



# RESTAURIERUNG UND MUSEUMSTECHNIK

Herausgegeben vom Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens  
durch Rudolf Feustel

---

7

Heidemarie Farke

## **ARCHÄOLOGISCHE FASERN, GEFLECHTE, GEWEBE**

*Bestimmung und Konservierung*

MUSEUM FÜR UR- UND FRÜHGESCHICHTE THÜRINGENS  
WEIMAR  
V E R T I B L I O T H E K

Druck: Druckerei Volkswacht Gera, Betriebsteil IV Greiz

(C) 1986 by Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar

Nachdruck oder fotomechanische Vervielfältigung, auch einzelner Teile, ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers nicht gestattet.

# Inhalt

Seite

Vorwort	5
1. Faserstoff	7
1.1. Tierische Fasern	7
1.1.1. Wolle/Haare (Keratinfasern)	7
1.1.2. Naturseiden	12
1.2. Pflanzliche Fasern	13
1.3. Faserstoffbestimmung	16
2. Fäden	23
3. Geflechte	25
3.1. Halbflechten	26
3.2. Echtes Flechten	29
4. Gewebe	31
4.1. Webgeräte	32
4.2. Bindungstechnik der Gewebe	37
4.2.1. Darstellung der Gewebebindung	37
4.2.2. Bindungsformel	38
4.2.3. Technische Angaben zur Bindungspatrone	39
4.3. Musterzerlegen und -berechnen	39
4.4. Grundbindungen	42
4.4.1. Leinwandbindung	42
4.4.2. Körpergrundbindung	42
4.4.3. Atlasgrundbindung	44
4.5. Erweiterte Grundbindungen	46
4.6. Abgeleitete Bindungen	47
4.7. Verstärkte Gewebe	52
4.8. Bindungen für lancierte und broschiierte Gewebe	52
4.9. Bindungen für Faltengewebe	52
4.10. Bindungen für Doppelstoffe und mehrfache Gewebe	53
4.11. Gobelintechniken	53
4.12. Damassébindung	54
4.13. Bindungen für Frottiergewebe	54
4.14. Bindungen für Samt- und Kordsamtgewebe	54
4.15. Teppichbindung	54
4.16. Dreherbindungen	55
5. Konservierung von Fasern, Fäden und textilen Flächengebilden	55
5.1. Aufbereitung von Textilien	57
5.1.1. Erhaltungszustand	58
5.1.2. Anfertigung von Präparaten	58
5.2. Abdruck	60
5.3. Reinigung	60
5.3.1. Naßreinigung	61
5.3.2. Trockenreinigung	62
5.4. Festigung	62
5.4.1. Nähen	62
5.4.2. Kleben	65
5.4.3. Imprägnierung	66
5.5. Gefrier Trocknung	68
6. Dokumentation	69
7. Rekonstruktionsbeispiele	70
8. Literatur	74
9. Quellennachweis	75
Tafeln I - XXXV	



## Vorwort

Die Ausbreitung der Menschheit aus tropischen und subtropischen Gebieten bis in arktische Regionen war erst durch den Gebrauch des Feuers und durch Bekleidung ermöglicht worden. Durch diese Mittel schufen sich die Menschen ein ihnen genehmes, existenzielles Mikroklima.

Viele Jahrhunderttausende bestand die Kleidung nur aus Tierfellen und -häuten. Im Jungpaläolithikum hatte man gelernt, Kleidungsstücke zusammenzunähen: Knochennadeln mit engem Öhr lassen auf das Zusammendrehen (Spinnen) von tierischem und pflanzlichem Fasermaterial zu endlos langen Fäden schließen. Aus Schilf, Binsen, Wurzeln, Bast, Lianen, Birkenrinde u.dgl. werden auch schon Taschen, Körbe und anderer "Hausrat" geflochten worden sein. Die Mesolithiker haben aus pflanzlichem Material geflochtene Sandalen getragen, Schnüre hergestellt und daraus Netze geknüpft. Seit im Neolithikum neue Technologien, vor allem des Webens erfunden worden waren, nehmen Textilien infolge ihrer vielfältigen Eigenschaften, Verarbeitungs- und Anwendungsmöglichkeiten einen gewichtigen Platz in vielen Lebensbereichen ein.

Aufgabe des Restaurators ist, aus den fragmentarischen Textilien früherer Zeiten Erkenntnisse zu gewinnen über die jeweils verwendeten Faserstoffe, Technologien (Spinnen, Flechten, Knüpfen, Weben, Walken, Färben, Sticken, Applizieren), Musterungen sowie über die Art und Weise des Gebrauches der Fertigprodukte. Auf dieser Basis lassen sich zudem Aussagen über den allgemeinen technischen Entwicklungsstand, Tracht, Wirtschaft, Handel, kulturelle Beziehungen, Sozialstruktur u. a. m. gewinnen.

Da Textilien im Erdboden nur unter außergewöhnlichen Bedingungen (extreme Trockenheit, ewiges Eis, Moor) gut erhalten bleiben, in der Regel aber nur kleine, stark zersetzte Reste oder lediglich Diagenesen gefunden werden, bedürfen Textilien besonders sorgfältiger konservierender Behandlung.

Vorliegender Band kann den Textilrestauratoren aber auch allen anderen Restauratoren archäologischen Kulturgutes als Hand- und Nachschlagebuch dienen, das ihnen erleichtert, die jeweils richtigen Behandlungsmethoden auszuwählen, und beiträgt, die angedeuteten Probleme zu lösen.

Wir sind uns bewußt, daß diese Publikation noch erweitert und verbessert werden kann und bitten deshalb alle Fachkollegen, uns ihre eigenen Erfahrungen mitzuteilen sowie Hinweise auf weitere Methoden und auch Literatur zu geben, damit diese in der 2. Auflage berücksichtigt werden können.

Die Anregung zu diesem Band gab Direktor Dr. R. Feustel. Ihm danke ich herzlich für die mir jederzeit entgegengebrachte Unterstützung. Zum Verständnis der oft schwierigen Webtechnologie und zur Rekonstruktion der bronzezeitlichen Textilfunde konnte die Kunsthandwerksmeisterin Frau v. Steinaecker (Weimar) gewonnen werden. Ihr danke ich ganz herzlich für die Hilfe und fachliche Zusammenarbeit. Dank richte ich auch an die Textilrestauratoren im VBK der DDR, Frau F. Happach (Halle) und Frau E. Kaiser (Berlin-Erkner), die mir mit fachlichem Rat zur Seite standen. Ebenso schulde ich Herrn Roscher großen Dank für die sorgfältige Anfertigung der Zeichnungen und für die Gestaltung der Bildtafeln sowie den Mitarbeiterinnen der Fotowerkstatt des Museums für Ur- und Frühgeschichte Thüringens. Nicht zuletzt möchte ich allen Kolleginnen und Kollegen danken, die mit Verständnis und Hilfe bei der Lösung auftretender Probleme halfen und zum Erscheinen dieses Bandes beitrugen.

Weimar, im Februar 1986

Heidemarie Farke



## 1. Faserstoff

Faserstoff ist ein Sammelbegriff für faser- und fadenförmige Gebilde, die wegen ihrer Biegsamkeit bzw. Geschmeidigkeit die Voraussetzung für textile Verarbeitbarkeit bieten. Diese Merkmale resultieren einestheils aus ihrem chemisch-physikalisch-strukturellem Aufbau und anderenteils aus den äußeren Abmessungen. So hat z. B. eine feine Wollfaser mit einem Durchmesser von nur 20 µm eine Länge von 60 mm dagegen zu setzen. Das bedeutet, daß ihre Länge das 3000fache des Durchmessers beträgt. Ähnlich sind die Verhältnisse von Faserlänge zu Faserdicke bei anderen Naturfasern. Wesentlich größere findet man bei den theoretisch endlosen synthetischen Fasern (Seiden).

Außer Wolle, Haare und Seide zählen u. a. auch Metallfäden, Bast und Sehnen zu den Faserstoffen. Zur Terminologie der Faserstoffe heißt es: "Textiler Faserstoff besteht aus längenbegrenzten (Fasern) oder nicht längenbegrenzten (Elementarfäden) schmiegsamen Gebilden mit dem gemeinsamen Kennzeichen einer im Vergleich zu den Abmessungen der Querschnittsfläche großen Länge, die textil verarbeitbar sind" (Handbuch Textilwaren 1980).

Die Gruppe der verarbeitbaren Fasern ist sehr umfangreich. Für die Bestimmung der Faserstoffart im Bereich der Ur- und Frühgeschichte kommen nur Naturfaserstoffe in Frage. Diese unterteilen sich in tierische, pflanzliche und mineralische. Da die mineralischen Fasern sehr selten vorkommen, werden in diesem Rahmen nur tierische und pflanzliche berücksichtigt, zumal die mineralischen Fasern, z. B. Asbest, erst in der Neuzeit eine Rolle spielen.

### 1.1. Tierische Fasern

Die tierischen Faserstoffe Wolle, Haare, Seiden gehören in die Gruppe der Eiweißfaserstoffe. Ihr chemischer Grundbaustein ist das Eiweißmolekül. Es sind sogenannte Gerüsteiweißstoffe (Skleroproteine), die einen gerichteten (anisotropen) Feinbau wie Keratin (Haarsubstanz) oder Fibroin (Raupenseidensubstanz) aufweisen. Als organische Verbindungen enthalten die Eiweißfaserstoffe neben Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff noch Stickstoff und Schwefel. Den chemischen Aufbau der Fasersubstanz muß man kennen, um die Eigenschaften und die Bearbeitungs- und Verarbeitungsmöglichkeiten der Faserstoffe zu verstehen. Eine der wesentlichsten Eigenschaften ist ihr amphoterer Charakter. Das bedeutet, daß die Eiweißstoffe sowohl basisch als auch sauer reagieren können. Sollen Beschädigungen oder Zerstörungen des Faserstoffes vermieden werden, müssen Eiweißfaserstoffe in neutralem Bereich, pH 7, gelagert bzw. bearbeitet werden. Dies erklärt auch, weshalb z. B. Wollfasern sich nur unter bestimmten Bedingungen erhalten haben.

Die Eiweißmoleküle bestehen aus Aminosäuren. Allein die Wolle baut sich aus 17 - 19 solcher Aminosäuren auf. Diese beeinflussen die Eigenschaften von Wolle und Seiden entscheidend. So ist bei der Wolle z. B. das Cystin für die Bildung der Schwefelbrücken verantwortlich, während es bei Seide in den Querverbindungen keinen Schwefelanteil gibt.

#### 1.1.1. Wolle/Haare (Keratinfasern)

Aus dem tierischen Fell werden Fasern begrenzter Länge gewonnen; es sind Wolle, Haare und Borsten.

Unter Wolle werden im allgemeinen die Fasern vom Fell des Schafes (*Ovis aries*) verstanden, das uns die bedeutendste tierische Faser liefert. Es sind die feineren und mittleren, mehr oder weniger gekräuselten, mit einer Schuppenschicht versehenen Haare. Diese liefert z. B. das Fell der Schafe, Kamele, Schafkamele (*Lama*, *Alpaka*), bestimmter Ziegen und Kaninchen.



Als Haare bezeichnet man die groberen, schlichten und glänzenden, mit nur geringer Schuppenbildung versehenen Fasern vom Fell der Kamele (es liefert gekräuseltes wolliges Flaumhaar und grobes Grannenhaar), Ziegen, Pferde und Rinder.

Borsten sind die dicken, kurzen und harten, dabei jedoch biegsamen Haare z. B. des Schweines. (Für die Textilverarbeitung spielen sie keine Rolle.)

Alle tierischen Fasern bestehen aus der Hornsubstanz Keratin, so daß sie auch als Keratinfasern bezeichnet werden. Sie lassen sich wegen der charakteristischen Schuppenbildung mikroskopisch von jeder anderen Faser leicht unterscheiden, wobei die Form der Schuppen für die verschiedenen Wollsorten kennzeichnend ist. So haben feine Wollen viel stärker und vollkommener ausgebildete Schuppenformen als die gröberen Landwollen. Die Schuppen (Oberhautzellen) sind dachziegelartig an- oder übereinandergelagert. Ihr Rand zeigt zackige, gezähnte Formen. - Je nach der Körpergegend der einzelnen Tiere schwankt die Feinheit der Fasern.

Nach Art der Verwendung, nach Eigenschaften oder Art der Erzeugnisse tragen einige Haararten die Bezeichnung Wolle mit einem entsprechenden Tier- oder Ländernamen (Angora-Wolle, Lama-Wolle, Kaschmir-Wolle).

In ihrem strukturellen Aufbau sind alle Haare gleich, in ihrem inneren und äußeren Aufbau die einzelnen Haare jedoch sehr verschieden.

Das Haar ist ein Zellgebilde aus Horn und sitzt in einer flaschenförmigen Einstülpung der Haut. Der Haarschaft mit Haarspitze ragt aus der Haut heraus. In der Haut eingebettet liegt die Haarwurzel mit der verdickten Haarzwiebel, die eine Haarpapille umfaßt. Diese ernährt das Haar und bildet neue Wachstumszellen. Die Haarwurzel ist von Talgdrüsen umgeben. Dadurch erhält das ganze Haar eine Fettschicht, die es gegen Kälte, Nässe und andere äußere Einflüsse schützt.

Im Faserquerschnitt stellt sich der innere Aufbau von außen nach innen im wesentlichen so dar (Taf. I, 1-3):

Schuppenschicht  
Zwischenmembran (Basolhaut)  
Spindelzellschicht (Kortex)  
Lanain  
Markkanal (Medulla)

Alle diese Schichten haben bestimmte Aufgaben zu erfüllen

Die Schuppenschicht besteht aus verhornten, plattenartigen Eiweißzellen (Oberhautzellen), die als äußerer Schutz dienen. Sie ist verantwortlich für das gute Wärmerückhalte- und hohe Filzvermögen und verhindert gute Farbaufnahme.

Die Zwischenmembran ist eine sehr feine, elastische Haut. Sie umschließt die Faser. An der Außenseite derselben sind die Schuppen mit ihrem unteren Ende angewachsen. Ihre Aufgabe besteht darin, die Schuppen in ihrer Lage festzuhalten. Dadurch, daß die Zwischenmembran porig ist, können Farbstoff und Feuchtigkeit gut ins Innere eindringen.

Die Spindelzellschicht besteht aus Fibrillen, die die Bauelemente der Woll darstellen. Bei den Fibrillen unterscheiden sich Arten mit unterschiedlichem Zellquerschnitt und solche mit unterschiedlicher Quellfähigkeit. Sie bilden gemeinsam den Faserkörper. Die Spindelzellen sind oberhalb isotrop und unterhalb anisotrop orientiert. Dadurch besteht die Faser aus zwei Teilzylindern, die um die Achse miteinander verdreht sind. Diese Bauweise wird als bilaterale Struktur der Wolle bezeichnet. Festigkeit, Dehnung, Elastizität und Kräuselung sind Eigenschaften, die von den Spindelzellen beeinflußt werden.

Das Lanain ist eine niedermolekulare gallertartige Eiweißstoffsubstanz, in die die Spindelzellen eingelagert sind. Durch diese Struktur wird ebenfalls die Elastizität bestimmt. Lanain besitzt eine geringe Molekülgröße und wird dadurch von Chemikalien leicht zerstört. Entzieht man die im Lanain physikalisch gebundene Feuchtigkeit (heiße Trocken, Verkoh-

lung, Feuer o. ä.) wird die Wolle spröde und hart.

Der Markkanal ist ein mit kugeligen Markzellen gefüllter Kanal, der dem Haar zur Ernährung dient. Für die Festigkeit der Faser ist er ohne Bedeutung. Stark ausgebildete Markkanäle findet man bei groben Wollen, während die feineren nur noch Reste von Zellanhäufung (Markinseln) haben.

Unter dem Mikroskop zeigt sich das Haar als ein rundliches, längliches mit Schuppen bedecktes Gebilde von unterschiedlicher Dicke. Die äußere Schicht des Haares ist eine dünne, einfache bis mehrfache Schicht von Schuppen und Plättchen, aus dachziegelartig angeordneten Oberhaut- oder Epidermiszellen bestehend. Bei feinen Haaren (Wolle) umfassen sie den Schaft ganz und bilden eine Kronenform. Die groben Haarfasern können von ihnen nur versetzt, dachziegelartig bedeckt werden. Die so gebildete Schuppendecke bietet den äußeren Schutz des Haares. Die kleinste Anzahl von Oberhautzellen befindet sich an der Haarwurzel, während sie sich zum oberen Teil des Haares hin vergrößert. - Direkt unter der Schuppenschicht, nach der Zwischenmembran, befindet sich die Spindelzellschicht (Fibrillenschicht = Rindensubstanz). Von ihr hängt in hohem Grade die Festigkeit des Haares ab. Sie ist somit der wichtigste Teil des Wollhaares. Die Fibrillenschicht besteht aus einer dichtgelagerten Masse gestreckter, spindelförmiger Fibrillen, d. s. Zellen von unterschiedlicher Länge. Sie sind meist schlank und um ihre Längsachse gedreht, wobei die Enden an beiden Seiten in eine oder mehrere Spitzen auslaufen. Bei gröberen Wollhaaren befindet sich im Inneren ein Markkanal. Dieser besteht aus einer oder mehreren Zellenreihen. Er kann in Form nicht zusammenhängender Markzellen, sogenannter Markinseln, oder als geschlossener Zentralstrang auftreten. Oft ist im Markkanal auch Luft enthalten. Das Bild der Markzellen ist vielgestaltig. Es gibt rundliche, kurze Zylinder oder dünnere Platten bzw. Scheiben, oder auch längere Gebilde. An der Haarwurzel sowie an der Haarspitze befinden sich niemals Markzellen. Auf die Festigkeit des Haares hat der Markkanal keinen Einfluß. Aber der Wert einer Wolle ist um so höher, je weniger diese Schicht ausgebildet ist. Feine, weiche Haare, z. B. Merinowolle, sind markfrei. Sie bestehen also aus Schuppenschicht und sind im Inneren mit der Fibrillenschicht vollständig ausgefüllt. Farbige Wollhaare haben eingelagerte Farbpigmente in Fibrillen- und Markscheiden.

Wie vorher schon erwähnt, bildet das Eiweißmolekül den Grundbaustein der Wollfaser. Die Grundsubstanz ist Keratin, das als Hauptanteil in der Spindelschicht (Fibrillenschicht) enthalten ist. Die spindelförmigen Fibrillen sind durch eine amorphe Substanz miteinander verklebt. Dadurch läßt sich die Spindelschicht durch Enzyme leichter zerstören als die Spindelzellen. Keratin ist eine nicht einheitlich zusammengesetzte Masse, aus Schwefel und Stickstoff bestehend. Die Wollhaare zeigen bei den verschiedenen Tierrassen keine einheitliche Form im Querschnitt. Es können kreisrunde, ovale, elliptische oder plattgedrückte Querschnittsformen festgestellt werden. Oft treten an ein und demselben Haar an verschiedenen Stellen ganz unterschiedliche Formen auf.

### Schafwolle

Wildform der heutigen Schafrassen ist das Mufflon. Es war beheimatet in Asien und Nordafrika. Man unterscheidet im wesentlichen drei große Gruppen:

Höhenschafe (Steppenschafe) - feine, weiche, kurze und stark gekräuselte Wolle.

Niederungsschafe (Landschafe) - lange, schlichte, kräftige und glänzende Wolle.

Kreuzzuchtschafe (Crossbred-Schafe) - mittellange, mittelstarke, wenig gekräuselte Wolle.

Die Eigenschaften der Wolle und damit ihre Qualität werden durch viele Gründe beeinflusst. Ihre Einteilung erfolgt nach Rasse und Wollqualität, nach der Gewinnung, nach Körperteilen und damit der Feinheit, nach Reinheit, Haarart, Geschlecht und Alter und nicht zuletzt nach der Herkunft. Man unterscheidet z. B.:

Widderwolle: kräftig und hart.

Mutterwolle (bis 6. Lebensjahr): weich.

Lammwolle (Erstlingswolle): sehr weich.

Einschurwolle: Schaf wird einmal im Jahr geschoren.

Zweischurwolle: Schaf wird zweimal im Jahr geschoren, die Fasern zeigen eine gleichmäßige zylindrische Form. (Taf. I, 4-6)

Haut- und Gerberwolle: von gesunden geschlachteten Tieren, mittlere Qualität. An den Wollfasern befinden sich an den Enden die Haarwurzeln mit den Haarzwiebeln. (Taf. II)

Sterblingswolle: von verendeten Tieren, schlechte Qualität. An den Enden der Fasern befinden sich Haarwurzeln mit den Haarzwiebeln; die Wolle ist "untru" (ungleichmäßig) und nimmt keinen Farbstoff an. (Taf. III, 12-14)

Reine Woll- und Flaumhaare: mehr oder weniger gekräuselt, große Feinheit (12 ... 37  $\mu$ ), Länge 4 ... 8 cm, deutliche dachziegelartig deckende Oberhautzellen (Schuppen), die am Rand stets gezackt oder gesägt sind, Faser längsstreifig ohne Markkanal, im Querschnitt (Taf. III, 15-17; V, 27-28) höchstens zwei Oberhautzellen (sie umschließen den Faserkörper).

Reine Grannenhaare: mehr oder weniger gewellt, fein und gleichmäßig (30 ... 60  $\mu$ ), Länge 10 ... 12 cm, dachziegelartig übereinandergelegte zackige Schuppen, oben ca. 3 - 4 cm markfrei, nach unten zu Markinseln, die sich schließlich zum Markstrang bündeln. (Taf. IV, 18-20)

Gemisch von Woll- und Grannenhaaren: Grannenhaare steif und schlicht; 10 ... 15 cm lang, mittlere Feinheit (80  $\mu$ ); auffallend sind längliche Oberhautzellen, die dachziegelartig oder muschelartig die Faser decken. Sie stoßen plattenförmig aneinander. Der Markstrang durchzieht das ganze Haar. Weil die Haare fettarm sind, fehlt oft am oberen Ende der Faser die Epidermis, oder sie wurde abgerieben. Wollhaare unregelmäßig gekräuselt, fein (30  $\mu$ ), Länge 5 ... 7 cm. Schuppen fast nicht gezackt. Die Fasern sind markfrei und sehr gleichmäßig. (Taf. IV, 21-23; V, 24-26)

Die voran beschriebenen Wollen sind gleichmäßig (zylindrische Form) und stammen von gesunden, gut genährten und voll ausgewachsenen Tieren. Dagegen sind die naturkranken Wollhaare sehr ungleichmäßig, zeigen Knotenbildung, Anschwellungen und Einschnürungen. Die Ursachen hierfür können Krankheit, mangelnde Ernährung, ungünstige Witterungseinflüsse und Inzucht sein. Solche Wollen zeigen ein geringes Filzvermögen und lassen sich nicht gut färben. Werden sie gefärbt, wirkt ihr Farbton oft unruhig und ungleichmäßig, weil Farbaufnahme und Lichtbrechung von den normalen Fasern abweichen. (Taf. VI, 29a,b,c)

Oft finden sich in weniger guten Wollen Stichel- oder Schielhaare: auffallend dick, steif und lichtundurchlässig. Der Markkanal ist sehr breit und besteht aus mehrreihigen Markzellen. Demgegenüber ist die Rindenschicht nur ganz schwach entwickelt. Durch die mangelnde Torsionsfestigkeit ragen Stichelhaare immer aus dem Garn bzw. dem textilen Gebilde. Es entsteht ein deutlicher "Stichelhaareffekt". (Taf. VI, 30)

### Ziegenhaare

In diese Gruppe gehören neben der Hausziege (*Capra hircus*) die Mohair-, Angora- und Tibetziege. Die Tibetziege liefert die Kaschmirwolle. All diese Haare unterscheiden sich von den eigentlichen Wollen durch ihre bedeutende Länge, ihre große Glätte und damit durch den Glanz.

Hausziege: fast nur glattes Grannenhaar, Feinheit von 80 ... 130  $\mu$ , Länge 4 ... 10 cm, Markkanal sehr breit und lichtundurchlässig. Er ist in 6 bis 10 Zellenreihen angeordnet. Die Spindelzellschicht (Fibrillen) ist auch hier nur schwach ausgebildet. Obwohl die Oberhautzellen (Schuppen) hoch und scharfkantig sind, kann man sie mikroskopisch nur schlecht erkennen und betrachten. Dafür sind besondere Mikroskopierverfahren nötig (z. B. Abdruck). Im Gegensatz zur Schafwolle wird das Ziegenhaar meist aus Fellen oder Raufwolle gewonnen. Dadurch enthält sie oft die Haarwurzeln oder Haarzwiebeln. (Taf. VI, 31-32; VII, 33-35)

Mohair- oder Angorawolle: sehr fein, 40 ... 45  $\mu$ , bis grob 60-150  $\mu$ , weich, sehr glänzend, glatt und gleichmäßig rund. Während die feinen Wollen völlig markfrei sind, zeigen die gröberen sehr häufig breite Markkanäle. Schuppen halb- bis ganzzylindrisch, sehr dünn und flach, ihr Rand unregelmäßig gezähnt. Manchmal laufen die Schuppen in eine Spitze aus. Die Gesamtansicht der Angorafaser wirkt sehr grobstreifig mit breiten, regelmäßigen Faserspalten in der Spindelzellschicht. (Taf. VII, 36)

Tibet- oder Kaschmirwolle: Gemisch aus Flaum- und Grannenhaaren, Flaumhaare sind grobwellig und im Querschnitt rund, Feinheit von 26  $\mu$  am unteren Haarschaft 7  $\mu$  an der Haarspitze, Länge ca. 7 cm. Schuppen halb- und ganzzylindrisch, scheinen zum Faserrand hin fein gesägt. Das Gesamtaussehen der Flaumhaare ist grobgestreift und zeigt Faserspalten. Obwohl die Wolle durch Ausrupfen oder Kämmen gewonnen wird, sind Haarzwiebeln nicht vorhanden. Grannenhaare sehen denen der Hausziege sehr ähnlich. Sie besitzen einen Markkanal aus kleinen Markzellen mit feinkörnigem Inhalt, Feinheit der Grannenhaare 60-90  $\mu$  Länge bis 12 cm.

#### Angorakaninwolle

Die Wolle wird durch Auskämmen oder Scheren gewonnen. Sie ist ein Gemisch von Flaum- und Grannenhaar. Flaumhaare sind kurz, nur selten markfrei, Feinheit 12 ... 14  $\mu$ . Grannenhaare sind steif und mitunter ziemlich lang (18 cm). Feinheit der einzelnen Haare unterschiedlich; an der Basis sehr fein (ca. 15  $\mu$ ), verbreitert sich nach oben bis auf etwa 130  $\mu$ , um zur Spitze hin wieder dünner zu werden (ca. 18  $\mu$ ). Die Haare haben einen mehrreihigen, mit körnigem Inhalt bestückten Markkanal. Die einzelnen Markzellen sind abgerundet. Die Schuppenform ist über das ganze Haar (Flaum- und Grannen) sehr unterschiedlich verteilt. An manchen Stellen findet man langausgezogene tüten- oder zungenförmige Schuppen und anschließend solche von kurzer, breiter und an den Rändern schwach gezählter Form. Andere wieder haben eine stumpfe Spitze oder mehrere Spitzen. (Taf. VIII, 42-43) Die Schuppen liegen zum Teil auch dachziegelartig übereinander und zeigen schräg verlaufende Vorderränder.

#### Rinderhaare

Diese Haare sind kurz, hart und steif von meist rötlich-brauner, weißer oder schwarzer Farbe. Sie werden durch Ausraufen gewonnen und enthalten dadurch fast immer Haarzwiebeln. Die Haare können Markzylinder enthalten oder auch markfrei sein. Ist ein Markzylinder vorhanden, ist dieser einreihig, oder er besteht nur aus Markinseln. Die Oberhautzellen sind dichtschuppig, dünn und stark gezähnt. Faserspalten kommen manchmal an den Haarenden vor. (Taf. VIII, 40-41)

#### Roßhaar

Vom Pferd finden vor allem die Schweif- und Mähnenhaare Verwendung. Sie sind verschieden lang und haben eine Stärke von 80 - 400  $\mu$ . Sie sind stark gefärbt (Pigmenteinlagerung) und müssen für die mikroskopische Betrachtung erst vorbereitet werden. Oberhautzellen, schmal und gezähnt, haben einen aus ein bis zwei Reihen bestehenden Markkanal, in dem die Markzellen plättchenförmig angeordnet und mit feinkörnigem Inhalt gefüllt sind. In der Spindelzellschicht selbst befinden sich zahlreiche kurze Spalten. (Taf. VII, 38; Taf. VIII, 39)

#### Menschenhaar

Menschenhaare können mit Schafwolle, Kuh- und Ziegenhaaren vermischt, verarbeitet sein. Feinheit der Haare ist unterschiedlich 50 - 100  $\mu$ . Das Haar hat dünne und schmale Oberhautzellen, die am Vorderrand uneben und unregelmäßig gezähnt sind. Der Markkanal fehlt oder ist schmal und oft unterbrochen. (Taf. IX, 49-51)

### Kamelhaar

Es ist ein Gemisch vor allem aus Flaum- und Grannenhaaren, Feinheit 10 - 16  $\mu$ , etwas gewellt, immer markfrei. Länge ca. 10 cm. Farbe grau, gelb bis braun; regelmäßige Längsstreifung. Die Schuppen sind auffallend langzylindrisch, ohne Zähnung am Rand. Grannenhaar meist dunkelbraun bis schwarz, Länge 5 ... 6 cm, Feinheit 60 ... 80  $\mu$ . Der Naturfarbstoff (Pigmente) ist körnig angeordnet. Die Dichte dieser Körnung ist an verschiedenen Stellen eines Haares oft so unterschiedlich, daß Zusammenballungen bis zur Knotenbildung zu finden sind. Der Markkanal ist sehr groß und durchgehend, oder es sind nur Markinseln vorhanden, oder es fehlt beides. Der Haarrand ist deutlich gezähnt. Kamelhaare sind immer mit Haarzwiebeln zu finden. Weil sich das naturfarbene Kamelhaar schlecht entfarben läßt, ist es deutlich von gleichgefärbter Schafwolle zu unterscheiden. (Taf. X, 52-54)

### Schafkamelwollen

Die Alpakawolle, vom südamerikanischen Pakoschaf gewonnen, ist ein Gemisch aus Woll- und Grannenhaaren. Wollhaare markfrei, längsstreifig. Schuppen sehr fein oder fehlen; Feinheit 10 ... 20  $\mu$ ; Länge 10 ... 15 cm, geringe Mengen enthalten Grannenhaare, Feinheit 35 ... 70  $\mu$ , Länge 20 ... 30 cm, voller Markkanal mit meist körnigem Inhalt. Häufig "Übergangshaare" vom Woll- zum Grannenhaar. Diese haben nur eingestreute Markinseln oder kurze Markzylinder. (Taf. IX, 46-48)

Die Lamawolle, von der südamerikanischen höckerlosen Kamelart gewonnen, besteht aus Flaum- und Grannenhaaren. Beide Faserarten sind ungefähr 25 cm lang. Feinheit der Flaumhaare 20 ... 35  $\mu$ , der Grannenhaare etwa 150  $\mu$ . Das Haar zeigt kaum sichtbare Schuppen, dafür sehr gut entwickelte Markzellen. (Taf. IX, 45)

#### 1.1.2. Naturseiden

Im Unterschied zu den Haaren sind die Seiden keine Fasern, sondern Fäden von großer Länge, die durch Raupen erzeugt werden.

