

Zeitschrift: Thurgauer Beiträge zur Geschichte
Herausgeber: Historischer Verein des Kantons Thurgau
Band: 157 (2019)

Artikel: Einblicke in das Textilhandwerk
Autor: Bolli, Peter
Kapitel: 2: Bleichen
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-867823>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

2 Bleichen

Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts wurden leinene und baumwollene Tücher zum Bleichen auf Feldern ausgelegt, mit Wasser aus Netzgruben besprengt und der Sonne ausgesetzt. Diese Methode, die man Rasenbleiche nannte, war von der herrschenden Witterung abhängig, arbeits- und zeitintensiv. Als um die Jahrhundertwende die Schnellbleiche eingeführt wurde, verkürzte sich der Bleichprozess auf einen Bruchteil der einst benötigten Zeit.

Zur Rasenbleiche wird gegen Ende des 18. Jahrhunderts berichtet: «Das Bleichen der Leinwand ist das Geschäfte, vermöge welches man durch Gähren⁶⁶, Beizen⁶⁷ in alkalischen Laugen, Ausbreiten an der Luft und Sonne, und vielfältiges Begiessen mit reinem weichem Wasser⁶⁸, nach und nach alles, welches die natürliche weisse Farbe unterdrückte, aus der Leinwand wegbringt, und also schneeweiss macht.»⁶⁹

Diese Aussage erläutert und interpretiert die während Jahrhunderten geläufige, auf Erfahrung basierende Vorgehensweise beim Bleichen. Nach heutigen Erkenntnissen beruht das natürliche Weiss der Fasern auf optischen Phänomenen und lässt sich folgendermassen definieren:

Der *Weissgrad*⁷⁰ pflanzlicher Fasern⁷¹ wird durch Bleichen verbessert, indem lichtabsorbierende⁷² und lichtstreuende⁷³ Substanzen, welche die lichtreflektierende Substanz abdecken, aus den Fasern entfernt werden.

Die obige Definition bedarf der Erläuterung betreffend der Zusammensetzung und Morphologie⁷⁴ der Fasern.

66 Einweichen der Leinwand in saurer Milch, Molke oder Buttermilch.

67 Behandlung der Leinwand mittels Lauge.

68 Wasser mit geringem Gehalt an gelösten Mineralien.

69 Krünitz 1799, S. 474.

70 Das subjektive Empfinden des Farbeindrucks und der Helligkeit ist unter Berücksichtigung der gemessenen Reflexionsgrade des blauen und roten Lichts berechenbar (Formel von Stephanson und Hansen), vgl. Bobeth 1993, S. 354.

71 Einzelne oder in Bündeln angeordnete langgestreckte pflanzliche Zellen, die in ihren Zellwänden Cellulose enthalten.

72 Farbgebende (chromophore) organische Gruppen von Atomen werden, ausgehend von ihrem Grundzustand, durch die Absorption elektromagnetischer Wellen bzw. Quanten in einen Zustand höherer Energie gebracht. Die Rückkehr in den Grundzustand ist mit der Emission elektromagnetischer Wellen bzw. Quanten und mit der Erhöhung der thermischen Energie der Materie verbunden.

73 Die Lichtstreuung umfasst die optischen Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung, Dispersion und Doppelbrechung.

74 Bauformen von Organismen.

Tab. 2.1: Zusammensetzung der Fasern⁷⁵

Verbundmaterialien		Verspinnbare Fasern	
Funktionelle Bezeichnung	Chemische Bezeichnung	Flachsfaser	Baumwollfaser
Fasersubstanz	Cellulose	64,1%	82,7%
Kittsubstanz	Polyosen ⁷⁶	16,7%	5,7%
Stützsubstanz	Lignin	2,0%	0,0%
Klebesubstanz	Pektin	1,8%	– ⁷⁷
Wachs	Wachs	1,5%	0,6%
	wasserlösliche Substanzen	3,9%	1,0%
	ungebundenen Wasser	10,0%	10,0%
Faser		100,0%	100,0%

Die Fasersubstanz Cellulose besteht aus Makromolekülen⁷⁸ in Form von Fibrillen⁷⁹, die das sichtbare Licht vollständig reflektieren. Der vollkommenste Weissgrad würde sich einstellen, falls sämtliche Kitt⁸⁰-, Stütz⁸¹- und Klebesubstanzen⁸² zerlegt, die entstandenen Abbauprodukte und wasserlöslichen Substanzen ausgewaschen, und das Wachs⁸³ verteilt, d. h. die Faser vollständig gebleicht wäre und dadurch an Gewicht verloren hätte.

