

# Spektralphotometrische Bestimmung des Chromgehaltes in Gerbbrühen aus dem Jahre 1998

H.-J. Kellert, C. Hauber, H.-P. Germann

## I. Einleitung

Die Messung des Chromgehaltes in Gerbbrühen während der Gerbung ist aus vielerlei Gründen ein interessanter und wünschenswerter Prozess. Er könnte beitragen zu einer Verbesserung der Gefäßauslastung und der Vermeidung hohe Hilfsstoffkosten bei gleichzeitiger Minimierung der Kosten für die Chrombeseitigung aus dem Abwasser, um nur einige Beispiele zu nennen. Ein besonderer Anreiz für die Nutzung einer Technik, die zu jeder Zeit die Ermittlung des aktuellen Chromgerbstoffgehaltes erlaubt, ist die damit mögliche lückenlose Dokumentation des Gerbprozesses, die in Zukunft im Rahmen von Qualitätssicherungssystemen (ISO 9000) zunehmend an Bedeutung gewinnen wird.

Bisher war es unmöglich, den Chromgehalt in der zur Verfügung stehenden Prozesszeit zu messen, obwohl moderne analytische Techniken, zum Beispiel die Atomabsorptionsspektroskopie (AAS 4) und die induktiv gekoppelte Plasma-Atomemissions-Spektroskopie (ICP-AES) zur Verfügung stehen. Abgesehen vom hohen Preis dieser Gerätetechnik, der einen Einsatz in der Prozesskontrolle nicht erlaubt, scheidet sie für diese Zwecke aus, weil die Probenvorbereitungszeit (Zeit zur analytischen Aufbereitung der Probe) die vorhandene Prozesszeit weit übersteigt.

Da die Salze des dreiwertigen Chroms eine intensive Eigenfarbe aufweisen, bieten spektralphotometrische Methoden, bei denen die Lichtabsorption der Prozesslösung gemessen und der Messwert mit einer vorher erzeugten Kalibrierkurve verglichen wird, eine reale Alternative. In der Vergangenheit gab es bereits Versuche, solche Methoden zur Messung des Chromgehaltes in Gerblösungen anzuwenden. Sie scheiterten an der Kompliziertheit der Eichverfahren und den mannigfaltigen Störgrößen im Gerbprozess, wie zum Beispiel Salze aus dem Pickel, Hilfschemikalien, Fettungsmittel, kolloidal verteilter, kollagener Faserabrieb und pH-Wertveränderungen, die zu mehr oder weniger trüben Lösungen führen. Mäntysalo et al. schlugen deshalb 1990 vor, die Leistungsfähigkeit spektralphotometrischer Verfahren durch Messungen mit Mehrkanalgeräten und einer anschließenden komplexen statistischen Auswertung aller spektroskopischen Daten (heute als multivariate Auswertung bezeichnet) zu verbessern.

In der vorliegenden Arbeit wird anhand kleintechnischer Gerbversuche die Leistungsfähigkeit spektralphotometrischer Verfahren erneut untersucht, da der technische Fortschritt neue Möglichkeiten eröffnet.

Zur Verfügung standen ein Einkanal-UV/VIS-Spektralphotometer 5625 ATI Unicam und ein Mehrkanalphotometer (Siliziumphotodiodenarray) mit multivariater Auswertetechnik vom Typ CHROMLINE S. Da spektralphotometrische Messverfahren nur dann optimal anwendbar sind, wenn zur Messung optisch klare Lösungen verwendet werden, lag der Gedanke nahe, die mehr oder weniger trüben Gerblösungen durch Membranfiltration zu reinigen.

# Spectrophotometric measurement of chrome contained in tanning Solutions

The use of spectrophotometric processes makes online measurement of the chrome Contents possible during chrome tanning processes. The use of Single Channel photometers presents problems. Since the current chrome Contents is determined by comparing the absorption value at a certain wave length with the values from a calibration curve, the procedure is highly dependent on the mixture. It is particularly high when the substances to be tested contain fatty materials, which have a high degree of influence on the spectral characteristics of the tanning solution. Sufflciently good results are obtained for process control in fat-free tanning processes.