Echte Seide, auch Maulbeerseide (Bombyxfaserstoff), wird als fadenförmiges Sekret von der Seidenraupe des Maulbeerspinners (*Bombyx mori*) gesponnen. Beim mikroskopischen Betrachten muß man zwischen Rohseide und entbasteter Seide unterscheiden.

Rohseide, der Rohseidenfaden besteht aus zwei Einzelfäden. Sie enthalten vorwiegend Fibroin, eine schwefelfreie, hornartige Seidensubstanz. Die zwei Fibroinfäden werden von Seidenleim (Bast oder der Serizinhülle) umgeben. Der Rohseidenfaden ist also doppelfädig. Im feuchten Zustand ist die Serizinschicht äußerst klebrig und vielfach mit Verunreinigungen behaftet. Im trockenen Zustand wird sie spröde und brüchig, löst sich stellenweise, so daß der Doppelfaden bloßliegt. Den wertvollen Anteil des Rohseidenfadens bilden die festen, elastischen und dehnbaren Fibroinfäden.

Von einer Seidenraupe werden ca. 3000 ... 4000 m Faden geliefert: davon können nur 800 .. 1000 m abgehaspelt werden. Die beste Fadenqualität, den gleichmäßigsten Seidenfaden, erhält man aus der mittleren Schicht der abhaspelbaren Seide. Aus dieser Schicht zeigt der Einzelfadenquerschnitt eine rundliche Form, nur wenig abgeplattet oder dreikantig. Aus der inneren, pergamentartigen Schicht der Einzelfäden und aus der äußeren, lockeren, zeigt sich der Faden im Querschnitt und in der Feinheit ungleichmäßig.

Die Serizinschicht kann außen glatt, rein und zart begrenzt erscheinen; sie kann aber auch mit Quersprüngen, Spalten und Falten versehen sein sowie mit unregelmäßigen Rissen und großen Wülsten. Durch die Sprödigkeit ist die Serizinmasse in kleine Schollen zersprengt oder fehlt stellenweise ganz. (Taf. XII, 67-69; Taf. XIV, 76-78)

Entbastete Seide gewinnt man durch Entfernen des Seidenleimes. Die Seide wirkt dann glatt, glänzend und weich. Der Seidenleim (Serizinhülle) läßt sich mit kochendem Wasser, verdünnten Alkalien oder mit Essigsäure entfernen. Die einzelnen Fibroinfäden bleiben aus ihrem Doppelverband gelöst unverändert zurück. Der Fibroinfaden ist meist völlig strukturlos und glatt. Manche Fäden sind schwach um ihre Längsachse gedreht, andere zeigen feine Längsstreifung. Diese Längsstreifung kann man durch Mazerieren deutlicher hervortreten lassen.

Der einzelne Fibroinfaden hat eine glatte Oberfläche, ist zylindrisch oder walzenförmig; er glänzt sehr stark und ist durchsichtig. Die Einzelfäden haben eine Feinheit von 13 ... 25  $\mu$ .

Manchmal findet man bei den Seidenfäden Zusammenballungen feiner Fäden, sogenannte Sekundärfäden. Sie befinden sich zusätzlich und neben den Hauptfäden im Bast. Wird die Seide entbastet, werden diese Sekundärfäden, die eine Länge von ca. 4 - 10 cm haben, freigelegt. Bei der Weiterverarbeitung bilden sie dann leicht zusammengeballte Faserknötchen. (Taf. XIII,70-73; XIV,79; XV,80a,b,c)

Tussahseide (Wilde Seide). Sie wird vom Tussahspinner erzeugt. Ihr struktureller Aufbau ist ähnlich der Maulbeerseide.

Rohseide besteht ebenfalls aus einem Doppelfaden. Die Einzelfäden werden durch die Serizinhülle umschlossen. Sie ist in trockenem Zustand sehr brüchig und dringt teilweise in die Fäden ein. Der Doppelfaden ist deutlich quergestreift. Im rohen Zustand ist er mehr oder weniger dunkel- oder gelbbraun gefärbt. Er ist erheblich breiter als die echte Seide, flachgedrückt, bandartig und stark fibrillös. Manche Fäden zeigen Quetschstellen oder vereinzelte Abplattungen. Durch die im Kokon schräg verlaufenden Fibroinfäden entstehen solche Kreuzungsstellen. Im mikroskopischen Bild erscheinen sie als hellere und breitere Stellen, auch schraubenförmig, ähnlich der Baumwolle.

Entbastete Seide gewinnt man ebenfalls durch Entfernen des Seidenleimes. Der Querschnitt des Einzelfadens ist dreieckig, flach und keilförmig und besitzt glatte Ränder (bei Rohseide Ablagerungen an den Rändern). Die Feinheit beträgt im Mittel etwa 30 ... 40  $\mu$ , schwankt aber von 17 ... 75  $\mu$ . (Taf. XIII,74-75)

## 1.2. Pflanzliche Fasern

Die pflanzlichen Faserstoffe bestehen hauptanteilig aus Cellulosemolekülen. Diese lassen sich durch Hydrolyse zu Glukose, dem Grundbaustein der hochmolekularen Zellulose, abbauen.

Jede Zellulosefaser besitzt einen bestimmten Polymerisationsgrad, der je nach Faser (Flachs, Hanf, Baumwolle) verschieden groß sein kann. Der Durchschnittspolymerisationsgrad (DP), der natürlichen Zellulose beträgt nach Staudinger 3000 - 4000. Das bedeutet, daß ein Zellulosemolekül aus 3000 - 4000 Glukosebausteinen besteht (Flachs z. B. hat einen DP von 2500, Baumwolle von 3000). Der Durchschnittspolymerisationsgrad ist z. B. wichtig für Faserfestigkeit, Alkalibeständigkeit, Quellung und Naßfestigkeit.

Längs der Faserachse sind die Zellulosemolekülketten als parallele, flache Bändchen angeordnet. Mehrere aneinandergelagerte Bändchen bilden die Lamellen, die sich wiederum zu Kristalliten bzw. Mizellen vereinigen. Viele solcher Mizellenstränge ergeben die Mikrofibrille, die sich wiederum zu Fibrillen und diese zu Fibrillenbündeln zusammenlagern. Als chemische Bindungskräfte wirken innerhalb des Zellulosemoleküls Sauerstoffbrücken als Hauptvalenzkräfte, während sich Nebervalenzkräfte in Form von Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen bilden.

Die Gesamtwirkung aller auftretenden Bindungskräfte ist für bestimmte Eigenschaften, z. B. hohe Scheuerfestigkeit der Baumwolle, maßgebend.

## Flachs

Die Fasern werden aus der Leinpflanze (*Linum usitatissimum*) gewonnen. Sie liegen als Bast unter der Rinde des Pflanzenstengels; deshalb werden sie auch als Stengelfasern bezeichnet. Die einzelnen Bastfaserzellen sind in Gruppen angeordnet und bilden feine Faserbündel. Sie werden in diesem Bündel durch eine sich zwischen je zwei nebeneinanderliegenden Elementarzellen befindende sogenannte Mittellamelle gehalten. Um die reinen Elementarfasern zu gewinnen, muß der Pflanzenleim, der die Einzelfasern zusammenhält, gelöst werden.

Im mikroskopischen Bild stellt sich der Flachsstengelquerschnitt als Ring von Faserbündeln dar, die aus dickwandigen, fest zusammengeschlossenen Elementarfasern bestehen. Die Querschnitte der Elementarfasern, die immer in Gruppen zusammenstehen, sind sehr charakteristisch. Sie sind vieleckig, prismenförmig bis rund. In der Mitte der Faserzelle ist das Lumen ("Lichte Weite") als kleine Öffnung oder nur als Punkt zu erkennen. Die abgerundeten Querschnittsformen findet man bei Proben, die vom unteren Teil des Flachsstengels entnommen wurden. Auch das Lumen ist hier größer. Im Querschnitt zeigt die Zellwand oft zarte Streifung oder Schichtung.

Die Elementarfaser besteht aus einzelnen Schichten. In der gering quellfähigen äußeren Primärwand bilden die Zellulosefibrillen eine Netzstruktur. Die mehrschichtige Sekundärwand ist stärker quellbar. In ihr sind Schraubenstreifungen der Schichten zu beobachten. Die Mikrofibrillen verlaufen nicht parallel zur Faserlängsachse; sie haben in ihrer Rechts- und Linksstreifung eine leichte Neigung. Die äußere Schicht ist rechtsstreifig (ca. 10°), die innere Schicht linksstreifig (ca. 5°). Durch diesen geringen Steigungswert der Schraubenlinien ergibt sich ein hoher Orientierungsgrad der Mikrofibrillen und damit ein großer Anteil kristalliner Bereiche von Zellulosemolekülen. Die Fibrillenrichtung ist ein Erkennungsmerkmal bei der Unterscheidung von Flachs und Hanf. Die dünne Schicht der Tertiärwand umschließt das Lumen. Das Lumen ist meist von eingetrockneten Protoplasmaesten ausgefüllt.

In der Längsansicht stellt sich die Elementarfaser als röhrenartiges, stabförmiges Gebilde dar, längsstreifig mit Querverschiebungen und feinen Querrissen. Typisch sind die vielen schwach markierten und ausgebauchten Knotenbildungen, die meist die Form eines X darstellen. Diese Knoten sind ein Qualitätsmerkmal für die Festigkeit. Je mehr solche Knoten vorhanden sind, um so geringer ist die Faserfestigkeit. Die natürlichen Enden der Faser weisen meist eine scharfe und langgezogene Spitze auf. Sie können auch abgerundet wie beim Hanf vorkommen. In der Längsansicht erscheint das Lumen als feine gelbe Linie und ist oftmals mit Protoplasma gefüllt.

In den Flachsfasern sind vielfach Unterbrechungen des Zellkanals zu beobachten, sogenannte Verschußstellen. Die Unterbrechungen führen zur Anhäufung des Plasmas und damit zur Erweiterung des Lumens. Bei der Hanffaser sind sie nicht vorhanden.

Rohe Flachsfasern können auch von Pilzgeweben behaftet sein. Sie lassen Schlüsse auf die Art der angewendeten Röste zu.

Verarbeitete rohe Flachsfasern werden vielfach gebleicht. Nach intensiver Bleiche besteht z. B. ein Leingarn nur noch aus einzelnen Bastzellen, weil die Mittellamelle zerstört ist. Die Faserbündel lösen sich in einzelne Zellen auf. Nur durch die Verdrillung und damit gegenseitige Reibung, die die Fasern durch das Verspinnen erhalten haben, bleibt der Zusammenhalt der Zellen erhalten. Der Protoplasmafaden, dessen Inhaltsreste bei vielen Fasern zu finden sind, ist bei gebleichten Fasern vielfach unterbrochen. Es sind nur noch kurze Stücke, wenig gewellt oder geklumpt vorhanden. Manchmal ist die äußere Wandschicht linksspiralig gezeichnet. (Taf. XV, 81-82; XVI; XVII, 88-90)

## Hanf

Die Hanffaser ist ebenfalls eine Bastfaser und wird von der Hanfpflanze *Cannabis sativa* gewonnen. Ähnlich wie beim Flachs bestehen die Hanffasern aus einer Gruppe von Bastfaserzellen, die durch Pflanzenleim zusammengehalten werden. Um die Elementarfasern zu gewinnen, muß dieser Leim durch Mazerieren gelöst werden. Die Hanffaser läßt sich von der Flachsfaser im Mikrobild nur schlecht unterscheiden, ohne Hilfsmittel ist es kaum möglich. Die Einzelfasern sind schwach verholzt, von ungleichmäßiger Breite. In der Längsansicht ist die Hanffaser längsgestreift mit Querverschiebungen bzw. Verdickungen und weist knotenartige x-Stellen sowie Querspalten auf, ähnlich wie Flachsfasern. Das Lumen ist bedeutend breiter; der Zellkanal, von der Schmalseite betrachtet, ist nur eine dünne Linie. Die Fasern enden in abgestumpften oder abgerundeten, sehr dickwandigen Spitzen. Im Unterschied zum Flachs verlaufen die Fibrillen zur Faserachse in der äußeren Sekundärwand linksstreifig im Winkel von  $28^\circ$ , in der inneren Sekundärwand nur wenig linksstreifig mit  $0 \dots 3^\circ$ . Im Querschnitt sind die Elementarfasern oval oder verzweigt, meist linienförmig zu einem Spalt verengt. (Taf. XVII, 91-92; XVIII; XIX, 97-99)

## Baumwolle

Die Baumwollpflanze, eine der ältesten Kulturpflanzen, liefert textil verarbeitbare Samenfasern. In Indien z. B. seit über 5000 Jahren geschätzt, ist Baumwolle im europäischen Raum kein Rohstoff vorgeschichtlicher textiler Objekte (nur als Import). Trotzdem gehört sie in diesen Rahmen und muß erwähnt werden. Es ist wichtig, den Aufbau der Baumwollfaser und vor allem ihr mikroskopisches Bild zu kennen und sei es nur, weil sie als "Fremdkörper" im Zusammenhang mit vorgeschichtlichen Textilien gefunden bzw. geborgen werden kann.

Die Verpackungsmaterialien bei der Fundbergung (Mullbinden, Zellstoff, Pappkartons u. ä.) und Staubteile in der Luft (z. B. beim Mikroskopieren) enthalten sehr häufig Baumwollfasern. Um prähistorisches Material eindeutig zu identifizieren, müssen Fremdstoffe, hier z. B. die Baumwolle, bekannt sein. Außerdem können Fasern, Textilien u. ä. als Baumwolle identifiziert besser eingeordnet werden (zeitlich und territorial).

Die Primärwand ist relativ dünn, mit einer glatten Oberfläche, aus Wachs und Pektin bestehend. Der Zelluloseanteil ist mit 10 % gering. Direkt darunter liegen übereinander zwei Fibrillennetze, das äußere etwas längsgestreckt, das innere quer orientiert. Die Sekundärwand ist die eigentliche Zellwand. Sie besteht aus fast reiner Zellulose (94 %). Die Mikro-fibrillen sind zueinander betont parallel angeordnet. Diese Struktur beeinflusst entscheidend die Fasereigenschaften. Der Parallelverlauf geht nicht längs der Faserachse, sondern in Schraubenform zu ihr. Auch diese Lage wirkt sich auf die Fasereigenschaften aus.

Die Tertiärwand ist die innere Schicht der Faserwand. Sie besteht aus wenig Zellulose und ist mit Pektinstoffen, Wachsen und Fetten durchsetzt. Die Tertiärwand bildet den Abschluß der Sekundärwand gegen das Lumen. Dieses ist während des Wachstums mit Plasma gefüllt und bildet nach Eintrocknen desselben einen Hohlraum. In dem Hohlraum sind vielfach protoplasmatische Reste und natürlicher Farbstoff zu finden. Die Baumwollfaser zeigt beim mikroskopischen Betrachten eine rauhe, körnige Oberfläche. Sie erscheint bandförmig, mehr oder weniger flach gedrückt mit den charakteristischen Drehungen oder Windungen. Die Ränder sind wulstig und rinnenförmig aufgebogen. Die Drehungen sind gleichmäßig über die ganze Faser verteilt. Sie verlaufen auch nicht immer in eine Richtung, sondern rechts oder links, steil oder flach innerhalb einer Faser. Die Enden der Faser sind unterschiedlich. Das untere Ende, am Samenkorn festgewachsen, zeigt unregelmäßige Risse. Das obere Ende ist abgerundet, konisch, flach, stumpf in unterschiedlicher Breite. Manchmal zeigt sich das Lumen nur als schmaler Schlitz. Baumwollfasern haben eine Durchschnittsbreite von 12 - 15  $\mu$ . Im Querschnitt ist die Faser länglich oval, bohnen- oder nierenförmig. Bei reifen Fasern ist das zusammengefallene Lumen oft nur als Linie bzw. als Flachoval sichtbar. (Taf. XIX, 100-101; XX; XXI)



### 1.3. Faserstoffbestimmung

Beim makroskopischen Betrachten von Fasern können wohl bestimmte Eigenschaften mit dem bloßen Auge erkennbar sein. Das läßt jedoch keine genaue Bestimmung der Faserstoffart zu. Weitere Prüfungen sind notwendig, um die einzelnen Fasermaterialien unterscheiden zu können. Auf der Grundlage des chemisch-strukturellen Aufbaus der Fasern sind verschiedene Prüfverfahren entwickelt worden. Die häufigsten davon sind:

- Mikroskopische Prüfungen
- Anfärbereaktionen
- Verhalten gegenüber Chemikalien
- Brennprüfungen

Bei der Anwendung dieser Bestimmungsverfahren sind der Umgang mit Chemikalien, vor allem Säuren und Laugen, und Arbeiten mit offener Flamme notwendig. Deshalb sind die Arbeits- und Gesundheitsschutzvorschriften unbedingt zu befolgen.

### Präparation von Faserstoffen

Zur Präparation von Faserstoffen gehört die Herstellung eines guten, sauberen und einwandfreien Präparates. Die Technik ist beim Prüfen von Faserstoffen meist einfacher als für biologische oder medizinische Zwecke. Man benötigt ein einfaches Präparierbesteck: 2 Präpariernadeln, 1 Präparierschere, 1 Pinzette, 1 Skalpell oder Rasiermesser. Außerdem braucht man Objektträger, Deckgläschen (mit der entsprechenden Deckglasdicke für die jeweiligen Objektive), mehrere Glasstäbchen und Glasplatten, evtl. auch schwarze.

Zur mikroskopischen Untersuchung werden nur wenige Einzelfasern benötigt. Die tierischen und pflanzlichen Faserstoffe können ohne besondere Vorbereitung für mikroskopische Präparate verwendet werden. Sie müssen aber frei sein von haftenden Fremdstoffen (Erde, Oxidationsprodukte u. ä.).

Sollen Präparate zur kurzzeitigen Betrachtung angefertigt werden, genügt eine Wasser-Einbettung. Sie ist für die schnelle Identifizierung geeignet. Man spricht dann von Frischpräparaten. Sollen Präparate wenige Tage oder Wochen erhalten bleiben, fertigt man ein Zeitpräparat an. Hierbei dient als Einbettungsmittel z. B. Glyzerin, Harz oder Balsam. Man kann das Objekt in diese Mittel für längeren Zeitraum einschließen, weil sie nur wenig verdunsten und ihren Brechungsindex nicht wesentlich verändern. Die Frisch- und Zeitpräparate verändern sich relativ schnell und sind darum nur eine begrenzte Zeit verwertbar.

Anders werden die Dauerpräparate hergestellt. Sie sollen noch nach Jahren das Objekt so gut sichtbar zeigen, wie zur Zeit seiner Anfertigung. Deshalb ist es notwendig, Einbettungsmittel zu benutzen, die das Eindringen von Bakterien, Viren, Pilzen und anderer Kleinstlebewesen, die Kristallisation sowie das Verändern durch Oxidation verhindern. Während früher nur Deckglaskitt (Naturharze in Verbindung mit Abdecklack) verwendet wurden, ist es heute mit verschiedenen Kunstharzgruppen möglich, den Deckglaskitt z. B. wegzulassen und entsprechende Einschlußmittel mit den errechneten Brechungssexponenten zu verwenden. Als größten Vorteil der Dauerpräparate kann wohl angesehen werden, daß durch künstliche Färbung hervorragende Kontrastierungen erreicht, dadurch feinste Struktureinheiten von Zellen sichtbar werden und in diesem Zustand fixiert eingebettet sind. Diese Präparate bleiben bei sorgfältiger Herstellung noch nach Jahren brauchbar. So können Vergleichspräparate, Nachweispräparate und Belege angefertigt werden.

Die einzelnen Präparate unterscheiden sich nur durch die angewendeten Einbettungsmittel, die Vorgänge während der Anfertigung sind gleich.

### Präparate für eine Längsansicht der Faser

In die Mitte eines Objektträgers werden 1 - 2 Tropfen Einbettungsflüssigkeit gegeben. Mit Hilfe einer Nadel oder Pinzette werden die zu untersuchenden Fasern so in die Flüssigkeit gebracht, daß keine Haarspitzen oder -teile über den Deckglasrand hinausragen können. Sollten Faserzusammenballungen vorhanden sein, werden diese mit zwei Nadeln auseinandergerissen und auf den Objektträger (Fläche der Deckglasgröße) gleichmäßig verteilt. Man kann auch zuerst das Fasergut auf den Objektträger legen und dann 1 - 2 Tropfen Medium aufbringen. Anschließend stellt man eine Präpariernadel an die eine Seite der Einbettungsflüssigkeit und bringt mit Hilfe einer Pinzette (am besten eignen sich Briefmarkenpinzetten) ein Deckglas mit seiner Kante an die Spitze der Präpariernadel. Nun wird das Deckglas langsam zum eingebetteten Objekt gesenkt. Dabei muß das Glas locker auf dem unteren Schenkel der Pinzette aufliegen und stetig von dem Einbettungsmedium angesaugt bzw. von diesem getragen werden. Es ist darauf zu achten, daß sich die aufsitzende Kante des Deckgläschens nicht löst. Dadurch können Luftblasen, die evtl. im Einbettungsmedium vorhanden sind, zur offenen Seite abgedrängt werden. So angesetzte Deckgläser schwimmen nicht auf der Flüssigkeit, gleiten nicht ab und verschieben sich nicht. Sollte zu wenig Einbettungsmedium aufgetragen worden sein, kann man ohne Schwierigkeit mit einer dünn ausgezogenen Pipette Flüssigkeit unter den Deckglasrand nachgeben.

Zur Anfertigung eines ordentlichen Präparates müssen sich Objektträger und Deckglas in einwandfrei sauberem Zustand befinden; das Fasermaterial darf nicht übereinanderliegen, und im Präparat dürfen keine Luftblasen eingeschlossen sein. Oft kann Fasermaterial, z. B. Ziegen-, Roß- oder Rinderhaare, obwohl mit hohen und scharfkantigen Oberhautzellen ausgestattet, im mikroskopischen Bild nicht direkt betrachtet werden. Man muß einen Abdruck anfertigen. Dieser läßt sich schnell und problemlos mit NC-Lack oder dem Kontaktkleber Duo-san-rapid herstellen. Das Haar wird in einen angetrockneten Tropfen gedrückt. Nach dem Verdunsten des Lösungsmittels und damit dem Aushärten des Lackes bzw. Klebers wird das Haar entfernt. Zurück bleibt ein Negativabdruck, der beim mikroskopischen Betrachten die Oberhautzellen scharf und deutlich wiedergibt.

### Präparate für einen Faserquerschnitt

Um eine exakte Faserstoffbestimmung durchzuführen, ist es oft unumgänglich, Faserquerschnitte anzufertigen. Folgende Methoden zur Querschnittsherstellung haben sich bewährt:

1. Plättchenschnitt mit und ohne vorherige Einbettung
2. Korkschnitt mit und ohne vorherige Einbettung
3. Handmikrotomschnitt nach vorheriger Einbettung
4. Mikrotomschnitt mit und ohne vorheriger Einbettung.

Sehr einfach und schnell lassen sich Querschnitte mit Hilfe von durchbohrten Metallplättchen herstellen. Der Lochdurchmesser darf nur 0,5 ... 1 mm betragen und die Plättchendicke soll bei 1 bis 2 mm liegen. Das Fasermaterial wird zu einer Spitze zusammengedreht, durch die Bohrung des Plättchens geführt und fest in diese hineingezogen. Liegt das zu untersuchende Material in Fadenform vor, wird dies mit einer eingefädelt Schlinge aus einem feinen, stabilen Material (synthetische Seide oder Grègeseide) durch die Plättchenbohrung gezogen. Das Untersuchungsmaterial muß fest in der zylindrischen Öffnung des Plättchens sitzen. Nun werden die Enden des Fasermaterials bzw. des Fadens beidseitig abgeschnitten; dabei dürfen keine Faserenden abstecken. Zum Schneiden eignen sich Rasiermesser, Mikrotommesser, Rasierklingen oder Skalpelle. Der so gewonnene Plättchenschnitt ist mit seinen Abwandlungen für Durch- und Auflichtbetrachtung verwendbar. Das Metallplättchen kann auch direkt zur Betrachtung auf den Objektstisch gebracht werden, also ohne Objektträger und Deckglas, wenn entsprechende Objektive verwendet werden (Bezeichnung auf Objektiv beachten!).

Auch mit Hilfe eines Korken lassen sich Faserquerschnitte relativ schnell und leicht anfertigen. Durch einen nicht gepreßten Kork wird mit einer feinen Häkelnadel, etwa Nr. 14, in Längsrichtung eine Schlinge aus feinem, festem Material gezogen. In diese Schlinge wird das zu untersuchende und parallel geordnete Fasermaterial eingelegt und soweit durch den Korken gezogen, daß es auf der anderen Seite sichtbar wird. Das Faserbündel soll den Kanal gut und fest ausfüllen. Mit Fäden wird genauso verfahren. Befürchtet man ein Auseinanderfallen der Schnitte, kann man das Faserbündel zuvor tränken (4%ige Kollodiumlösung). Man kann sich auch mit einem Klebstreifen helfen, den man vorsichtig auf die Anschnittstelle legt. Mit einer Rasierklinge oder einem Rasiermesser schneidet man nun möglichst dünne Scheiben vom Kork ab. Dabei muß die Klinge stets durch den Kork gezogen werden. Je dünner die Schnitte (ca. 0,1 - 0,2 mm), umso bessere mikroskopische Betrachtung ist möglich. Die Korkscheiben können als Naß- und Trockenpräparat betrachtet werden. Soll die Korkscheibe eingebettet werden, bringt man einen Flüssigkeitstropfen auf das Deckglas, nicht wie vorher beschrieben auf den Objektträger. In dieses Medium kommt die Korkscheibe so, daß die Schnittfläche dicht am Glas anliegt. Dann dreht man das Deckglas um und legt es mit der Korkscheibe nach unten auf einen Objektträger mit Hohlschliff. Das Deckglas liegt nun parallel auf und der Faserschnitt flach am Deckglas. Dadurch ist ein Beobachten mit stärkerer Vergrößerung möglich.

Besonders gute, dünne und saubere Faserquerschnitte lassen sich nur mit dem Handmikrotom bzw. Band- oder Schlittenmikrotom herstellen. Die Faserstoffe müssen dafür besonders zubereitet werden. Geringe Fasermengen, aus Faserbündel oder Faden entnommen, werden parallel geordnet und an beiden Enden befestigt, wobei an ein Ende ein Gewicht mit angehängt wird. Dieses soll die nun in Flüssigkeit oder Einschlußmittel getauchten Fasern spannen und niederziehen. An einer Schlinge wird das Ganze zum Trocknen aufgehängt. Die Fasern müssen straff gespannt trocknen, damit sie sich nicht zusammenziehen. Bei der Querschnittsbetrachtung machen sich sonst schrägliegende Fasern durch Schattenbildung störend bemerkbar.

Als Einschlußmittel für Querschnitte haben sich neben Paraffin vor allem Kunstharze (Gießharze auf Methacrylatbasis und Polyester-Gießharze) mit Abstimmung auf die jeweilige Objekthärte bewährt. Die Faserprobe wird als Block oder Stab in das Handmikrotom oder Schlittenmikrotom eingespannt. Nach Einstellung der Schnittstärke können die Querschnitte hergestellt und nach anschließender nochmaliger Präparation zur mikroskopischen Betrachtung aufbereitet werden.

#### Mikroskopische Prüfungen

Zu den wichtigsten Prüfmethoden zur Unterscheidung textiler Fasern gehören die mikroskopischen Untersuchungen. Durch Beschreibung der Oberflächenbeschaffenheit und des Querschnittes bei mikroskopischer Betrachtung lassen sich die einzelnen Fasern voneinander unterscheiden (s. S. 10 - 15).

Zur Untersuchung ihrer Größen, linear, flächenhaft oder räumlich, wird das mikroskopische Messen eingesetzt. Man benutzt dazu ein Okular-Mikrometer in Verbindung mit einem Objekt-Mikrometer. Das Okular-Mikrometer ist ein kreisförmiges Glasplättchen mit einer bezifferten Einteilung und einem Durchmesser von 19 mm. Es wird in die Blendenebene besonderer Meßokulare gebracht. Dadurch wird es nicht durch das ganze Mikroskop, sondern nur durch das Okular abgebildet. Mit Hilfe eines Gewindes stellt der Betrachter die Linse scharf auf die Teilung des Mikrometers ein. Die bezifferte Einteilung gibt jedoch keinen absoluten Wert an. Die Intervalle müssen durch Vergleiche mit einem Objektmikrometer für jedes Objektiv und jede Tubuslänge festgelegt werden. Aus diesem Grund hat der ermittelte Wert der Teilung nur für die jeweilige Zusammenstellung Gültigkeit.

Das Objekt-Mikrometer ist wie ein normaler Objektträger mit dem eigentlichen Mikrometer unter einem Deckglas als Dauerpräparat eingeschlossen. Das Mikrometer hat eine unbezifferte Strecke von 1 mm in 100 Teile geteilt, jedes Intervall mißt 10 µm.

Um die Größe eines Objektes zu bestimmen, muß die Zahl der Intervalle des Okularmikrometers (die ausgemessene Strecke des Objektes) mit dem Mikrometerwert multipliziert werden. Die Größe erhält man dann in  $\mu = 0,001$  mm.

Zur Ermittlung des Mikrometerwertes werden die Teilstriche des Okularmikrometers scharf eingestellt. Danach wird das Objektmikrometer wie ein Präparat in den Objektführer geklemmt.

Das ganze Mikroskop fokussiert man so, daß die Teilstriche des Objektmikrometers scharf abgebildet werden. Nun wird festgestellt, wieviel Teile des Objektmikrometers einer bestimmten Anzahl von Teilstrichen des Okularmikrometers entsprechen: Beispielsweise sind 16 Teile des Objektmikrometers gleich 22 Teilen des Okularmikrometers; ein Teil des Okularmikrometers entspricht also  $16 : 22$  Teilen des Objektmikrometers. Weil der Skalenteil des Objektmikrometers 10 µ beträgt, entspricht ein Teil des Okularmikrometers  $\frac{16 \times 10}{22} = 7,27$ . Der gefundene Wert ist der Mikrometerwert, in diesem Beispiel 7,27 µ.

Weil beim Mikroskopieren mehrere Objektive oder auch Meßokulare zur Verfügung stehen, legt man für die verschiedenen Möglichkeiten der Zusammenstellung eine Tabelle an. So erspart man sich das ständig neue Errechnen. An Hand einer solchen Tabelle ist abzulesen, daß der zugehörige Mikrometerwert sich umso mehr verkleinert, je größer der Abbildungsmaßstab der Objektive wird.

#### Anfärbereaktionen

Anfärbereaktionen gehören zur qualitativen Faserbestimmung. Als Testmittel zur Unterscheidung der einzelnen Faserarten dienen verschiedenartige Farbreagenzien. Dabei zeigen alle textilen Faserstoffe bei gleichen Untersuchungsbedingungen auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung unterschiedliche Anfärbungen. Die wohl bekanntesten Farbreagenzien sind Hollborn (DDR) und Neokarmin W (BRD). Beide zeigen ähnliche Anfärbungen.