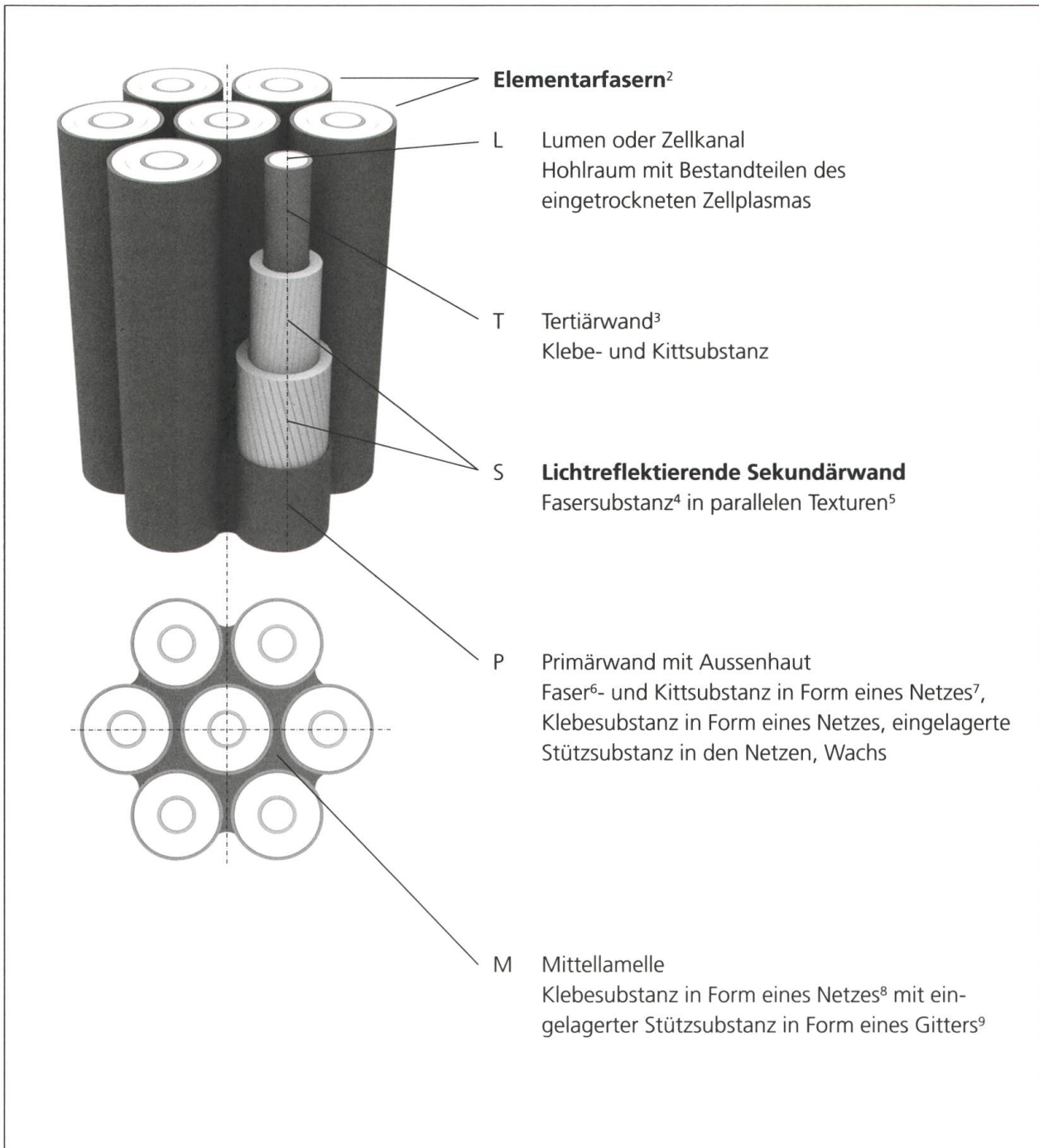
Tab. 2.2: Berechneter Gewichtverlust der Fasern nach Vollbleiche

	Flachsfaser	Baumwollfaser
Berechneter Gewichtverlust	24,4%	6,7%

Die verspinnbare Flachsfaser, im Fachjargon «technische Faser» genannt, setzt sich aus einem Bündel Elementarfaser (Fig. 20) zusammen, während die Baumwollfaser aus einem einzelligen Samenhaar (Fig. 21) besteht.

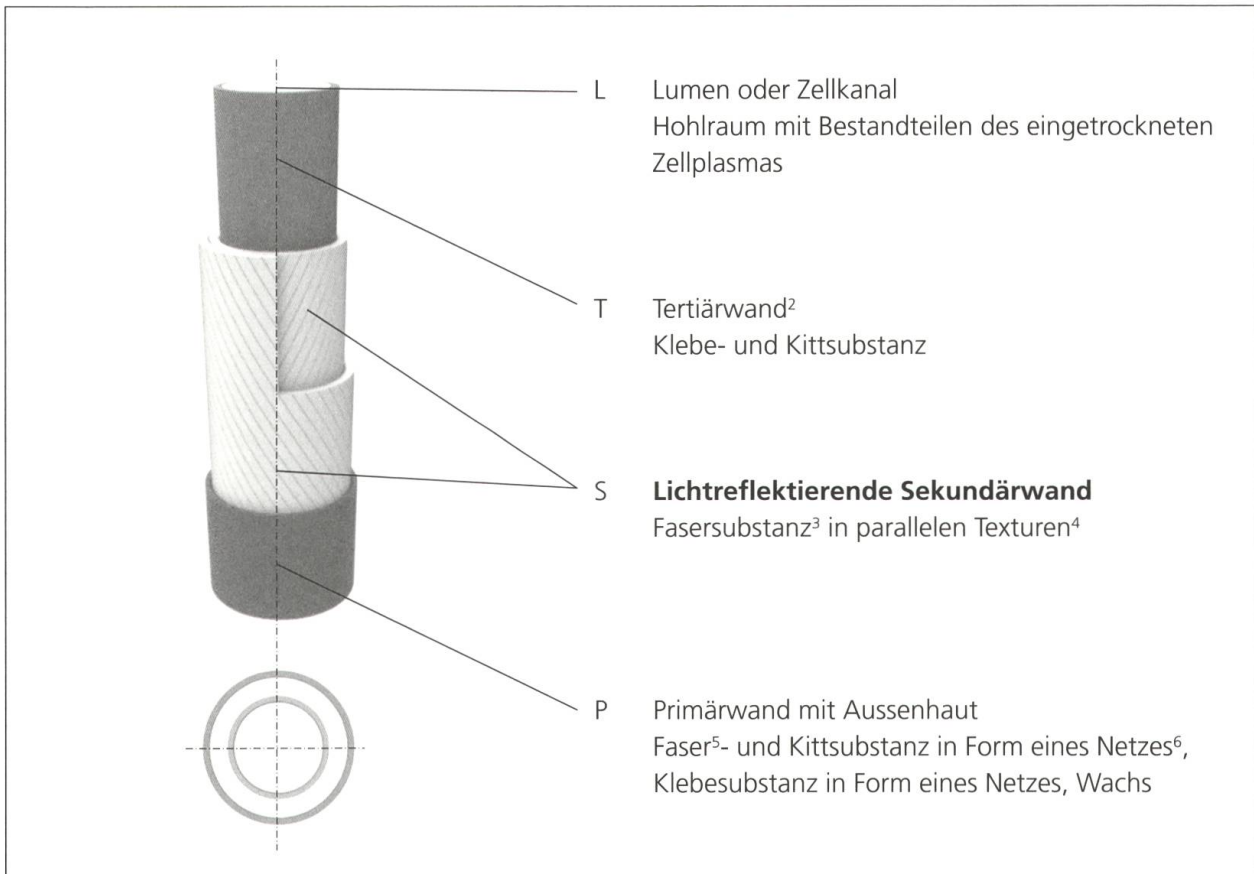
- 75 Relative Gewichtsanteile in % bei 10% Feuchtigkeit (ungebundenen Wasser). Vgl. Kölln 2004, S. 11, Tab. 1.2.
- 76 Ältere Bezeichnung: Hemicellulose.
- 77 Die geringe Menge an Klebesubstanz ist in der Kittsubstanz enthalten.
- 78 Lineare Cellulose-Makromoleküle bestehend aus $n = 1000$ bis $12\,500$ Cellobiose-Bausteinen $[(C_{12}H_{20}O_{10})_n]$, vgl. Kölln 2004, S. 6.
- 79 Ein durch Wasserstoffbrückenbindungen $[X-H \cdots Y]$ lateral zusammenhängender teilkristalliner Verband linearer Cellulose-Makromoleküle in Form von Mikro- und Makrofibrillen, vgl. Gabriel Nutt 2017, S. 127. – Teilkristalline Verbände enthalten kristalline (geordnete) und amorphe (ungeordnete) Bereiche.
- 80 Aus verschiedenen Grundbausteinen zusammengesetzte Makromoleküle mit Seitenketten, vgl. Botanik 2010, S. 282–283.
- 81 Aus verschiedenen Grundbausteinen zusammengesetztes, vernetztes Makromolekül in Form eines 3-dimensionalen Gitters, vgl. Botanik 2010, S. 287, 350.
- 82 Aus verschiedenen Bausteinen zusammengesetzte Makromoleküle, die untereinander über Ionenbrücken (Calciumion: Ca^{2+} , Magnesiumion: Mg^{2+}) zu einem gelartigen Netz verbunden sind, vgl. Botanik 2010, S. 281.
- 83 Niedermolekulare kristalline Substanzen, vgl. Botanik 2004, S. 732–733. – Treiber 1957, S. 436.