The use of a multi-channel photometer with multivariate data evaluation has proven very promising. With the aid of this instrument values were obtained, which coincided very well with analysis results (AAS method). Slight deviations between the two results should be insignificant for process control. The instrument, which is already suitable for checking the chrome Contents during the tanning process today, should be expanded to an automatic version to allow true (i.e. continuous) online measurement.

## 2. Methoden und Verfahren

Zur Durchführung der Gerbversuche wurden Gerbrezepturen verwendet, die sich in der Art der Gerbstoffe und im Fettungsmittelzusatz unterschieden.

So wurde ein konventioneller Gerbstoff mit 25,5% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt (im folgenden als Gerbstoff A bezeichnet) ein hochauszehrendes Gerbsystem (im folgenden als Gerbstoff B bezeichnet) und ein formiatmaskierter Gerbstoff mit 29,1% Chromoxidgehalt (im folgenden als Gerbstoff C bezeichnet) verwendet.

Für Untersuchungen im halb-technischen Maßstab war die Verwendung einer Membranfilteranlage vorgesehen, durch die, neben der Erzeugung einer optisch klaren Lösung auch eine kontinuierliche Durchflussmessung ermöglicht werden sollte. Dazu stand eine Membranfilteranlage mit Pölypropylenfiltern der Porengröße 0,2 µm zur Verfügung. Diese Anlage erwies sich als unzweckmäßig dimensioniert, was in einer nicht ausreichenden Filtrationsleistung und einer hohen Störanfälligkeit zum Ausdruck kam. Nach Ausschöpfen aller technischen Möglichkeiten an dieser Anlage wurde auf einen weiteren Einsatz im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

Während der Gerbversuche wurden an exponierten Stellen des technologischen Ablaufes (nach Gerbstoffzugabe, nach Verdünnung mit Wasser, nach Fettungsmittelzugabe und nach Abstumpfung mit MgO) Proben entnommen, filtriert (Papierfilter der Härte 13), photometrisch vermessen und anschließend zum Gerbsystem zurückgeführt. Zur Kontrolle der photometrischen Ergebnisse wurden Chromanalysen mit Hilfe der AAS-Technik angefertigt. Der Fettgehalt wurde nach DIN bestimmt.

