lederprüfung sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Die Prüfung der pH-Werte der wässrigen Auszüge ergab Werte zwischen 3,6 und 4,2. Diese Werte sind generell akzeptabel, da allgemein für Möbelleder ein pH-Wert von 3,5 gewünscht wird. Dies trifft auch für den Wassergehalt und den Gesamtauswaschverlust zu. So gibt es zwar keine direkten Anforderungen an

den Wassergehalt von Möbel- oder Automobilleder, aber aus Beispielen für technische Lieferbedingungen ist zu entnehmen, dass Werte von 8 - 16 % und teilweise auch von 12 - 20 % gefordert werden. Der Gesamtauswaschverlust sollte sich in der Größenordnung von < 7 % bewegen, was von allen Ledern leicht erreicht wurde. Selbst die strengeren Anforderungen (< 1,5 %), die für Schuhoberleder gelten, werden mit Ausnahme von Leder nach Technologie IV erreicht. Bei dem Prüfwert „extrahierbare Stoffe“ schneidet das Leder nach Technologie I weniger gut ab, liegt aber im tolerierbaren Bereich von 5 -18 %. Dieser Wert wird bei allen anderen Technologien unterschritten. Gleiches trifft zu für den Chromoxidgehalt, der natürlich bei den Ledern der Kontrollgruppe erwartungsgemäß relativ hoch ist, sich aber im akzeptablen Bereich von 3 - 5,5 % bewegt. Der bei kombinierten Gerbverfahren angestrebte Wert von mindestens 0,8 % wird von Ledern aus Technologie III sicher erreicht.

Der Anteil an Schadstoffen, die in Leder vorkommen können, wie zum Beispiel Pentachlorphenol, verbotene Azo-Farbstoffe und freies oder teilhydrolytisch abspaltbares Formaldehyd, lag ebenfalls erwartungsgemäß unter den vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Werten, beziehungsweise unter der jeweiligen Nachweisgrenze der Analysenverfahren.

Tabelle 5:

Mechanisch - physikalische Lederprüfung

Parameter, Standard, Maßeinheit	Technologie I		Technologie II	Technologie III	Technologie IV
Schrumpfungstemperatur [°C]	100		77	92	87
Dicke, DIN 53 326 [mm]	1.6	s = 0.3	1.8	2	2.2
Rohdichte, DIN 53328 [g/cm³]	0.6	s = 0.03	0.6	0.6	0.7
Maximale Zugkraft, DIN 53 328 [N]	360	s = 219	272	413	500
Zugfestigkeit, DIN 53 328 [N/cm²]	2.203	s = 866	1.580	2.148	2.122
Weiterreißkraft, DIN 53 329 [N]	65	s = 48	58	77	56
Weiterreißfestigkeit, DIN 53 329 [N/cm]	386	s = 188	338	389	236
Tensometer-max.Berstdruck- DIN 53 323, [bar]	9.4		14.6	15	15
Tensometer-max.Dehnung- DIN 53 323 [% A_0] max.	44	s = 10	53	45	33
Tensometer - Dehnung irrevers. bei p = 5 bar DIN 53 323 [% A_0]	22	s= 5.4	27.6	21	20

Tabelle 5

Bei der Prüfung auf Chrom (VI) an Ledern aus der Technologie I ergab sich an einem von insgesamt fünf Ledermustern ein positiver Befund nahe der Nachweisgrenze der angewandten

Methode nach DIN 53314. Nach einer Lagerung von fünf Monaten wurde an diesem Ledermuster kein Chrom (VI) nachgewiesen.

Die Werte von 5 und 3 ppm für Formaldehyd bei Ledern aus Technologie I - HI stimmen mit Erfahrungen aus der täglichen Prüfpraxis überein. Offensichtlich stammen diese kleinen Mengen aus Lederhilfsmitteln, die zur jeweiligen Rezeptur gehören.

Die in der Tabelle 4 aufgeführten weiteren Schadstoffe Glutardialdehyd, Azo-Farbstoffe, die verbotene Amine abspalten können, und Pentachlorphenol konnten generell nicht nachgewiesen werden. Zur Erinnerung sei angefügt, dass in Deutschland noch immer folgende Grenzwerte beziehungsweise Erfassungsgrenzen gelten. Bei Pentachlorphenol beträgt der Grenzwert nach wie vor noch 5 ppm.