Fig. 20: Morphologisches Modell der «technischen Flachsfaser»¹



- 1 CAD Beat Bolli, vgl. Faserstofflehre 1972, S. 65. – Die qualitativ besten «technischen Flachsfasern» («Risten, Rista») weisen einem mittleren Durchmesser von 60–75 μm ($1 \mu\text{m} = \frac{1}{1000} \text{mm}$) und eine mittlere Länge von 60 cm auf, vgl. Herzog 1930, S. 111–112, 262, sowie Bobeth 1993, S. 90, Tab. 3.1. – Der mittlere Durchmesser eines Menschenhaars beträgt 70 μm , vgl. Flint 1986, S. 132. – Die Gewinnung der «technischen Flachsfaser» geschah durch Raufen (Ausreissen des Flachsstängels mit der Wurzel), Riffeln (Entsamen), Tau- oder Wasserröste (Abbau der Rindenschicht durch Mikroorganismen), Trocknen des Flachsstängels, Brechen der anhaftenden Holzschicht, Schwingen (Abstreifen der Holzschicht von den Bastfaserbündeln) und Hecheln (Spalten der Bastfaserbündel unter Absondern der kurzen Fasern). Aus den langen Flachsfasern («Risten, Rista») erzeugte man mit der Spindel die feinen Garne und aus den kurzen Fasern («Chuder, Kauder, Werrig, Werg oder Hede») mit dem Spinnrad die größeren Garne, vgl. Tobler 1837, S. 122, 365, 446. Siehe auch Nürnberger 2007, S. 60.
- 2 Auf verschiedenen Höhen des Flachstängels befindliche langgezogene, prismatische Zellen mit spitz zulaufenden Enden und unterschiedlich grossen 3–7 kantigen Querschnitten, vgl. Herzog 1930, S. 142–146. Die Elementarfaser des Flachses sind 20–25 μm breit und 25–30 mm lang, vgl. Bobeth 1993, S. 90, Tab. 3.1.
- 3 Atlas de biologie 1970, S. 27.
- 4 Durch Brückenpolymere (Polyosen) verbundene Cellulose-Makrofibrillen, vgl. Botanik 2010, S. 300–301.
- 5 Schicht S1 in Richtung S(\) im Winkel von 10° und Schicht S2 in Richtung Z(\) im Winkel von 5° zur Mittelachse. Vgl. Faserstofflehre 1972, S. 65, sowie Treiber 1957, S. 210–211.
- 6 Cellulose-Mikrofibrillen.
- 7 Verbindung der Faser- und Kittsubstanz mittels Wasserstoffbrückenbindungen [X–H...Y], vgl. Botanik 2010, S. 298–300, 282–283.
- 8 Vgl. Botanik 2010, S. 281, 294–295.
- 9 Vgl. Treiber 1957, S. 66, 77.

Fig. 21: Morphologisches Modell der Baumwollfaser¹



1 CAD Beat Bolli, vgl. Bobeth 1993, S. 118. – Langgezogene zylindrische Zelle. Im trockenen Zustand weist die Faser einen nierenförmigen Querschnitt auf und ist stark gewunden, vgl. Hofer 2000, S. 67, Abb. 27. Baumwollfasern besitzen eine mittlere Breite von 15 μm ($1 \mu\text{m} = \frac{1}{1000} \text{mm}$) und eine Länge («Stapellänge») von 20–30 mm, vgl. Bobeth 1993, S. 90. – Der mittlere Durchmesser eines Menschenhaars beträgt 70 μm , vgl. Flint 1986, S. 132.