## Abbildung 1 und 2

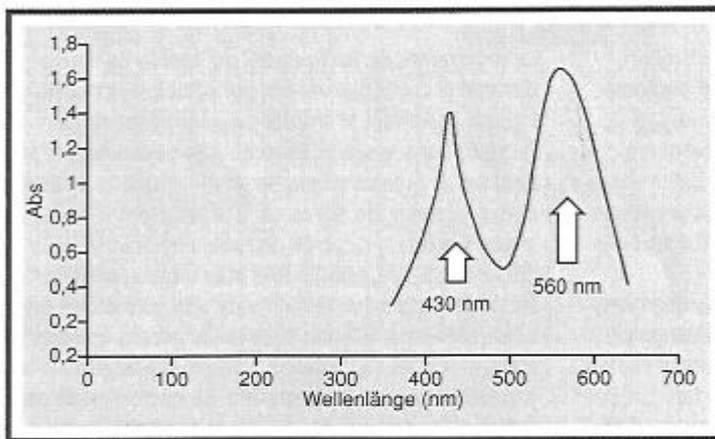


Abb. 1: Absorptionsspektrum von Gerbstoff A

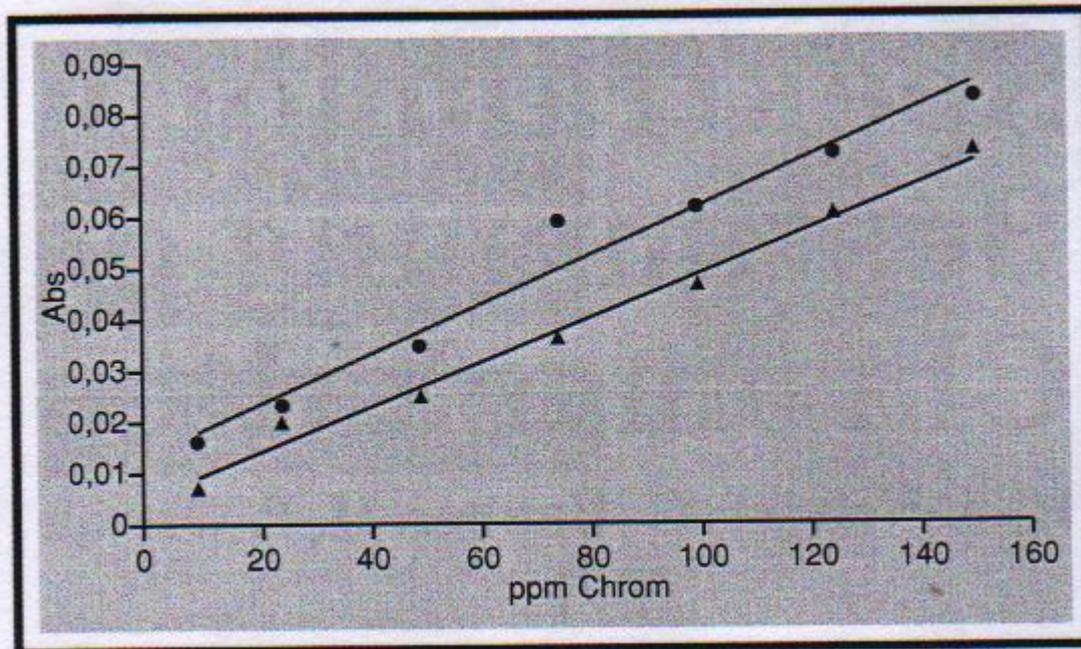


Abb. 2: Kalibrierkurven im Konz.bereich 0 - 150 ppm Chrom,   
 filtriert (Reihe 1) und unfiltriert (Reihe 2)

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Ergebnisse unter Einsatz des Einkanal-Photometers

##### 3.1.1. Spektralphotometrisches Verhalten von Gerbflotten

Abbildung 1 zeigt ein typisches Absorptionsspektrum, das alle Gerbstofftypen repräsentiert und ein Maximum im Wellenlängenbereich von 430 nm und ein zweites im Bereich 560 nm aufweist. Bei Gerbstoff C wurde zusätzlich ein drittes Maximum bei 585 nm festgestellt. Nähere Untersuchungen zeigten, dass die Absorptionsmaxima sowohl vom pH-Wert als auch vom Alter der Lösungen abhängig sind. Die Ursache dafür ist, dass sich die Farbe der Chromkomplexe im Laufe der Zeit durch Alterung

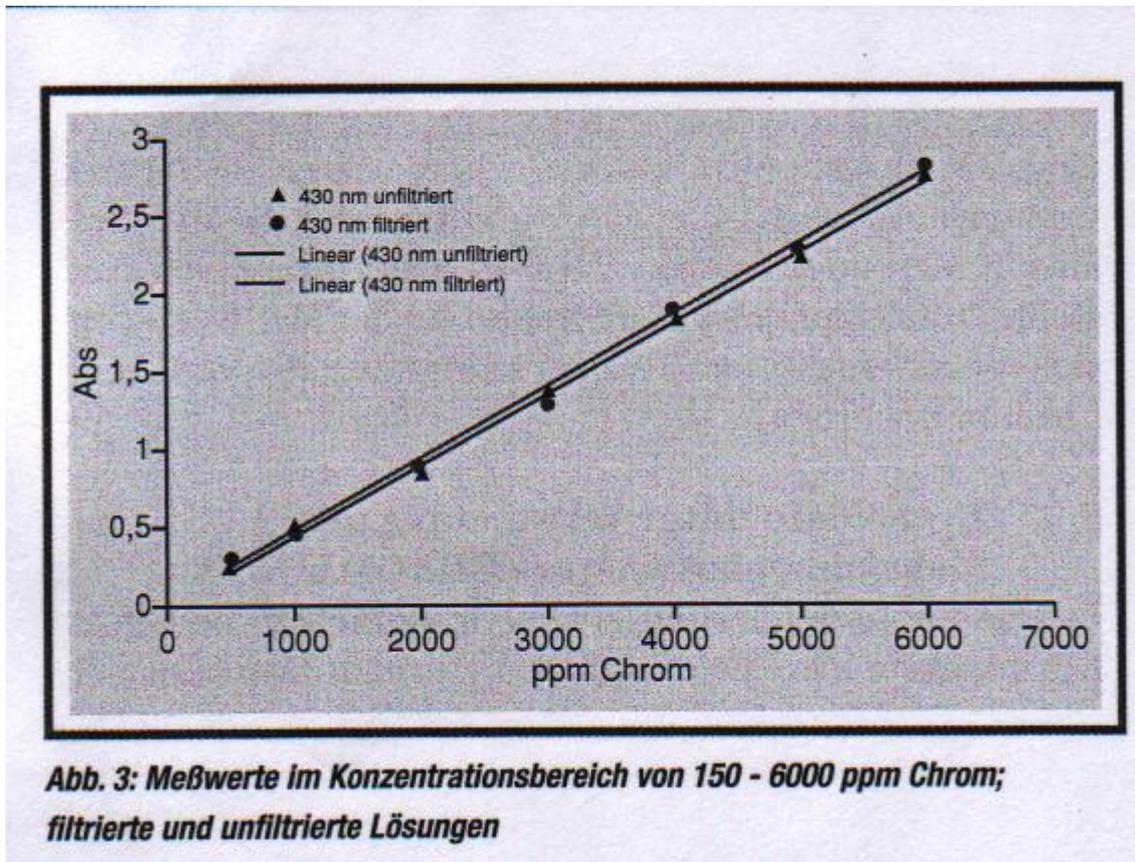
(Verolung = Vergrößerung der Chromkomplexe) verändert. Nach umfangreichen Vorversuchen zeigte sich aber, dass die Wellenlänge 430 nm zur spektralphotometrischen Messung des Chromgehaltes besser geeignet ist als die bei 560 nm (die breite Peakform ist für eine Auswertung nicht gut geeignet). Aus diesem Grunde wurde in allen weiteren Messungen mit dieser Wellenlänge gearbeitet.