Versuchsfolge: Die zu bestimmenden Faserproben werden mit Alkohol gereinigt, entfettet und von Anhaftungen befreit. Nach einer Wasserspülung kommen die Proben etwa 2 ... 3 min in Textiltest Hollborn und werden dort gut benetzt. Anschließend müssen sie mehrmals mit Aqua dest. ausgewaschen und dann zwischen Filterpapier getrocknet werden.

Hinweis: Gefärbte Proben müssen vor diesem Test unbedingt entfärbt und Proben, die mit Metalloxiden durchsetzt sind, von diesen befreit werden. Lassen sich Färbungen nicht entfernen, wird das Ergebnis ungenau. Die Farbe kann auch je nach Provenienz oder durch unterschiedliche Herstellungsbedingungen recht verschieden ausfallen. Die Anfärbereaktionen sind also nicht universell brauchbar.

Typische Anfärbereaktionen zeigen die Faserstoffe, die mit Chlorzinkjodlösung gefärbt wurden.

Tab. 1. Ergebnisse der Anfärbereaktionen

#### Faserstoff

	<u>Anfärbung mit Textiltest Hollborn</u>
Wollen und Haare	gelb, etwas grünlich
Rohe Seide (Bombyxseide)	schwarz mit rötlichem Schimmer
Entbastete Seide	olivbraun

Flachs	blau, rötlich
Baumwolle, roh	zartlila
Baumwolle, gebleicht	blau violett
Baumwolle gebleicht und merzeriert	hellblau-violett

---

Anfärbung mit Chlorzinkjodlösung

Wollen und Haare	gelb
Rohe Seide (Bombyxseide)	gelb
Entbastete Seide	gelb
Flachs	blauviolett
Baumwolle, roh	hellviolett (Wand), gelb (Inhaltreste)
Baumwolle, gebleicht	hellviolett (Wand), gelb (Inhaltreste)

---

Anfärbung mit Jod-Schwefelsäure-Behandlung

Flachs	blau
Hanf	blau oder grünlich, schmutzig gelb (Leitelemente)
Baumwolle	hellblau

---

Anfärbung mit Dreapers Reagenz (eine alkalische Bleilösung)

Wolle und Haare	dunkelbraun-schwarz
Seide	rot
Flachs	rötlich
Baumwolle	leicht rosa

---

Anfärbung mit Fuchsinlösung

pflanzliche Fasern	ungefärbt
tierische Fasern	rot

---

Verhalten gegenüber Chemikalien

Durch die unterschiedliche chemische Zusammensetzung der einzelnen Faserstoffe ist es möglich, mittels Säuren und Laugen bestimmte Verhaltensreaktionen zu erzielen und eine Gruppentrennung der Materialien zu erreichen. Dabei müssen die Prüfbedingungen (Säuren- oder Laugenkonzentrationen) stets die gleichen sein. Wie schon an anderer Stelle erwähnt, bestehen die textilen Faserstoffe aus kettenförmigen Makromolekülen. Bei der Säuren- und Laugenprüfung beruht der Lösungsvorgang auf dem Abbau der Kettenmoleküle und Zerstörung der Querverbindungen.

Versuchsfolge: 5%ige Natronlauge (NaOH) wird in ein Reagenzglas auf das zu prüfende Fasermaterial gegossen und das Glas bei leichter Bewegung über einer Spiritusflamme gleichmäßig erwärmt, bis die Lauge kocht. Nach ca. 5 min wird die Flüssigkeit vorsichtig abgeschüttelt und der Faserrückstand mit viel Aqua dest. gründlich gespült.

Parallel zu diesem Versuch wird Fasermaterial in ein anderes Reagenzglas mit 80%iger Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) gebracht. Die Säure wird kalt angewendet. Die Einwirkungszeit muß ca. 20 min betragen. Danach gießt man die Säure vorsichtig aus und spült die Faserrückstände wiederum gründlich mit viel Aqua dest.

Nach dieser Versuchsfolge ist zu ermitteln, wie sich die Probe löst.

Tab. 2. Ergebnistabelle der Laugen- und Säureprüfung

Faserstoff	5%ige NaOH (kochend)	80%ige H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (kalt)
Wollen und Haare	lösen sich auf	lösen sich nicht
Seide	löst sich auf	löst sich auf
Flachs	löst sich nicht	löst sich langsam auf
Baumwolle	löst sich nicht	löst sich schnell auf

Ganz typische Reaktionen zeigen die einzelnen Faserstoffarten bei der Behandlung mit Kupferoxidammoniak, kurz Kuoxam genannt. Auf einen Objektträger werden einige Tropfen Kuoxam gegeben: Das zu untersuchende Fasermaterial wird hineingelegt und mit einem Deckgläschen abgedeckt. Die nun unmittelbar folgenden Reaktionen werden im Mikroskop beobachtet.

Quellungs- und Lösungsbild bei Kuoxam-Behandlung:

Flachs und Hanf: s. S. 22

Wolle n, Haare: Fasern quellen, lösen sich aber nicht auf. Die Oberhautzellen werden vom Haarschaft etwas abgehoben und sind dadurch recht gut sichtbar.

Rohseide: Zunächst schnelle und starke Quellung, dadurch Verdickung des Fadens bei gleichzeitiger starker Verkürzung in Längsrichtung. Bei der Verkürzung der Fibrinfäden schiebt sich die Serizinhülle (Seidenleim), die durch Kuoxam nicht angegriffen wird, am Anfang der Quellung zu Querfalten zusammen. Nach kurzer Zeit ist alles Fibroin in Lösung übergegangen, zurück bleiben die mehrfach gewundenen Schläuche der Serizinhülle.

Entbastete Seide: Die Fibrinfäden werden rasch gelöst.

Baumwolle: Zunächst rasches Aufdrehen und starkes Zusammenziehen der Fasern, dadurch starke Quersfältelung der Kutikula, bis zum Platzen an zahlreichen Stellen. Weil die Kutikula in Kuoxam unlösbar ist, schieben sich die nicht geplatzen Teile zu faltigen Ringen zusammen. Zwischen diesen Ringen bricht die quellende Zellulosewand durch, und es bilden sich die charakteristischen tonnen- oder kugelartigen Zellulosebäuche. Im weiteren Fortgang zerfließen die Zellulose und das Innenhäutchen völlig; nur die Kutikula und protoplasmatische Reste der Zellwand bleiben als netzförmiger, durchbrochener oder zusammenhängender Schlauch übrig.

Bei gebleichter Baumwolle kann die Kutikula völlig fehlen und damit auch das typische Bild der blasigen Auftreibung der Zellwand und Kutikularinge.

Brennprüfung

Bei den Brennprüfungsverfahren wird das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Faserstoffe gegenüber Hitze einwirkung ausgenutzt. Diese Methoden sind für archäologisches Material nur unter großem Vorbehalt anzuwenden. Allein durch die Lagerungsbedingungen, durch die Fundumstände und -umgebungen, werden in den textilen Materialien soviel Fremdstoffe ab- und eingelagert, daß sie das Brennprüfungsergebnis (Geruch und Rückstand) verfälschen können. Außerdem benötigt man relativ viel Material (ungefähr bleistiftstarke Faserbündel oder mehrfach zusammengelegte Fäden).

Tab. 3. Brennprüfungen

Faserstoff	Verbrennungsvorgang	Geruch	Verbrennungsrückstand
Wolle und Haare	schwer entzündbar, Fasern brennen ohne direkte Berührung mit der Flamme nicht weiter, flackernde Flamme, aufblähendes Schmelzen	stark nach verbranntem Horn	dunkle, blasig-körnige Schlackeklumpchen, die sich beim Zerreiben sandig anfühlen
Seide	schwer entzündbar, Fasern brennen ohne direkte Berührung mit der Flamme nicht weiter, flackernde Flamme, aufblähendes Schmelzen	mild, nach verbranntem Horn	schwarz-glänzender, nicht körniger Rückstand
Flachs	leicht entzündbar, verbrennt schnell mit leuchtender Flamme, glimmt nicht nach	stechend, nach verbranntem Papier	wenig weißgraue Flugasche
Baumwolle	leicht entzündbar, verbrennt schnell mit leuchtender Flamme, Rohbaumwolle glimmt nach	stechend, nach verbranntem Papier	wenig weißgraue Flugasche

## Unterscheidung von Flachs und Hanf

Beim mikroskopischen Betrachten ist die Flachsfaser von der Hanffaser zunächst kaum zu unterscheiden. Einige Methoden sollen helfen, diese Schwierigkeit zu überwinden:

Wenn genügend Fasermaterial vorhanden ist, so daß man Faserbündelchen bilden kann, werden diese befeuchtet und frei aufgehängt. Zieht man nun das Faserbündel zwischen den Fingern straff durch, dreht es sich, wenn es Flachs ist, links herum. Hanf dreht sich rechts herum.

Sehr charakteristisch ist das Verhalten der Fasern bei Anwendung von Kuoxam:

**Flachs:** Bevor man die Entwicklungsstufen in Kuoxam beobachtet, empfiehlt es sich, die Fasern mit Rutheniumrot anzufärben. Dafür gibt man auf einen Objektträger einen Tropfen der Farbe und vermischt diese mit einem Tropfen Kuoxam. Die zu prüfende Flachsfaser wird in die Mischung gelegt und mit einem Deckgläschen abgedeckt. Ein weiterer Tropfen Kuoxam wird an das Deckgläschen gebracht und mit Hilfe von Filtrierpapier, an der gegenüberliegenden Seite angesetzt, durch das Präparat hindurchgezogen. Dadurch kann man die Wirkung der Quellung sehr gut beobachten. Zunächst erscheinen der Protoplasmafäden und anhängende Oberhautfetzen, die vom Kuoxam nicht gelöst werden, rot angefärbt. Besonders schnell greift Kuoxam an den Verschiebungen an. Die Faser quillt sehr kräftig zu vergrößertem Durchmesser, wobei sie sich gleichzeitig partiell zusammenzieht. Durch die unterschiedlich reagierenden Schichten - die äußeren Zellwandpartien setzen den inneren größeren Widerstand entgegen - bilden sich blasenartige Auftreibungen der Wandung. Wirkt Kuoxam länger ein, löst sich die Zellwand vollständig auf. Es bleiben das Protoplasma als dünner, geschlängelter, rot angefarbter Faden und die Innenhaut zurück. Das Lumen zeigt sich als mehrfach gewundener Schlauch, bedingt durch das starke Zusammenziehen. Nach noch längerer Einwirkzeit löst sich auch das Protoplasma zu einer gelatineartigen, feinkörnigen Masse auf. Bei verdünnt angewendetem Kuoxam ist die Schrägstreifung der äußeren Wandschichten, die rechtsläufig sind (also von rechts unten nach links oben verlaufen) deutlich zu erkennen. (Taf. XVI, 85-87; XVII, 88-90)

**Hanf:** Werden diese Fasern einige Zeit in Kuoxam behandelt, nehmen sie blaue bis blaugrüne Färbung an. Die Fasern quellen sehr langsam und lösen sich auf, viele Rückstände hinterlassend. Die Zellwand ist grob geschichtet, mit wulstigen Verdickungen. Eine zarte, rechtsläufige Streifung der Wandung ist zu beobachten. Durch das schnelle Lösen der Zelluloseschicht zieht sich die Faser stark zusammen. Mittellamelle und Innenhaut widerstehen am längsten. Sie wirken wie quergefaltete oder schraubenförmig gewundene Schläuche. Das ist ein sehr charakteristisches Bild für Hanffasern. Wirkt Kuoxam noch länger ein, bleibt bei der Quellung nur die Innenhaut in Form von feinen oder breiteren Bändern übrig, manchmal unterbrochen und mit Resten von Protoplasma gefüllt. Die Quellungsbilder der größeren Hanfsorten ähneln denen der Baumwolle und zeigen zu Ringen zusammengeschobene Mittellamellen mit tonnen- oder kugelartiger Hervorquellung der Zellwand. Den feineren Hanfsorten fehlt die Mittellamelle, so daß auch bei Kuoxambehandlung der äußere Schlauch fehlt und nur die meist quergefaltete Innenhaut zurückbleibt. (Taf. XVIII, 94-96; XIX, 97-99)

Neben diesen Erscheinungsbildern unter Einwirkung von Kuoxam ist die sicherste Unterscheidung zwischen Flachs und Hanf die mikroskopische Betrachtung der Zellwandreste von der Oberhaut der Stengel (Leitelemente). Mit den Fingern bringt man zerriebene Reste von Flachs und Hanf auf einen Objektträger, Staub und Unreinheiten unberücksichtigt lassend. Das Präparat wird gut mit Kuoxam benetzt und mit einem Deckgläschen abgedeckt. Eventuell vorhandene Fasern lösen sich auf. Beim mikroskopischen Betrachten achte man besonders auf die Reste der Stengeloberhaut. Beim Flachs findet man darin langgestreckte und gut erhaltene Zellen mit zahlreichen Spaltöffnungen. In der Stengeloberhaut des Hanfes hingegen sieht man nur kurze Zellen, fast keine Spaltöffnungen und dazwischen Haarnarben. Auf der Oberfläche sind ganz deutlich feinwarzige Haare zu finden (Trichome). Sicher sind die auffindbaren Mengen solcher Leitelemente gering, doch selbst an gebleichten Fasern sind noch Kutikularreste der Stengeloberhaut für die sichere Erkennung vorhanden. (Taf. XV, 82; XVII, 92)

Behandlung mit Zyaninlösung kann zur Unterscheidung von Flachs und Hanf beitragen. Zunächst müssen die Fasern in einzelne Bastzellen zerlegt werden. Dies erreicht man durch Mazerieren in 10%iger Sodalösung. Danach wird die Faserprobe zusammen mit einigen Tropfen Zyaninlösung auf einem Objektträger vorsichtig erwärmt. Nach kurzem Aufkochen bettet man das Präparat in konzentriertes Glycerol.

**Flachs** stellt sich wie folgt dar: Die Zellwand ist ohne Farbstoff; die Verschlussstellen erscheinen deutlich blau angefärbt, ebenfalls die Protoplastmreste. Letztere sind bei rohen Fasern fadenförmig und zusammenhängend. Bei gebleichten Fasern erscheinen diese kurz und zerstückelt. Mitunter finden sich bei den Rohfasern Reste der Mittellamelle in Form von Schuppen oder als schwach gefärbte Hülle.

**Hanf** im Mikrobild: Durch die schwache Verholzung der Primärwand erscheint diese grünlichblau. Die Sekundärwand und auch die Innenhaut sind nur schwach blau oder bleiben farblos. Beim Hanf fehlen die Verschlussstellen völlig. Die Protoplastmreste, nur selten fadenförmig, sind körnig und von blauer Farbe.

## 2. Fäden

Um textile Flächengebilde herzustellen, benötigt man längeres Fasermaterial. Ranken oder lange Bastfasern, z. T. auch Haar, können ohne besondere Hilfswerkzeuge zu Geflechtern größeren Ausmaßes verarbeitet werden. Durch Anknüpfen oder Zusammendrehen erhält man die erforderliche Länge. Bei kürzerem Fasermaterial, z. B. Wolle, stößt man auf Schwierigkeiten. Durch das Erfinden des Spinnens war es möglich, durch Zusammendrehen und Verziehen von Fasern geringer Länge endlos lange Fäden herzustellen. Am Prinzip des Spinnens - Verziehen, Zusammendrehen und Aufwinden des entstandenen Fadens - hat sich von der Fadenherstellung mit der bloßen Hand bis zu den heutigen modernen Spinnmaschinen nichts geändert. Die Fäden sind Ausgangsmaterialien zur Herstellung der Gewebe. Hinsichtlich ihres Aussehens und Materials, ihrer Stärke und Elastizität können sie sehr verschiedenartig sein.

Beim Zusammendrehen der Fasern ist die **Drehrichtung** wichtig. Die Fäden können in S- oder Z-Drehung gefertigt sein. Wird ein Faden senkrecht gehalten, verlaufen die Fasern parallel zum schrägen Teil des einen (S) oder des anderen (Z) Buchstabens.

Der durch das Verdrehen entstehende **Drehwinkel** ist für vergleichende technische Studien von Bedeutung. Bei einfach gesponnenen Fäden entspricht er dem spitzen Winkel zwischen der Längsachse des Fadens und der Schräge der Fasern, und bei den Zwirnen wird er durch die Lage der einzelnen Fäden zueinander gebildet. Ein Faden ist also ein linienförmiges, nicht verzugsfähiges Textil, meist unter 5 mm im Durchmesser. Fäden über 5 mm Durchmesser bezeichnet man allgemein als Tauwerk. Die Fäden können als Einfach-Faden oder als Mehrfach-Faden hergestellt und/oder verarbeitet werden.

### Einfacher Faden

**Garn** ist ein einfacher Faden aus vielen Fasern, mehr oder weniger fest zusammengedreht. Es kann auch aus Faserbändern hergestellt sein.

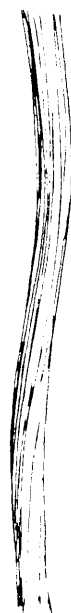
**Seide** ist ein Faden, der aus einem Elementarfaden (monofile Seide) oder aus mehreren Elementarfäden (polyfile Seide) besteht.

**Kernmantelfaden** ist ein Faden, bei dem ein Kern, eine Seele, fast parallel zur Faserachse verläuft und von einem Mantel aus Fasern, Fäden oder Bändchen (auch metallene) ganz oder teilweise umhüllt ist. Dabei bleibt der Fadenkern vom schraubenförmigen Windungsverlauf der Mantelfasern bzw. -fäden unberührt.





Garn



Seide



Kernmantel-  
faden



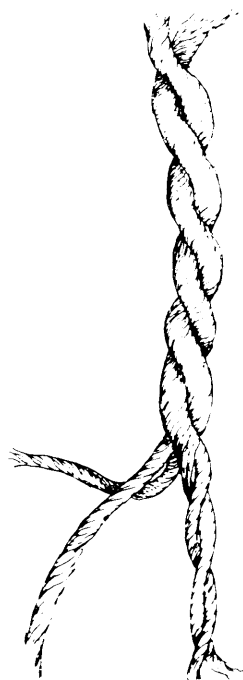
Foliefaden



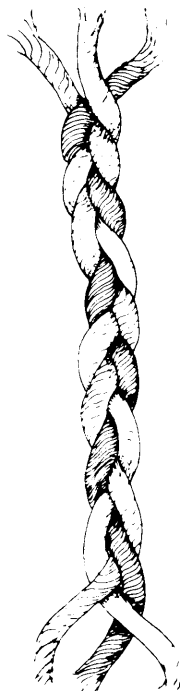
Gefachter  
Faden



Einstufiger  
Zwirn



Mehrstufiger  
Zwirn



Schnur,  
drei-  
und  
mehrfädig



Schnur, drei-  
und  
mehrfädig  
geflochten



Gedrehte  
Schnur

Abb. 1.

**Foliefaden** ist ein Faden, der aus dünnen, sich selbst tragenden, biegsamen, gegebenenfalls faser- oder elementarfadenförmig aufgespalteten Streifen mittels Drehung oder ohne solche gewonnen wird.

### Mehrfacher Faden

**Gefachter Faden** ist ein Faden, der aus zwei oder mehr Fäden gleicher oder verschiedener Art drehungslos zusammengeführt ist.

**Zwirn** ist ein Faden, der aus zwei oder mehreren Garnen gleicher oder verschiedener Art gedreht ist. Ein Zwirn ist stets fester als die Festigkeitssumme aller Einzelfäden ungezwirnt. Wird ein Zwirn aufgedreht, müssen die einzelnen Garne deutlich voneinander getrennt vorliegen. Man unterscheidet **Einstufige Zwirne** und **Mehrstufige Zwirne**:

**Einstufiger Zwirn** - wird aus einfachen Fäden gezwirnt

**Mehrstufiger Zwirn** - wird aus einstufigen oder/und mehrstufigen Zwirnen auch unter Verwendung von ungezwirnten Fäden hergestellt.

Die **Schnur** ist ein gezwirnter oder geflochtener Faden mit einem Durchmesser von etwa 1 ... 5 mm.

**Geflochtene Schnur** wird aus drei oder mehreren Geflechtsstreifen(-fäden) hergestellt. Dabei müssen die Streifen mit entgegengesetztem Richtungsverlauf einzeln nebeneinanderliegend so angeordnet sein, daß sich die Geflechtstreifen der einen Gruppe mit denen der anderen unter einem spitzen Winkel regelmäßig verkreuzen.

**Gedrehte Schnur** wird aus zwei oder mehreren gedrehten Fäden gefertigt. Beim Zusammendrehen derselben mit entgegengesetzter Drehrichtung erhält die Schnur zum Ausgleich ihrer dadurch verminderten Drehungszahl zusätzliche Drehung (Schnüren).

### Metallfäden

Alle Metalldrähte oder -fasern, die textil verarbeitbar sind, werden als **Metallfäden** bezeichnet. Dazu gehören z. B. gezogene Drähte, Spiraldrähte, flachgewalzte Drähte (Lahn) und Runddrähte (Bouillon).

Das **Metallgarn**, in die Gruppe der einfachen Fäden gehörend, wird durch Umspinnen eines textilen Fadens (Kern, Seele) hergestellt (Kernmantelfaden).

Im Unterschied zu den beiden angeführten Typen kommen in heutiger Zeit **metallisierte Fäden** zum Einsatz. Es sind mit Metall bedampfte textile Fäden.

### 3. Geflechte

Ein Geflecht kann sowohl ein flächiges als auch ein dreidimensionales Gebilde sein. Zu seiner Herstellung werden mindestens zwei Fäden oder Fadengruppen (Fadensysteme) benötigt. Nach Fadenführung, Bindungsform und Arbeitsweise unterscheidet man zwei Hauptgruppen des Flechtens: **Halbflechten** und **Echtes Flechten**.

Die zum Flechten verwendeten Materialien, unterschiedlichster Herkunft, müssen leicht und dabei fest, zäh und elastisch sein. Durch die Technik des Flechtens wird zusammen mit der Haftreibung der Flechtwerkstoffe die besondere Festigkeit und Tragkraft eines Geflechtes erreicht. Zu der hohen Reißfestigkeit und Elastizität der Flechtstoffe gesellt sich eine starke Windbarkeit. Die Materialien sind in sich stoßfest. Diese Festigkeit wird erhöht durch die Nachgiebigkeit und Weichheit des Geflechtes.

Die Nachgiebigkeit, das, wenn auch begrenzt, locker verschiebbare Geflecht und die Biegsamkeit der Flechtwerkstoffe sind Ursache für die Stabilität eines geflochtenen Gegenstandes. Natürlich hat diese ihre Grenzen. Alter und ungünstige Umweltbedingungen lassen das Flechtmaterial verspröden und brechen.

### 3.1. Halbflechten

Das Halbflechten umfaßt sehr viele und unterschiedliche, vor allem variationsreiche Formen, die besonders häufig bei Korbwaren Anwendung finden. Man benötigt zwei Fadensysteme, ein aktives und ein passives. Mit dem aktiven Fadensystem, welches aus zwei Fäden oder aus zwei oder mehreren Fadengruppen bestehen kann, wird während des ganzen Arbeitsganges die andere Fadengruppe bzw. das Fadensystem, welches sich ständig passiv verhält, fixiert. Das aktive Fadensystem bringt also die eigentliche Bindung bzw. Verflechtung zustande. Ein Austausch der beiden Systeme ist nicht möglich.

#### Durchstechen des einen Systems

Das passive Fadensystem, parallel nebeneinanderliegende, relativ breite und dicke zu verflechtende Elemente (Holzstreifen, Äste, Schilfrohr o. ä.) wird vom aktiven, welches als gleichlaufende Fäden vorliegt, immer an einander entsprechender Stelle durchstochen. Diese sehr einfache Technik ähnelt in gewisser Beziehung dem Nähen. (Abb. 2,1)

#### Wickeln

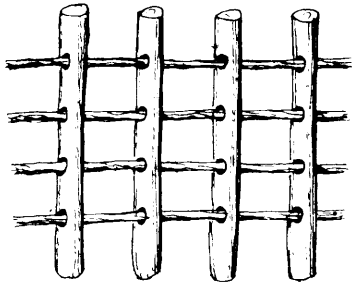
Das passive Fadensystem - parallel gelegte Fäden oder Stränge - wird mit Hilfe vom rechtwinklig oder schräg dazu verlaufendem aktiven System - Fäden oder Streifen - umwickelt und damit fixiert. Dieses Umwickeln kann ein- oder mehrmalig sein, durch Schlingen oder Knoten erfolgen. Musterungen und Variationsmöglichkeiten ergeben sich durch Zusammenfassen mehrerer passiver Systeme oder durch Überspringen von Einheiten derselben. Dabei verlaufen die aktiven Systeme immer quer zu den passiven. (Abb. 2,2)

#### Binden

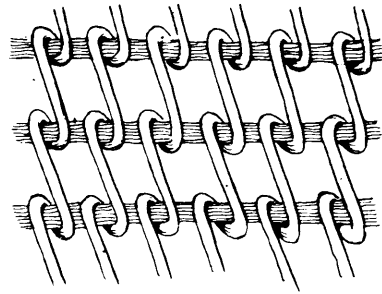
Zum Binden benötigt man zwei oder mehrere passive Fadensysteme. Diese werden, meist aus steifem Material bestehend, so übereinander gelegt, daß sie sich kreuzen. Diese Kreuzungsstellen werden mit dem aktiven Fadensystem fixiert. Das aktive Fadensystem kann aus fortlaufenden Fäden, kurzen Fadenstücken oder mehreren fortlaufenden Fadengruppen gebildet werden. Je nach der Bindungsart und nach Zahl und Lage des passiven Fadensystems unterscheidet man zahlreiche Varianten. Beim umwickelnden Binden werden die sich überkreuzenden passiven Fadensysteme durch einfaches Umwickeln fixiert. Werden die sich überkreuzenden passiven Systeme durch kreuzweises Umwickeln mit zwei aktiven Fäden oder Streifen festgehalten, liegt kreuzweises umwickelndes Binden vor. Eine weitere Variante ist das umschlingende Binden, wobei einfache Schlingen die passiven Systeme fixieren. Als abschließende Bindemöglichkeit mit großem Mustereffekt soll das kreuzweise doppelschlaufige Binden vorgestellt werden. Die passiven Systeme werden an ihren sich gegenseitig überschneidenden Kreuzungsstellen vom aktiven System, in diesem Fall ein oder zwei Fäden, in doppelschlaufigen Schlingen fixiert. (Abb. 2,3)

#### Wulsthalbflechten (Spiralwulstflechten)

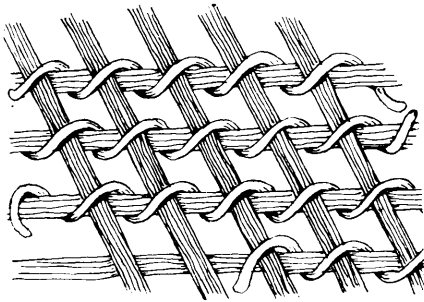
Das passive Fadensystem aus dicken Fäden, Fadenbündeln oder einer Faserwulst bestehend, wird mit Hilfe aktiver Fäden fixiert. Im Gegensatz zum Wickeln verlaufen diese meistens in Richtung des passiven Systems und nicht quer dazu. Ein Fadensystem (Faserwulst) wird in Spiralen aufgewunden und durch das aktive Fadensystem in einer bestimmten Bindetechnik mit



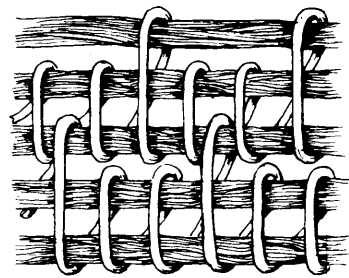
Durchstechen des einen Systems



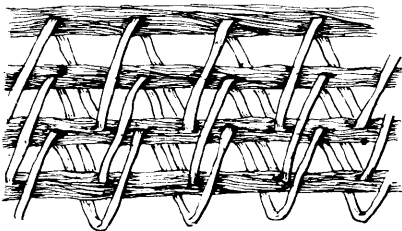
Wickeln



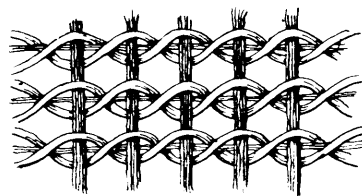
Binden



Umwickelndes Wulsthalbflechten



Durchstechendes Wulsthalbflechten



Paarweise Zwirnbinden über passives System

diesem fest verbunden. Das Prinzip ist also, zwei parallellaufende Stränge fortlaufend miteinander zu verbinden. Diese Technik ist besonders reich an Musterungsmöglichkeiten durch die Anwendung verschiedenartigster Bindungsformen. Dabei kann man zwei große Hauptgruppen unterscheiden: In der einen werden die passiven Stränge von den aktiven durchstochen, in der anderen werden sie umwickelt. Die letztgenannte Hauptgruppe ist wohl die wichtigste und weist unzählige Varianten auf, wobei die Führungsform des aktiven Systems neben dem Umwickeln auch als einhängend, verschlingend und verknotend bezeichnet werden kann. Die Gruppe des durchstechenden Wulsthalbflechtens faßt Formen zusammen, in denen die passiven Stränge von den aktiven Fadensystemen durchstochen, sozusagen angenäht werden, statt sie zu umwickeln. Ein Kombinieren beider Hauptgruppen ist möglich.

#### Umfassendes Wulsthalbflechten

Beim umwickelnden Wulsthalbflechten erfolgt die Verbindung der passiven Systeme (Wulst oder Strang) durch Umwicklung, wobei das aktive System einen oder mehrere Stränge umfaßt. Dabei ergibt sich der Zusammenhalt entweder durch das doppelte Umwinden jeder Wulstreihe oder aber dadurch, daß das aktive System in jeder Reihe in gewissen Abständen auf benachbarte Stränge übergreift. Nach der Art der Fadenführung beim Umwickeln, in einer oder auch in zwei Richtungen (kreuzweise), ergeben sich weitere Varianten. (Abb. 2,4)

Die passiven Stränge werden beim einhängenden Wulsthalbflechten durch einfaches Einhängen des aktiven Systems verbunden. Dabei können auch hier wiederum eine oder mehrere Stränge vom aktiven System umfaßt werden und das Einhängen sowohl nur in die Masche des aktiven Systems der vorangegangenen Runde, als auch mit zusätzlicher Umfassung des dabei passiven Teils erfolgen. Verschiedene Fadenführungen sind also möglich. Nimmt man zwei aktive Fadensysteme, kann man das passive System durch kreuzweises Einhängen fixieren.

Ähnlich der Maschenstoffe werden beim verschlingenden Wulsthalbflechten die passiven Stränge durch Verschlingen fixiert. Häufig geschieht dies durch einfaches oder doppelschlaufiges Verschlingen des aktiven Systems. Wie bei der vorangegangenen Technik werden die passiven Systeme beim verknotenden Wulsthalbflechten durch verschiedene Knotenformen miteinander verbunden. Dies geschieht häufig mit Hilfe von freien Knoten, die oft zusätzlich noch doppelschlaufig geführt werden. Verschiedene Kombinationen der einzelnen Verfahren sind auch hier möglich.