2 Atlas de biologie, 1970, S. 27.

3 Durch Brückenpolymere (Polyosen) verbundene Cellulose-Makrofibrillen, vgl. Botanik 2010, S. 300–301.

4 Äussere Schichten SA in Richtung S(\) im Winkel von 20° bis 30° und innere gegenläufige Schichten SI in Richtung Z(\) im Winkel von 20° bis 30° zur Mittelachse, vgl. Faserstofflehre 1972, S. 56, sowie Treiber 1957, S. 210–211.

5 Cellulose-Mikrofibrillen.

6 Verbindung der Faser- und Kittsubstanz mittels Wasserstoffbrückenbindungen $[X-H \cdots Y]$, vgl. Botanik 2010, S. 298–300, 282–283.

Für die Flachsfaser gilt:

Der *Weissgrad* der «technischen Flachsfaser» wird durch Bleichen verbessert, indem lichtabsorbierende und lichtstreuende Substanzen, welche die aussenliegenden Bereiche der *lichtreflektierenden Sekundärwände* abdecken, entfernt werden.

Für die Baumwollfaser gilt:

Der *Weissgrad* der Baumwollfaser wird durch Bleichen verbessert, indem lichtabsorbierende und lichtstreuende Substanzen, welche die *lichtreflektierende Sekundärwand* abdecken, entfernt werden.

Anhand der Morphologie der Fasern und der zugehörigen Aussagen ist verständlich, weshalb die effektiven Gewichtsverluste, verglichen mit den theoretischen Werten (Tab. 2.2), geringer ausfallen.

Tab. 2.3: Effektive Gewichtsverluste nach Teil- und Vollbleiche

Bleichzustand	Flachsfaser ⁸⁴	Baumwollfaser ⁸⁵
Viertelbleiche	10–12%	–
Halbbleiche	15%	–
Dreiviertelbleiche	18%	–
Vollbleiche	20%	5%

Die während des 17. und 18. Jahrhunderts in der Ostschweiz durchgeführte Rasenbleiche flächseiner Gewebe wird in Kapitel 2.1 und die gegen Ende des 18. Jahrhunderts eingeführte Schnellbleiche in Kapitel 2.2 erläutert.

2.1 Die Rasenbleiche flächseiner Gewebe

Je nach Zustand der rohen Leinwand und des angestrebten Weissgrads dauerte die Rasenbleiche mehrere Wochen oder sogar Monate. Es galt, die in den

Flachsfasern vorhandenen lichtabsorbierenden und lichtstreuenden Substanzen möglichst ohne Beschädigung der Fasersubstanz abzubauen und die Abbauprodukte zu entfernen.

Der auf Erfahrung beruhende Bleichvorgang wurde beeinflusst von:

- Bindungsweise und Dichte der Leinwand
- Zustand der rohen Leinwand bezüglich Farbempfindung⁸⁶, Menge der aufgetragenen Schlichte⁸⁷ und Grad der Verschmutzung
- Lage der Bleichfelder
- biologisches Spektrum⁸⁸ vorhandener Mikroorganismen⁸⁹ in der Luft, auf dem Boden und im Wasser

84 Vgl. Hofer 2000, S. 113.

85 Vgl. Matthews 1928, S. 342.

86 Die Eigenfarbe der rohen Flachsfasern variiert zwischen licht- und aschblond, vgl. Bobeth 1993, S. 351, Tab. 11.3.

87 Ein aus Stärke [(C₆H₁₀O₅)_n], tierischen Fetten [C₃H₅–(COO–R_x)₃] und Wasser bestehender, gekochter Kleister, der anlässlich des Webens auf die Kettfäden gestrichen wurde, vgl. Jacobson 1783, S. 626.

88 Prozentualer Anteil bestimmter Mikroorganismen in einem geographischen Bereich.

89 Lebende Mikroorganismen (Pilze und Bakterien) decken ihren Energiebedarf, indem sie mittels Enzymen (Biokatalysatoren) organische Substanzen abbauen. Zum Beispiel während der Röste (Rotte) wird die Klebesubstanz Pektin durch Mikroorganismen abgebaut, wodurch sich das Rindengewebe von den Flachsstängeln löst. An einer 2 bis 10 Wochen dauernden Tauröste auf Wiesen oder Stoppelfeldern waren mehrheitlich Pilze und an einer 2 bis 4 Wochen dauernden Wasserröste in stehendem oder fließendem Wasser ausschliesslich Bakterien beteiligt, vgl. Faserstofflehre 1972, S. 68, sowie Bobeth 1993, S. 333–334. – Zum Beispiel zerlegen Braunfaulpilze die Fasersubstanz Cellulose des Holzes, wobei die Stützsubstanz Lignin in Form einer rotbraunen Masse zurückbleibt, und Weissfaulpilze zerlegen die Stützsubstanz Lignin des Holzes, wobei die Fasersubstanz Cellulose in Form einer weissen faserigen Masse zurückbleibt, vgl. Botanik 2010, S. 300–301.

- Anwesenheit reaktiver Sauerstoffspezies⁹⁰ in der Luft und im Wasser
- Qualität⁹¹ und Temperatur des Wassers beim Benetzen der Leinwand
- jahreszeitliche und witterungsbedingte Intensität des Sonnenlichts
- Temperatur der Luft
- Qualität und Temperatur des Wassers beim Waschen der Leinwand
- Erfahrung des Bleichemeisters betreffend Abfolge und Durchführung der Arbeitsschritte auf dem Bleichfeld
- Geschick der Bleichergesellen

In St. Gallen liess sich die Leinwand innert 12 Wochen, der Zwilch und die doppel dicke Leinwand innert 16 bis 17 Wochen vollständig bleichen.⁹² Der äusserst langwierige Bleichprozess musste laufend den herrschenden Gegebenheiten angepasst werden (Tab. 2.4). Je nach Ausgangslage begann der Bleichvorgang mit dem Bauchen, Felden oder Walken der Leinwand.