### 3.1.2 Kalibrierergebnisse

Zur Erstellung von Eichgeraden wurden labormäßig hergestellte Flotten verwendet, die den echten Gerbflotten hinsichtlich der dort verwendeten Rezepturbestandteile nachgestellt waren. So wurde wie bei echten Gerbrezepturen auch eine Pickellösung als Grundlage verwendet. Dieser Pickellösung wurden dann von einer Stammlösung ausgehend Gerbstoffmengen im Bereich von 0 -150 ppm und 150 - 6000 ppm Chrom zugegeben.

Zu diesen Messlösungen wurden weiter die von der jeweiligen Rezeptur vorgegebenen Abstumpf- und Fettungsmittel zugesetzt. Da sich die vorhandene Membranfiltrationsarüa-ge als ungeeignet erwiesen hatte, wurden die Lösungen zunächst unfiltriert und anschließend filtriert (Papierfilter Nr. 13) gemessen, um Vergleichswerte zu erhalten. Wie aus Abbildung 2 am Beispiel von Gerbstoff C (Konzentrationsbereich 0-150 ppm) hervorgeht, streuen die Absorptionswerte der unfiltrierten Lösungen (Reihe 2) stärker als die der filtrierten Lösungen (Reihe 1). Dies zeigen die zugehörigen Korrelationskoeffizienten deutlich. Während der Korrelationskoeffizient  $r$  für Reihe 10,9928 beträgt, liegt er bei Reihe 2 nur bei 0,9712. Abbildung 3 zeigt eine Zusammenfassung der Messwerte von unfiltrierten und filtrierten Lösungen des Gerbstoffs C bei der Wellenlänge 430 nm im Konzentrationsbereich von 150 - 6000 ppm. Überraschenderweise ergeben sich für filtrierte ( $r = 0,9981$ ) als auch für unfiltrierte Lösungen ( $r = 0,9965$ ) sehr gute und ähnliche Korrelationskoeffizienten.

## Abbildung 3



Die Trennung der Eichgeraden in zwei Konzentrationsbereiche war notwendig, weil einerseits der gesamte Konzentrationsbereich abgedeckt werden sollte, andererseits aber die für hohe Konzentrationen gut geeignete 1 cm Küvette für den niedrigen Konzentrationsbereich zu geringe Absorptionsergebnisse ergab.

Eine Erhöhung der Gerbstoffkonzentration auf Werte oberhalb 6000 ppm war nicht möglich, da der vom Spektralphotometer maximal erfassbare Absorptionsergebnis von 3,0 mit 6000 ppm Chrom bereits ausgeschöpft war. Da die Erfassung höherer Chromgehalte technisch nicht von großem Interesse ist, wurde auf die Verwendung von Küvetten mit geringerer Schichtdicke zur Messung höherer Konzentrationen verzichtet. Die Überprüfung der Genauigkeit der Eichgeraden durch Messung der jeweiligen Standard-Gerbstofflösungen und Vergleich mit den aus der Eichgeraden ermittelten Werten ergab Abweichungen von  $\pm 9\%$ , die für technische Zwecke noch tolerierbar sind.