#### Durchstechendes Wulsthalbflechten

Bei der Technik des durchstechenden Wulsthalbflechtens kann das aktive System entweder durch die passiven Stränge, durch das aktive System der vorangegangenen Reihe oder durch beide Teile stechen. Wie beim umfassenden Wulsthalbflechten gibt es auch hier theoretisch viele Musterungsmöglichkeiten. In der Praxis herrschen jedoch einfache Techniken vor.

Bei dem durchstechenden umwickelnden Wulsthalbflechten wird so verfahren, daß die letzte Reihe des vorangegangenen passiven Spiralstranges an die vorhergehende Reihe sozusagen angenäht wird, wobei das aktive System umwickelnd weitergeführt wird. Von zwei zu fixierenden passiven Strängen wird also immer nur einer durchstochen. Wird das aktive System nach dem Durchstechen nicht umwickelnd, spiralg um den passiven Strang weitergeführt, sondern eingehängt, spricht man vom durchstechend einhängenden Wulsthalbflechten. (Abb. 2,5)

#### Zwirnbinden

Im Gegensatz zur vorher beschriebenen Technik werden beim Zwirnbinden zahlreiche, parallel nebeneinander liegende passive Stränge durch das aktive System quer befestigt. Dies geschieht durch das Hineinflechten zweier oder mehrerer aktiver Fäden rechtwinklig zu den

parallelliegenden Strängen. Die aktiven Fäden werden so miteinander verzwirrt, daß sie vor jeder Verdrehung einen der parallelliegenden passiven Stränge fixieren. Ähnlich wie bei einem Gewebe werden eng aneinanderliegende parallele Fäden (Kette), passives System, durch ein aktiveres rechtwinklig gekreuzt (Schuß). Auf Grund dieser Bindungsform bildet das Zwirnbinden einen Übergang zum echten Flechten, denn die einzelnen aktiven Fäden kreuzen die passiven Stränge wie in einem Geflecht. Zahlreiche Musterungsmöglichkeiten sind auch durch diese Technik gegeben. Sie unterscheiden sich allerdings nicht so sehr voneinander.

Die passiven Stränge werden beim paarweisen Zwirnbinden über ein passives System von den aktiven Fäden durch Verzwirnen fixiert. Dabei entstehen je nach Drehrichtung des Zwirns, die in jeder Reihe gleich oder abwechselnd entgegengesetzt sein kann, und nach der Anzahl der vom Zwirn gefaßten passiven Stränge die unterschiedlichsten Musterungsmöglichkeiten. (Abb. 2,6)

Beim paarweisen Zwirnbinden über zwei passive Systeme werden, ähnlich wie beim Wickeln, zwei passive Systeme durch Zwirnbinden fixiert. Dabei können die passiven Systeme rechtwinklig oder schräg zueinander angeordnet sein.

Das Zwirnbinden mit drei und mehr aktiven Fäden, auch Kimmen genannt, geschieht folgendermaßen: Drei oder mehr aktive Fäden werden so miteinander verzwirrt, daß immer zwei oder mehr passive Stränge in einer Verdrehung der aktiven Fäden festgehalten werden. Ähnlich dem paarweise Zwirnbinden sind auch hier Varianten möglich.

Eine weitere Abwandlung des Zwirnbindens ist das Flechtbinden. Wie schon der Name verrät, werden drei oder mehr aktive Fäden zopfartig so verflochten, daß durch ihre Bindung ein oder mehrere passive Stränge fixiert werden. (Abb. 3,1)

### 3.2. Echtes Flechten

Als echtes Flechten bezeichnet man das Verkreuzen von zwei oder mehreren Fadensystemen, wobei eine echte Bindung entsteht. Die Funktionen der aktiven und passiven Fadensysteme sind auswechselbar, so daß praktisch nur mit aktiven Strängen gearbeitet wird. Je nachdem, mit wieviel Fadensystemen geflochten wird, unterscheidet man Flechten in zwei und mehrere Richtungen. Für die echten Flechtarbeiten werden selten Hilfsmittel verwendet. Lediglich für die feineren Formen und die klöppeleiartigen Verfahren benötigt man Nadeln oder besondere Geräte.

#### Flechten in zwei Richtungen

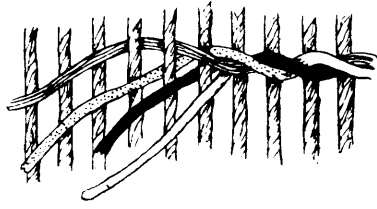
Zum Flechten in zwei Richtungen gehören randparalleles Flechten, Diagonalflechten, Schlauch- und Zopfflechten, klöppelartige Verfahren und Macramé. Dabei sind die wichtigsten Bindungsformen der Zweirichtungsgeflechte mit denen der Gewebe identisch. Sie werden auch wie die Gewebeflechten bezeichnet.

#### Randparalleles Flechten

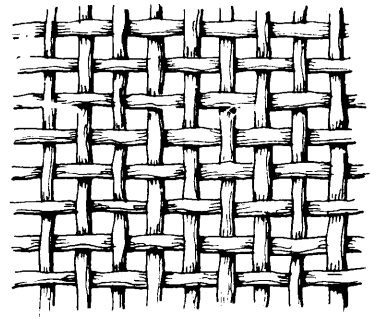
Beim randparallelen Flechten kann nach Belieben mit dem einen oder anderen System gearbeitet werden. Beide Flechtrichtungen verlaufen zu den Rändern des Geflechtes parallel bzw. senkrecht. Dabei stellen die Verkreuzungen echte Bindungen dar. Eine Ausnahme, besser Sonderform, bleibt das Stakenflechten. Bei diesem ist ein System ständig aktiv, während das andere mehr oder weniger passiv ist. (Abb. 3,2)

#### Diagonalflechten

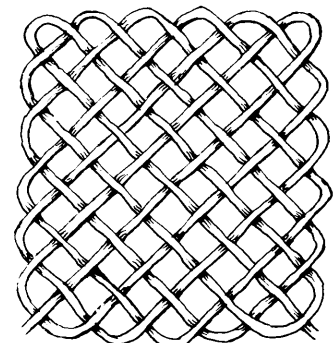
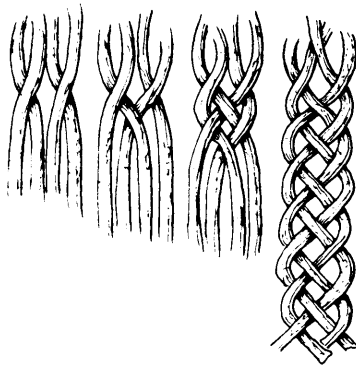
Beide Flechtrichtungen verlaufen zu den Rändern des Geflechtes im Winkel von weniger als 60°



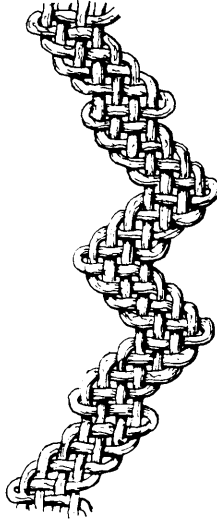
Zwirnbinden mit mehreren  
aktiven Fäden



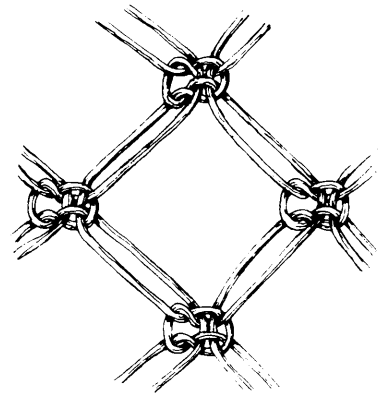
Randparalleles Flechten



Diagonalflechten



Klöppeiartiges Flechten



Macramé

Auch diese Verkreuzungen stellen echte Bindungen dar. Technisch gesehen ist das Diagonalflechten die einfachste Form des echten Flechtens. Die Variationsmöglichkeiten sind begrenzt. (Abb. 3,3)

Durch schräges Überkreuzen von Fäden in zwei Richtungen werden Schlauch- und Zopfgeflechte gebildet. Sie stellen technisch Sonderformen des Diagonalflechtens dar. Man führt die einzelnen Fäden in einander entgegengesetzten Schraubenlinien, wobei sie nicht immer in einer Ebene liegen müssen. Zopfgeflechte können, je nach Zahl der verwendeten Fäden und deren Führungsform, sehr komplizierte Bindungen haben.

Schlauchflechten läßt sich gut um Einlagen, Griffe o. ä. fertigen. Das Zopf- und Schlauchflechten wird zur Herstellung von Schnüren, Kordeln oder schmalen Stoffen verwendet. Geflechte, bei denen solche Schnüre Verwendung finden, sind besonders stabil und elastisch. Für einfache Zopf- und Schlauchgeflechte benötigt man keine Hilfsgeräte (z. B. Nadeln, Stifte, Klammern u. ä.); erst bei komplizierteren Arbeiten, z. B. Posamentiertechniken, werden solche gebraucht.

#### Klöppeleiartiges Flechten

Bei der einfachsten Form des klöppeleiartigen Flechtens werden die Fäden diagonal, in Kombination damit auch randparallel geführt. Eine Erweiterung ergibt sich aus mehr als zwei Fadenrichtungen. Deshalb ist diese Technik eine Übergangsform zum Flechten in drei und mehr Richtungen. Aus diesem einfachen klöppeleiartigen Flechten ist das eigentliche Klöppeln mit Hilfsgeräten (Gewichten, Kissen, Vorlagen und Nadeln) entstanden. (Abb. 3,4)

#### Macramé

Ursprünglich ist Makramé eine arabische Handarbeit: (Mucharram, arab. gegittert, Gitterwerk). Die Technik schließt sich eng an das klöppeleiartige Flechten, unterscheidet sich nur durch das Prinzip des Verknotens. Von vier- oder mehr Fadenelementen werden zwei abwechselnd zur Bildung des Grundknotens genommen. Die Fäden, die nicht zur Knotenbildung dienen, werden auf die verschiedenste Weise durch den Grundknoten geführt. Ähnlich dem Klöppeln kann man in mehr als zwei Richtungen arbeiten. Macramé-Grundknoten sind: Halber symmetrischer Knoten; Symmetrischer Knoten, Altweiberknoten. (Abb. 3,5)

#### Flechten in drei und mehr Richtungen

Für dieses Flechten braucht man mindestens drei Fadensysteme. Werden mehr Systeme verflochten, müssen die Fäden zum Teil fixiert werden. Deshalb stellen diese Geflechte schon den Übergang zu den höheren stoffbildenden Techniken dar. Die Bezeichnung der Geflechte erfolgt nach der Bindungsart, nach eingezogener Richtung (dritter, vierter usw.) und nach der Struktur (lockere oder dichte, Vier- oder Mehrrichtungsgeflechte). Das Mehrrichtungsgeflecht gestattet bindungsmäßig nur wenige Musterungsmöglichkeiten.

#### 4. Gewebe

Ein Gewebe ist ein textiles Flächengebilde aus sich rechtwinklig kreuzenden Fäden, die nach bestimmten Regeln miteinander verflochten sind. Dieses Verkreuzen der Fäden bezeichnet man als Bindung. Die Bindungslehre beinhaltet die Gesetze, wonach ein Gewebe durch das Verkreuzen zweier Fadensysteme gebildet werden kann. Für diese Technik werden Einrichtungen oder Geräte benötigt. Die in Längsrichtung eines Gewebes verlaufenden Fäden heißen Kettfäden. Sie sind ausgespannt und fixiert und mehr oder weniger passiv. Während die in Querrichtung liegenden, meist fortlaufenden und aktiven Fäden als Schußfäden bezeichnet werden. Die Verwendung mehrerer Kett- und/oder Schußsysteme ist möglich. Alle Gewebe weisen echte Bindungen auf - das Verkreuzen von Kett- und Schußfäden - die schon im Bereich des Flech-



tens kennzeichnend waren. Im Unterschied zum Geflecht wird die Gewebekonstruktion von Faserstoff-, Fadenart und -feinheit, Vorbereitungen für die Kette und den Schußeintrag bestimmt. Kennzeichnend sind außerdem die Fadendichten von Kette und Schuß, die Anzahl der verwendeten Kett- oder Schußfadensysteme sowie die Bindungen und das dazugehörige Webgerät.

#### 4.1. Webgeräte

Das Webgerät hat im Laufe vieler Jahrhunderte technische Umwandlung und Vervollkommnung erfahren. In diesem Rahmen sollen, ausgehend vom technischen Stand, die Geräte ohne zeitliche Bewertung vorgestellt werden. Dabei ist die Existenz des einen oder anderen Webgerätes in den verschiedenen Zeitepochen oder regionalen Räumen unterschiedlich oder auch gleichzeitig, wissenschaftliche Untersuchungen, welches Webgerät wann und wo zuerst verwendet wurde, laufen noch.

Hier werden die in unseren Breiten verwendeten Webgeräte bis zum Mittelalter entsprechend der technischen Entwicklung aufgeführt.

Mit Hilfe des Webgerätes werden zwei Fadengruppen (Kette und Schuß) zu einem Gewebe verarbeitet. Mittels einer Vorrichtung werden die Kettfäden gehoben und gesenkt, so daß ein Webfach entsteht. In ihm sind die Kettfäden gesetzmäßig verteilt, Ketthebungen und Kettensenkungen. Der bindungsgemäße Aufbau des Gewebes wird durch diesen technologischen Vorgang bestimmt.

Die Fachbildung kann einmal durch ein Webgitter bzw. Webkamm (Abb. 4) erfolgen. Solch ein Kamm besteht aus einem Brettchen aus Holz, Knochen oder anderem Material. Es weist eine bestimmte Anzahl von Schlitzten und dazwischen angeordneten Löchern auf. Durch die Löcher werden die Kettfäden geführt, die gleichbinden, d. h., der einen zur Fachbildung nötigen Fadengruppe angehören. Durch die Schlitzte werden die Kettfäden der andersbindenden Gruppe geführt. Dadurch, daß die Enden der Kette befestigt sind, hängt der Webkamm frei. Wird dieser gehoben, werden auch die durch die Löcher führenden Fäden mit angehoben, während die durch den Schlitz geführten Fäden liegen bleiben. Damit ist das erste Fach gebildet. Durch das Senken des Kamms werden wiederum die durch das Loch gezogenen Fäden mitgenommen, so daß die durch den Schlitz geführten Fäden nach oben kommen; es entsteht das zweite Fach.

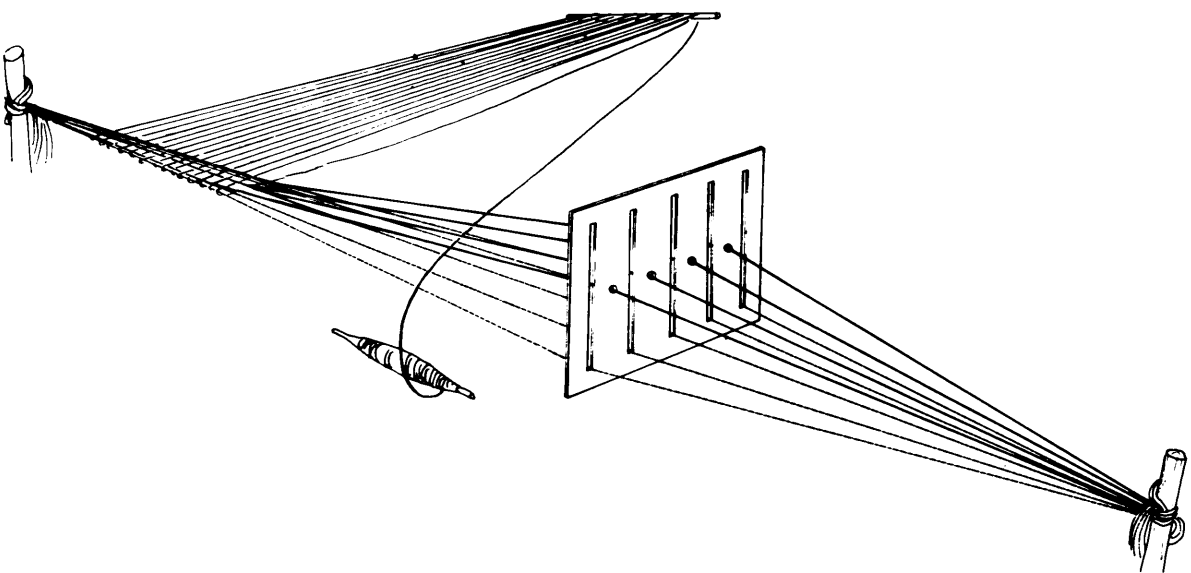


Abb. 4. Webgitter

Das Weben mit dem Kamm eignet sich nur für schmale Stoffe oder Bänder. Diese Technik der Bandherstellung wurde u. a. beim prähistorischen Gewichtwebstuhl zum Schären einer Kette verwendet. Das Brettchenweben ist auch eine Bandweberei (Taf. XXIII), mit der man zahlreiche Möglichkeiten zur Musterung hat und besonders feste Bänder herstellen kann. Deshalb wurde auch diese Technik in der Urgeschichte zum Ordnen und Herstellen einer Kette (Schären) verwendet. Damit bildete das Band die Anfangskante für das spätere Gewebe. Die Fachbildung erfolgt mit Hilfe von quadratischen und mehreckigen Brettchen (Karten), die in ihren Ecken gelocht sind. Durch jedes Loch wird ein Kettfaden geführt, die Enden desselben zusammengeknotet und fixiert. Die Brettchen stehen in der gespannten Kette parallel zu ihr und die Brettchenflächen liegen aneinander. Dadurch entsteht zwischen der oberen und unteren Schicht der Kettfäden eine dreieckige Öffnung, das Fach. Mit einem Handgriff kann man alle Brettchen nach links oder rechts um ein Viertel drehen. Die Fäden werden dabei schnurartig umeinandergewickelt, wobei die oberen Fäden nach unten, die unteren nach oben kommen. Die Fadenpaare aller Brettchen bilden also ständig wechselnde Gruppen mit ebenfalls wechselnden Fächern. Die so entstehenden nebeneinanderliegenden Schnüre werden nach jeder Drehung durch den Schußfaden verbunden. Dieser selbst liegt unsichtbar zwischen den Kettfäden. Während des Verdrehens der Kettfäden entstehen ebenfalls Schnüre am anderen Ende der Fäden. Deshalb müssen nach einiger Zeit die Brettchen zur weiteren Fachbildung in die entgegengesetzte Richtung gedreht werden, um die so entstandene Verdrehung (Verdrillung) wieder aufzulösen. Diese "Drehumkehr" zeichnet sich als deutliches Muster im gewebten Band ab. (Abb. 5, Taf. XXIII, 2)

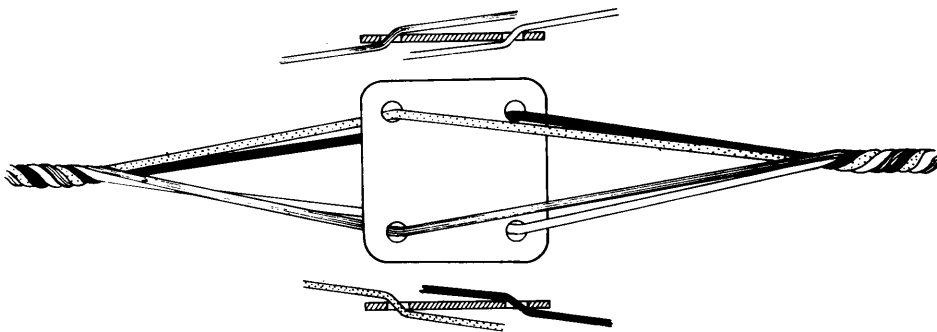


Abb. 5. Brettchenweben

Eine dritte Form der Fachbildung erhält man durch die Litzenstabweberei (Abb. 6). Ein Teil der gespannten Kettfäden kommt unter dem Trennstab zu liegen. Diese Kettfäden werden einzeln durch Schlingen oder Litzen an dem Litzenstab, der quer über allen Kettfäden liegt, befestigt. Mit Hilfe des Trennstabes wird das erste bzw. natürliche Fach gebildet. Über die ganze Kettenbreite entsteht mit einem Griff das Fach. Nach Eintrag des Schußfadens wird der Trennstab von der Webstelle weggeschoben und der Litzenstab mit den an ihm befestigten Kettfäden gehoben. Dadurch erhält man das zweite Fach, in das wiederum der Schuß eingebracht werden kann.

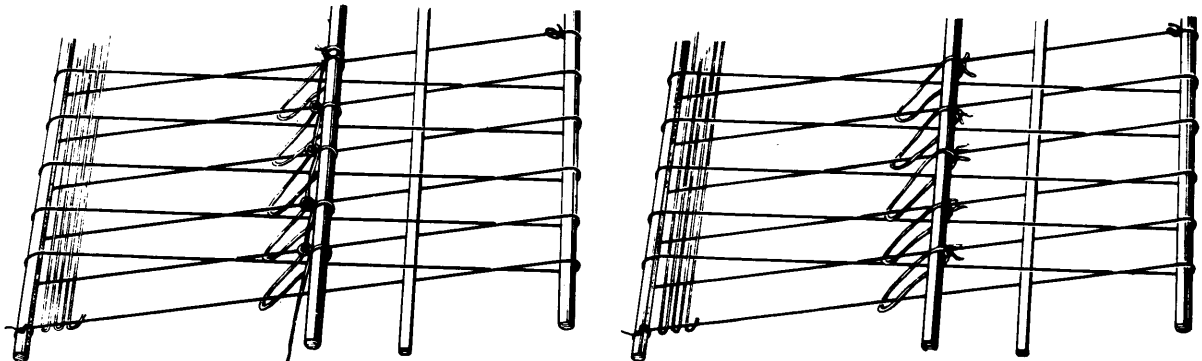


Abb. 6. Befestigungsmöglichkeiten des Litzenstabes

Für die Konstruktion eines Webgerätes ist die Form der Fachbildung, die Art der Kette (eine endliche oder endlose) wie auch die Verwendung zusätzlicher Hilfsmittel maßgebend. Weiterhin ist es bei der Herstellung der Webgeräte wichtig, wo die Kette im Webgerät liegen soll. Es gibt zwei Hauptgruppen: vertikale und horizontale Webgeräte. Nur die wichtigsten innerhalb dieser beiden Hauptgruppen sollen hier vorgestellt werden.

#### Vertikale Webgeräte

Bei ihnen verläuft die Kette senkrecht und wird hängend mit Hilfe von Gewichten gespannt - entweder zwischen zwei Bäumen oder an Balken bzw. Latten.

#### Gewichtswebstuhl (Abb. 7)

"Gewichtswebstuhl" ist eigentlich eine falsche Bezeichnung. Dieser Name ist vom mittelalterlichen Handwebstuhl übernommen. Der Gewichtswebstuhl besteht praktisch nur aus einem Querbalken, Querbaum bzw. -ast. Er kann auch ein denkbar einfaches Gestell sein, welches aus zwei Stützen besteht, die oben einen Querbaum tragen. Die an diesem Querbaum befestigten Kettfäden werden durch Gewichte (aus Ton, Stein, Metall) gespannt und damit gestreckt. Meist werden kleinere Kettfadengruppen durch solche Gewichte beschwert. Deshalb kann die Kette am Gewichtswebstuhl immer nur einebig sein. Auch die Kettfadenlänge ist begrenzt. Die Fachbildung erfolgt wie bei der zuvor beschriebenen Litzenstabweberei. Die Webarbeit beginnt am Querbalken. Der eingetragene Schuß muß also immer nach oben festgeschlagen werden. Durch das Anbringen mehrerer Litzenstäbe werden auch vielfältigere Bindungsvarianten möglich.

#### Gobelin-Webstuhl (Abb. 8)

Der Gobelin-Webstuhl ist ein typischer Vertreter für mehrebigige (rundlaufende) oder endliche Ketten. Die Kettfäden werden zwischen zwei Querbalken gespannt. Die Fachbildung erfolgt ebenfalls wie bei der Litzenstabweberei. Die Webarbeit muß unten begonnen werden. Dadurch wird der Schußeintrag auch nach unten festgeschlagen, was ein angenehmeres Arbeiten bedeutet.

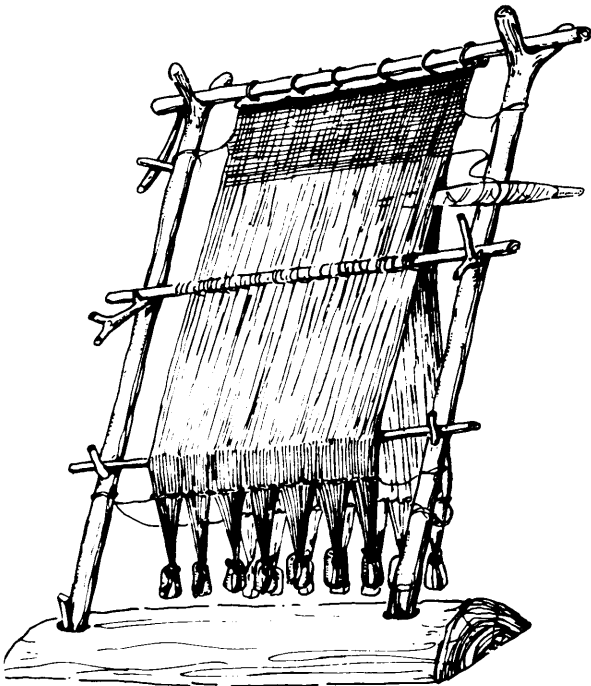


Abb. 7. Gewichtswebstuhl

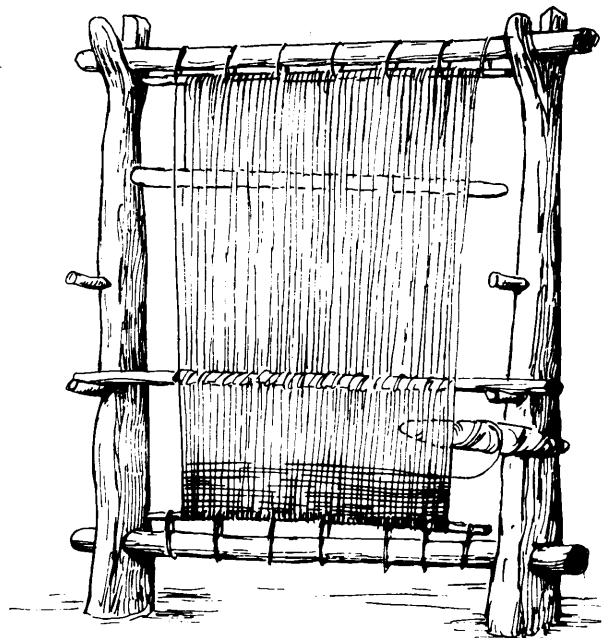


Abb. 8. Gobelin-Webstuhl

## Horizontale Webgeräte

Die horizontalen Webgeräte bieten im Gegensatz zu den vertikalen größere Variations- und Entwicklungsmöglichkeiten. Dabei handelt es sich bei den meisten um Litzenstabgeräte und deren Abwandlungen.

### Liegendes horizontales Webgerät (Abb. 9)

Der Querbalken, an dem die Kettfäden fixiert sind oder um den sie laufen - der Kettbaum - liegt horizontal über dem Boden und wird durch Pflöcke in seiner Lage gehalten. Der Gegenbalken - der Brustbaum - ist ebenfalls liegend auf dem Boden befestigt. Die Kette kann endlos oder endlich sein. Die Fachbildung erfolgt, wie voran beschrieben, in Litzenstabtechnik. Dabei kann der Litzenstab frei hängend oder aber fixiert sein.

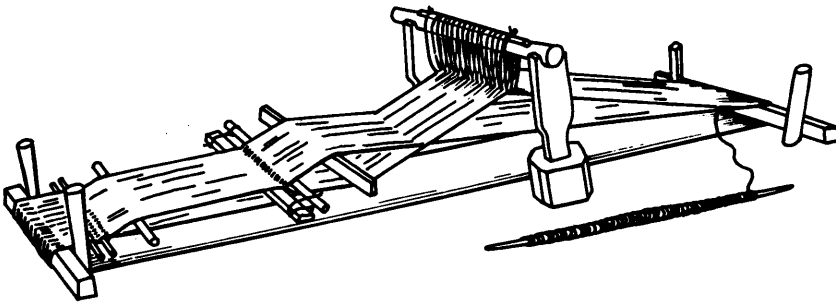


Abb. 9. Liegendes horizontales Webgerät

### Horizontales Webgerät mit Rückengürtel (Abb. 10)

Bei diesem Gerät liegt der Kettbaum ebenfalls festgehalten am Boden. Die Kettfäden können aber auch um einen Pflock gewunden sein. Am Brustbaum ist ein Gürtel bzw. ein sogenanntes Joch befestigt, welches der Webende um seinen Rücken legt. Dadurch kann nach Belieben die rundlaufende Kette gespannt oder gelockert werden. Auch hier ist die Fachbildung wie bei der Litzenstabweberei.

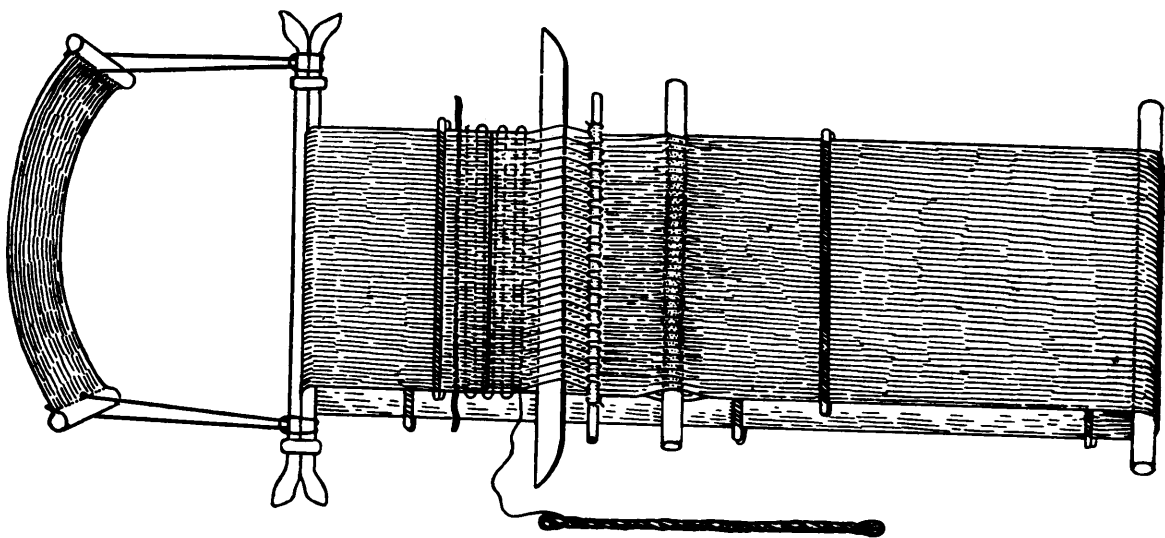


Abb. 10. Horizontales Webgerät mit Rückengürtel

## Schaftwebstühle

Eine Weiterentwicklung des Litzenstabes stellen die Schäfte dar. Diese sind Rahmen, auf denen die Litzen aufgefädelt sind. Durch jede Litze, durch die Öse bzw. das Auge derselben wird je ein Kettfaden geführt. Alle Fäden, die im späteren Gewebe gleichbinden sollen, werden so als Gruppe in einem Schaft zusammengefaßt. Sämtliche Kettfäden dieser Gruppe führen die Hubbewegungen des Schafte gemeinsam aus. Alle Schäfte zusammengefaßt bezeichnet man als Geschirr. Die Schäfte werden durch Tritt- oder Zugvorrichtungen betätigt. Beim Trittwebstuhl sind die einzelnen Schäfte an Pedale geschnürt. Durch Treten werden die Schäfte gehoben und gesenkt. Liegen die Pedale tiefer als das Standniveau, also in einer Grube, spricht man vom sogenannten Grubenwebstuhl. Die einfachen Trittwebstühle können auch ohne Kettbaum oder mit Rückengurt ausgestattet sein. Die Variationsmöglichkeiten am Trittwebstuhl sind durch die Anzahl der Schäfte begrenzt, genügen aber für die Grundbindungen durchaus. Bei den Zugwebstühlen werden die Litzen nicht auf webstuhlbreite Schaftrahmen gefädelt, sondern büschelweise zu Zügen zusammengefaßt. Dadurch beanspruchen sie weniger Platz als die durch Tritte bewegten Schäfte. Außerdem ist es möglich, vielfältige komplizierte Muster herzustellen, weil man mit vielen Fadengruppen von wenig gleichbindenden Fäden arbeitet. Bei diesen Schaftwebstühlen sind alle Teile in einem festen Gestelle (Stuhl) eingebaut. Dadurch ist auch schon eine gewisse Mechanisierung möglich. Die Kette wird nur noch als endliche Form gespannt bzw. verwebt.