Höhere Werte sind gesetzlich verboten. Ein Azofarbstoff ist dann als verbotener Stoff anzusprechen, wenn bei seiner Reduktion (nach DIN 53316) mehr als 30 ppm bestimmter, verbotener aromatischer Amine festgestellt werden. Für die Aldehyde (als Summenparameter) gibt es derzeit keine begrenzenden gesetzlichen Vorschriften sondern lediglich Empfehlungen von Prüfinstituten, die sich im Bereich von 150 - 200 ppm bewegen.

In Tabelle 5 sind die Prüfwerte der physikalischen Prüfung zusammengefasst. Die sogenannte Schrumpf lingstemperatur ist ein Maß, das Aussagen zur maximal möglichen Temperaturbelastung des Leders zulässt. Wird der gefundene Wert überschritten, reagiert das Leder mit einer drastischen Verringerung seiner Fläche und in abgeschwächter Form mit einer Zunahme seiner Dicke. Die Temperatur, bei der dieser Schrumpfungsprozess einsetzt, ist von vielen Parametern aber in erster Linie von der Art der verwendeten Gerbstoffe abhänig. Während für eine rohe Haut die Schrumpfungstemeratur von 60 - 65 °C gilt, werden für pflanzlch gegerbte Leder Werte von 70 - 80 °C, für Formaldehyd gegerbte Leder Werte von 75 °C - 85°C und für chromgegerbte Leder Werte von 85 - 100 °C erreicht. Nach diesen Erfahrungswerten zu urteilen, befinden sich alle hergesteööten Leder in Toleranzbereichen und repräsentieren damit eindeutig die verschiedenen Gerbtechnologien.

Abgesehen davon dass die Dicke der Leder, gemessen an üb,ichen Möbelledern, generell zu hoch ist (geforderte Werte liegen zwischen 1,1 und 1,4mm), zeigt dieser Parameter ebenfalls den starken Einfluss der Gerbmittel. Obwohl die Falzstärke bei allen Technologien auf enorme Fertigöederdocle von 1.1 mm eingestellt war, wurden generell höhere Lederdicken erreicht.

In den Festigkeitsparametern unterscheiden sich die Leder aus den Technologien I - IV nur graduell und liegen generell im tolerierbaren Bereich.

Tabelle 6:

Gebrauchswertrelevante Lederprüfung

Parameter/Standard/Maßeinheit	Technologie I		Technologie II	Technologie III	Technologie IV
Durchfärbung/visuell	unvollst.		durchgef.	nicht durchgef.	durchgef.
Wassertropfenechtheit in Anl. an IUF 420 Benetzungszeit [min.] Eindringzeit [min.] Flecken/Ränder	 7 >15 ja/ja		 sofort 0.5 ja/ja	 1 4.0 ja/ja	 sofort <0.5 ja/ja
Wasser/Alkohol-Test (3M) [Teststufe]	5		2-3	2	1-3
Ölabweisungstest (AATCC 18) [Ölabweisewert]	<1		<1	<1	<1
Wasserdampfauf. DIN EN 420 [mg/(cm2 8h)]	16.3	s = 1.8	18.0	19.0	18.3
Wasserdampfdurchl. DIN 53 333 [mg/(cm2 h)]	12.3	s = 1.1	11.6	11.4	11.2
Wasserdampfzahl DIN EN 420 [mg/(cm2 8h)]	114	s = 7.2	11	110	108
Flexometer, 2x105 Knickungen 1x längs,1xquer * DIN 53 351	einwandfrei		keine Veränd.	einwandfrei	einwandfrei
Parameter/Standards/Maßeinheit	**Technologie I**		**Technologie II**	**Technologie III**	**Technologie IV**
Reibechtheit trocken 50 Hübe [Stufen 1-5] naß 20 Hübe Schweißtest 20 Hübe, DIN 53 339	5 <5 4-5		5 4-5 2-3	4-5 4-5 3-4	4-5 4-5 3-4
Alterung 3 d DIN EN 20 105 - A02 [Stufe1-5]	< 5		4-5	4-5	5
Lichtechtheit, DIN 54 004 [Echtheitstyp]	2-4		3-4	1-2	2-3
Foggingtest, gravimetrisch DIN 75 201 B [mg 50 cm2]	5.6	s = 0.6	5.6	2.9	3.7
Flächenbeflammung, DIN 53 438 [F-Klasse/d]	F1/16		F1/1,9	F1/2,1	F1/2,3