Besondere Schwierigkeiten ergaben sich durch den Zusatz von Fettungsmitteln entsprechend der jeweiligen Gerbrezeptur. Die dadurch entstehende Trübung der Lösungen und die damit gleichzeitig verbundene Streuung und Ablenkung des Lichts führten zu de facto nicht auswertbaren Messergebnissen (siehe 3.1.4), wie auch in den Untersuchungen zur Prozesskontrolle im Bereich der Nasszurichtung bereits festgestellt wurde.

Obwohl im Unterschied zu den niedrigen Chromkonzentrationen im Bereich hoher Konzentrationen kaum Unterschiede zwischen filtrierten und unfiltrierten Lösungen ermittelt wurden, wurden in allen weiteren Untersuchungen grundsätzlich filtrierte Lösungen verwendet, da im realen Gerbversuch Faserabrieb entsteht, der unter allen Umständen vor den Messungen entfernt werden musste.

## Tabelle 1

**Tabelle 1: Verfolgung der Badauszehrung im Laufe einer Chromgerbung (Gerbstoff B)**

Probenahmezeitpunkte		Versuchsprotokoll			
		430 nm (g/l Chrom)	585 nm (g/l Chrom)	AAS-Wert (g/l Chrom)	Fettgehalt (g/l)
<b>Nullprobe</b>	<b>Pickelende</b>				
	<b>Gerbstoffzugabe</b>				
Probe 1	10 min danach	8,071	>		
Probe 2	30 min danach	7,218	>		
Probe 3	60 min danach	8,538	>		
	<b>Fettungsmittelzugabe</b>				
Probe 4	10 min danach	5,732	>	6,63	3,86
Probe 5	30 min danach	2,177	>	4,89	2,9
	<b>Wasserzugabe</b>				
Probe 6	10 min danach	2,32	3,64		0,2
Probe 7	30 min danach	1,69	3,01	3,43	0,22
Probe 8	60 min danach	1,24	2,64	2,9	0,35
	<b>Zugabe hochauszehrnde Gerbstoff-Komponente</b>				
Probe 9	10 min danach				
Probe 10	60 min danach				
Probe 11	240 min danach	0,36	1,65		0,12
	<b>MgO-Zugabe</b>				

Quelle: Lederinstitut Gerberschule Reutlingen

### 3.1.3. Online - Chrombestimmung im kleintechnischen Maßstab

Obwohl bei der Erstellung der Eichgeraden erkannt wurde, dass die Anwesenheit von Fettstoffen zu sehr schwierig verwertbaren Ergebnissen führt, wurden dennoch im kleintechnischen Maßstab Gerbversuche unter Einsatz von Fettungsmitteln durchgeführt, um das Messverfahren unter realistischen Bedingungen zu erproben. Stellvertretend für zahlreiche diesbezügliche Versuche werden in Tabelle 1 die spektralphotometrisch bei 430 nm und 585 nm ermittelten Chromgehalte den Fettgehalten und den nach dem AAS-Verfahren bestimmten Chromgehalten gegenübergestellt.

Die spektralphotometrisch bei 430 nm ermittelten Chromgehalte liegen um etwa 1 g/l niedriger als die durch AAS-Untersuchung festgestellten Werte. Messungen bei der Wellenlänge 585 nm sind zwar erst später möglich (> = zu hohe Absorptionswerte - Messung nicht möglich-), ergeben aber scheinbar eine bessere Übereinstimmung mit den AAS-Werten. Aus diesem Beispiel geht hervor, dass der Fettgehalt bei den spektralphotometrischen Chromgehaltsbestimmungen eine nicht genau definierbare Wirkung hat, was zu sehr rezepturabhängigen Ergebnissen führt. Mit zunehmender Auszehrung des Bades werden die photometrisch bestimmten Chromgehalte mit Ergebnissen der AAS-Messung besser vergleichbar.