Varianten des Zugwebstuhls sind Zampel- und Kegelstuhl. Sie waren im Mittelalter weit verbreitet. (Abb. 11; Taf. XXIII)

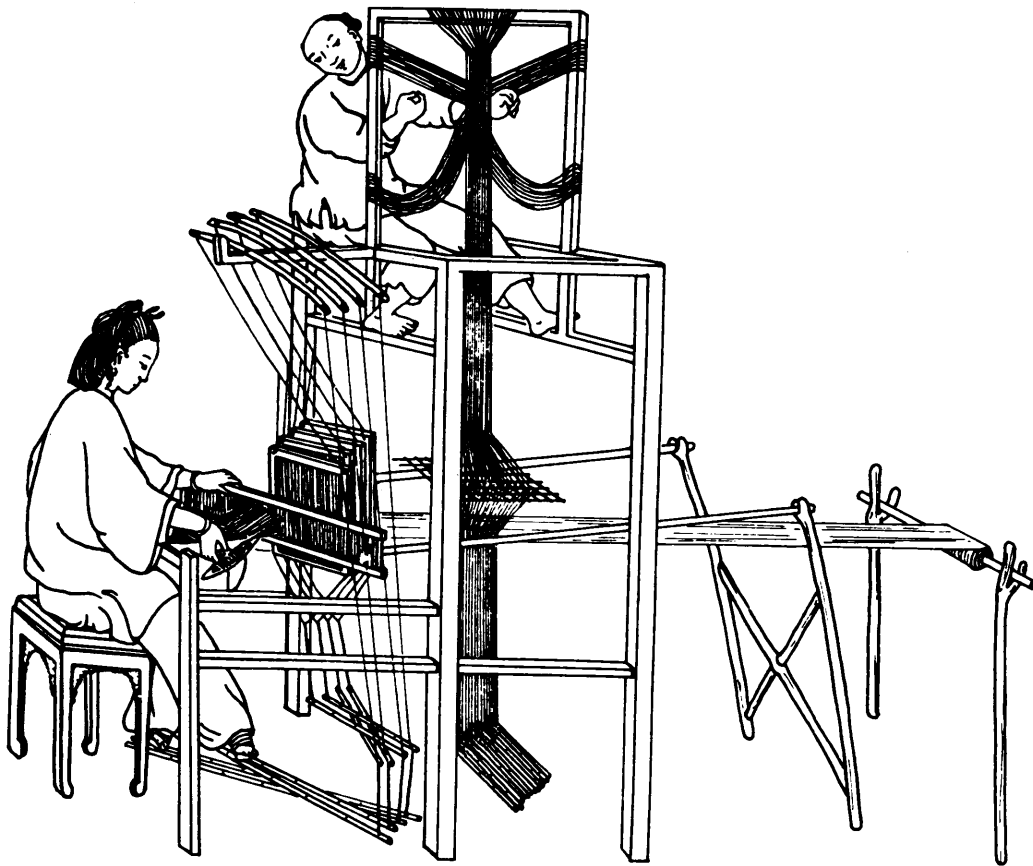


Abb. 11. Schaftwebstuhl - Zampelwebstuhl

## 4.2. Bindungstechnik der Gewebe

Die Gewebebindung ist eine Verkreuzung von Kett- und Schußfäden. Sie ist nicht willkürlich, sondern stets nach einem bestimmten Gesetz entwickelt und je nach dem erwünschten Gebrauchswert des anzufertigenden Gewebes ganz unterschiedlich angewendet und zusammengestellt. Im Gewebe sind die Kett- und Schußfäden so angeordnet, daß ihre Lage zueinander einem Winkel von  $90^\circ$  entspricht. Dabei bilden die in Längsrichtung des Gewebes verlaufenden Kettfäden in ihrer Gesamtheit die Kette. Als Schußfaden wird der Einzelfaden der im Gewebe querliegenden Fadengruppe bezeichnet. In ihrer Gesamtheit wird diese Gruppe im Gewebe als Schuß bezeichnet. Die ältere Bezeichnung von Kette ist Zettel, die von Schuß ist Einschlag.

### 4.2.1. Darstellung der Gewebebindung

Die Bindung gibt dem Gewebe die notwendige Haltbarkeit und beeinflußt sein ästhetisches Aussehen. Sie muß als Bindungsbild aber schon vorher aufgezeichnet werden, damit die Einrichtung des Webstuhles danach erfolgen kann.

Um eine Gewebebindung zeichnerisch darzustellen, wird ein Spezialpapier - Patronenpapier - verwendet. Dieses ist ein Linienpapier mit parallelen, senkrechten und waagerechten Linien in gleichmäßigen Abständen. Die Räume zwischen den Längslinien entsprechen den Kettfäden, während die Räume zwischen den Querlinien die Schußfäden darstellen. Die sich im Schnitt der senkrechten und waagerechten Linien ergebenden Quadrate oder Rechtecke stellen die Kreuzungsstellen der Kett- und Schußfäden dar. Um auf dem Patronenpapier bequemer Kett- und Schußfäden auszuzählen und um eine bessere Übersicht und damit Einteilung zu bekommen, befinden sich auf dem Patronenpapier in regelmäßigen Abständen starke Linien, Orientierungslinien. Die von ihnen gebildeten größeren Quadrate werden als Felder oder Schenien bezeichnet. Die Wahl des Patronenpapiers richtet sich nach der Anzahl der Kett- und Schußfäden pro Zentimeter, also nach dem Verhältnis der Fadendichte in Kette und Schuß des Gewebes.

Auf dem Patronenpapier werden nach festgelegter Symbolik, entsprechend der Gewebebindung, Ketthebungen und Ketttsenkungen dargestellt. Ketthebung (der Kettfaden liegt im Gewebe über dem Schuß) wird auf dem Patronenpapier in dem entsprechenden kleinen Quadrat (der Kreuzungsstelle) ausgemalt. Bei einer Ketttsenkung bleibt das kleine Quadrat (der Kettfaden liegt im Gewebe unter dem Schußfaden) auf dem Patronenpapier unausgemalt. Überträgt man alle Kreuzungsstellen des Gewebes auf Patronenpapier, entsteht ein Bild von der Art der Fadenverkreuzung. Eine Bindungspatrone gibt also nicht die Farbwirkung eines Gewebes wieder. (Beil. I, 1-6)

In jeder Gewebebindung wiederholt sich die Reihenfolge der Fadenverkreuzungen nach einer bestimmten Anzahl von Kett- und Schußfäden. Alle Kett- und Schußfäden, die zu einer Bindung bis zu ihrer Wiederholung notwendig sind, zählen zum Rapport. Der Rapport ist die kleinste Einheit der Gewebebindung. Er kann in Kett- und Schußrichtung gleich, aber auch verschieden groß sein. Dazu werden Kennziffern verwendet.

Um das Verständnis für die verschiedenen Bindungsarten zu erleichtern, können Längs- und Querschnittszeichnungen angefertigt werden. Die Bindungspatrone zusammen mit den Gewebeschnittdarstellungen sind gleichbedeutend der technischen Zeichnung für ein Materialstück.

Im allgemeinen zeichnet man den ersten Kettfaden und den ersten Schußfaden eines Gewebes im Schnitt. Dabei liegt die gedachte Schnittlinie jeweils vor dem ersten Kett- oder Schußfaden bzw. vor dem darzustellenden Faden. Sollen mehrere Fäden im Schnitt wiedergegeben werden, müssen diese deutlich als erster, zweiter, dritter usw. Faden gekennzeichnet sein. Verläuft der Schnitt durch das Gewebe in Ketttrichtung, wird er rechts neben der Patrone so gezeichnet, daß die Gewebeoberseite nach rechts bzw. nach außen zeigt. Dabei werden die

Schußfäden kreisförmig dargestellt. Der Schnitt durch ein Gewebe in Schußrichtung wird über die Patrone so gezeichnet, daß die Gewebeoberseite nach oben zeigt. Die Kettfäden werden dabei ebenfalls auch kreisförmig gezeichnet. Diese Regelung gilt nicht für Florgewebe. (Beil. II,3)

Für die Darstellung einer Gewebebindung werden folgende Hilfsmittel benötigt:

1. Patronenpapier, Einteilung 8 : 8 bzw. 4 : 4
2. Patronierfarben, blau, rot, grün, gelb, schwarz (Tinte, Faserstifte)
3. Fadenzähllupe, möglichst mit Einteilung von 2 cm x 2 cm
4. Auszähl-nadel
5. Maßstab mit Millimeteereinteilung

Die Patronenpapiereinteilung 8 : 8 wird deshalb empfohlen, weil sie einer gleichen Dichte in Kette und Schuß entspricht. Bei extrem unterschiedlichen Dichten in Kette und Schuß muß eine andere Einteilung des Patronenpapiers gewählt werden, sonst entsteht keine einwandfreie Musterung. Im allgemeinen werden die anderen Patronenpapiereinteilungen nur für Jacquardgewebe verwendet. (Beil. II,1)

#### 4.2.2. Bindungsformel

Man kann die Struktur der Fadenverkreuzung, also sämtliche Bindungen, durch Bindungsformeln ausdrücken. Bestandteil solch einer Formel ist der Kennbuchstabe (KB), die Bindungsziffer (BZ) und damit der Kennfaden (wird durch die Bindungsziffern gebildet). Beispiele:

Kennbuchstabe (KB):

Leinwandbindung = L

Ripsbindung = R

Körperbindung = K

Bindungsziffer (BZ):

"2" BZ kann eine Kettehebung oder eine Kettensenkung sein.

Steht die Bindungsziffer über dem waagerechten Strich, gibt sie eine Kettehebung an, steht sie unter dem Strich, bedeutet es Kettensenkung.

Der Kennfaden einer Bindung heißt z. B.  $\frac{2}{1} \frac{3}{4}$   $\frac{2}{1} \frac{3}{4}$

Die Addition der Bindungsziffern ergibt die Anzahl aller Kettehebungen und Kettensenkungen eines Bindungsrapportes. Die Summe aus Kett- und Schußrapport entspricht dem Bindungsrapport. Die Bindungsziffern beziehen sich auf den ersten Kettfaden in Kett-richtung, auf den ersten Schußfaden in Schußrichtung oder auf den ersten Kettfaden und auf den ersten Schußfaden sowohl in Kett- als auch Schußrichtung. Die Darstellung des Kennfadens der Bindung gibt die Richtung an.

Beispiele:

Kennfaden der Bindung in Kett-richtung:  $\frac{1}{2} \frac{2}{1}$

Kennfaden der Bindung in Schußrichtung:  $\frac{2}{1} \frac{1}{2}$  (die Pfeilspitze gibt die Richtung an)

Kennfaden der Bindung in Kett- und Schußrichtung:  $\frac{2}{2} \frac{1}{1} \frac{3}{3}$  (der Doppelstrich gibt beide Richtungen an)

Für die eindeutige Entwicklung der Gewebebindung muß immer die entsprechende Formel bzw. Teilformel verwendet werden. Ist dies nicht eindeutig möglich, so kann man Teilformeln einzeln verwenden.

Beispiel: Panama (P) P  $\frac{2}{2}$  P  $\frac{3}{3}$

Als letzte Bestandteile zur Entwicklung einer Bindung gehören Richtungsangabe (RA) und Zahlzahl. Richtungsangabe oder Richtungsbuchstabe geben bei einer Rips-

bindung den Verlauf der Rippen, bei einer Körperbindung und Atlasbindung den Verlauf der Gratrichtung an.

Beispiele: Rips (R)  $R \xrightarrow[2]{2} L$ ;  $R \xrightarrow[2]{2} Q$   
 $L = \text{Längsrips}$   $Q = \text{Querrips}$

Körper (K)  $K \xrightarrow[1]{2} Z$ ;  $K \xrightarrow[3]{1} S$   
 $Z = \text{Gratrichtung}$   $S = \text{Gratrichtung}$

Bei der Atlasbindung gilt eine Sonderregelung. Neben der Richtungsangabe ist die Zählzahl unerlässlich. Sie wird für die gleichmäßige Verteilung der Bindepunkte benötigt und ist als Index der Richtungsangabe rechts oben oder rechts unten beigefügt.

Beispiel: Atlas (A)  $A \xrightarrow[4]{1} Z^2$   $A \xrightarrow[1]{4} Z_5$   
 $Z^2 = \text{Gratrichtung} + \text{Zählzahl } 2$ ;  $Z_5 = \text{Gratrichtung} + \text{Zählzahl } 5$

#### 4.2.3. Technische Angaben zur Bindungspatrone

Wie die Bindungspatrone, so sind u. a. auch der Blatteinzug und der Geschirreinzug einheitlich auf dem Patronenpapier darzustellen. Der Blatteinzug, auch Blattstich genannt, wird direkt über die Bindungspatrone gezeichnet. Er gibt an, wieviel Kettfäden in ein Rohr bzw. zwischen zwei Rietstäbe des Webblattes eingezogen werden sollen. Den Blatteinzug wird man am besten so wählen, daß er mit dem Bindungsrapport aufgeht. Er ist besonders abhängig von Gewebbindung, Feinheit der Kettfäden, Kettfadendichte und Gewebeeigenschaften. Man unterscheidet regelmäßige und unregelmäßige Blatteinzüge. Bei den regelmäßigen wird die gleiche Anzahl von Kettfäden in ein Riet oder Rohr gezogen (Abstand zwischen den Blattstäben), bei den unregelmäßigen eine ungleiche Anzahl.

Eine gültige Regel läßt sich für den Blatteinzug nicht aufstellen. Er ist aber so zu wählen, daß beim Webvorgang ein geknoteter Faden bequem durch das Rohr hindurchgehen kann. Ferner wird man bei hoher Kettichte mehr Fäden in ein Rohr einziehen müssen als bei geringerer. Kann der Blatteinzug unabhängig von der Bindung gewählt werden, so entscheidet man sich für ein Webblatt mit hoher Feinheit. Je weniger Kettfäden in ein Rohr eingezogen werden, um so gleichmäßiger fällt das Gewebe aus.

Der Geschirreinzug wird auf dem Patronenpapier über die Darstellung des Blatteinzuges gezeichnet.

Der Einzug erfolgt nach dem Grundsatz "Jeder andersbindende Kettfaden muß auf einen neuen Schäfte gezogen werden" (Krüger 1951). Der Geschirreinzug gibt zum einen an, wieviel Schäfte für die bestimmte Bindung notwendig sind, zum anderen, wie die Kettfäden auf die einzelnen Schäfte verteilt werden. Die theoretisch ermittelte Anzahl der Webschäfte kann aber aus webtechnischen Gründen (hohe Kettfadendichte oder bessere Übersichtlichkeit beim Weben) um ein Vielfaches erhöht werden.

#### 4.3. Musterzerlegen und -berechnen

Beim Musterzerlegen kann man aus einer vorliegenden Stoffprobe die Art und Weise seiner technischen Anfertigung feststellen, es lassen sich technologische Kennziffern ermitteln. Deshalb werden die Gewebeproben fachgerecht untersucht und erforderliche Berechnungen durchgeführt. Die zu rekonstruierenden und nachzuwebenden Textilien werden dann die gewünschten Güteermere aufweisen. Die Untersuchung muß an einer Gewebeprobe in nachstehender Reihenfolge durchgeführt werden:

1. Gewebart (Bezeichnung)
2. Gewebbreite und -länge (fertig)
3. Gewebeerseite (Schauseite)
4. Kett- und Schußrichtung



5. Fadendichten (Fäden/10 cm)
6. Musterungsangaben (Gewebebindung, Fadenfolgen, Farbeffekte)
7. Materialart (Faserstoff, Faden)
8. Ausarbeitung
9. Errechnung produktionstechnischer Daten (Geschirrberechnung, Blattdichte)
10. Webmaschinenart
11. Veredlung (Nachbehandlungen, Ausrüstung)

Die aufgeführten Punkte können bei der Bestimmung von Fundmaterial, vor allem bei jurgeschichtlichem, nicht immer direkt übernommen oder eingehalten werden. Sie sollten aber auf jeden Fall als Richtschnur dienen und sind dann unentbehrlich, wenn ein Gewebe nachgearbeitet wird.

1. Die Gewebeat (Gewebebezeichnung) ist deshalb an den Anfang der Untersuchung zu stellen, weil sie bereits Schlußfolgerungen für wichtige Gewebemerkmale und Kenngrößen zuläßt. Die Untersuchung kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen, wobei webtechnische Kenntnisse die Identifizierung erleichtern helfen. Vom Standpunkt äußerer Merkmale ist die Gewebebezeichnung vorzunehmen, nach dem die Gewebeprobe eingehend von beiden Seiten betrachtet wurde.
2. Gewebebreite und -länge in der fertigen Ware dienen als Grundlage für die Errechnung der Blattbreite und Schärflänge.
3. Das Gewebe hat eine Gewebeoberseite (die Schau- oder Wareseite) und eine Gewebeunterseite (die Rückseite). Schau- und Rückseite weisen oft unterschiedliches Aussehen und unterschiedliche Eigenschaften auf. Sind beide Seiten gleich, nennt man das Gewebe beidrecht oder zweiseitig. Die Gewebeprobe ist also kritisch von beiden Seiten zu betrachten. Es muß festgestellt werden, welche Seite optisch ansprechender ist und wo qualitative und technologische Anhaltspunkte festzustellen sind. Während die Schauseite meist gefälliger ist, können qualitative und technologische Anhaltspunkte für die Schau- oder die Rückseite bestimmend sein.

Erkennungsmerkmale für ansprechendes Aussehen sind:

Figuren und Ornamente, die auf der Schauseite kontrastreicher, musterbildender und lebendiger erscheinen,

Karos oder Farbstreifen, die je nach Bindung auf der Schauseite deutlicher hervortreten, Effektfäden, die auf der Schauseite meist kräftiger hervortreten.

Veredlungseffekte, wie Rauheffekte, gleichmäßige Florhöhe.

Erkennungsmerkmale auf Grund qualitativer und technologischer Anhaltspunkte sind:

Gleichmäßigkeit (Fadenenden oder Knoten sind von der Gewebeoberseite auf die Rückseite durchgeschoben),

Fadenflottungen (nach Möglichkeit werden diese auf der Gewebeoberseite kurz gehalten),

Mischgewebe (auf der Schauseite sind die Fäden aus besserem Faserstoff meist deutlicher sichtbar),

Gerauhte Gewebe (vor allem für Oberbekleidung können auf der Oberseite leicht oder stark gerauht sein).

Läßt sich die Gewebeoberseite nach den angegebenen Merkmalen nicht bestimmen, muß nach eigenem Ermessen eine Seite als solche angenommen werden.

4. Die Kettrichtung ist zur Ermittlung der richtigen Bindung und der richtigen technischen Daten für Fäden und Fadensysteme notwendig. Werden Gewebeproben zugeschnitten, so sollten sie rechteckig sein und die schmalen Seiten auf die Kettrichtung weisen.

Erkennungsmerkmale der Kettrichtung sind:

Webekante oder -leiste (sie verläuft immer in Kettrichtung, weil sie die Randkettfäden an der Kante des Gewebes hält),

Bindungsstreifen (Fadenpaare und -gruppen treten durch günstiges Einziehen schärfer hervor),

Farbige Streifen (durch Einzelfäden oder Fadenpaare in Kettrichtung technisch und technologisch günstiger).

Längere Karos (bei karierten Stoffen durch höhere Kettfadendichte entstehen Rechtecke)  
Kettfadendichte (meist größer als Schußdichte, niedrigere Bindungskräuselung und Ausarbeitung eines Fadens),  
Kettfadenmaterial (höhere Drehzahlen des Fadens, gleichmäßigere oder gezwirnte Fäden, größere Stapellänge),  
Rietstreifen (durch den Blatteinzug bedingte "Streifen").

5. Die Fadendichte ist die Anzahl der Fäden eines Gewebes, auf eine bestimmte Meßlänge bezogen. In der Praxis werden wegen der größeren Genauigkeit die Dichten auf 10 cm angegeben. Die Gewebequalität wird von den Fadendichten beeinflusst, die außerdem Grundlage sind für die Maschineneinstellung und die Berechnung der Faden- und Gewebemassen. Zur Fadendichte gehört die Kettfadendichte (Anzahl der Kettfäden im Gewebe / cm) und die Schußfadendichte (Anzahl der Schußfäden im Gewebe / cm). Die Kettfadendichte ist eine Kenngröße zur Errechnung der Kettfadenmasse, während die Schußdichte zur Errechnung von Schußfadenmasse und Maschineneinstellung dient. Die schon erwähnte Fadenzähllupe, die Fadenzählnadel und der Maßstab sind Hilfsmittel zur Feststellung der Fadendichte im Gewebe.
6. Zu den Musterungsangaben eines Gewebes gehören die Gewebebindung, die Fadenfolgen und Farbeffekte. Die Gewebebindung muß genau festgestellt werden, um bindungstechnische Angaben für die richtige Auswahl und Einstellung der Fachbildungseinrichtung zu erhalten. Außerdem können dadurch die richtigen und zweckmäßigen Einzüge ermittelt werden. Das Feststellen einer Gewebebindung kann kettfaden- oder schußfadenweise erfolgen. Je nach der Art des Gewebes entscheidet man sich für die eine oder andere Methode. Die kettfadendichte Feststellung der Gewebebindung ist vorteilhaft, wenn Gewebe mit höherer Kettfadendichte vorliegen, wenn der Schußfadenrapport der Bindung größer ist oder wenn das Gewebe eine Unterkette hat. Die schußfadenweise Feststellung ist geeigneter bei Geweben mit höherer Schußdichte oder mit Unterkette sowie bei Geweben mit größerem Kettfadenrapport.

Bei der Fadenfolge unterscheidet man zwei Arten, die Kettfaden- oder Schärffolge und die Schußfadenfolge. Die Kettfadenfolge ist die Anordnung der Kettfäden von Gewebe im Hinblick auf Farbe, Faserstoff, Fadenart oder Fadenfeinheit. Sie dient als Grundlage für das Schären und Einziehen und als Kenngröße zur Errechnung der Kettmasse. Die Schußfadenfolge ist die Reihenfolge der Schußfäden im Gewebe unter den gleichen Kriterien. Sie ist eine wesentliche Kenngröße zur Errechnung der Schußmasse bei verschiedenartigen Schußfäden und Voraussetzung für die Schußsortensteuerung. Beide, Kett- und Schußfadenfolge ermöglichen das Entwickeln von Farbeffekten.

Farbeffekte sind keine Gewebebindungen. Es sind farbige Muster im Gewebe, die durch Verarbeitung verschiedenfarbiger Fäden in Abhängigkeit von der Gewebebindung entstehen.

7. Die Materialart muß festgestellt werden, um wichtige Gewebeeigenschaften abzuleiten. Außerdem kann dann der Materialeinsatz hinsichtlich Faserstoff, Fadenart und Fadenfeinheit bestimmt werden.
8. Die Ausarbeitung ist die veränderte Fadenlänge im Gewebe, wie sie bei der webtechnischen Untersuchung vorliegt. Die ursprünglich eingetragene Fadenlänge beim Weben weicht von der Länge der Fäden im fertigen Gewebe ab. Diese Abweichung ist sowohl technisch (durch den Webvorgang) als auch durch die Längenveränderung bei der Gewebenachbehandlung bedingt.
9. Die bisher ermittelten Daten kennzeichnen im wesentlichen das jeweilige Gewebe, seine Qualität und Besonderheiten. Die Produktionsbedingungen werden jedoch nur ungenügend charakterisiert. Die zum Weben notwendigen technologischen Kenngrößen eines Gewebes müssen berechnet werden. Dazu gehören Berechnen der Kettfadenzahlen, Schärflängen der Webkette, Blattbreite, Blattdichte, Materialbedarf und Flächenmaße bei Anwendung von Größengleichungen.
10. Die technologische Stufe des Webvorganges, die Wahl der Webmaschine, muß für die Berechnung bekannt sein.

11. Veredlungsverfahren, Ausrüstung und Gewebenachbehandlungen sind z. B. Laugieren, Waschen, Färben, Krumpfen, Kalandern, Walken, Kahlappretur.

#### 4.4. Grundbindungen

Als Grundbindungen bezeichnet man die einfachsten Gewebearbindungen. Sie dienen allen anderen als Grundlage für erweiterte Grundbindungen bzw. für Bindungsableitungen.

Zu den Grundbindungen gehören Leinwand- (L), Körpergrund- (K) und Atlasgrundbindung (A). Auf diese lassen sich die meisten Bindungsarten zurückführen. Die kleinste Möglichkeit jeder dieser Grundbindungen bezeichnet man als Elementarbindung.

Typische Merkmale der Grundbindungen sind:

1. Alle Fäden binden von einem entsprechenden Punkt aus gezählt gleich, wobei es im Rapport niemals zwei gleichbindende Fäden gibt.
2. Kett- und Schußrapport sind immer gleich groß.
3. Die Schaftzahl entspricht immer der Rapportzahl, und der Geschirreinzug ist immer gerade durch.

##### 4.4.1. Leinwandbindung

Die Leinwandbindung ist die einfachste und dabei festeste Fadenverkreuzung von Kette und Schuß. Sie hat den kleinsten Bindungsrapport, zwei Fäden in Kette und Schuß. Jeder Kettfaden liegt abwechselnd einmal über und einmal unter einem Schußfaden. Der nächstfolgende Kettfaden bindet entgegengesetzt zum vorangegangenen. Dadurch erhält man eine innige Fadenverkreuzung, worin auch die Schiebefestigkeit und große Haltbarkeit leinwandbindiger Gewebe begründet liegt. Durch das gleichmäßige Verkreuzen von Kette und Schuß sehen beide Gewebeseiten im Rohgewebe gleich aus. Die Herstellungsweise eines leinwandbindigen Gewebes ist relativ einfach, so daß diese Bindung für Gewebe aus allen möglichen Materialien und in den verschiedensten Einstellungen Anwendung findet. In der Praxis bestimmen jedoch Materialart, Dichte und Verwendungszweck ihren Gebrauch. (Beil. II, 2, 3).

Bindungsformel:  $L \frac{1}{1}$  Leinwandbindung

L = Kennbuchstabe

$\frac{K_H}{K_S}$  = Bindungsziffer

$K_H + K_S; 2 : 2$  = Bindungsrapport

$\frac{1}{1}$  = Kennfaden

Z = Richtungsbuchstabe

1 = Zählfzahl

##### 4.4.2. Körpergrundbindung

Ein Körpergewebe ist daran zu erkennen, daß sowohl auf der Gewebevorderseite als auch auf der Geweberückseite parallele schräge Linien verlaufen. Diese werden als Körpergrate bezeichnet. Sie entstehen dadurch, daß immer der nächstfolgende Kettfaden mit dem nächstfolgenden Schußfaden kreuzt und somit die Bindepunkte aneinandergereiht werden. Je nach ihrer Richtung unterscheidet man Z- und S-Grate (Z- und S-Gratkörper). Die Körpergrundbindungen sind Eingrattkörper mit einem Kett-Hochgang oder einem Kett-Tiefgang jedes Kettfadens im Bindungsrapport. Die kleinste Einheit dieser Bindungen nennt man Elementarbindung. Diese Bezeichnung fällt bei der Leinwandbindung weg, weil sich dort Grund- und Elementarbindung decken. Der Bindungsrapport der Elementarbindung besteht aus 3 Kett- und 3 Schußfäden. Weil nur jeweils ein Kett-Hochgang oder ein Kett-Tiefgang jedes Kettfadens im Rapport bindet, überwiegt auf der Gewebeoberseite entweder die Kette oder der Schuß.

### Kettkörper

Dies ist ein ungleichseitiger Eingrattkörper. Alle Kettfäden im Bindungsrapport werden nur einmal gesenkt. Die Kettensenkungen berühren sich in einer Diagonalen, dem Grat. Auf der Gewebeoberseite ist dadurch überwiegend das Kettmaterial zu sehen. Der Rapport kann theoretisch nach oben unbegrenzt erweitert werden. In der Praxis sind auch hier wieder Grenzen gesetzt (z. B. große Fadenflottierungen). Formeln von Kettkörperbindungen:

$$K \frac{2}{1} Z$$

$$K \frac{4}{1} S$$

(Eine Kettseknung = Zahl unter dem Strich)

### Schußkörper

Es ist ebenfalls ein ungleichseitiger Eingrattkörper. Jeder Kettfaden wird innerhalb des Rapportes nur einmal gehoben. Die Ketthebungen berühren sich in einer Diagonale, dem Grat. Durch die Überzahl der Kettensenkungen ist auf der Gewebeoberseite überwiegend das Schußmaterial zu sehen. Die Rapportgröße kann nach oben theoretisch unbegrenzt erweitert werden; in der Praxis sind jedoch Grenzen gesetzt. Schußkörperformeln:

$$K \frac{1}{2} S$$

$$K \frac{1}{4} Z$$

(Eine Ketthebung = Zahl über dem Strich)

### Entwicklung der Körper-Bindungspatrone

Um die Bindungsformel für Körper festzulegen, wird der Kennbuchstabe K vor der Bindungsbezeichnung eingesetzt. Für den ersten Kettfaden wird die Anzahl der Ketthebungen und der Kettensenkungen in der Bindungsziffer angegeben. Als weiteren Teil der Formel muß die Richtungsangabe, Z oder S, zugefügt werden.

Zur Struktur der Körperbindungsformel  $K \frac{1}{2} Z$

K = Kennbuchstabe

$\frac{K_H}{K_S}$  = Bindungsziffer

$K_H + K_S \quad 3 : 3 =$  Bindungsrapport

$K \frac{1}{n}$ ;  $K \frac{n}{1}$  = allgemeine Bindungsformel

$K \frac{1}{2}$ ; Schußkörper = Elementarbindung

$K \frac{2}{1}$ ; Kettkörper = Elementarbindung

Z / S = Richtungsbuchstabe

1 = Zählzahl

Zur Entwicklung der Bindungspatrone sowohl für Körpergrundbindungen als auch für erweiterte Körpergrundbindungen ist am besten wie folgt zu verfahren:

Bindungsformel  $K \frac{1}{4} Z$        $K \frac{4}{1} S$

Abgrenzen des Bindungsrapportes auf dem Patronenpapier.