Tabelle 6

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die gebrauchswertrelevanten Prüfparameter. Die Durchfäbrung wurde visuell beurteilt. Das Beurteilungsergebnis „unvollständig„ bedeutet, dass sich durchgefärbte mit nicht durchgefärbten Zonen abwechselten. Im Falle der Beurteilung „durchgefärbt“ wurde eine homogene Farbstoffverteilung über den Lederquerschnitt festgestellt. Das Ergebnis „nicht durchgefärbt„ bedeutet, dass der Farbstoff nur die Narben- und Fleischseite gefärbt hat und generell nicht in den Querschnitt des Leders eingedrungen ist. Die Leder aus Technologie I schneiden bei der Prüfung der Wassertropfenechtheit überproportional besser ab als die Leder aus allen anderen Technologien. Benetzungszeit und Eindringzeit der Wassertropfenprüfung entsprechen einem hochwertigen Möbelleder, obwohl die Flecken- und die Randbildung negativ zu beurteilen sind. Ein ähnlich gutes Testergebnis wird beim Wasser/ Alkohol-Test (3M-Test) festgestellt. Als sehr schlecht in diesem Parameter schneidet das pflanzlich gegerbte Leder ab. Die Vergabe der Teststufe 1-3 weist darauf hin, dass das Verhalten des Leders gegenüber diesem Test über die Gesamtfläche hinweg starken Schwankungen unterlag.

Die Ergebnisse der Flexometerprüfung unterliegen ebenfalls einer subjektiven Beurteilung. Der Term „einwandfrei“ bedeutet, dass die Leder vor und nach der Flexometerprüfung keinerlei Risse im Narbenbild aufweisen. Der Term „keine Veränderung„ besagt, dass bereits vor der Flexometerprüfung kleine Risse in den Narbentälern beobachtet wurden, die aber nach der Flexometerprüfung nicht verändert (nicht vergrößert) waren. Die Werte der Reibechtheit dokumentieren ebenfalls einen Qualitätsvorsprung für Leder, die nach Technologie I erzeugt wurden. Sie erreichen die heutigen Forderungen, während die Leder aus den restlichen Technologien deutlich zurückbleiben. Die heute geforderten Werte der Lichtechtheit mit im Mittel > 3 werden von allen Technologien knapp erreicht. Alle anderen Werte unterscheiden sich nur graduell, liegen aber im tolerierbaren Bereich.

Von besonderer Bedeutung bei der Beurteilung von Lederherstellungstechnologien sind Aussagen

zum Gesamterscheinungsbild der Lederfläche. In diesen Komplex fallen Beurteilungskriterien wie Lederfülle, Ledergriff und Lederweichheit, die nur durch haptische Prüfverfahren ermittelt werden können. Darüber hinaus wird aber auch das Narbenbild, die Färbung bezüglich ihres homogenen Erscheinens über die gesamte Lederfläche, das Auftreten von Mastfalten und der sogenannte Walknarben beurteilt. Die Beurteilung erfolgt visuell durch Vergleich aller nebeneinander ausgebreiteten Leder. Zusätzlich wird auch der Geruch geprüft. In diesem Falle wurden alle Leder als ledertypisch riechend, allerdings mit unterschiedlicher Intensität, eingeschätzt.

Tabelle 7:

Subjektive Lederprüfung

Ledereigenschaft	Technologie I	Technologie II	Technologie III	Technologie IV
Geruch/ Stufen 1 - 5	2.7	1.8	2.9	2.5
Rangzahl	2	1	3	2
Lederfülle	3	2	4	1
Ledergriff	1	2	3	4
Lederweichheit	1	2	2	4
Narbenbild	1	4	3	2
Färbung	1	3	2	4
Mastfalten	1	4	2	3
Walknarben	1	2	3	4

Tabelle 7

Für alle diese Parameter gibt es bis heute keine geeigneten Prüfverfahren, abgesehen von der Messung der Biegesteifheit des Leders, deren Größe als sehr gut geeignetes Beurteilungskriterium für die Lederweichheit gelten kann. In der gerberischen Praxis werden alle genannten Kriterien durch erfahrene Praktiker geprüft und beurteilt. Die Ergebnisse dieser Beurteilung sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Zur Unterscheidung der einzelnen Leder wurden, wie bereits bekannt, Rangzahlen von 1-4 vergeben. Diese Zahlen sind die Synonyme für die Prädikate

„sehr gut“, „gut„, „befriedigend“ und „schlecht„. Um eine gerechte Vergabe der Rangzahlen zu ermöglichen, war es erlaubt, gleiche Rangzahlen zu vergeben, wenn zwei Leder in einer Eigenschaft als gleich oder sehr ähnlich beurteilt wurden. Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, wurde Leder, das nach Technologie I hergestellt wurde, mit Ausnahme der Parameter Lederfülle und Geruch eindeutig besser beurteilt als die Leder aus den anderen Technologien.