## Abbildung 4

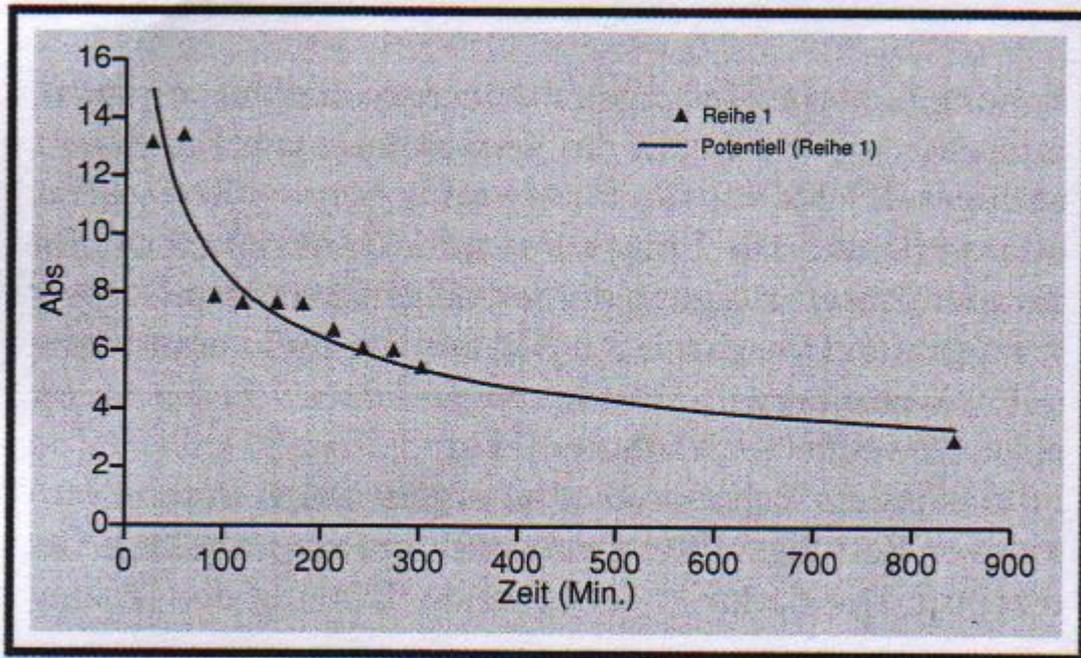


Abb. 4: Grafische Darstellung der Mittelwerte der Chromgehalte aus Tabelle 2

### 3.1.4. Online - Chrommessung im halbtechnischen Maßstab

Zur Überprüfung des Verfahrens zur online-Chrombestimmung wurden an einer Rezeptur des LGR (ohne Fettungsmittelzusatz), die routinemäßig abgearbeitet wird, Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit der Chromauszehrung durchgeführt.

Die Gerbversuche erfolgten mehrfach jeweils im gleichen Holzfass (im folgenden als Fass 1 - 6 bezeichnet), um eventuelle mechanische Einflüsse aus unterschiedlichen Fassdimensionierungen zu vermeiden.

In Tabelle 2 sind die gemessenen Chromgehalte in Abhängigkeit von den Probenahmezeitpunkten und die Mittelwerte der Messungen insgesamt zusammengestellt (Gerbung mit Gerbstoff A).

Wie aus den Einzelwerten und den Werten der Standardabweichungen sichtbar ist, sind die Streuungen der spektralphotometrisch gemessenen Chromgehalte unmittelbar nach Beginn des Gerbprozesses (bis 60 min.) noch relativ hoch. Im Verlaufe des weiteren Fortschreitens der Gerbung gleichen sich die Werte jedoch zunehmend an, um am Ende der Gerbung nahezu identisch zu sein. Diese Untersuchung zeigt, dass eine online-Messung des Chromgehaltes im Sinne einer Qualitätskontrolle des Gerbprozesses bei fettfreien Gerbungen möglich ist. In Abbildung 4 werden die Mittelwerte aller 6 Messungen gegen die Gerbdauer graphisch dargestellt. Trotz einer gewissen Streubreite der Messwerte ergibt sich rechnerisch ein relativ harmonischer Verlauf der Chromauszehrung.