Einzeichnen der Ketthebung des 1. Kettfadens entsprechend der angegebenen Bindungsziffer.

Einzeichnen der Hebung des 2. Kettfadens entsprechend der angegebenen Bindungsziffer um einen Schußfaden höher. Soll ein S-Grattkörper entwickelt werden, muß die Ketthebung des 2. Kettfadens entsprechend um einen Schußfaden tiefer eingezeichnet werden.

Einzeichnen der Kettehebung des 3. Kettfadens entsprechend der angegebenen Bindungsziffer um einen Schuß höher als der 2. Kettfaden. Bei S-Gratkörper entsprechend um einen Schußfaden tiefer als der 2. Kettfaden einzeichnen.

Alle weiteren Kettfäden werden wiederum um einen Schußfaden höher eingezeichnet. Dabei wird der Rapport mit blauer Farbe, alle Erweiterungen desselben mit roter Farbe ausgemalt. Wichtig ist, daß alle Ketthochgänge, die über der Rapportgrenze erscheinen würden, auf dem gleichen Kettfaden unten eingezeichnet werden. (Beil. II,4,5)

#### 4.4.3. Atlasgrundbindung

Hierzu zählen alle regelmäßigen Atlasbindungen mit nur einer Kettehebung oder einer -senkung je Kettfaden im Rapport. Die Bindepunkte sind nach einer bestimmten Ordnung im Bindungsrapport so verteilt, daß sie sich im Gegensatz zu den Körperbindungen nicht berühren. Dadurch erhält man ein Gewebe, welches eine glatte und gleichmäßige Oberfläche besitzt. Diese Eigenschaft wird durch den Einsatz geeigneten Fadenmaterials noch erhöht. Der Bindungsrapport der Elementaratlasingung beträgt 5 Kett- und 5 Schußfäden. Auch beim Atlas kann der Rapport theoretisch nach oben unbegrenzt erweitert werden, was aus praktischen Erwägungen heraus jedoch nicht getan wird (lange Fadenflottierungen). Dadurch, daß in atlasbindigen Geweben die Bindepunkte sich nicht berühren dürfen, sind die Gewebe nicht so fest gebunden und haben eine geringe Schiebefestigkeit. Demgegenüber können die Atlasbindungen aber mit hohen Fadendichten gewebt werden. Das Gewebbild des Atlas zeigt auf der Oberseite entweder die Kett- oder die Schußfäden, so daß beide Seiten stets ungleich aussehen. Wird noch zusätzlich mit unterschiedlichem Fadenmaterial gearbeitet, weichen die Seiten im Aussehen völlig voneinander ab. Die Atlasgrundbindungen werden in Kett- und Schußatlas unterteilt.

#### Kettatlas

Hier wird jeder Kettfaden im Rapport nur einmal gesenkt. Dadurch wird die Warenoberseite von der Kette gebildet. Bei großen Kettichten sind die vereinzelt auftretenden und sich nicht berührenden Kreuzungsstellen mit dem Schuß häufig nicht zu sehen. Deshalb erscheint ein geschlossenes Bild der Kette.

Formel:  $A \frac{4}{1} Z^2$ ;  $A \frac{4}{1} S^2$ .

(Eine Kettensenkung = Zahl unter dem Strich)

#### Schußatlas

Bei dieser Bindung darf jeder Kettfaden im Rapport nur einen Hochgang haben. Deshalb überwiegt das Schußfadenmaterial auf der Gewebeoberseite. Mit hohen Schußdichten kann man deshalb reine Schußeffekte erzielen, weil die vereinzelt auftretenden Kettehebungen nicht zu sehen sind.

Formel:  $A \frac{1}{4} Z^2$ ;  $A \frac{1}{4} S^2$

(Eine Kettehebung = Zahl über dem Strich)

#### Entwicklung der Atlasbindungspatrone

Bei der Festlegung der Bindungsformel für Atlas wird als Kennbuchstabe A eingesetzt. Für den ersten Kettfaden wird die Anzahl der Kettehebungen und Kettensenkungen in der Bindungsziffer angegeben. Des weiteren muß für die gleichmäßige Verteilung der Bindepunkte die Zählfzahl der Richtungsangabe als Index rechts oben oder rechts unten beigefügt werden. Steht die Zählfzahl an der Richtungsangabe oben, gibt sie an, um wieviel Schußfäden die Bindungsziffer auf den nächsten Kettfaden höher rückt. Steht sie unten, dann gibt sie an, um wieviel Kettfäden die Bindungsziffer auf den nächsten Schußfaden weiter rückt.

## Struktur der Atlasbindungen

A = Kennbuchstabe

$\frac{K_H}{K_S}$  = Bindungsziffer

$K_H + K_S$  = Bindungsrapport

5 . 5 Kett-/Schußatlas = Kleinster Rapport

$A \frac{1}{n}$  ;  $A \frac{n}{1}$  = Allgemeine Bindungsformel

$A \frac{1}{4}$  ;  $A \frac{4}{1}$  = Elementarbindung

$A \frac{1}{4} Z/S$  ;  $A \frac{4}{1} Z/S$  = Richtungsbuchstabe

n = 2 = Zählfzahl

Bevor eine Atlasbindung entwickelt werden kann, muß als wichtige Kenngröße die Zählfzahl ermittelt werden. Man erhält sie dadurch, daß die Kennziffer (die Rapportgröße) in ein Zahlenpaar aufgeteilt wird. Dabei dürfen die Zahlen

1. keine 1 enthalten
2. nicht einander gleich sein
3. nicht ineinander teilbar sein
4. sich nicht gemeinsam durch eine dritte Zahl teilen lassen.

Beispiel: 10bindiger Atlas

- 1 + 9 unbrauchbar. Mit 1 gezählt würde ein Z-Gratkörper, mit 9 gezählt ein S-Gratkörper entstehen
- 2 + 8 unbrauchbar, weil die 2 restlos in der 10 aufgeht und 2 und 8 einen gemeinsamen Divisor haben
- 3 + 7 brauchbar, da sie Primzahlen sind
- 4 + 6 unbrauchbar, weil sie durch eine dritte Zahl teilbar sind
- 5 + 5 unbrauchbar, da sie einander gleich und ineinander teilbar sind.

Schrittfolge für Atlasbindungen, sowohl Atlasgrundbindungen als auch erweiterte Atlasgrundbindungen:

1. Bindungsformel  $A \frac{1}{4} Z^2$
2. Abgrenzen des Bindungsrapportes auf dem Patronenpapier
3. Einzeichnen der Ketthebung auf den Kennfäden entsprechend der vorgegebenen Bindungsziffer
4. Einzeichnen der Ketthebung des 2. Kettfadens entsprechend der vorgegebenen Bindungsziffer um 2 Schußfäden höher. Würde die Zählfzahl rechts unten stehen, müßte die Ketthebung um 2 Kettfäden nach rechts auf dem nächstfolgenden Schuß eingezeichnet werden.

Weil in der vorgegebenen Formel die Richtungsangabe Z ist, wird rechts neben dem Kennfaden der Bindung weitergezählt. Wäre die Richtungsangabe S, müßte links neben dem Kennfaden der Bindung weitergezählt werden. Das wiederholt sich bei jedem weiteren Faden, bis der Bindungsrapport ausgefüllt ist. Hier ist wiederum zu beachten, daß über die Rapportgrenze erscheinende Ketthochgänge auf den gleichen Kettfäden unten eingezeichnet werden.

Hinweis: Alle regelmäßigen Atlasgrundbindungen - außer mit der Rapportzahl 6 - lassen sich mit Hilfe der Zählfzahlen entwickeln. Weil man mehrere brauchbare Zählfzahlen für das Zeichnen von Atlasgrundbindungen erhält, hängt es ganz von dem gewünschten Gewebeausdruck ab, für welche Zählfzahl man sich entscheidet (Gratrichtung). Trotz verstreuter Anordnung der Bindepunkte kann sich bei kleinster Zählfzahl ein leichter Grat in Richtung der Bindepunkte markieren. (Beil. II,6; III,1)

#### 4.5. Erweiterte Grundbindungen

"Erweiterte Grundbindungen entstehen durch Erweiterung der charakteristischen Ketthebung (bei Schußbindungen) bzw. der charakteristischen Kettseukung (bei Kettbindungen) der Grundbindungen." (TGL 16-660044, Bl. 3). In diese Gruppe gehören Breitgratkörper, Mehrgratkörper und verstärkte regelmäßige Atlasbindungen. Für die Leinwandbindung gibt es in dieser Gruppe keine erweiterten Grundbindungen. Charakter und Größe des Rapportes der verwendeten Grundbindung bleiben erhalten.

#### Erweiterte Grundkörperbindungen

##### Breitgratkörperbindungen

Sie haben im Gegensatz zu den Grundkörperbindungen breite, verstärkte Gratlinien. Sie entstehen durch Verstärkung eines oder mehrerer Bindepunkte an den Grat eines Schußkörpers. Dadurch können gleichseitige oder ungleichseitige Eingratkörperbindungen entwickelt werden. Sind beide Gewebeseiten mit Ausnahme der Gratrichtung gleich, liegt ein gleichseitiger Breitgratkörper (= Gleichgratkörper) vor. Er ist immer geradzahlig im Rapport. Seine kleinste Einheit umfaßt 4 Kett- und 4 Schußfäden. (Beil. III, 2) Die Bindungsformel ist:  $K \frac{2}{2} Z$ . Über und unter dem waagerechten Strich muß jeweils die Hälfte der Rapportzahlgröße stehen.

Beim ungleichseitigen Breitgratkörper sehen beide Gewebeseiten immer verschieden aus. Auf der Oberseite können mehr Ketthebungen oder mehr Kettseukungen vorhanden sein. Deshalb spricht man von einer kettseitigen oder einer schußseitigen Bindung. Der kleinste Rapport beträgt 5 Kett- und 5 Schußfäden. (Beil. III, 3, 4)

Beispiele:  $K \frac{3}{2} Z$ , kettseitig                       $K \frac{2}{3} S$ , schußseitig

##### Mehrgratkörperbindungen

Durch das Einsetzen weiterer Körpergrate in den Rapport der Körpergrundbindungen erhält man Mehrgratkörper. In dessen Rapport verlaufen zwei oder mehr Grate nebeneinander. Sie können gleich oder verschieden breit sein. Man könnte die Bindung als Vereinigung mehrerer Körper von gleicher Rapportgröße und Gratrichtung ansehen. Bei der zeichnerischen Darstellung der Bindungsformel sollte immer mit einer Ketthebung begonnen und mit einer Kettseukung beendet werden. Am besten ist, man zeichnet Grat für Grat. Mehrgratkörper unterscheidet man, je nachdem, ob beide Gewebeseiten gleich aussehen oder die Oberseite anders wirkt als die Rückseite, in gleichseitige und ungleichseitige Mehrgratkörper.

Die gleichseitigen Mehrgratkörper haben im Rapport die gleiche Anzahl und Größe der Ketthebungen und -senkungen. Der kleinste Rapport umfaßt 6 Kett- und 6 Schußfäden. Die Zahlen in der Bindungsformel sind über und unter dem waagerechten Strich gleich. Dabei ist die Zahlenfolge der Zahlenangabe unter dem Strich gleich oder umgekehrt wie über dem Strich. Nur wenn nach diesen Grundsätzen verfahren wird, erhält man auf beiden Gewebeseiten, ausgenommen die Gratrichtung, das gleiche Bindungsbild. (Beil. III, 5)

Beispiel:  $K \frac{3}{1} \frac{2}{2} \frac{1}{3} Z$

Bei den ungleichseitigen Mehrgratkörperbindungen sind die Hoch- und Tiefgänge der Kettfäden innerhalb des Rapportes unterschiedlich. Die kleinste Rapportgröße beträgt 5 Kett- und 5 Schußfäden. Dabei sind die Zahlen in der Formel über und unter dem waagerechten Strich ungleich, wobei die Summe der Zahlen gleich sein kann. (Beil. III, 6)

Beispiel:  $K \frac{2}{1} \frac{3}{4} S$

## Erweiterte Atlasgrundbindungen

Der Systematik wegen werden hierunter nur die verstärkten regelmäßigen Atlasbindungen aufgeführt.

### Verstärkte regelmäßige Atlasbindungen

Atlasbindungen können durch Zugabe von Bindepunkten nach einer Richtung verstärkt werden. Es ist im Prinzip die gleiche Methode wie bei den Breitgratköpfen. Man kann also erweiterte bzw. verstärkte Schußatlas- und Kettatlasbindungen entwickeln. Letztere entstehen durch das Ansetzen einer Kettseknung an die charakteristische Kettseknung eines Kettatlasses nach oben oder unten. Dabei ist ein Zusammenstoßen der Bindepunkte möglichst zu vermeiden, um nicht den typischen Atlascharakter zu stören. Die Rapportgröße ändert sich nicht. Durch das Verstärken werden lange Fadenflottierungen verkürzt, und damit wird die Schiebefestigkeit der Atlasgewebe erhöht. Bei der zeichnerischen Darstellung erfolgt das Verstärken eines Kettatlasses in Kettrichtung durch Wegnahme einer Ketthebung je -faden. Dies geschieht beim nächsten Schuß (oberhalb der bereits vorhandenen Kettseknung). Man markiert sich die Kettseknung mit Bleistift und zeichnet dann die restlichen Felder bzw. Ketthebungen aus.

Beispiel: Ein 8bindiger Kettatlas soll in Kettrichtung um einen Bindepunkt verstärkt werden. (Beil. III,7)

$$\text{Bindungsformel: } A \frac{7}{2} Z^4$$

Verstärkte Schußatlasbindungen werden durch Ansetzen einer Ketthebung an die charakteristische Ketthebung eines Schußatlasses nach rechts oder links verstärkt. Auch hier ist wiederum darauf zu achten, daß ein Zusammenstoßen der Bindepunkte vermieden wird. Die Patronenentwicklung erfolgt analog dem Schußatlas als Grundbindung. Den verstärkten Schußatlas in Kettrichtung erhält man durch Zusetzen einer Hebung für jeden Kettfaden beim nächstfolgenden Schuß, also oberhalb der bereits vorhandenen Ketthebung.

Beispiel: Ein 8bindiger Schußatlas soll in Kettrichtung um einen Bindepunkt verstärkt werden. (Beil. III,8)

$$\text{Bindungsformel: } A \frac{2}{7} Z_5$$

Durch das Ansetzen von Bindepunkten können auch andere Gewebefbindungen entstehen. Als Beispiel wird der Kettatlas  $A \frac{1}{4} Z^2$  durch Ansetzen von 2 Bindepunkten verstärkt. (Beil.IV,1)

## 4.6. Abgeleitete Bindungen

Mit den Grundbindungen und erweiterten Grundbindungen können nicht alle an die verschiedensten Gewebe zu stellenden Anforderungen erfüllt werden. Um besondere modische Effekte und bestimmte Gebrauchseigenschaften zu erhalten, sind weitere Bindungen erforderlich. Bei der Entwicklung für abgeleitete Bindungen sind folgende Grundsätze zu beachten (s. TGL 66044/4 Blatt 16, 1 - 3): "Abgeleitete Bindungen aus einer Bindung entstehen durch Verändern der Reihenfolge, Vervielfachen und/oder Weglassen der Kett- und/oder Schußfäden einer Ausgangsbindung". Nach den genannten Methoden können jedoch nicht alle in der Praxis üblichen Ableitungen entwickelt werden. Deshalb gibt es noch Sonderableitungen, die unten behandelt werden.

### Ableitungen der Leinwandbindung

Ripsbindungen (R) entstehen durch Vervielfachen von Kett- oder Schußfäden. Es ergeben sich Gewebe mit beidseitiger oder einseitiger Rippenbildung. Dabei können die Rippen gleich oder unterschiedlich breit sein und fortlaufend oder unterbrochen in zwei verschiedenen Richtungen verlaufen. Nach dem Verlauf der Rippen unterscheidet man Längs- und Querrips.



In Längsripsbindungen verlaufen die Rippen in Kettrichtung. Sie entstehen durch Vervielfachen der Kettfäden. Bei einem Schußeintrag binden zwei oder mehrere Kettfäden nebeneinander hoch bzw. tief. Dadurch werden Gewebeoberseite und Gewebeunterseite durch den Schuß gebildet. Die Bindungen sind gleichseitig. Längsripse werden meist mit hohen Schußdichten gewebt.

Der kleinste Bindungsrapport einer Längsripsbindung: 4 Kettfäden und 2 Schußfäden. Die Bindungsformel bezieht sich auf den ersten Schußfaden (im Gegensatz zur bisherigen Betrachtungsweise: 1 Kettfaden = Kennfaden der Bindung). (Beil. IV,2-3)

Beispiele:  $R \frac{2}{2} \rightarrow L$  ;  $R \frac{3}{1} \frac{1}{3} \rightarrow L$

Bei großen Rippen können sich gleichbindende Kettfäden leicht zusammenschieben. Um diesen Nachteil zu vermeiden, werden Längsripsbindungen mit Abbindungen oder Bindschuß gewebt. Beim Abbinden werden die auf der Gewebeunterseite beginnenden Schußfäden an bestimmten Stellen einer jeden Rippe über einen Kettfaden binden. Wird mit Bindschuß gearbeitet, wirkt nach einer bestimmten Anzahl von Schußfäden ein Schußfaden als Bindefaden in einer engkreuzenden Bindung.

In Querripsbindungen verlaufen die Rippen in Schußrichtung. Sie entstehen durch Vervielfachen der Schußfäden. Deshalb binden immer zwei oder mehrere Schußfäden gleich. Durch Kreuzen der Kettfäden mit den Schußfäden nach jeweils zwei oder mehr gleichbindenden Schußfäden werden die Rippen voneinander getrennt. Die Gewebeoberseite und -unterseite wird durch die Kettfäden gebildet. Deshalb werden Querripse mit hohen Kettfadenzahlen gewebt, so daß auf beiden Gewebeseiten nur die Kettfäden sichtbar sind.

Der kleinste Rapport einer Querripsbindung: 2 Kettfäden und 4 Schußfäden. (Beil. IV,4-5)

Beispiele:  $R \frac{2}{2} Q$  ;  $R \frac{3}{2} \frac{2}{3} Q$

Werden Querripsbindungen mit breiten Rippen gewebt, können sich leicht gleichbindende Schußfäden im Gewebe untereinander verschieben und teilweise übereinanderlegen, so daß ein unsauberes Bindungsbild entsteht. Außerdem läßt sich das Gewebe in diagonaler Richtung leicht verziehen. Diese Nachteile können durch Abbinden oder mit einer Bindekette verhindert werden. Beim Abbinden werden die auf der Gewebeunterseite liegenden Kettfäden an bestimmten Stellen einer jeden Rippe über einen Schußfaden gebunden. Wird mit Bindekette gearbeitet, wirkt nach einer bestimmten Anzahl von Kettfäden ein Kettfaden als Bindefaden in einer engkreuzenden Bindung.

Panamabindungen (P) haben ein typisches "würfel"artiges Aussehen und entstehen durch Vervielfachen der Kett- und Schußfäden der Leinwandbindung. Es können Quadrate und/oder Rechtecke entstehen. Sie sind auf beiden Gewebeseiten zu sehen. Deshalb sind alle Panamabindungen gleichseitig. Theoretisch können Panamabindungen mit 2 Schäften gewebt werden.

Quadratische Panamabindungen entstehen durch das Verkreuzen von Kett- und Schußfadengruppen mit gleicher Fadenanzahl (vergrößerte Leinwandbindung). Der kleinste Bindungsrapport umfaßt 4 Kett- und 4 Schußfäden. (Beil. IV,6,7)

Beispiele:  $\frac{2}{2}$  ;  $P \frac{4}{4}$

Der doppelt waagerechte Strich in der Bindungsformel besagt, daß die Formel für die Entwicklung in Kett- und Schußrichtung gilt, d. h. sowohl für den ersten Kett-, als auch für den ersten Schußfaden.

Rechteckige Panamabindungen entstehen durch das Verkreuzen von Kett- und Schußfadengruppen ungleicher Fadenzahl. Weil die rechteckige Panamabindung nicht eindeutig durch eine Formel zu kennzeichnen ist, setzt sich die Bindungsformel aus der Bindung des ersten Kettfadens und des ersten Schußfadens zusammen. (Beil. IV,8,9)

Beispiele: P  $\frac{3}{3}$   $\frac{2}{2}$  P  $\frac{2}{2}$   $\frac{4}{3}$

Als Bindungsformel für eine rechteckige Panamabindung sind also die Formeln für Kettrichtung und Schußrichtung nebeneinander angegeben.

#### Ableitungen der Körperbindungen (Körperneuordnungen)

Von den Körperbindungen läßt sich eine Vielzahl neuer Bindungen ableiten. Sie entstehen durch fadenweise Neuordnung einer Körperbindung in Kett- und/oder Schußrichtung. Dies kann durch Verändern der Reihenfolge, durch Vervielfachen und/oder Weglassen von Fäden geschehen. Das typische Merkmal sind wiederum die Gratlinien in Z- oder S-Richtung. Sie verlaufen je nach Ableitung flach oder steil, unterbrochen und sich kreuzend, wellen- oder bogenförmig, in Zickzacklinien oder gemustert. Der Bindungsformel muß eine Zählzahl oder eine Zählzahlfolge gemäß der neuen Ordnung der Fäden beigelegt sein. Die Größe des Rapportes ist dann bestimmt, wenn mit der einen Zählzahl oder der letzten Zählzahl der Zählzahlfolge der erste Kettfaden der Ausgangsbindung wiederkehrt. Durch Unterstreichen werden zweistellige Zahlen gekennzeichnet.

Beispiel: Ausgangsformel K  $\frac{1}{3}$  Z

Das Neuordnen beinhaltet eine veränderte Reihenfolge der Fäden der Ausgangsbindung. Es entsteht ein Kreuzkörper. (Beil. IV, 10)

Beispiel: Ausgangsformel K  $\frac{5}{5}$  Z<sup>2</sup>

Hierbei entsteht die neue Bindung unter Weglassen von Fäden. (Beil. V, 1)

Beispiele: K  $\frac{3}{3}$  Z 11111111 S11111111

K  $\frac{2}{2}$  Z 11111111 S11111111

K  $\frac{2}{2}$  Z 11111111 S11111111

Diese Bindungen entstehen durch Vervielfachen und Verändern der Reihenfolge der Fäden von einer Ausgangsbindung mit Zählzahlfolgen. Spitzkörper und abgesetzte Körper sind typische Vertreter dieser Neuordnungen. (Beil. V, 2-4)

#### Ableitungen der Atlasbindungen

Das Gewebebild von Ableitungen der Atlasbindung wirkt ungleichmäßig und etwas verworren. Der Charakter der Atlasgrundbindung wird jedoch bei diesen Ableitungen beibehalten. Bei der Entwicklung der Bindung werden mindestens zwei Zählzahlen benutzt. Um ein Aneinanderstoßen der Bindungspunkte zu vermeiden, wählt man meist Ausgangsbindungen mit großem Rapport.

Beispiele: Bindungsformel A  $\frac{1}{7}$  Z<sup>5</sup>

Die Zählzahl 5 wird in 3 + 2 zerlegt, so daß die notwendigen Zählzahlen gewonnen sind, die abwechselnd angewendet werden. (Beil. V, 5, 6)

A  $\frac{1}{7}$  Z<sup>3 2</sup> A  $\frac{7}{1}$  Z<sup>2 3</sup>

#### Sonderableitungen von Bindungen

Dazu sind alle einkettigen und einschüssigen Bindungen zu zählen, wenn sie nicht von der Leinwandbindung, den Grundkörpern, den erweiterten Körperbindungen, den Grundatlasbindungen oder den erweiterten Grundatlasbindungen abgeleitet werden können.

Schräge und versetzte Ripse (Diagonalrips) entstehen durch körperartiges Verschieben jeweils einer Ripsgruppe (zwei Kettfäden). Als Grundlage dieser Bindungen nimmt man in den meisten Fällen Querripse, glatte oder gemischte. (Beil. V, 7)

Bei den versetzten Ripsbindungen sind die Rippen gruppenweise unterbrochen. Der eigentliche Ripscharakter geht je nach der Größe der gewählten Ripsgruppen mehr oder weniger verloren. Das Gewebebild zeigt ein kleingemustertes, gekörntes bis krepptartiges Aussehen. Solche Ripsbindungen werden oft auch als Perl- oder Stufenripse bezeichnet. Ein sehr bekannter Vertreter dieser Gruppe ist die Royal-Bindung, sehr häufig in der Seidenweberei angewendet.

Die versetzte Ripsbindung kann sowohl aus Quer- als auch aus Längsripsen entwickelt werden. Es wird so versetzt, daß die Einschnitte der einen Ripsgruppe auf die Mitte der Rippe der benachbarten Ripsgruppe fallen. (Beil. V, 8)

Beispiel: Bindungsformel  $R \frac{2}{2}$

Die Kettfäden wurden zu einer Gruppe von 8 Fäden eingeteilt und um einen Schußfaden nach oben versetzt. Nach einmaligem Versatz der 8er Gruppe ist der Rapport beendet. So entstand der typische Vertreter der versetzten Ripse, die sogenannte Royal-Bindung.

Gemusterte Panamabindungen werden aus der quadratischen und rechteckigen Panamabindung entwickelt und entstehen, wenn sich Kett- und Schußfadengruppen ungleicher Fadenzahl kreuzen. Dabei muß mindestens eine Kett- und Schußfadengruppe gleiche Fadenzahl haben. Es ist möglich, zwischen den entstehenden Vierecken ("Würfeln") Fäden in Leinwand- oder Ripsbindung einzusetzen. Zu beachten ist aber auch hier, daß sich die Vierecke nur an den Ecken berühren dürfen. Theoretisch sind die Bindungen mit zwei Schäften webbar. Hier sind die Bindungsformeln besonders wichtig. (Beil. VI, 1-2)

Beispiele:  $P \frac{5}{3}$        $P \frac{3 \quad 1}{4 \quad 2}$

Durchbrechende Bindungen haben ein oder mehrere Durchbrüche im Rapport. Ein Durchbruch ist, wenn an einer Stelle der Bindung in Kett- oder Schußrichtung bei benachbarten Fäden Gegenbindung vorliegt. Das bedeutet, daß benachbarte Fäden niemals gemeinsam hoch oder tief binden. Vielmehr liegt neben einem Hochgang des vorhergehenden Kett- bzw. Schußfadens ein Tiefgang des folgenden Fadens und umgekehrt folgt auf einen Tiefgang ein Hochgang.

Obwohl durchbrechende Bindungen vorwiegend aus Körperbindungen entwickelt werden, können grundsätzlich auch alle anderen Bindungen als Grundlage dienen. (Beil. VI, 3)

Beispiel: Ausgangsbindung  $K \frac{4}{4} Z$

Nach jeweils 4 Fäden ist ein Durchbruch mit Gratrichtungswechsel gezeichnet.

Spitzartig neugeordnete Körperbindungen entstehen durch Veränderung von Schußfolge und Schafteinzug. Sie wurden früher in vier Gruppen eingeteilt: Quer-Zickzack-, Längs-Zickzack-, Diagonal-Zickzack- und Spitzkaro-Körper. Während die ersten drei Gruppen nach den Entwicklungsmethoden des Abschnittes "Körperneuordnung durch Verändern der Reihenfolge der Fäden" zu erarbeiten sind, ist dies mit dem Spitzkaro nicht möglich. Hier muß eine Neuordnung der Kettfäden entwickelt werden und danach nochmals eine Neuordnung der erhaltenen Bindung im Schuß.

Werden Spitzeinzüge und Spitzschußfolgen zu gleicher Zeit angewendet, erhält man die schönsten und vielfältigsten Muster. Die Spitzschußfolge dient nur als theoretisches Hilfsmittel für die Entwicklung der Bindung. (Beil. VI, 4)

Flechtartige Neuordnungen sind Körperableitungen mit geflechtartigem Aussehen, so daß sie im allgemeinen als Flechtkörper, geflochtene oder verflochtene Körper bezeichnet werden. Sie entstehen durch Unterbrechen einer Anzahl ansteigender oder Z-Grate durch die gleiche Anzahl von Gegengraten oder S-Graten. Meist sind die Ausgangsbindungen Breitgratkörper, seltener Mehrgratkörper oder ungleichseitige Breitgratkörper. (Beil. VI, 5)

Schattierende Bindungen werden entwickelt für Gewebe, die streifenartige Schattierungen aufweisen sollen und für textiltechnische Darstellung von Körpern mit Hilfe schattierender Bindungen.

Schattierungen erhält man bindungsmäßig dadurch, daß man einer schußseitigen Bindung allmählich Ketthebungen zusetzt und so zur Kettbindung übergeht (Kettschatten). Das Hinzusetzen kann auch in Schußrichtung (selten in beiden) erfolgen (Schußschatten).

Schattierende Körperbindungen werden aus Grundkörperbindungen, erweiterten Grundkörperbindungen und Körperableitungen gebildet. Durch Hinzufügen oder Fortlassen von Bindepunkten erhält man schattenartige Effekte. Dabei dürfen die Abstände der Bindepunkte nicht zu weit gewählt werden, da sonst unerwünschte Streifigkeit eintritt. (Beil. VI,<sub>6</sub>)

Atlasbindungen lassen sich noch besser für Schattierungen verwenden als Körperbindungen. Wie bei diesen können Schattierungen aus Grundatlasbindungen, erweiterten Grundatlasbindungen und Atlasableitungen entwickelt werden. Auch hier wird durch Vermehren von Ketthebungen bei Schußatlas der Übergang zur Kettatlasbindung gebildet. Durch Versatz der Bindepunkte schieben sich die Kett- oder Schußflottierungen so gut übereinander, daß die einzelnen Bindepunkte überdeckt und reine Effekte erzielt werden können. (Beil. VI,<sub>7</sub>)

Zur Gruppe der sonstigen schattierenden Bindungen gehören alle Schattierungen, die nicht aus Körper- oder Atlasbindungen abgeleitet werden. Das sind auch Bindungskombinationen, die durch Schattierungen und Anwendung verschiedener Bindungen entstanden sind, einschließlich Jacquardmuster.

Zusammengesetzte Bindungen entstehen durch Vereinigung verschiedener Bindungen oder -teile. Sie werden aus möglichst kleinrapportigen Grundbindungen, Bindungserweiterungen oder -ableitungen entwickelt. Die Ausgangsbindungen sollten in der Größe nicht zu stark voneinander abweichen, sonst werden die Rapporte zu groß. Ihre Ausmaße werden aus dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen der beiden Ausgangsrapportzahlen bestimmt.