Um alle Prüiparameter in die Bewertung einbeziehen zu können, wurden sämtliche Ergebnisse der allgemeinen Lederprüfung mit Rangzahlen bewertet. Die Vergabe der Rangzahlen erfolgte nach den gleichen Kriterien wie bei der subjektiven Beurteilung auch.

Der, aus der Sicht des Verbrauchers, jeweils beste Wert wurde mit Rangzahl 1 bewertet. Wenn keine signifikanten Unterschiede in den Messwerten zu erkennen waren, erhielten die Prüfwerte die gleiche Rangzahl. Tabelle 8 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Rangzahlen zur Bewertung von

insgesamt 31 Prüfparametern.

Tabelle 8:

Lederqualität nach Rangzahlen

Qualitätsparameter	Techn. I	Techn. II	Techn. III	Techn. IV
Subjektive Lederprüfung				
Ledergeruch	2	1	3	2
Lederfülle	3	2	4	1
Ledergriff	1	2	3	4
Lederweichheit	1	2	2	3
Narbenbild	1	4	3	2
Farbegalität	1	3	2	4
Mastfalten	1	4	2	3
Walknarben	1	2	3	4
Chemische Lederprüfung				
Chrom (VI)	2	1	1	1
Azofarbstoffe	1	1	1	1
Pentachlorphenol	1	1	1	1
Aldehyde	3	2	2	1
Auswaschverlust	1	3	2	4
Mechanisch-physikalische Lederprüfung				
Maßhaltigkeit	1	2	3	4
Schrumpftemper.	1	4	2	3
Zugfestigkeit	1	2	1	1
Weiterreißfest.	1	3	1	2
Narbenfestigkeit	3	2	1	1
Gebrauchswertrelevante Lederprüfung				
Reibechtheit (T)	1	1	2	2
Reibechtheit (N)	1	2	2	2
Reibechtheit (S)	1	3	2	2
Flexometertest	1	2	1	1
Lichtechtheit	2	1	3	2
Fogging	3	3	1	2
Wasserdampfzahl	1	1	1	2
Durchfärbung	2	1	3	1
Ölabweisung	1	1	1	1
Wasser-Alkohol-Test	1	3	2	2
Benetzbarkeit	1	3	2	3
Flammtest	1	1	1	1
Alterung	2	3	3	1
Summe	**45**	**66**	**61**	**64**

Tabelle 8

Der Qualitätsvorsprung der Kontrollgruppe (chromgegerbte Leder) ist eindeutig. Die Rangzahl 1 wurde im Vergleich zu den Ledern der Technologien II - IV etwa doppelt so häufig vergeben. Der Summenparameter, der durch die Summation der Rangzahlen zustande kommt, zeigt diesen Sachverhalt sehr deutlich. Leider ist eine Differenzierung der übrigen Leder entsprechend ihrer Herstellungstechnologie nicht eindeutig möglich. Die Summenparameter bewegen sich zwischen 61 und 66. Um dennoch eine weitere Differenzierung zu erzielen, wurde folgendes mathematisches Verfahren angewendet. Zunächst wur den die Paramter neu gruppiert und Teilsummen der Rangzahlen innerhalb der Gruppen gebildet. Insgesamt wurden 8 Grup pen mit folgender Bedeutung/Bezeichnung gebildet:

1) Optik: Narbenbild, Farbegalität, Mastfalten, Walknarben

2) Haptik: Lederbegiff, Lederweichheit, Lederfülle

3) Echtheiten: Reibechtheiten (trocken, nass, Schweiß), Lichtechtheit, Durchfärbung, Alterung