Tab. 2.4: Arbeitsablauf beim Bleichen der Leinwand in St. Gallen

Zyklen	Arbeitsschritte	Vorgang
	Bauchen ⁹³	Über die in einem hölzernen Bottich geschichtete Leinwand goss man siedende, aus Asche gewonnene Lauge, sammelte die am Boden des Bottichs ankommende Lauge ein, erhitzte dieselbe und goss sie erneut über die Leinwand. ⁹⁴
	Felden ⁹⁵	Die Leinwand wurde mittels «Zwecken» ⁹⁶ auf dem Bleichfeld befestigt, mit Wasser aus den Netzgruben besprengt und dem Sonnenlicht ausgesetzt. Nach einigen Tagen begann sich die Leinwand nächst den «Nasen» der «Zwecken» zu verfärben ⁹⁷ , worauf man die Leinwand wendete und die Holzpflocke versetzte. Danach wurde die Leinwand wieder benetzt und besonnt, bis aufgrund erneut auftretender Verfärbungen die Leinwand vom Bleichfeld genommen wurde.
	Walken ⁹⁸	Unter ständiger Zufuhr frischen Wassers wurde die Leinwand gewalkt und, je nach Zustand der Leinwand, vorab in saure Milch, Molke, Buttermilch ⁹⁹ oder Seifenlauge ¹⁰⁰ eingeweicht und gewalkt.
n mal	Bauchen	Mehrere, den Umständen angepasste Abfolgen an Arbeitsschritten.
	Felden	
	Walken	
	Brünnen	Die kurzen Tücher wurden in reinem Wasser geschwenkt und die langen, auf rohen Tüchern oder hölzernen Gestellen ausgebreiteten Tücher mit frischem Wasser durchtränkt.
	Trocknen	Die kurzen Tücher wurden aufgehängt, während die langen Tücher zum Trocknen auf rohen Tüchern oder hölzernen Gestellen ausgebreitet waren.

Die Rasenbleiche basiert auf der Erfahrung, dass die in Fibrillen angeordnete, lichtreflektierende Faser-substanz Cellulose eine hohe Beständigkeit gegenüber Laugen, aber eine geringe Beständigkeit gegenüber Säuren aufweist. Feine Leinwand durfte nicht in saurer Milch, Molke, Buttermilch oder Seifenlauge gewalkt werden, sondern nur von Hand im kalten Wasser.¹⁰¹

Eine Übersicht zu den Abläufen und Vorgängen während der Rasenbleiche vermittelt Tab. 2.5 auf der folgenden Seite.

-
- 90 In der Umwelt stehen als Oxidationsmittel Sauerstoff [O₂] sowie photochemisch und enzymatisch gebildete, reaktive Sauerstoffspezies zu Verfügung. Die bedeutenden reaktiven Sauerstoffspezies in der Luft sind das Ozon [O₃] und das Hydroxyl-Radikal [ROH*], und in den Gewässern das Peroxid-Radikal [ROO*] und der Singulett-Sauerstoff [¹O₂]. Die radikalen Sauerstoffspezies [R] besitzen ein einzelnes Elektron (*), während der Singulett-Sauerstoff [¹O₂] ein Elektronenpaar (**) mit entgegengesetztem Spin (↑↓) aufweist, vgl. Parlar/Angerhöfer 1995, S. 59–60, 63.
- 91 Wasser mit möglichst geringem Gehalt an Mineralien und Mikroorganismen. – «Das Wasser zu den Bleichen [in St. Gallen] ist doch nicht recht weiss» (Zinzendorf 1764, S. 223).
- 92 Vgl. SSRQ SG 1673, S. 237–241.
- 93 Waschen mittels Pottaschenlauge [K₂CO₃ + H₂O ↔ KOH + KHCO₃]. Die Pottasche [K₂CO₃] erzeugte man in Aschesiedereien. Die in der Asche enthaltenen [CaO, K₂O] Oxide wurden in Wasser gelöst. Über die Lösung strichen [CO₂]-haltige Verbrennungsgase, wodurch sich Calciumcarbonat [CaCO₃] bildete, welches ausfällte. Das Kaliumcarbonat

[K₂CO₃] der Restlösung wurde durch Eindampfen angereichert. Ursprünglich stellte man die Lauge aus reiner Buchenholzasche her, wodurch «Buchen» oder «Bauchen» die Bedeutung von «Sieden des Garns oder Gewebes in Lauge» bzw. von «Übergießen der Gewebe mittels Lauge» erlangte.

- 94 «Um St. Gallen wird viel Torf, den sie hier Turbe heissen, gegraben, und die Bleichen und Färber mögen denselben auch brennen» (Zinzendorf 1764, S. 228).
- 95 Tücher, die im Bleichprozess fortgeschritten waren, breitete man auf rohen Tüchern aus, vgl. SSRQ SG 1673, S. 244.
- 96 Holzpflocke mit Auskragungen («Nasen»), an welchen die Tücher befestigt wurden.
- 97 Durch Mikroorganismen (Pilze, Bakterien) verursachte örtliche Verfärbungen der Leinwand.
- 98 Walken (engl. mit den Füßen treten) der Leinwand von Hand oder mittels Wasserrad angetriebener Walke. «Eine gut eingerichtete Walke kann der Leinwand nicht schaden, wenn besonders solche Walke in hölzernen, mit einem frischen Zufluss von Wasser versehenen, Trog läuft, wann sie mit hölzernen Stempel [Stempeln] versehen ist, die von einem Wellbaum [Welle mit Nocken] und Wasserrad so bewegt werden, dass sie einen halben Schuh [etwa 15 cm] entfernt bleiben, von dem Grund des Troges, und solange fortsetzen, bis alles unreine im Wasser ausgewaschen, und das Wasser rein abläuft» (Hilscher 1790, S. 208).
- 99 Produkte mit Milchsäurebakterien, die enzymatisch Milchsäure [C₂H₅O–COOH] erzeugen.
- 100 Aus Fettsäurenalzen [R_x–COOK], Glycerin [C₃H₅(OH)₃] und Wasser bestehende teigige Schmierseife, die durch Kochen (Verseifung) tierischer Fette (Schmalz, Talg) [C₃H₅–(COO–R_x)₃] in Kalilauge [KOH] gewonnen wurde. Mehrheitlich besteht [R_x] aus 15 oder 17 kettenförmig angeordneten Kohlenstoff-Atomen. In Wasser gelöste Seife bildet Ionen, wobei die Fettsäureionen [R_x–COO⁻] mit dem lipophilen (fettliebenden) Teil [R_x] in Schmutzteilchen eindringen, während der polare Teil [COO⁻] sich mit dem umgebenden Wasser vereinigt. Die Schmutzteilchen werden von polaren, hydrophilen (wasserliebenden), aus Fettsäureionen [R_x–COO⁻] bestehenden Schichten umhüllt und voneinander getrennt.
- 101 Struckmeier 2011, S. 55; SSRQ SG 1673, S. 239. – «Die Niederländische Leinwath [Batist, Cambrais oder Kammer-tuch] soll auf der Bleich nicht [mittels Wasserrad angetriebener Walke] gewalket werden/sie nimbt sonst Schaden» (Ziegler 1677, S. 9).