### 3. 2. Ergebnisse unter Verwendung des Mehrkanalphotometers CHROMLINE S

Das Photometer stellt eine sehr einfach zu bedienende Kombination aus Spektralphotometer und Datenauswerteeinheit dar (Abb. 5, 5. 25). Durch den Hersteller wurden Spektrenbibliotheken und entsprechende Kalibrierkurven häufig verwendeter Gerbereihilfsmittel angelegt, auf die im Rahmen der multivariaten Datenauswertung automatisch zurückgegriffen wird. Der Bediener ist nicht in der Lage, diesen Vorgang zu beeinflussen. Das Gerät ist zirka 20 Minuten nach Einschalten betriebsbereit. Die Messergebnisse liegen nach jeweils 5 Minuten vor. Diese Zeitspannen resultieren aus der Zeit zur Thermostatierung der Prüfflüssigkeiten beziehungsweise des Messsystems. Ein Vorgang, der wesentlich zur Präzision der Messungen beiträgt und bei den Einkanal-Photometern technisch nicht realisiert wird.

Zur Aufrechterhaltung der Messgenauigkeit wird wahlweise oder automatisch ein Spülzyklus zur Säuberung der Messzelle durchgeführt. Da somit keinerlei Vorarbeiten erforderlich waren, wurde das Messgerät sofort zur Messung von Chromgehalten in kleintechnischen Gerbversuchen eingesetzt.

Nach Entnahme von Gerbbrühe aus dem Gerbfass wird diese einer Grobfiltration (Faltenfilter Härte 13) unterzogen. Anschließend wird ein mit der Probe gefülltes Becherglas unter das Gerät gestellt und ein Schlauchstück, das aus dem Gerät hervorragt, in das Becherglas eingetaucht. Nach Drücken des Startknopfes saugt das Gerät die zur Messung erforderliche Menge Gerbflüssigkeit ein und liefert anschließend den Messwert Chromoxid in g/l Flüssigkeit.

### Tabelle 2 und 3

**Tabelle 2: Reproduzierbarkeitsuntersuchungen einer Gerbung mit Gerbstoff A**

Laufzeit gesamt (min.)	Probe	Versuchsprotoll						Mittelwert (g/l Chrom)	Standard- abweichung	
		Faß 1	Faß 2	Faß 3	Faß 4	Faß 5	Faß 6			
	Beginn Gerbung									
30 min.		1	13,48	13,57	12,03	14,12	11,95	13,49	13,1	0,7440
60 min.		2	12,63	12,97	10,25	13,05	16,37	14,28	13,3	1,3778
90 min.	50 % Wasser	3	7,85	6,99	7,17	7,91	8,11	8,59	7,77	0,4600
120 min.		4	7,45	7,85	7,26	8,23	8,03	8,07	7,82	0,3067
150 min.		5	7,03	6,74	7,13	8,07	7,57	7,88	7,40	0,4367
180 min.	0,6 % MgO	6	6,67	6,52	8,47	8,03	7,07	6,37	7,61	0,7078
210 min.		7	6,29	6,24	6,31	7,39	7,01	6,41	6,61	0,3944
240 min.		8	5,63	5,93	6,09	6,08	6,34	5,99	6,01	0,3450
270 min.		9	5,49	5,61	6,09	6,46	6,16	5,54	5,89	0,2189
300 min.		10	5,28	5,31	5,42	5,63	5,18	5,95	5,46	0,2189
840 min.		11	3,38	2,95	2,83	2,94	3,08	3,03	3,04	0,1300

Quelle: Lederinstitut Gerberschule Reutlingen

**Tabelle 3: Reproduzierbarkeitsuntersuchungen auf Basis CHROMLINE S**  
Ermittlung der Gerbstoffauszehrung Versuchsprotoll

Probennr.	Versuchsmann 1		Versuchsmann 2		Versuchsmann 3	
	Chromeline S Chromoxid (g/l)	Analyse AAS Chromoxid (g/l)	Chromeline S Chromoxid (g/l)	Analyse AAS Chromoxid (g/l)	Chromeline S Chromoxid (g/l)	Analyse AAS Chromoxid (g/l)
1	11,47	9,91	10,76	9,59	9,65	9,10
2	4,29	4,37	4,61	4,68	3,70	3,96
3	4,70		5,18		4,08	
4	3,69		4,36		3,39	
5	3,19		3,86		2,85	
6	2,80		3,54		2,27	
7	2,48		3,17		2,15	
8	2,27		2,78		1,87	
9	1,93		2,67		1,76	
10	0,50	0,49	0,80	0,79	0,31	0,39