Durch das Zusammensetzen verschiedener Bindungen in Schußrichtung entstehen längsgestreifte Gewebe. Läßt man engbindende mit weitbindenden Fadenverkreuzungen abwechseln, wird die Streifenbildung sehr deutlich. Diese kann noch durch Verarbeitung unterschiedlicher Grundmaterialien unterstützt werden. Deshalb ist es in der Praxis oft notwendig, Gewebe mit solcher Musterungstechnik mit zwei Kettbäumen zu weben. Ein typischer Vertreter dieser Gruppe der Längsstreifenbildung sind "Rayés". (Beil. VI,<sub>8,9</sub>)

Um quergestreifte Effekte zu erzielen, muß man die Bindungsstreifen übereinandersetzen. Man spricht dann von Travérs. (Beil. VI,<sub>10</sub>)

Sehr umfangreich und vielseitig ist die Gruppe der in Figuren zusammengesetzten Bindungen. Durch streifenweises Über- und Nebeneinanderstellen werden Musterungen erzielt, die so angeordnet sein können, daß entweder Längsstreifen durch das ganze Gewebe laufen oder Unterbrechungen durch Querstreifen eintreten. Oft werden an den Kreuzungsstellen der beiden Streifen andere Bindungen eingesetzt. Die Möglichkeiten sind so vielfältig, daß sie hier nur angedeutet werden können. (Beil. VI,<sub>11</sub>; VII,<sub>1</sub>)

Sonstige systematisch entwickelte Bindungen können nicht nach dem bisherigen System aufgebaut werden. Für ihre Entwicklungen gibt es bestimmte Regeln. Auch diese Gruppe beinhaltet die vielfältigsten Bindungsmöglichkeiten. Nur der Vollständigkeit halber sollen einige erwähnt, nicht behandelt werden.

Gerstenkornbindungen haben auf beiden Gewebeseiten oder auf jeweils einer Gewebeseite kernartige Effekte, die durch Kette und/oder Schuß gebildet werden (z. B. Georgette-Gewebe).

Ajourbindungen (Sieb-, Gitter-, Scheindreherbindungen) weisen im Gewebe durchbrochene, dreherähnliche Effekte auf. Als Stickgrund finden solche Gewebe oft Verwendung.

Waffelbindungen entstehen durch lange Kett- und Schußflottierungen, die durch engbindende Kett- und Schußfäden begrenzt werden. An diesen begrenzten Stellen wird das Ge-

webe sehr stark eingezogen, so daß ein zellenartiges Aussehen entsteht. Werden kreppartige Fäden verwendet, wird der Effekt noch besonders betont.

Kautschukbindungen (Natté-, Millkarobindung) sind Kombinationen von Längs- und Querripsen. Die Gewebe sind elastisch und sehen meist kleinkariert aus.

Kreppbindungen können aus fast allen Bindungen abgeleitet oder durch freie Entwicklung gewonnen werden; sie haben ein verworrenes Aussehen. Es gibt Kett- und Schußkrepp sowie gleichseitige Kreppbindungen.

#### Musterung durch verschiedenfarbige Schär- und Schußfolgen

Vielfache Gewebemusterungen lassen sich unter Beachtung der angewendeten Bindungen durch verschiedenfarbige Garne in Kette und Schuß entwickeln. Sie werden auch als Farbeffekte bezeichnet. Man erhält durch das Zeichnen der angegebenen Schär- und Schußfolge das Gewebebild, nicht das Bindungsbild. - Folgende Regeln sollten beim Zeichnen beachtet werden: Für einen vollständigen Schär- und Schußrapport wird oberhalb der Bindung die Schärfolge eingezeichnet. Links neben der Bindung wird die Schußfolge angegeben. Als nächstes wird in die linke untere Ecke, beim 1. Kett- und Schußfaden beginnend, ein Rapport der zugrunde gelegten Bindung (in blauer Farbe) eingezeichnet. Danach wird durch Bleistiftpunktierung die Bindung auf die vorgegebene Mustergröße übertragen. Alle Ketthochgänge werden in der Farbe der angegebenen Schärfolge ausgemalt. Die freibleibenden Felder zeichnet man mit der Farbe der entsprechenden Schußfolge aus. Aus dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen des Bindungsrapportes und des Schärberichtes ergibt sich die Größe des Farbmusterberichtes. (Beil. VII, 2-4)

#### 4.7. Verstärkte Gewebe

Obwohl Beispiele solcher Bindungstechniken und auch der nachfolgenden bei archäologischen Funden nicht nachweisbar sind, sollen sie zur Vervollständigung mit aufgeführt werden. Gewebeverstärkungen werden dort vorgenommen, wo Textilien für einen bestimmten Zweck zu leicht oder zu dünn sind. Kann die gewünschte Schwere durch Erhöhung der Materialmenge, durch Verstärkung der Fadenzahlen, durch stärkere Garne oder größere Fadenflottierungen nicht erzielt werden, dann müssen dem Gewebe eine oder mehrere Fadengruppen hinzugefügt werden. Je nachdem, wo sich die Fadengruppe befindet, spricht man von Füllkette oder Füllschuß, Unterkette oder Unterschuß oder von Untergewebe. Dabei darf die rechte "Waren"seite in keiner Weise negativ beeinflusst werden.

In diese Gruppe gehören auch Kordbindungen, Bindungen mit einem Kettssystem und mehreren Schußsystemen (Welliné, Molton), Bindungen mit mehreren Kettssystemen und einem Schußsystem (Krepp-Romain, Reversible), Bindungen mit mehreren Kett- und mehreren Schußsystemen und durchwebende Bindungen mit einem Kett- und einem Schußsystem (Reformbindungen).

#### 4.8. Bindungen für lancierte und broschiierte Gewebe

Hierbei handelt es sich um gemusterte Gewebe, bei denen in glatten Leinwand-, Körper-, Atlas- oder Kreppgrund u. a. m. Figuren eingewebt sind, die sich durch Glanz, Farbe und Materialart deutlich abheben. Auch Doppelgewebe, verstärkte Gewebe, Jacquardgewebe u. a. m. können lanciert oder broschiiert werden. Entsprechend der angewandten Bindungstechnik wird unterschieden in kettlancierte und/oder schußlancierte oder -broschiierte Gewebe.

#### 4.9. Bindungen für Faltengewebe

Falten- oder Plisseegewebe können außer durch Nähen, Pressen oder Einbrennen, auch durch besondere Webverfahren in Verbindung mit spezieller Bindungstechnik hergestellt werden.

Dabei unterscheidet man glatte und blasenartige Falten, die durch eine zweite Kette oder durch elastisches Kettfadenmaterial entstehen.

#### 4.10. Bindungen für Doppelstoffe und mehrfache Gewebe

Um Gewebe mit sehr großen Breiten zu erhalten, werden diese in zwei oder noch mehr Lagen übereinander gewebt und nach der Fertigstellung auseinandergefaltet. Dazu benötigt man keine Jacquardeinrichtungen.

Schlauchgewebe erfordern 2 Kettfadensysteme (Ober- und Unterkette) und 2 Schußfadensysteme (Ober- und Unterschuß). Der Schuß kreuzt abwechselnd mit Ober- und Unterkette, so daß durch die Schußumkehr 2 Gewebe an beiden Rändern miteinander verbunden werden. Dadurch entsteht ein Schlauch. Dieser kann in den verschiedensten Größen gewebt werden.

Doppelgewebe entstehen, wenn zwei übereinanderliegende Gewebe während des Webvorganges fest miteinander verbunden werden: Doppelgewebe mit Anbindung, mit Abbindung, mit Bindekette und Bindschuß.

Flockenschußgewebe sind besonders weich, elastisch, dick und haben eine flockige Oberseite. Dieses Gewebebild erhält man durch ein zusätzliches Schußfadensystem, den Flockenschuß. Er besteht aus lose gedrehten Garnen oder mehrfachen Zwirnen mit nur wenigen Drehungen pro Meter. Der lang flottierende Schuß wird bei der Nachbehandlung aufgerauht, die entstehenden Faserbüschel werden zu Flocken zusammengefaßt.

#### 4.11. Gobelintechniken

Die Bindungstechnik der handgewebten Gobelins ähnelt dem Flechten. In die senkrecht aufgespannte Kette werden, von Faden zu Faden fortschreitend, die Schußfäden eingeflochten bzw. in das gebildete Fach eingeschlungen und durch einen Kamm dicht aneinandergeschlagen. Das Einschlingen erfolgt nach der Vorlage, einem Musterbild. Die Gobelins werden ohne Grundschüsse gewebt, die sonst über die Gesamtbreite eingetragen werden müßten. Weil die Musterschüsse an den Konturen umkehren, entstehen dort, wo diese senkrecht sind, Schlitze. Solche können vermieden werden, wenn die Schüsse wechselweise in zwei Randfäden übergreifen. Dann erscheint das Muster aber nicht so klar abgegrenzt. Zu lange Schlitze können auch nach Fertigstellung des Gobelins auf der Rückseite vernäht werden. Den Variationsmöglichkeiten im Schuß, durch Farbe, Art und Stärke des verwendeten Materials sind keine Grenzen gesetzt. Obwohl der Schuß meistens in Leinwandbindung eingebunden wird, gibt es auch andere Bindungen oder effektmäßige Schußflottierungen. Oftmals werden die Techniken von Gobelins und Knüpfteppichen verbunden. An effektiv hervortretenden Musterstellen werden Fäden eingeknüpft, um Flor oder Noppen zu bilden. Während als Kettmaterial kräftiger Baumwollzwirn verwendet wird, ist das Schußmaterial meistens Wolle. Es können aber auch feiner Metalldraht oder Lahn eingewebt sein. Der Webstuhl für die Gobelweberei ist ein senkrechter. Die Kette ist vom oben gelagerten Kettbaum nach unten zum Warenbaum gespannt. Die Fachbildung erfolgt durch gruppenweise zusammengefaßte Litzen. Es entstehen also Fachteilchen, in die der Schuß eingeschlungen wird. Das Fach für die Leinwandbindung wird durch einen Kreuzstab und das andere Fach durch Litzenschnüre gebildet, die die Kettfäden einzeln umfassen. - Auf die gleiche Art wie die Gobelins werden die Kelims hergestellt. (Abb. 12 - 13)

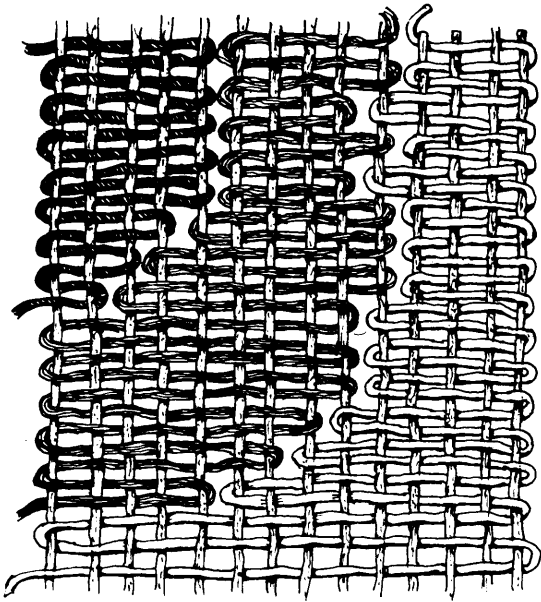


Abb. 12. Gobelintechnik,  
Schlitzbildung an Umkehrstellen

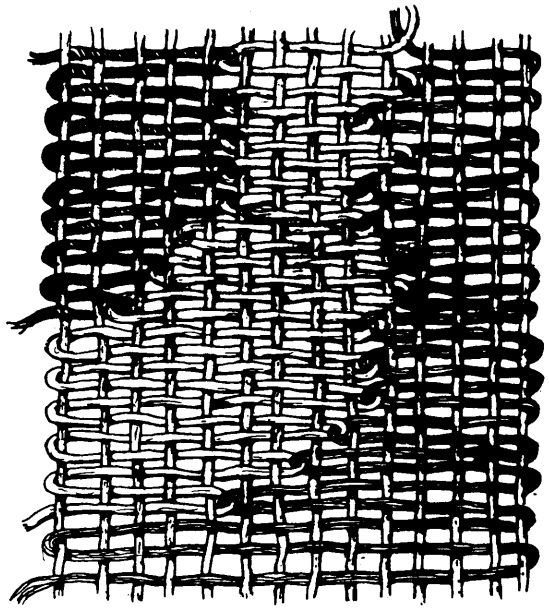


Abb. 13. Gobelintechnik, durch Schußein-  
hängung Schlitzbildung vermieden

#### 4.12. Damassébindung

Stark gemusterte Gewebe (Seidenstoffe, Damassé, Porträtgewebe) wurden auf Zugwebstuhl, Zampel- oder Kegelstuhl, gefertigt. Durch sie war es möglich, Techniken zu verwenden, mit deren Hilfe große Musterungen, ohne viel Einlesearbeit, erzielt werden konnten. Das Einlesen der Schnüre nach der Patrone entsprach dem derzeitigen Einlesen der Semper in der Kartenschlägerei. Heute fertigt man solche Gewebe ausschließlich auf Jacquardmaschinen.

#### 4.13. Bindungen für Frottiergewebe

Solche Gewebe haben eine große Oberfläche (Schlingen). Sie bestehen aus einer straff gespannten Grundkette, einer locker geführten Polkette und dem Schußeintrag.

#### 4.14. Bindungen für Samt- und Kordsamtgewebe

Diese gehören zur Gruppe der Florgewebe. Man unterscheidet nach den technischen Voraussetzungen zwischen Schuß- und Kettsamt. Der Flor, der auf der Wareenseite sichtbar ist, wird entweder vom Schuß oder durch die Kette gebildet. Im allgemeinen hat der Kettsamt höheren Flor und wird als Plüsch bezeichnet.

#### 4.15. Teppichbindung

Die handgearbeiteten Teppiche gehören in die Gruppe der Einsatzteppiche. Bei diesen Geweben wird entweder der Flor als Schuß eingetragen oder es werden Polfadenstückchen in das Grundgewebe eingesetzt. Das typische Merkmal eines handgeknüpften Teppichs sind die in Schlingenform eingeknüpften Florstückchen, welche den Teppichvlies ergeben. Dieses Einknüpfen erreicht man durch die Knotenformen: Smyrna, Gordischer oder Türkischer Knoten, Perser oder Senneh-Knoten (Einschlingen der Wollfäden über je zwei benachbarte Kettfäden oder spanischer Knoten (Knüpfung über einen Kettfaden, wobei jeder zweite übersprungen wird). Wie bei den Gobelwebstühlen stehen die Teppichknüpfgestelle meist senkrecht. Durch die waagerechte Fachbildungseinrichtung können die zwei nach jeder Florreihe einzutragenden Grundschüsse geführt werden. Die eingeknüpften Florstückchen sitzen sehr fest und geben

dem Teppich eine große Haltbarkeit. Beim Zweifadenknoten sind auf der Teppichrückseite die Musterungen klar in allen Farben zu sehen. Die einfädigen Knoten zeigen sich auf der Rückseite nur unregelmäßig. Dadurch ist die Musterung auf der Rückseite nicht deutlich erkennbar. (Abb. 14)

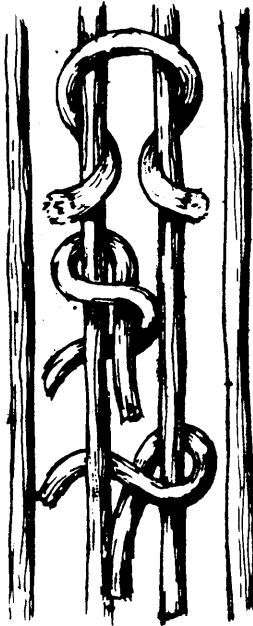


Abb. 14. Teppichknoten.

Türkischer Knoten

Spanischer Knoten

Persischer Knoten

#### 4.16. Dreherbindungen

Während bei allen bisher erklärten Bindungen die Kett- und Schußfäden parallel neben- oder übereinander liegen, werden bei den Dreherbindungen Kettfadengruppen umeinander geschlungen, die Kettfäden sind also aktiv. Kettfadenpaare oder sogar größere Gruppen werden abwechselnd und vollständig miteinander verdreht und in dieser Stellung durch den Schuß fixiert. Dreherbindungen festigen den Schußeintrag sehr gut, so daß sie vor allem für lockere Gewebe, Gaze und Jour, verwendet werden.

Ein Gewebe, vielleicht eher ein Geflecht, solcher Bindung glaubt man unter den vielen Textilfunden aus der Grabung Feddersen-Wierde entdeckt zu haben (Ullemeyer/Tidow 1981). Es stammt aus dem 2./3. Jh., ist aus S/Z gedrehten Wollfäden gearbeitet, ca. 4 x 5 cm groß und bildet mit seinen vier Kanten ein in sich abgeschlossenes Textil.

#### 5. Konservierung von Fasern, Fäden und textilen Flächengebilden

Die zur Herstellung der menschlichen Bekleidung verwendeten Rohmaterialien, wie Tierfelle, Pflanzenfasern oder Wollen, gehören zu den leicht vergänglichen organischen Stoffen. Nur unter besonderen Bedingungen bleiben sie im Boden erhalten. Während im ariden Klima, z. B. in den natriumcarbonathaltigen Böden Ägyptens oder in den salpeterdurchsetzten Erden Perus, die Erhaltungsbedingungen leicht vergänglicher Stoffe gut sind, treffen diese für Mitteleuropa, wo nur feuchte Böden vorliegen, nicht zu. Für die im Boden gelagerten Textilien ist die Bakterienentwicklung die größte Gefahr. Trotzdem gibt es auch bei nasser Lagerung konservierende Einflüsse, die zur Erhaltung der Objekte beitragen.

Moore bieten mitunter gute Erhaltungsbedingungen für organische Materialien, bedingt durch den konservierenden Charakter der Moorsäuren (Humussäuren, Gerbstoffe), die bei gleichzeitigem Ausschluß oxidativer Vorgänge schädigende Einflüsse von Metallsalzen durch Komplex-



bildung ausschalten. Deshalb konnten sich in Mooren neben Holzgegenständen auch Leder und Textilien erhalten. Die geborgenen textilen Reste sind ausschließlich aus tierischen Fasern gefertigt. Pflanzliche Fasern sind dagegen vergangen.

Durch die Bestattungssitte der Bronzezeit, ihre Verstorbenen in Baumsärge (Einbaum, Boot mit "Deckel") zu betten und über diese einen Erdhügel zu errichten, entstanden günstige Erhaltungsbedingungen für die jahrtausendealte Kleidung. Generell wurde der Bestattungsort auf einem erhöhten Plateau gewählt. Die häufigste Form des Baumsarges ist ein Eichenstamm. Dieser wurde an der Stelle oder in der Nähe des Begräbnisplatzes frisch gefällt, gespalten, grob behauen und ausgehöhlt (Rindenstücke weisen auf frisch gefällte Bäume und damit auf das Vorhandensein u. a. von Harz, Gerbsäuren, Tannin). Den Sargboden polsterte man mit Gras Kräutern und Rinderhäuten (Fell nach oben) aus und bettete darauf den Toten bekleidet und mit Beigaben. Unter und um den Sarg, z. T. auch über ihn, wurden dicht gepackt Steine geschichtet (häufig schmierige, fettige, dunkle Schicht als Überreste des Sarges auf Steinen nachweisbar). Darüber legte man geschnittene Pflanzenteile, Heidekraut u. ä. und baute den Hügel mit Erde, Lehm, Sand, gelegentlich auch Rasensoden, auf. Es entstand um den Sarg eine Zone, die sich mit Wasser und den konservierenden Humussäuren anreicherte und den Luftzutritt verhinderte. Oft verursachen auch wasserabsperrende feste Untergründe, die konstante Feuchtigkeit und die gleichmäßige Temperatur im Hügel die guten Erhaltungsbedingungen besonders für Holz, Horn und Wolle (Skelett durch Säuren und Wasser aufgelöst). Deshalb bestehen die erhaltenen und geborgenen Kleidungsstücke ausschließlich aus wollenen Textilien. Sicher gab es auch solche aus pflanzlichen Fasern, die aber, bedingt durch die saure Umgebung (Umwandlung des Lignin in Humussäure), nicht erhalten sind. Auf Wollfasern mit ihrem amphoterem Charakter wirkte die Umgebung konservierend.

Gute Erhaltungsbedingungen für Textilien wurden z. B. auch durch die Wohngepflogenheiten der Küstenbewohner an der Nordsee ermöglicht. Diese bauten ihre Häuser auf erhöhten Plätzen, welche durch Schichten von Meeresablagerungen (Sand, Schlick) und Kuhmist verfestigt wurden. In diese Schichten, offensichtlich aus den Mist- und Abfallhaufen der Siedlung, gelangten auch textile Reste. Bei der nächsten Erhöhung des Wohnplatzes wurde wiederum Kuhmist in den Aufschüttungsboden gemischt und fest zusammengepreßt. Damit wurden für die wollenen Textilien konservierende Bedingungen geschaffen. Gewebe aus pflanzlichen Fasern konnten auch hier nicht geborgen werden.

Die textilen Funde, welche bei den Pfahlbauten im Bodensee und in der Schweiz geborgen worden sind, konnten durch die luftdichte Lagerung in Seekreide erhalten bleiben. Jedoch sind durch den Einfluß der stark alkalisch reagierenden Kreide ausschließlich pflanzliche Faserstoffe erhalten geblieben. Dagegen wurden keine tierischen Fasern, Felle oder gut erhaltene Knochen gefunden (Eiweißfasern durch Alkalien abgebaut).

Umfangreiche textile Funde aus Salzbergwerken beweisen, daß Einbettung in Salzgestein zur Erhaltung textiler Faserstoffe günstig ist. Das gipshaltige und stark hygroskopische Salzgestein bildet Hohlräume, in welchen die mit Salz durchsetzten Textilien und Leder, Überbleibsel von Bekleidung und Arbeitsmaterialien der Bergleute, unter Luftabschluß konserviert wurden. Textilien aus tierischen und auch aus pflanzlichen Fasern sowie künstliche Färbung blieben unter diesen Bedingungen erhalten.

Eine gewisse konservierende Wirkung haben Metallobjekte. Gut erhalten konnten Gewebe an Gegenständen aus Silber- und Kupferlegierungen geborgen werden. Die leicht löslichen Kupferverbindungen und Metallsalze im Boden haben den Verfall der Textilien verhindert. Die textilen Stoffe sind mit dem Metall fest und innig verbunden, so daß nur kleine Reste des ehemaligen Gewebes erwartet werden können. Tierische, aber hauptsächlich pflanzliche Fasern bzw. Textilien wurden auf diese Weise konserviert gefunden. Ebenfalls nur kleine Textilreste sind in Verbindung mit Eisengegenständen zu erwarten. Durch die leichte Hydrolyse der Eisensalze lagert sich in den textilen Fasern Eisenoxidhydrat ab, so daß die äußere Struktur des Textils erhalten bleibt. Das eigentliche textile Material ist

vergangen, die Eisenoxidmasse jedoch gibt Form und Struktur in allen Einzelheiten wieder. Hierbei handelt es sich um einen Vorgang der Verfestigung und Umbildung, eine Diagenese. Eigentlich kann man nicht mehr von einem Gewebe- oder Textilrest sprechen. Bestimmungsmöglichkeiten sind aber ähnlich wie an rezemtem Material.

In Brandschutt und Brandbestattungen, leider viel zu wenig beachtet, können textile Reste als verkohlte Gewebe oder Fäden erhalten sein. Vor allem für Wollfasern ist diese Möglichkeit relativ groß. Aufgrund des hohen Stickstoffgehaltes der Wolle erlischt die Flamme sofort, wenn sie aus dem Bereich des offenen Feuers kommt. Pflanzliche Fasern dagegen glimmen immer weiter und lodern bei Luftzufuhr sofort wieder auf. Bei der Verkohlung (Verbrennungsvorgang) wirken chemische Vorgänge, die von physikalischen Veränderungen begleitet sind. Die Mikrostruktur der textilen Reste bleibt im wesentlichen, bis auf partielle Umformungen, erhalten.

Andere konservierende Vorgänge bewirkten den Erhalt von inkohlten Textilien, die aus Erdbestattungen oder bei Siedlungsgrabungen geborgen werden konnten. Die Inkohlung ist ein chemischer Prozeß, der unter extremem Sauerstoffmangel und bei hoher Feuchtigkeit stattfindet. Dabei verringert sich der Anteil der flüchtigen Bestandteile der textilen Faserstoffe immer mehr zugunsten des Kohlenstoffgehaltes. Der strukturelle Aufbau der Textilien aus pflanzlichen und tierischen Fasern bleibt auch hier weitgehend erhalten.

Abdrücke, obwohl sie kein textiles Material sind, übermitteln doch technologische Details der einstigen Fäden und Gewebearbeitungen. An Keramik, an Lehmbecken, Webgewichten und Netzen wurden derartige Abdrücke gefunden. Sie blieben erhalten durch den Trocken- bzw. Brennvorgang, dem die Ton- oder Lehmobjekte ausgesetzt waren.

Abdruckähnliche Stellen findet man auch häufig an Eisengegenständen. Die Gewebe, das textile Material, sind vergangen und zurück bleibt die durch Eisenoxide gebildete negative Form.

### 5.1. Aufbereitung von Textilien

Für eine Konservierung sind vorbereitende Arbeiten und Voruntersuchungen besonders wichtig. Sie beginnen bereits bei der Bergung eines Fundes. Diese muß mit größter Sorgfalt vorgenommen werden, um wichtige Spuren für das Vorhandensein textiler Beigaben zu erkennen und zu sichern. Fehler, die hier aus Unkenntnis entstehen, sind später nicht wieder gut zu machen. Das heißt, daß z. B. bei Grabfunden der Gegenstand nicht gereinigt und von seinen lose anhaftenden Belägen befreit werden darf. Der Fund ist möglichst so zu bergen, daß er zusammen mit allen Anhaftungen und der ihn eventuell umgebenden Erdverfärbung zur Konservierung übergeben werden kann. Bodenverfärbungen, dunkel und kontrastreich zur Umgebung, können wichtige Hinweise auf organische Stoffe enthalten. Ähnlich ist es bei anderen Fundumständen. Ob im Torf, Salzbergwerk oder Seekreideschlamm, wichtig ist die Bergung des Fundes im "Block". Damit sichert man nicht nur das den Fund umgebende Material, sondern weitestgehend die für den Erhalt der Textilien wichtige "Atmosphäre" bis zur Weiterbearbeitung. Erst in der Restaurierungswerkstatt erfolgt dann das Freipräparieren der Funde. Vom Beginn der Aufbereitungsarbeiten an müssen alle Schritte der Freilegung dokumentarisch festgehalten werden (zeichnen, fotografieren, schreiben). Es sind unwiederbringliche Zustandssituationen, die für die spätere Bestimmung der Funde von größter Wichtigkeit sein können.

Begründet durch Erhaltungsbedingungen und Fundumstände, sind die meisten zu konservierenden Textilien "kleinformatig". Deshalb wird im Nachfolgenden auch von textilen Resten gesprochen. Ausnahmen sind die Moorfundstücke des Nordens. Dort wurden vollständige Kleidungsstücke, ja ganze Trachten geborgen. Bei der Behandlung großflächiger Textilien wird analog zu den beschriebenen Konservierungsmaßnahmen verfahren.

### 5.1.1. Erhaltungszustand

Bevor konservierende Maßnahmen durchgeführt werden, sind Art und Zustand der textilen Reste zu prüfen:

- Verhältnismäßig rein (ohne starke Erd- oder Oxidanhäufungen), noch genügend elastisch und fest.
- Hart und spröde, neigen dazu, bei geringem Anstoß zu zerbrechen oder zu zerfallen.
- Haften fest an Gegenständen; können nur schwer abgelöst werden.
- Von Korrosionsprodukten durchdrungen oder umhüllt; haben sich völlig in Eisenoxidhydrate oder andere Eisenverbindungen umgesetzt (organ. Rohstoffmaterial ist völlig vergangen). Abdruckähnliche Stellen auf Eisengegenständen bestehen ebenfalls aus Eisenoxidverbindungen.
- Verkohlt oder inkohlt (nur wenige Spuren vom Rohstoffmaterial erhalten).
- Nur noch als Gerüst, durch Form der Fäden und deren Verkreuzungen als textile Flächengebilde zu erkennen. Weich oder pulvrig (Rohstoffmaterial hat sich völlig abgebaut).
- Als Gewebeabdruck, in einer Negativ-Form aus Ton oder Lehm bestehend, erhalten.

Der ersten makroskopischen Beurteilung folgt die mikroskopische:

Zunächst werden die Funde im Auflicht betrachtet. Hierbei läßt sich gut feststellen, ob textile Reste und/oder dessen Abdrücke bzw. Diagenesen vorliegen, ob das verarbeitete Fadenmaterial noch im Verband liegt oder Fehlstellen aufweist, zerrissen oder zerbrochen ist.

Danach werden winzige Teilchen des Fadenmaterial für die Durchlichtmikroskopie aufbereitet. Durch diese wird festgestellt, ob bzw. welches Rohstoffmaterial vorhanden ist und wie weit die Fasern erhalten oder abgebaut sind. Bei sich deutlich voneinander unterscheidenden Materialien (Kette, Schuß, Schmuckfaden u. a.) muß von jeder Fadengruppe eine Probe untersucht werden. Rohstoffmaterial und Erhaltungsgrad sind zu bestimmen.

### 5.1.2. Anfertigung von Präparaten

Die dem Original entnommenen Fasern oder Fadenreste werden für die Untersuchungsmethoden im Durchlicht vorbereitet. Dabei ist zu entscheiden, welche Mikroskopierverfahren angewendet werden sollen (z. B. Dunkelfeldbeleuchtung, Arbeiten im polarisierten Licht, Fluoreszenzmikroskopie, Hellfeld-Durchlicht-Beleuchtung). Die chemischen und physikalischen Vorbehandlungen müssen sich nach der gewählten Beobachtungsmethode richten. Das setzt Grundkenntnisse in der Mikroskopie voraus.

Bei der Dunkelfeldbeleuchtung wird das Objekt so bestrahlt, daß nur die an den feinsten Struktureinheiten des Präparates gebeugten oder reflektierten Strahlen ins Objektiv gelangen. Gefärbte Präparate eignen sich nicht! Die richtige Wahl der Objektträger ist vor allem wichtig (Dunkelfeldkondensoren hoher Apertur sehr empfindlich). Außerdem ist der Sauberkeit des Objektträgers größte Sorgfalt zu widmen, da jeder Fremdkörper auf seiner Oberfläche im Bild aufleuchtet (Objektträger müssen staubgeschützt aufbewahrt werden).

Die bei der Polarisationsmikroskopie verwendeten Untersuchungsverfahren setzen Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Kristallografie und der Kristalloptik voraus. Die Benutzung dieser Verfahren ist dort zweckmäßig und empfehlenswert, wo es sich um die Untersuchung anisotroper mikroskopischer Strukturen handelt, z. B. Faserstoffe. Struktureinheiten ungefärbter Präparate werden so deutlich dargestellt, wie sie durch komplizierte Färbemethoden nicht erkennbar werden.

Für die Fluoreszenzmikroskopie, (meist lichtschwache Präparate), müssen einwandfreie Objektträger verwendet werden (Glas oder Rückstände vorheriger anderweitiger Benutzung dürfen nicht fluoreszieren). Die Objektträger werden zur Kontrolle mikroskopiert. (Bei Störungen intensive Reinigung mit Chromschwefelsäure). Die verwendeten Einschluß-

medien dürfen keine Eigenfluoreszenz aufweisen und keinen Farbstoff aus dem Objekt extrahieren.