Tab. 2.5: Während der Rasenbleiche ablaufende physikalische, chemische und biotische¹⁰² Vorgänge

Vorgang	Abfolge der Arbeitsschritte										Abbauen							
	Leinwand										Photolytische Reaktionen	Photochemische Reaktionen	Enzymatische Reaktionen	Oxidierende/dissoziierende Reaktionen	Ätzende Reaktionen	Verseifung/Hydrophile Reaktionen	Reinigen/Entfernen	
n Zyklen																		
Bauchen	■					■									103	104	105	106
Felden		■	■			■	■	■			107	108	109					
Walken				■				■					110				111	112
Brünnen										■								113
Trocknen										■								114

102 Auf lebende Organismen bezogene Vorgänge.
 103 Thermisch unterstützte Oxidation von Substanzen mittels Kalilauge und Lösen abgebauter Substanzen in Kalilauge.
 104 Thermisch unterstütztes Abtöten von Mikroorganismen mittels Kalilauge.
 105 Schmelzen und Verteilen von Fett (Schmalz: 27 °C–29 °C, Talg: 42 °C–49 °C) und Wachs (61 °C–69 °C). – Verseifung des Fetts zu Fettsäureionen mittels Kalilauge. – Umhüllen von Fett- und Schmutzteilchen mittels Fettsäureionen.
 106 Entfernen gelöster Substanzen, abgetöteter Mikroorganismen und Schmutzteilchen.
 107 Photolyse (Kettenspaltung) makromolekularer Substanzen im Bereich des sichtbaren Lichts und der UV-Strahlung unterhalb der Wellenlänge von 360 nm. (1 nm = 1/1.000.000 mm). Vgl. Bobeth 1993, S. 327–328.
 108 Durch Feuchte und Temperatur beschleunigte photochemische Oxidation makromolekularer Substanzen mittels reaktiven Sauerstoffspezies und beschleunigte photo-

chemische Hydrolyse makromolekularer Substanzen mittels Wasser im Bereich des sichtbaren Lichts und der UV-Strahlung oberhalb der Wellenlänge von 360 nm. Vgl. Bobeth 1993, S. 327–328.
 109 Örtlich begrenzter enzymatischer Abbau makromolekularer Substanzen (Faser-, Kitt- Stütz- und Klebesubstanzen, Stärke) und niedermolekularer Substanzen (Wachs, Fett) durch Pilze und Bakterien.
 110 Indizierter enzymatischer Abbau makromolekularer Substanzen (Faser-, Kitt- Stütz- und Klebesubstanzen, Stärke) und niedermolekularer Substanzen (Wachs, Fett) durch Milchsäure produzierende Bakterien.
 111 Umhüllen von Fett- und Schmutzteilchen mittels Fettsäureionen der Seifenlauge.
 112 Auswaschen niedermolekularer Substanzen mittels kalten Wassers.
 113 Nachspülen mittels kalten Wassers.
 114 Verdunsten des Wassers.

2.2 Die Schnellbleiche baumwollener Gewebe

Nach 1778 begann man in der Ostschweiz mittels Salzgeist¹¹⁵ baumwollene Gewebe zu bleichen. Die dabei erzielten Resultate waren niederschmetternd. Die Fasern der Gewebe versprödeten und die Gesundheit der Bleicher wurde zerstört.¹¹⁶ Diese Nachteile verschwanden, als es gelang, um 1792 Bleichwasser¹¹⁷ und um 1798 Bleichpulver¹¹⁸ herzustellen.¹¹⁹ In Hauptwil wurden baumwollene Tücher um die Jahrhundertwende im «Weisswasserhaus»¹²⁰, dem sogenannten «Keller», gebleicht. Der Hinweis auf den Keller belegt, dass mittels Javelwasser gebleicht wurde, welches, wäre es dem Licht ausgesetzt gewesen, sich zersetzt hätte. Ebenfalls erwähnt wird ein «Weisswasserbrennhäusli»¹²¹, in welchem «Weisswasser» auf der Basis von Vitriolöl¹²² oder Salzgeist¹²³ hergestellt wurde. Sicher ist, dass die Manufaktur in Hauptwil die Ausgangsprodukte für das «Weisswasser» aus Winterthur bezog.¹²⁴

Wie der Bleichvorgang in Hauptwil ablief, entzieht sich unseren Kenntnissen. Überliefert sind jedoch Empfehlungen, die von den damaligen Chemikern auf empirischem Wege ermittelt wurden. Die vorgeschlagenen Vorgehensweisen hingen von den

de Labarraque genannt, ist heute unter der technischen Bezeichnung Eau de Javel im Handel, vgl. Diserens 1948, S. 429.