Quelle: Lederinstitut Gerberschule Reutlingen

In Tabelle 3 sind einige Werte, die auf diese Weise erhalten wurden, zusammengestellt. In diesem Falle wurden von drei Bearbeitern (Versuchsmann 1-3) Gerbungen unter Einsatz üblicher Fettungsmittel in verschiedenen Fässern durchgeführt. Die Probenahme erfolgte im Abstand von jeweils 30 Minuten beginnend nach der Chromzugabe. Die Ergebnisse des CHROMLINE S wurden bei Probe 1, 2 und 10 jeweils mit AAS-Analyse (wahrer Chromoxidgehalt) überprüft. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, differieren die Messergebnisse unmittelbar nach Beginn der Gerbung deutlich (auch hier stört der anfänglich hohe Fettgehalt das Meßergebnis). Die Differenzen werden aber sehr schnell abgebaut. Bereits bei Probe 2 (nach 60 Min.) ist eine sehr gute Übereinstimmung zwischen beiden Messwerten festzustellen.

Damit wird die Überlegenheit einer multivariaten Datenauswertung gegenüber der Einzelauswertung spektralphotometrischer Daten deutlich.

## 4. Zusammenfassung

Die online-Bestimmung des Chromgehaltes während einer Chromgerbung ist durch Einsatz spektralphotometrischer Verfahren prinzipiell möglich. Die Verwendung von Einkanal-Photometern ist problematisch. Da der aktuelle Chromgehalt aus dem Vergleich des Absorptionwertes bei einer Wellenlänge mit den Werten einer entsprechenden Kalibrierkurve ermittelt wird, resultiert eine sehr hohe Rezepturabhängigkeit. Sie ist besonders hoch, wenn die Prüfmedien Fettstoffe enthalten, die einen starken Einfluss auf das spektrale Verhalten der Gerbflüssigkeit ausüben. Bei fettfreien Gerbungen werden für eine Prozesskontrolle ausreichend gute Ergebnisse erzielt.

Als vielversprechend erwies sich der Einsatz eines Mehrkanal-Photometers mit multivariater Datenauswertung. Mit Hilfe dieses Gerätes wurden Messwerte erhalten, die mit Analysenergebnissen (AAS-Methode) sehr gut übereinstimmen. Geringe Abweichungen zwischen beiden Messergebnissen, die bei höheren Fettgehalten am Anfang einer Gerbung registriert wurden, sollten bei einer Prozesskontrolle keine Rolle spielen. Das Messgerät, das bereits heute zur Verfolgung des Chromgehaltes während der Gerbung geeignet ist, sollte zu einer automatisierten Version ausgebaut werden, um eine echte (das heißt kontinuierliche) online-Messung zu ermöglichen.

Dank - Die Autoren danken allen Mitarbeitern des LGR, die an der Durchführung des Forschungsprojektes beteiligt waren. Ein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Esche, Fa. Amtec Leipzig, für die Zurverfügungstellung des Messgerätes CHROMLINE S. Ganz besonders möchten sich die Autoren beim Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg für die Bereitstellung der Mittel für

dieses Forschungsprojekt bedanken, ohne die eine Durchführung der Arbeiten nicht möglich gewesen wäre.

---

## Veröffentlichung:

H.-J. Kellert, C. Hauber, H.-P. Germann, Spektralphotometrische Bestimmung des Chromgehaltes in Gerbbrühen, Leder + Häutemarkt, 12/1998, Nr. 12, S. 25-29

---

## Kategorien:

[Alle-Seiten](#), [Gesamt](#), [Gerbung](#), [Lederpruefung](#), [ledertechnik](#), [Sonderdrucke](#), [Veröffentlichungen](#), [abwasserbehandlung-gerberei](#), [Umwelt](#), [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/spektralphotometrische\\_bestimmung\\_des\\_chromgehaltes\\_in\\_gerbbuehen\\_aus\\_dem\\_jahre\\_1998](https://www.lederpedia.de/veroeffentlichungen/spektralphotometrische_bestimmung_des_chromgehaltes_in_gerbbuehen_aus_dem_jahre_1998)

Last update: **2019/05/02 18:30**