4) Mechanik: Zug - und Reißfestigkeit, Tensometer, Flexometer

5) Masshaltigkeit: Dickenegalität, Dicke, Schrumpfungstemperatur

6) Chemie: Chrom (VI), Azofarben, PCP, Aldehyde, Gesamtauswaschverlust

7) Hygiene: Geruch, Foggingtest, Flammtest

8) Anschmutzen: Wassertropfentest, 3M-Test, Ölabweisungstest

Für die Leder der alternativen Technologien EI - IV wurden auf Basis der Teilsummen jeweils die Verhältniszahl zur Kontrollgruppe berechnet und in geeigneter Weise in den Abbildungen 6-8 dargestellt. Die Abbildungen sind in der folgenden Art und Weise zu interpretieren. Werte > 1 liegen rechts der Basisline und signalisieren eine schlechtere Qualitätseinstufung als die der Kontrollgruppe. Werte um 1, die etwa der Basislinie entsprechen, besitzen eine mit der Kontrollgruppe vergleichbare Lederqualität und alle Werte < 1 (links der Basislinie) zeigen eine bessere Einstufung gegenüber der Kontrollgruppe. Wie aus den Abbildungen hervorgeht, sind die Leder der alternativen Gerbverfahren in den Kategorien Chemie, Hygiene und Mechanik vergleichbar mit den Ledern der Kontrollgruppe. In den Kategorien Optik und Masshaltigkeit und abgeschwächt in den Kategorien Anschmutzverhalten und Echtheiten sind die Leder der Alternativtechnologien unterlegen. Das Gesamtergebnis des Vergleiches unterschiedlicher Gerbarten aus Sicht der Materialprüfung legt folgende Einstufung nahe:

Platz 1 wird eindeutig von Ledern belegt, die nach Technologie I erzeugt wurden. Auf Platz 2 folgen Leder, die mit Chromsalzen nachgegerbt wurden (Technologie III). Leder nach Technologie II belegt Platz 3. Für die Verwendimg als Möbelleder am wenigsten geeignet sind Leder, die nach Technologie IV erzeugt wurden.

Abbildung 6:

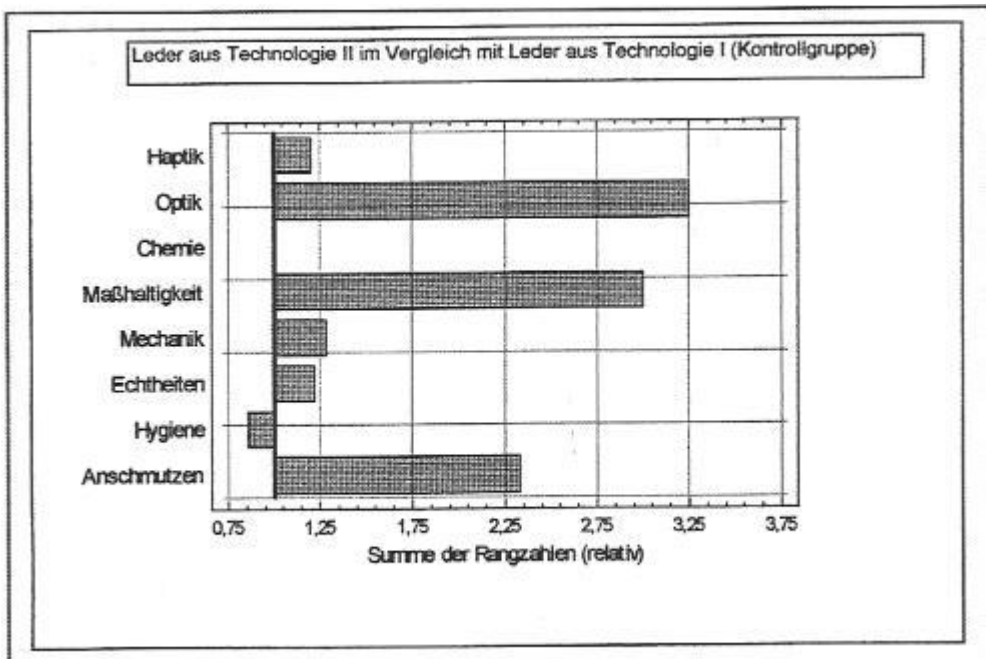


Abbildung 6

Zusammenfassung

Für den ökologischen Vergleich verschiedener Gerbarten wurden vier repräsentative Standardtechnologien für Möbelleder im halbtechnischen Massstab erprobt Als Vergleichsmassstäb und Kontrollgruppe diente eine konventionelle Chromgerbung als Technologie I. Technologie II vertrat die Wetwhite-Verfahren unter Verwendung von synthetischen Gerbstoffen. Technologie HI repräsentierte die Klasse der Kombinationsgerbungen auf Basis einer Vorgerbung mit Glutardialdehyd und einer Chromnachgerbung. Mit Technologie IV kam eine pflanzliche Gerbung mit Mimo-saextrakt zum Einsatz. Zum Vergleich der Gerbarten wurden mehr als 100 ökologische, umwelttechnische, betriebswirtschaftliche und Qualitätsparameter experimentell bestimmt und bewertet. Die Ergebisse des Vergleiches lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Technologie I zeigte sich effizient und kostengünstig und verursachte eine vergleichsweise geringe Belastung bei Abwasser, Schlamm und Abfall pro produzierter Lederfläche. Die Lederqualität hob sich signifikant von den übrigen Technologien ab. Für das Recycling und die stoffliche Verwertung von Produktionsrückständen wurden zahlreiche Möglichkeiten mit ausreichender Verfügbarkeit recherchiert. Zu den Nachteilen der Technologie I zählen die Kontaminierung des Klärschlammes mit Chrom und die damit verbundenen Einschränkungen und Probleme bei der landwirtschaftlichen Verwertung, Verbrennung oder Deponierung.

Abbildung 7:

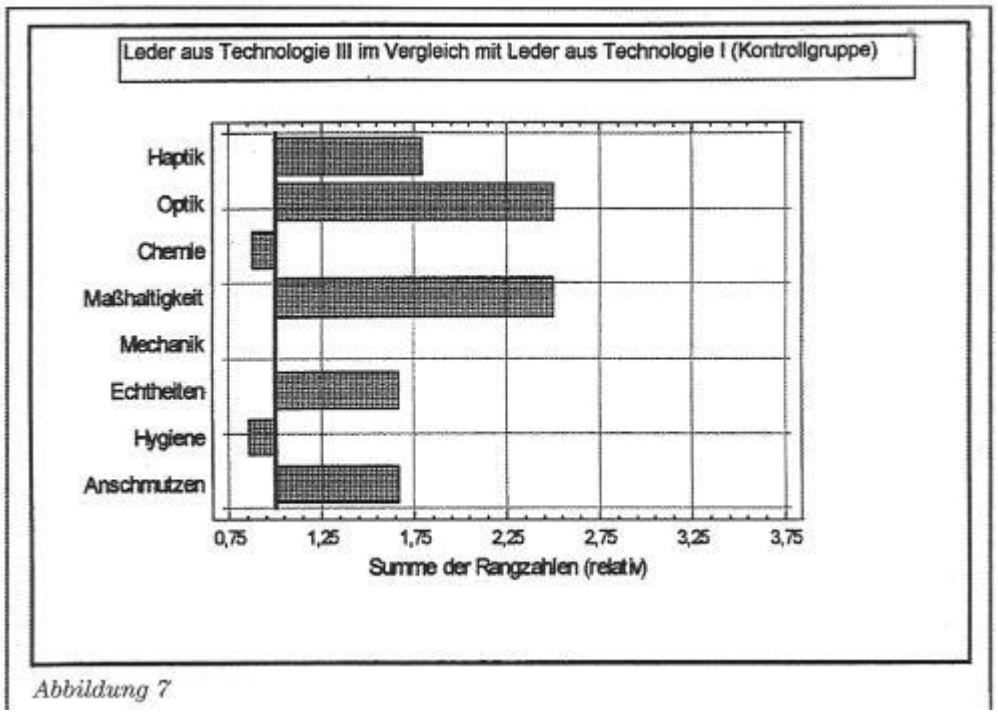


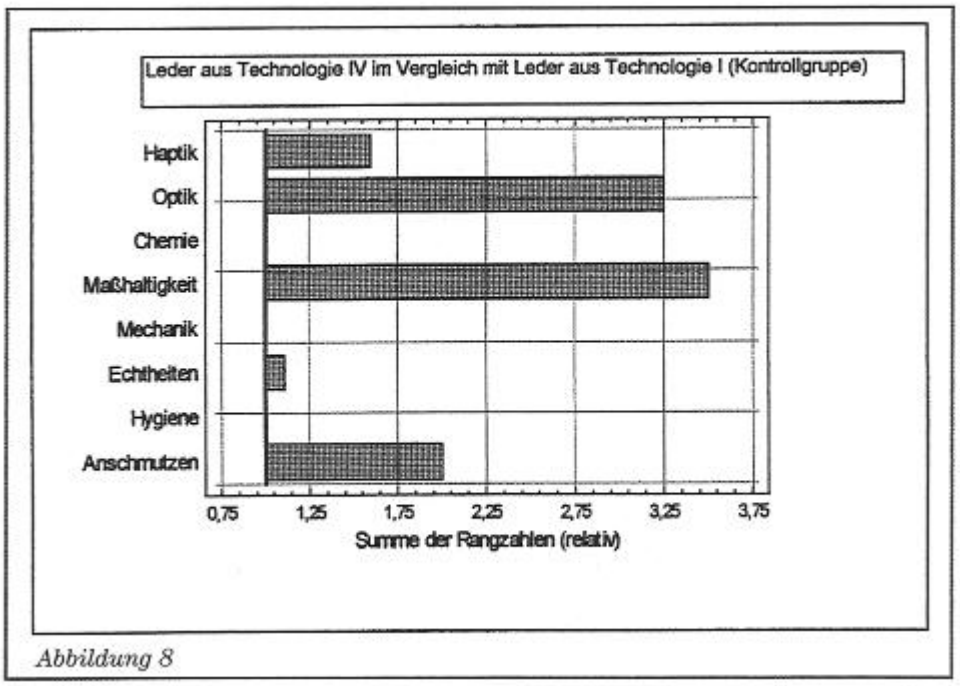
Abbildung 7

Technologie II verursachte von allen Technologien die geringste Salzbelastung im Abwasser. Schwermetalle und Klärschlamm traten als Problem nicht in Erscheinung. Die allgemeine Abwasserbelastung (DOC, CSB) war gegenüber der Kontrollgruppe deutlich höher. Die Aquatoxi-zität der Rohabwässer war in der Nachgerbung/Nasszurichtung besonders hoch. Auffallige Umweltbelastungen verursachten Substanzen, die durch die Parameter Phenolindex und Aldehyde charakterisiert wurden. Die Lederqualität war in einigen Parametern unbefriedigend. Das Leder wies die niedrigste Schrumpfungstemperatur auf. Zur Entsorgung des Lederabfalls kommen in erster Linie thermische

Verfahren in Frage. Wegen der Eluatwerte erscheint die Deponierung oder pflanzenbauliche Verwertung kritisch. Im Vergleich zur Kontrollgruppe wurden keine praxisverfügbaren Lösungen zur stofflichen Verwertung des Lederabfalls gefunden.

Technologie DI als Kompromiss zwischen Chromgerbung und alternativen Technologien benötigte die wenigsten Hilfsmittel, verbrauchte jedoch mehr Prozesswasser als die Kontrollgruppe. Die Rohabwässer der Nachgerbung/Nasszurichtung besassen die geringste Aquatoxizität gegenüber allen anderen getesteten Nasszurichtflotten. Die Lederqualität war befriedigend. Die Schrumpfungstemperatur kam der Kontrollgruppe am nächsten. Technologie m lieferte Falzspäne mit günstigen Eluatwerten. Für die Entsorgung des Lederabfalls erscheinen die Deponie, die thermische Entsorgung und die pflanzenbauliche Verwertung sinnvoll. Die Verfügbarkeit praxistauglicher Verfahren zur Verwertung des Lederabfalls ist ähnlich der von Technologie II unklar. Auffallig im Vergleich zu den anderen Verfahren waren die Abwasserbelastungen durch Aldehyde.

Abbildung 8:



Technologie IV verursachte die höchsten Gerbstoffkosten, bildete die aufwendigste Technologie (Wasserverbrauch, Prozesszeiten) und führte mit deutlichem Abstand zu den höchsten Belastungen bei Abwasser, Schlamm und Lederabfall. Die Lederqualität fiel gegenüber den anderen Verfahren deutlich ab. Die Umweltbelastungen stellen in erster Linie ein quantitatives Problem dar. Alle Rohabwässer waren, gemessen an den Summenparametern, organisch hoch belastet. In der Abwasserbehandlung trat das Schlammproblem gegenüber den anderen Technologien besonders hervor. Kritische Werte zeigte auch das Eluat der Falzspäne. Zu den Vorteilen dieser Technologie zählen die Schwermetallfreiheit von Leder, Abwasser, Schlamm und Abfall sowie die günstige Verwertung des Lederabfalls als Lefa-Rohstoff. Ebenfalls positiv zu bewerten sind die pflanzenbauliche Verwertung und die Möglichkeit der thermischen Entsorgung aller Abfälle. Bei der Abwasserreinigung im Belebtschlammverfahren traten bei der gemeinsamen Behandlung von Wasserwerkstatt- und Gerbereiabwässern positive synergistische Effekte bei der Nitrifizierung auf.