- 118 Bleichpulver, Calciumhypochlorit: $\text{Ca}(\text{ClO})_2$.
- 119 Vgl. Priesner 2015, S. 140.
- 120 Vgl. StATG 4'272'177; 5'9, 5.2 (1812), S. 386.
- 121 Vgl. StATG 5'9, 5.2 (1812), S. 386.
- 122 Vitriolöl, konzentrierte Schwefelsäure: $[\text{H}_2\text{SO}_4]$. – Die erste chemische Fabrik in der Schweiz, «Laboratorium» genannt, wurde 1778 von Johann Heinrich Ziegler (1738–1818), Johann Jakob Sulzer (1738–1797) und Johann Sebastian Klais (1742–1809) in Winterthur gegründet, vgl. Troll 1848, S. 90. – Für Baumwoll- und Indiennemanufakturen, den sogenannten «Fabriken», bot das «Laboratorium» von J. Jacob Sulzer das Vitriolöl zu 33 Gulden und den aus Vitriolöl hergestellten rauchenden Salzgeist zu 35 Gulden pro Zurzacher Zentner (1 Zentner = 100 Pfund, 1 Pfund = 36 Lot = 528,5 g) franko Lindau oder Schaffhausen an. Vgl. Hildt 1789, S. 101, sowie Niemann 1830, S. 247.
- 123 Der Salzgeist, in Form des freigesetzten Chlorgases, gab Anlass zu unterschiedlichen Theorien und Namensgebungen. Die deutschen Chemiker sprachen von «zündendem Salzgas», «dephlogisticirter oder entbrennbarer Salzluft», und die französischen Chemiker von «übersauertem kochsalzgesäuertem Gas», vgl. Westrumb 1793, S. 298. – «Erst der Chemiker Humphry Davy (1778–1829) konnte 1810 beweisen, dass das [um 1773] von Carl Wilhelm Scheele [1742–1786] entdeckte Chlor ein chemisch nicht weiter zerlegbarer Körper ist (also keinen Sauerstoff enthält)» (Priesner 2015, S. 96).
- 124 Zur Herstellung des Weisswassers $[\text{KClO}]$ wurde Chlor $[\text{Cl}_2]$ in Kalilauge $[\text{KOH}]$ eingeleitet $[2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}]$, wobei die Kalilauge aus Pottasche $[\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{KHCO}_3]$ oder «kaustifizierter» Pottasche $[\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{KOH} + \text{CaCO}_3\downarrow]$ gewonnen wurde. Das gasförmige Chlor, welches erst 1810 als ein eigenständiges Element erkannt wurde, gewann man durch Erhitzen einer aus Kochsalz [Natriumchlorid: NaCl], Vitriolöl [Schwefelsäure: H_2SO_4] und Braunstein [Mangandioxid: MnO_2] bestehender wässriger Lösung $[4\text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow 4\text{NaHSO}_4 + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}]$, oder durch Erhitzen einer aus Salzgeist [Salzsäure: HCl] und Braunstein bestehender wässriger Lösung $[4\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}]$. Im «Weisswasser» befindet sich das Kaliumhypochlorid $[\text{KClO}]$ im Gleichgewichtszustand $[\text{KClO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HClO} + \text{KOH}]$ mit der hyperchlorigen Säure $[\text{HClO}]$, die als Oxidationsmittel beim Bleichen wirkt.

115 Wässrige Lösung des rauchenden Salzgeistes, das heisst der Salzsäure $[\text{HCl}]$. Vgl. Krünitz 1823, S. 554.

116 «[...] scheinbar schön u. gut ward die Waar verpakt, versandt, – aber mürbe – u. oft wie Zundel – wurde sie in weit entfernten Ländern wieder ausgepakt, – oder ward es doch – allmählig im feuchten Magazin» (Mayr 1799, S. 545). – «[...] und wenn die Gesundheit der Arbeiter, bey Ausübung dieser Bleichmethode [mittels Wasser verdünntem Salzgeist], nicht in so grosser Gefahr stände» (Westrumb 1800, S. 175–176).

117 Bleichwasser, Eau de Javel, Javelwasser, wässrige Lösung des Kaliumhypochlorits $[\text{KClO}]$. – Die aus Natriumhypochlorid $[\text{NaClO}]$ bestehende wässrige Lösung, einst L'eau

jeweils herrschenden Bedingungen ab und waren im Wesentlichen beeinflusst von:¹²⁵

- geleinete oder ungeleinete baumwollene Kett- und Schussfäden¹²⁶
- Bindungsweise und Dichte der baumwollenen Tücher
- Zustand der rohen Tücher bezüglich der Farbempfindung¹²⁷, Menge der aufgetragenen Schlichte und Grad der Verschmutzung
- Konzentration und Temperatur des «Weisswassers» und des mit Wasser verdünnten Vitriols
- Verweilzeiten der Tücher im «Weisswasser» und im verdünnten Vitriol
- Temperatur der Luft und Intensität des Lichts während des Trocknens der «weisswassergetränkten» Tücher
- Qualität und Temperatur des Wassers während des Waschens der Tücher
- Erfahrung und Geschick der Bleicher

Anhand von Veröffentlichungen, welche den Fabrikanten ab 1800 zugänglich waren, wurde ein verallgemeinerter Arbeitsablauf erstellt (Tab. 2.6). Nach dem Entfernen der Schlichte liessen sich die baumwollenen Tücher innert 1 bis 3 Tagen vollständig bleichen.

125 Vgl. Westrumb 1800, S. 220–232.

126 Auf tierischer Haut, Leder, Knochen oder Fischblasen basierender Leim zur Stärkung der gesponnenen Baumwollfäden.

127 Gelblich weisse Eigenfarbe der rohen Baumwollfaser. Vgl. Bobeth 1993, S. 351, Tab. 11.3.

128 Durch Hinzufügen von Kleie, saurer Milch oder mit Wasser verdünntem Kuhdung liess sich der Gärvorgang beschleunigen.

129 Kalilauge, wässrige Lösung des Kaliumhydroxids: KOH.

130 Unter alkalischen Bedingungen befindet sich die Hypochlorige Säure im Gleichgewichtszustand [$\text{HClO} + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$], wobei die Bleichwirkung auf dem Hypochloritanion [ClO^-] beruht.