Die Ökobilanz zeigt, dass der Verzicht oder das Hinzufügen eines bestimmten Hilfsmittels (Gerbstoff)

kein hinreichendes Kriterium für eine umweltfreundliche beziehungsweise umweltschädliche Gesamteinschätzimg des Produktes oder des Prozesses ist. Das Projekt verdeutlicht weiter, dass ökologische Verbesserungen niemals gleichzeitig auf allen Gebieten (Abwasser, Schlamm, Abfall) erreicht werden können. In der Quantitäts- und Kostenbeurteilung zeigte keine der geprüften alternativen Verfahren Vorteile gegenüber der Kontrollgruppe. Ebenso waren keine durchschlagenden Verbesserungen in der Wirkung der getesteten umwelttechnischen Maßnahmen erkennbar. Bei den umfangreichen experimentellen Arbeiten wurden Nachteile der alternativen Gerbarten sichtbar, wie sie für die Chromgerbung nicht bekannt sind. In der Praxis kann davon ausgegangen werden, dass einem chromgegerbten Leder, welches im Sinne von „Best Available Techniques“ nach den modernsten Verfahren, einschließlich aller umwelttechnischen Maßnahmen, hergestellt wurde, durchaus das Prädikat umweltschonend zugebilligt werden kann. Für beliebige Lederartikel stellt somit die Angabe der Gerbart für sich allein noch kein ökologisches Qualitätskriterium dar. Soll neben der Prüfung auf Gebrauchswert, Hygiene und Schadstoffe auch ein Prädikat der Umweltverträglichkeit vergeben werden, ist eine unabhängige Bewertung der konkreten Technologien und Produktionsbedingungen unvermeidlich.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) für die Bereitstellung der Projektmittel über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. „Otto von Guericke„ (AiF). Die Autoren danken allen beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am Forschungsinstitut für Leder- und Kunstledertechnologie Freiberg gGmbH und des Lederinstituts Gerberschule Reutlingen e.V. für die umfangreichen Versuche und analytischen Arbeiten. Praktische Unterstützung erhielt das Projekt ebenfalls durch die Entwicklungsabteilungen der Unternehmen Salamander Industrie-Produkte GmbH und Chemische Fabrik Grünau GmbH. Weiterhin gilt der Dank den Mitgliedern des Lederforschungs- und Umweltausschusses des VdL und des Fachbeirats Biopolymere des FILK Freiberg für die fachkritische Projektbegleitung.

Literaturverzeichnis

- Reich, G.: Die wirtschaftliche und praktische Bedeutung der Kollagen verwendung und ihre zukünftige Entwicklung.- Vortrag anlässlich des 1. Freiberger Kollagensymposiums, 24.-25. Oktober 1996 in Freiberg
- Schwer Th.: Der Rohstoff Kollagen aus der Sicht der deutschen Lederindustrie.-Vortrag anlässlich des 1. Freiberger Kollagensymposiums, 24.- 25. Oktober 1996 in Freiberg
- Arbeitsgruppe Ökobüanzen: ökobilanzen für Produkte.- Hrsg.: Umwelt bundesamt, Text Nr. 38/92, Berlin, 1992
- Trommer B.; J. Kellert: Vergleich der ökologischen Gesamtwirkung der verschiedenen Gerbarten.- AiF-Forschungsbericht Nr. 10613 B, Frei berg/Reutlingen, 1998
- Heidemann E.: Fundamentals of leather manufacture.- Eduard Roether KG Druckerei und Verlag, Darmstadt, 1993
- Kellert, H. -J.: Habilitationsschrift zum Thema: Objektivierung des subjektiven Weichheitsbegriffes, TU Chemnitz, 1984

Veröffentlichung:

H-J. Kellert, B. Trommer, Ökologischer Vergleich verschiedener Gerbarten, Leder + Häutemarkt, 6/1999, Nr. 6, S. 25-36

Kategorien:

Alle-Seiten, Gesamt, Lederherstellung, ledertechnik, Veröffentlichungen, Umwelt, chrom-vi, schadstoffe

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/oekologischer_vergleich_verschiedener_gerbarten_aus_dem_jahre_1999

Last update: **2019/05/02 18:01**