131 Unter Einwirkung des Lichts zersetzt sich das «Weisswasser» bzw. die Hypochlorige Säure [$2\text{HClO} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{}^1\text{O}_2$], wobei die Bleichwirkung auf der reaktiven Sauerstoffspezies [$\text{}^1\text{O}_2$] im Singulettzustand beruht, der ein Elektronenpaar (**) mit entgegengesetztem Spin (¹) aufweist. Vgl. Appretur 1989, S. 124, 133–144. – Vgl. Botanik 2010, S. 265–266.

132 Unter sauren Bedingungen läuft die chlorierende Reaktion [$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$] ab, wobei die Bleichwirkung auf dem Entzug von Elektronen (-2e⁻) beruht. Vgl. Appretur 1989, S. 124, 133–144.

Tab. 2.6: Arbeitsablauf beim Bleichen mit «Weisswasser»

Zyklen	Arbeitsschritte	Vorgang
	Einweichen	Um die Schlichte zu entfernen, wurden die baumwollenen Tücher in Wasser eingelegt und der Gärung ausgesetzt. ¹²⁸
	Walken	Nach dem Abklingen des Gärvorgangs geschah das Walken der Tücher unter ständiger Zufuhr frischen Wassers.
x mal	Bauchen	Entweder kochte man die Tücher in Lauge ¹²⁹ oder goss über die in einem hölzernen Bottich geschichteten Tücher siedende, aus Asche gewonnene Lauge, sammelte die am Boden des Bottichs ankommende Lauge ein, erhitze dieselbe und goss sie erneut über die Tücher.
	Walken	Auswaschen
y mal	Eintauchen ¹³⁰	Im Keller des «Weisswasserhauses» tauchte man die Tücher während etwa einer Stunde in «Weisswasser» ein.
	Trocknen ¹³¹	Die mit «Weisswasser» getränkten Tücher wurden beim Trocknen möglichst der Sonne ausgesetzt, damit der Salzgeist verdunstete.
	Walken	Auswaschen.
	Eintauchen	Mehrere, den Umständen angepasste Abfolge von Arbeitsschritten.
	Trocknen	
	Walken	
	Walken	
und/oder		
z mal	Eintauchen	Im Keller des «Weisswasserhauses» tauchte man die Tücher während etwa einer Stunde in «Weisswasser» ein.
	Ansäuern ¹³²	Die mit «Weisswasser» getränkten Tücher wurden für kurze Zeit in verdünntes Vitriol getaucht, bis der Salzgeist sich nicht mehr bemerkbar machte.
	Eintauchen	Mehrere, den Umständen angepasste Abfolge von Arbeitsschritten.
	Ansäuern	
	Walken	
	Walken	Auswaschen
	Bauchen	Kochen der Tücher in der Lauge oder Übergiessen der Tücher mit Lauge.
	Walken	Eventuell Waschen in Seifenlauge, Auswaschen.
	Trocknen	Aufhängen

Das Bleichen mittels «Weisswasser» beruht auf der Erfahrung, dass die Fasersubstanz Cellulose beständig gegenüber Laugen ist, aber eine geringe Beständigkeit gegenüber Säuren aufweist. Deshalb wurden die Tücher nur während einer kurzen Zeit der verdünnten Schwefelsäure ausgesetzt.

Eine Übersicht zu den Abläufen und Vorgängen während des Bleichens mittels «Weisswasser» vermittelt die nachstehende Tabelle:

Tab. 2.7: Während der Bleiche mit «Weisswasser» ablaufende physikalische, chemische und biotische¹³³ Vorgänge

Vorgang	Abfolge der Arbeitsschritte														Abbauen					
	Baumwollene Tücher														Bleichwirkungen ¹³⁴	Enzymatische Reaktionen	Oxidierende/dissoziierende Reaktionen	Ätzende Reaktionen	Verseifung/Hydrophile Reaktionen	Reinigen/Entfernen
		x	y Zyklen				z Zyklen													
Einweichen	■															135				
Bauchen		■												■			136	137	138	139
Eintauchen			■		■			■		■					140					
Ansäuern								■		■						141				
Walken		■		■			■		■				■						142	143
Trocknen					■		■							■	144					145

-
- 133 Auf lebende Organismen bezogene Vorgänge.
- 134 Der Abbau der in der Primärwand befindlichen Substanzen (siehe Fig. 21) ist nur teilweise nachvollziehbar. Zu den bei anorganischen Substanzen ablaufenden Reaktionen (Oxidation, Reduktion, Säure-Base R., Photochemische R., Katalytische R.) gibt es in der Organischen Chemie weitere Reaktionsarten wie: Substitution, Umlagerung, Addition, Eliminierung.
- 135 Enzymatischer Abbau der Schlichte (Stärke und Fett) durch Bakterien in handwarmen Wasser oder in mit Kleie, saurer Milch oder Kuhmist geimpften Wasser.
- 136 Thermisch unterstützte Oxidation von Substanzen mittels Kalilauge und Lösen abgebauter Substanzen in Kalilauge.
- 137 Thermisch unterstütztes Abtöten von Mikroorganismen mittels Kalilauge.
- 138 Schmelzen und Verteilen von Fett (Schmalz: 27 °C–29 °C, Talg: 42 °C–49 °C). – Verseifung des Fetts zu Fettsäureionen mittels Kalilauge. – Umhüllen von Fett- und Schmutzteilchen mittels Fettsäureionen.
- 139 Entfernen gelöster Substanzen, abgetöteter Mikroorganismen und Schmutzteilchen.
- 140 Bleichwirkung unter alkalischen Bedingungen im Dunkeln (siehe Anmerkung 130).
- 141 Bleichwirkung während des Ansäuerns im Dunkeln (siehe Anmerkung 132).
- 142 Umhüllen von Fett- und Schmutzteilchen mittels Fettsäureionen, falls Reinigung in Seifenlauge.
- 143 Auswaschen niedermolekularer Substanzen mittels kalten Wassers.
- 144 Bleichwirkung während des Trocknens im Licht (siehe Anmerkung 131).
- 145 Verdunsten des Wassers.