Die einfachste und am häufigsten angewendete Untersuchungsmethode ist die Hellfeld-Durchlicht-Mikroskopie. Hier heben sich die zu untersuchenden Objekte mehr oder weniger dunkel vor dem hellerleuchteten Gesichtsfeld im Gegenlicht ab. Lichtdurchlässigkeit der Faserproben ist Voraussetzung für diese Art der Untersuchung. Deshalb müssen die Fasern vor Anfertigung eines Präparates gereinigt und aufgehellt werden. Erst danach können Mittel zur Identifizierung und Konservierung eingesetzt werden.

### Reinigungsmittel

Alkohol: Fasern verbleiben längere Zeit im bewegten Bad. Nach mehrmaligem Wiederholen in erneuerter Flüssigkeit herausnehmen und lufttrocknen lassen. - Harz und teerige Anteile werden gut gelöst, Öle und Fette weniger.

Aqua dest.: Badflüssigkeit bewegen und öfter wechseln. Schonender, milder Reinigungseffekt. - Löst Erd- und Staubauflagerungen.

Benzin: Wechselnde und wiederholende Waschbäder; Lufttrocknung. - Hohes Lösevermögen für Fette und Öle.

Isopropylalkohol (Optal): Nur kurzzeitige Anwendung im Bad, weil es stark härtend wirkt. Wird auch als Konservierungsmittel verwendet, entfärbt gut. - Löst Harze und Fette.

Komplexon III (Chelaplex III): Bis zu mehreren Stunden in eine 10%ige wäßrige Lösung legen. Reinigungseffekt läßt sich durch Erwärmen der Lösung beschleunigen. Anschließend mit reichlich Aqua dest. spülen und lufttrocknen. - In wäßriger Lösung reagiert Komplexon III sauer; mit Zusatz von Pufferlösung, pH 10, kann im alkalischen Bereich gearbeitet werden. - Metallverbindungen werden bei gleichzeitigem Bleichen entfernt. (Behandlung sollte unter ständiger Kontrolle erfolgen, da Naturfasern, vor allem Seide, bei längerer Einwirkzeit stark quellen).

Petrolether: Wechselnde Waschbäder. Fasergut abtupfen und lufttrocknen (Vorsicht, gefährlich, keine großen Mengen verwenden!) - Entfernt Fette und Öle.

Salpetersäure: 5%ige wässrige Lösung kurze Zeit einwirken lassen; anschließend gut mit Aqua dest. spülen. (Vorsicht, stark giftig! Ätzend!) Wird auch als Mazerationsmittel und Nachweisreagenz verwendet. - Entfernt Kalkauflagen.

Spiritus: Badflüssigkeit ständig bewegen und öfter erneuern. Fasergut abtupfen und lufttrocknen. - Entfernt schnell und ohne Schmiereffekt Erdanlagerungen; löst gut Harze, Fette und Öle.

Alle Reinigungsmittel sind für Trocken- und Feuchtproben einsetzbar.

### Aufhellungsmittel

Aktivin (Chloramin): Lauwarme wäßrige Lösung einige Zeit einwirken lassen; Fasern anschließend gut in Aqua dest. spülen (ungiftig!). - Mild bleichend, auch desinfizierend.

Chlorwasser: Längere Zeit kalte 5%ige wäßrige Lösung einwirken lassen; anschließend gut mit Aqua dest. spülen. - Entfärbungsmittel für stark gefärbte Fasern; heiß verwendet löst es Eisenverbindungen; auch als Nachweisreagenz verwendbar.

Diaphanol (Chlordioxidessigsäure): Fasergut entwässert, möglichst aus 65%igem Alkohol, in die Bleichlösung bringen, die sich langsam entfärbt. Farblose Lösung wirkt nicht mehr (wechseln!). Lösung kontrolliert anwenden, erweicht Karotin! Gut mit Alkohol auswaschen.

Eau de Javelle (Kaliumhypochloridslg.): In wäßriger Lösung verbleiben die Fasern, bis gewünschter "Weißgrad" erreicht ist. Gründlich mit Aqua dest. spülen. Zur Neutralisierung wenige Tropfen Essigsäure zusetzen. - (Auch für Entfärbungsarbeiten anzuwenden!)

Glycerin: Die sirupartige Flüssigkeit mit Wasser und/oder Alkohol vermischen (in jedem Verhältnis möglich) und Fasergut mehrere Stunden hineinlegen. - Auch zur Fasereinbettung geeignet!

Kalilauge: in 1 - 2%iger wäßriger Lösung das Fasergut bis zu einer Stunde belassen. Durch Erhitzen kann Einwirkzeit verkürzt werden (Vorsicht, stark ätzend!). Verdünnte Lauge hellt stärker auf als konzentrierte! Sehr gründlich mit Aqua dest. oder Alkohol auswaschen. Zum Neutralisieren wenige Tropfen Salzsäure zusetzen. - (Mazerationsmittel für pflanzliche Fasern)

Salzsäure: Fasern (unter ständiger Kontrolle!) nur kurze Zeit in eine 24%ige Lösung legen. - Gründlich mit Aqua dest. spülen. - Zum Abziehen und zur Reduktion von Farbstoffen geeignet. Zum Entfärben auch als alkoholische Lösung verwendbar (2 cm<sup>3</sup> reine Säure auf 100 cm<sup>3</sup> 70%igen Alkohol).

Wasserstoffperoxid: Auf die Fasern wenige Tropfen einer 5%igen wäßrigen Lösung aufbringen, nur kurze Zeit einwirken lassen (max. 5 min!) Lösung abziehen und sofort reichlich mit Aqua dest. spülen. - Bleichvorgang läuft im alkalischen Bereich sehr rasch ab. Durch Zusetzen von Stabilisatoren kann Bleichwirkung dosiert werden.

Von vorbehandelten Fasern können jetzt, wie unter 1.3. Faserstoffbestimmung beschrieben, Präparate hergestellt werden. Herstellung von Dauerpräparaten und/oder Mikrofotos sind für die Dokumentation unerlässlich.

## 5.2. Abdruck

Abdrücke von Fäden und Geweben in Keramik, Lehm, Urnenharz oder Eisenoxidschichten können wie verfestigte Gewebe (Diagenesen) ausgewertet werden. Weil sie aber im Negativ vorliegen, bereitet die Deutung größere Schwierigkeiten. Deshalb ist der Gewebeabdruck abzuformen, ein Positiv herzustellen. Das geeignete Abformmaterial ist die Dispersion eines vorvulkanisierten Kautschuklatex (Handelsbezeichnungen: Zentrifugenlatex, Revultex). Die leicht alkalisch reagierende Dispersion bildet im ausvulkanisierten Zustand ein hochelastisches und reiße- festes Gummihütchen.

Auf den trockenen, vorbereiteten Gewebeabdruck (gereinigt, evtl. imprägniert) wird der mit Aqua dest. verdünnte Kautschuk in mehreren Lagen mit dem Pinsel aufgetragen.

Muß der Kautschukauftrag auf einen imprägnierten Abdruck gebracht werden, gibt man der Dispersion einige Tropfen Netzmittel zu, um ein gleichmäßiges Benetzen der Oberfläche zu erreichen. Für kleinere Flächen und stärkere Unterschneidungen genügt eine Zwei-Lagen-Schicht. Bei größeren Flächen kann neben dem Mehrauftrag noch zusätzlich mit Mull kaschiert werden, um die Reißfestigkeit zu erhöhen. Die Zwischentrocknungszeit, bis zum Neuauftrag einer Lage, dauert ca. 5 - 20 Minuten. Sie kann mit Warmluftzufuhr verkürzt werden, so daß ein kontinuierliches Arbeiten möglich ist. Die ausvulkanisierte Gummihaut läßt sich leicht vom Untergrund ablösen. Es empfiehlt sich, die Formseite anschließend noch etwas abtrocknen zu lassen. Weil das Gummihütchen hell und durchscheinend ist, kann es mit Trockenfarbe angepudert werden. Dadurch wird es leichter, das Positiv zu untersuchen und Spinn- und Gewebeart zu bestimmen. Die Gummihaut, beidseitig mit Talkum eingepudert, läßt sich problemlos längere Zeit aufbewahren.

An Abdrücken kann man manchmal Spuren von Faserbruch entdecken und oft erst nach der Abformung sicherstellen. Deshalb sind vor jeder Behandlung auch solche Objekte genau zu untersuchen. (Taf. XXIX, 1,2)

## 5.3. Reinigung

Die Reinigung ist einer der wichtigsten Prozesse bei der Erhaltung von Textilien. Durch unsachgemäßes Vorgehen kann hierbei jedoch großer Schaden angerichtet werden. Schon die Entscheidung für Naß- oder Trockenreinigung ist schwerwiegend. Aus dem Boden geborgene Funde müssen fast immer mechanisch, trocken oder naß gereinigt werden.

Schmutzige Textilien bieten Angriffsflächen für Pilze (Fungizide). Außerdem bildet Schmutz im Gewebe Oxidationsprodukte, die sich zu Säuren verbinden können. Um einen langsamen, aber unausweichlichen Zerfall zu verhindern, sind die Schmutzteile (weitestgehend) zu entfernen. Außerdem sind es auch hygienische Gründe, die eine Reinigung erfordern.

Bei der Entscheidung für die eine oder andere Reinigungsmethode sind für und Wider sorgfältig abzuwägen. Dabei muß immer ein Kompromiß geschlossen werden, je nach dem, wo der Schwerpunkt der Untersuchung liegen soll.

### 5.3.1. Naßreinigung

Naßreinigung ist das Waschen der Textilien in Wasser mit oder ohne Reinigungszusätze. Man muß sich bewußt sein, daß Waschen ein nicht reversibler Restaurierungseingriff ist. Durch Waschen können wichtige Informationen verlorengehen.

Einer Naßreinigung können nur Textilien unterzogen werden, die noch genügend Elastizität und Festigkeit besitzen. Sind farbige Textilien zu waschen, müssen diese erst auf Naßechtheit geprüft werden. Dazu befeuchtet man eine kleine Stelle mit Wasser, läßt dieses ca. 1 Minute einwirken und preßt einen Wattetupfer oder Fließpapier darauf. Zeigt sich auf der Watte eine Anfärbung, darf das Textil nicht naß gereinigt werden. Diese einfache Probe läßt sich intensivieren, indem man nicht mit Wasser, sondern mit der Waschflüssigkeit testet. Für die Bestimmung der Farbstoffgruppen (Säurefarbstoffe, basische Farbstoffe) genügt der Wassertest nicht. Auch Beizen-, Küpen- und Entwicklungsfarbstoffe können durch diesen einfachen Test nicht ermittelt werden. Bei Funden aus zumindest zeitweise feuchten Böden entfällt die Prüfung auf Naßechtheit.

Im Wasser erhalten die Fasern eine gewisse Stabilität zurück, quellen etwas auf und werden flexibel. Es besteht allerdings die Gefahr, daß die Fasern angegriffen und wasserlösliche Substanzen entfernt werden. Deshalb stellt sich die Frage, mit welchem Wasser wird gereinigt: Aqua dest. oder Trinkwasser? Aqua dest. reinigt gut, entfernt Pilze, löst mehr Schmutz aber auch Farbe; Trinkwasser dagegen enthält u. a. Eisenanteile, die oft als Katalysator wirken.

Naßfaserfunde müssen im Wasser weiterbehandelt werden; Zwischentrocknen ist unbedingt zu vermeiden. Dabei kann man zu Beginn mit Trinkwasser reinigen. Die anschließenden Spülungen sollten aber mit Aqua dest. durchgeführt werden. Ergibt dieses Waschen einen zu geringen Reinigungseffekt, muß man waschaktive Substanzen zusetzen. Es sollten synthetische Produkte sein, weil diese mit den Erdalkalitionen keine Ausfällungen (Kalkseife) ergeben. Grundsätzlich ist es aber besser, kontrollier- und meßbare Waschflüssigkeiten mit Aqua dest. plus Reinigungszusatz herzustellen. Die waschaktive Substanz muß ein neutrales Tensid sein (nichtionogen).

Das Reinigen der Textilien selbst erfolgt auf festen Unterlagen (Glasplatten, perforierten PVC-Platten o. ä.). Sie werden ausgebreitet und wenn nötig als zusätzliche Sicherung zwischen Perlontüllnetze oder sogenannte Müllergaze (Grießgaze) gebettet. Die Waschflüssigkeit wird mit Pinsel oder Schwämmchen aufgeschäumt und auf die Textilien gebracht. Um Rückseiten zu reinigen, müssen diese mit einer festen Platte belegt und zusammen mit der Unterlage gewendet werden. Das Textil darf durch das Gewicht der Waschflüssigkeit nicht belastet werden. Bei größeren Textilien hilft eine Rolle. Die Textilien, zwischen Perlontüllnetze gebettet und evtl. noch mit PVC-Folie umhüllt, werden auf eine Rolle gedreht bzw. gewickelt, die Lage gewendet und die Rückseite freigelegt. Nach dem Reinigen werden die Reste der Waschlösung mit Aqua dest. ausgespült. Das Spülen sollte nicht unter einem Wasserstrahl erfolgen; die dabei wirkenden physikalischen Kräfte können das Gewebe zerstören.

Auf einer Glasplatte werden mit Wasser und Pinsel die Textilreste ausgebreitet, glattgestrichen und fadengerecht gelegt. Die Oberfläche wird mit Schwämmen abgetupft, um eine

gleichmäßige Verteilung der Feuchtigkeit auf dem Gewebe zu erreichen. Je nach der notwendigen Weiterbehandlung kann das Textil anschließend getrocknet oder mit konservierenden Medien behandelt werden.

Das Trocknen sollte möglichst schnell und vor allem gleichmäßig erfolgen, denn ein zusätzliches Oxidieren der Fasern im nassen Zustand an der Luft ist unbedingt zu vermeiden. So wird auch verhindert, daß sich Ränder bilden, wie es z. B. bei Zellulosefasern geschehen könnte, wenn die braunen Oxidationsprodukte mit dem Wasser zu den am längsten naß bleibenden Stellen wandern.

Die zur Sicherung der Textilfragmente dienenden Tüllnetze müssen vor dem Trocknen entfernt werden. Sie könnten sonst störende Eindrücke hinterlassen.

### 5.3.2. Trockenreinigung

Als Waschflüssigkeit dienen organische Lösungsmittel (z. B. Trichlorethylen, Tetrachlorethylen, Ethanol, Benzin, Spiritus). Sie reinigen schonender als Wasser, zeigen allerdings keine Wirkung auf anorganische Verunreinigungen. Es treten kaum Quellungskräfte auf, die Fäden und Gewebeverbindungen belasten. Bei Textilien aus verschiedenartigem Fasermaterial oder in Verbindung mit anderen Materialien ist das Trockenreinigen oft die einzige Möglichkeit der Säuberung.

Lösungsmittelbäder sollten dort nicht zum Einsatz kommen, wo Textilien mit harz-, fett- oder ölgebundenen Farbstoffen gefärbt sind. Außerdem dürfen Naßfaserfunde nicht mit organischen Lösungsmitteln gereinigt werden. Der plötzliche Wasserentzug würde zur Deformierung und Schädigung des Gewebes führen.

Gewebereste, die nur noch als Diagenese (Brauneisenstein) vorliegen, werden mit organischen Lösungsmitteln gereinigt. Dadurch ist das hier erwünschte beschleunigte gleichzeitige Austrocknen möglich, und das nötige festigende Konservierungsmittel kann unmittelbar eingebracht werden.

### 5.4. Festigung

Die konservierenden Maßnahmen zum Festigen der Textilreste hängen in erster Linie von deren Zustand ab. Außerdem ist die spätere Verwendung - Ausstellung oder Magazinierung - zu berücksichtigen. Abgesehen vom bloßen Sichern des Originalbestandes, z. B. Einbetten zwischen zwei Glasplatten, gibt es vielfältige Möglichkeiten des Festigens.

#### 5.4.1. Nähen

Die Textilreste werden auf Stützgewebe oder zwischen zwei Schichten neuen Stoffes befestigt. Das Stützgewebe sollte in Material und Gewebetchnik dem Original entsprechen. Es ist z. B. nicht sinnvoll, Textilien aus Wolle mit Seidenmaterial zu unterstützen. Durch die Ausstellungsgegebenheiten in den Vitrinen, durch Licht und Wärme, würde das Stützmaterial schnell zerstört. Ist das Trägermaterial zu grob, wird es sich schon nach kurzer Zeit durchdrücken und den Originalbefund verändern. Durch zu hartes oder steifes Stützgewebe wird das darauf fixierte Original bei jeder Bewegung beansprucht und geschädigt. Auch darf das Stützgewebe nicht dehnbarer sein als das Original. Um evtl. Fehlstellen optisch zu mildern, kann das Stützgewebe einen dem Original angepaßten Farbton erhalten (ähnlich der Fehlstellenergänzung bei Keramik).

Nach bestimmtem System wird der Textilrest auf das Trägermaterial genäht. Zunächst werden lose Fäden, ausgefranste Kanten oder lockere Teile durch Fadenüberspannung oder Heften gesichert und damit gleichzeitig die Fäden des Originals entlastet. Mit feinsten Nähadeln und feinen Nähfäden werden möglichst kleine Stiche, die sich nach dem webtechnischen Charak-

ter des Originaltextils richten, zwischen und um die Fäden des Originals geführt. Der Nähfaden kann aus Seide, Baumwolle oder Flachs sein. Er muß auf jeden Fall leichter reißen als der Faden des Originals. Bei evtl. Belastung muß dieses unbeschädigt bleiben. Trotz des dünnen Nähfadens bleibt durch die Vielzahl der Stiche die Belastung des Fadens gering und die Festigkeit gewährleistet. Keine Nähfäden aus synthetischem Material verwenden! Diese wirken wie ein scharfes Skalpell und zerschneiden die geschwächten Fäden des Originaltextils.

Beim Anordnen der Nähstiche ist auf gleichmäßige Verteilung der Zugkräfte zu achten. Ein bewährtes System ist das parallele Anordnen der Stichreihen in senkrechter Richtung bzw. in Zugrichtung, wobei die einzelnen Stichreihen unterbrochen oder abwechselnd versetzt zueinander angeordnet sein können.

Entsprechend dem Gewebezustand und der Größe, auch der geplanten Aufbewahrung, werden die Stützlinien berechnet. Es sind Abstände und Längen, die sich in der Praxis gut bewährt haben, bei denen keine zu großen Zwischenräume entstehen und Wellen- oder Faltenbildung in ganzer Länge oder Breite vermieden werden. Die Relationen (20 cm Stützlinienabstand, 12 cm Stichreihenlänge, 8 cm Abstand in der Flucht zur nächsten Stichreihe) sind zu einer allgemeinen Formel zusammengefaßt. Je nach dem Zustand des zu stützenden Gewebes, wählt man den Stützlinienabstand und setzt den Wert in die allgemeine Formel für  $a$  ein (Abb. 15).

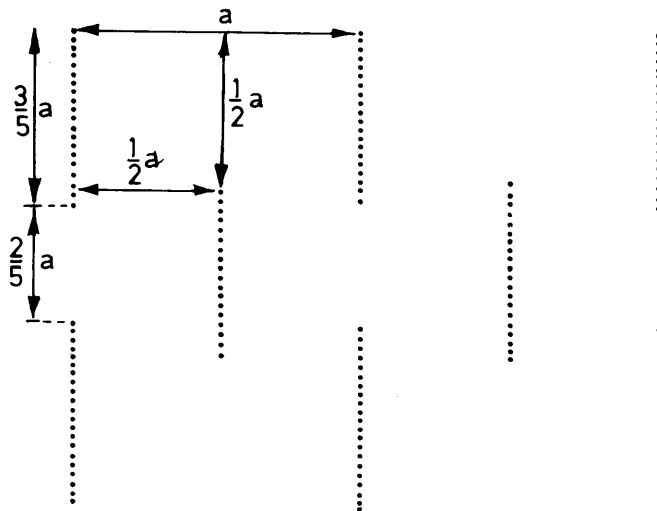


Abb. 15.  
Nähstichanordnung des  
Stützliniensystems

Die Nähstiche des Vorstiches können je nach Gewebeart oberläufige (Nähfaden liegt die größere Strecke auf der Gewebeoberseite) oder unterläufige Vorstiche sein (Nähfaden zeigt sich nur punktiert auf der Gewebeoberseite und liegt mit größerer Strecke auf der Stützgewebeunterseite) (Abb. 16).

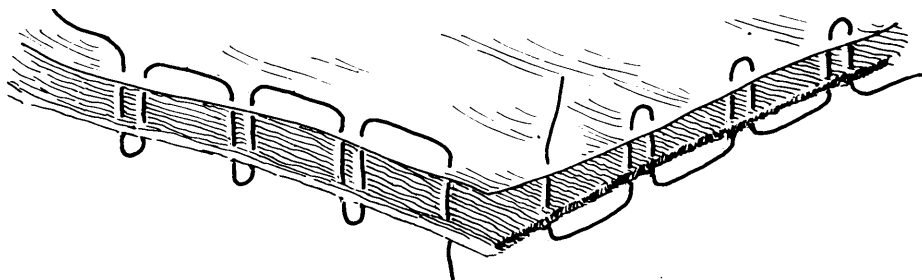


Abb. 16.  
Vorstiche, unter-  
und oberläufig,  
durch Stütz- und  
Originalgewebe ge-  
führt



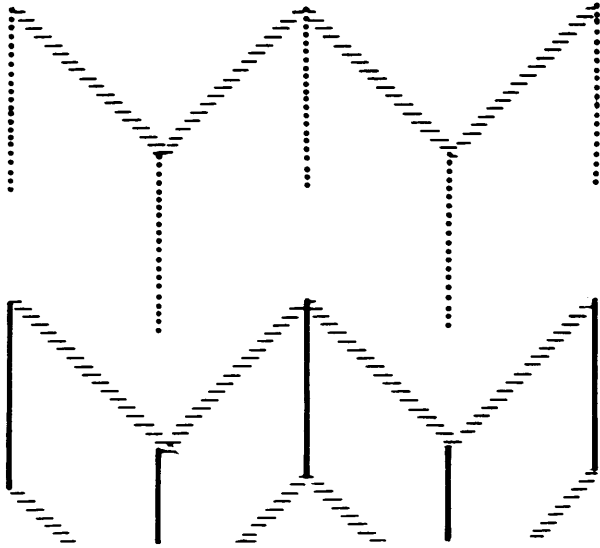


Abb. 17. Anordnung der Stützlinien in Zickzackform

Das Anordnen der Stützlinien in Zickzackform ist eine weitere Möglichkeit, Festigkeit durch günstig wechselnde Verteilung der Stichpunkte zu erreichen (Abb. 17).

Bisher wurde die nadelmäßige Konservierung mit geraden Nadeln durchgeführt. Dabei mußte das Trägergewebe in einen Spanrahmen (-tisch) befestigt werden. Nach der Fixierung des Originals auf dem Stützgewebe traten nach dem Lösen aus dem Spanrahmen oft Blasenbildung oder Faltenwurf durch unterschiedliche Zugrichtungen auf. Deshalb ist es besser, das Nähen auf glatter Tischfläche mit feinsten Rundnadeln durchzuführen. Hierbei liegen die Gewebeschichten - Original und Stützgewebe - locker auf, werden glatt und ohne Blasen- oder Faltenbildung miteinander verbunden. Man beginnt mit dem Nähen immer von der Mitte des Originals aus. Bei größeren Textilflächen ist ein Vorheften zu empfehlen.

Das Einbetten brüchiger Textilreste zwischen zwei Schichten neuen Gewebes erfolgt ebenfalls fadenmäßig. Man verwendet ein Stützgewebe und ein hauchdünnes "Deckgewebe" (Krepeline). Letzteres ist feinem Chiffon ähnlich, ein leinwandbindiges Seidengewebe von schleierartigem Aussehen aus sehr dünnen Seidengarnen in Kette und Schuß. Wie alle transparenten Gewebe besitzt auch Krepeline keine gute Schiebefestigkeit. Deshalb ist unbedingt auf fadengerechtes Aufbringen auf das Original zu achten. Zuvor muß durch Waschen mit neutralen Waschmitteln die Appretur aus dem Gewebe herausgespült werden. Auch ist das Einfärben in einem dem Original entsprechenden Ton mit synthetischen Farbstoffen möglich. Beim Befestigen der einzelnen Schichten ist ähnlich dem beschriebenen Stützliniensystem zu verfahren. Man arbeitet mit Vorstichen, die jedoch auf der Oberseite länger sein können. Dadurch gibt es keine Punktbelastung auf ein Fadenkreuz, und die Stichdichte kann geringer gehalten werden. Weil die Nähfäden nicht auf der Originaloberfläche aufliegen, ist auch ein eventuelles Abtrennen leichter möglich.

Ist der Textilrest noch elastisch genug, kann das Einbetten auch zwischen zwei Krepelineschichten erfolgen. Selbst als Oberflächenschutz kann man auf genügend festen Originalgrund Krepeline aufbringen.

Alle diese Methoden setzen voraus, daß das Material des Originaltextils in noch relativ gutem Erhaltungszustand ist. Es darf in seiner Struktur nicht abgebaut oder korrodiert sein. Sonst würde dem Gewebe die Elastizität fehlen, die nötig ist, damit eine erfolgreiche Konservierung auf oder zwischen Trägergeweben durchgeführt werden kann.

#### 5.4.2. Kleben

Das Originaltextil wird auf ein Trägergewebe aufgeklebt. Dabei wird die Belastung auf eine große Fläche verteilt und die Beanspruchung vom Original genommen. Der einzelne Faden ist Zugkräften weniger ausgesetzt.

Das Klebemittel muß glasklar, elastisch und reversibel sein. Das Trägergewebe sollte webtechnisch, rohstoffmäßig und farblich dem Original entsprechen. Mit synthetischen Farbstoffen (sehr gute Lichtbeständigkeit) kann man es im gewünschten Farbton einfärben. Dabei ist zu beachten, daß sich der Farbwert durch das Einbringen oder Auftragen des Klebemittels verändern kann.

Das Klebemittel Polyacrylat D 320 ist die weichmacherfreie Dispersion eines synthetischen Harzes. Es gehört zu den Produkten auf Acrylsäureesterbasis, ist witterungs- und alterungsbeständig, ungewöhnlich resistent gegen pflanzliche Öle und Fette (Handschweiß) und ausgezeichnet widerstandsfähig gegen Wasser, Alkohol, Alkalien, Säuren und chemische Dämpfe. Im ausgehärteten Zustand ist der Polyacrylatfilm glasklar, elastisch und dampfdurchlässig. Als Lösungsmittel eignen sich Chlorkohlenwasserstoffe, Aceton und Toluol.

Die Dispersion läßt sich mit Wasser in jedem gewünschten Verhältnis verdünnen. Man wählt das Mischungsverhältnis je nach Art des Trägergewebes. Die Polyacrylatanteile können gering gehalten werden, denn die Klebekraft der Dispersion ist auch noch bei großem Wasseranteil gewährleistet.

Wie alle zu verarbeitenden neuen Stoffe muß auch hier das Trägergewebe vor der Verwendung gewaschen bzw. von seiner Appretur befreit sein.

Soll das Trägergewebe mit der Dispersion durchtränkt werden, muß man es in feuchtem Zustand in diese tauchen. Dadurch ist ein gleichmäßiges Benetzen gewährleistet. Nach faltenfreiem Trocknen muß es weitestgehend seinem typischen Charakter entsprechen und darf nicht hart sein. Dies wäre ein Zeichen dafür, daß die Dispersion nicht genügend mit Wasser verdünnt war. Deshalb ist es ratsam, zuerst eine Probe anzufertigen. Außerdem ist es günstig für die Farbkontrolle, denn durch die Polyacrylattränkung werden die Farbwerte dunkler.

Auf das getränkte Gewebe wird das Originaltextil fadengerecht gelegt und angedrückt. Es wird nicht gebügelt oder angepreßt! Durch die vielen dichtliegenden Klebepunkte ist es fixiert. Das Tränkungsmittel dringt nicht in das Original ein und verändert es somit auch nicht. Die angeklebten Fäden und Fadenverkreuzungen liegen geordnet und können nicht verrutschen. Gegenüber der fadenmäßigen Konservierung ist diese Methode weniger arbeitsintensiv. Große Bedenken gibt es jedoch wegen der Reversibilität. Sie beschränkt sich auf einen mechanischen Ablösevorgang. Mit organischen Lösungsmitteln darf die Verbindung nicht getrennt werden. Dann bestünde die Gefahr, daß die Harzlösung in das Original eindringt (nur bedingt reversibel).

Polyacrylat kann auch als hauchdünner Film auf ein Trägergewebe aufgebracht werden, ohne es zu durchtränken. Die verdünnte Dispersion wird mit einem Pinsel auf eine fettfreie Glasplatte als geschlossene Schicht aufgetragen. Nach dem Durchtrocknen der transparenten Schicht überspült man diese mit warmem Wasser. Dadurch wird sie zu einem milchig weißen Film, der sich leicht von der Glasscheibe löst. Dieser Film, eine hauchdünne Folie, wird zusammenhängend, ohne Löcher oder Risse, mit Hilfe des Wassers auf das Trägergewebe geschwemmt. Anschließend muß das beschichtete Gewebe faltenfrei trocknen (Film wird wieder transparent). Die zu stützenden Textilien werden auf die Polyacrylatschicht fadengerecht aufgelegt und angedrückt. Damit das beschichtete Trägergewebe an Fehlstellen des Originals nicht störend wirkt, kann an diesen Stellen die Filmschicht vorher entfernt werden. Mit spiritus- oder acetongetränkten Mulltupfern läßt sich störender Glanz des Polyacrylates entfernen. Dies muß sehr vorsichtig geschehen, damit nicht gelöstes Harz in das Original eindringt.

Die Klebemethode kann auch mit fadenmäßiger Konservierung kombiniert werden. Der Einsatzbereich ist vielfältig, jedoch nicht unproblematisch. Deshalb sollte man sich für diese Methode nur entscheiden, wenn aus restauratorischen Gründen das Nähen nicht zu empfehlen ist.

#### 5.4.3. Imprägnierung

Imprägnieren ist das Durchtränken eines porösen Stoffes mit Flüssigkeit. Die Wirksamkeit kann erhöht werden, wenn dieser Vorgang unter Vakuum bzw. erhöhter Drücke mit Netzmitteln (Oberflächenspannung wird herabgesetzt) erfolgt.

Gewebe - Diagenesen (Brauneisenstein und andere oxidische Eisenverbindungen), in denen Struktur sowie Aufbau der Fasern und Fäden formgetreu erhalten blieben, sind fest, aber starr, brüchig und porös. Die organischen Substanzen sind vergangen und damit auch die Elastizität. Trotzdem ist es möglich, Bestimmungen (außer der des Rohstoffmaterials) wie an Originalgeweben durchzuführen. Sie sind etwas besser erhalten, wenn sie an Metallgegenständen ankorrodiert sind. Allerdings ist kaum ein Ablösen derselben ohne Gefahr für ihren Bestand möglich. Deshalb sind diese Diagenesen zusammen mit den Metallen zu konservieren. Davon wird die Wahl des Konservierungsmittels bestimmt. Die textilen Reste, mit Eisenoxiden durchsetzt, liegen auf den Korrosionsschichten bzw. in diesen. Sie sind auch in ihrem Aufbau ihnen ähnlich. In die Hohlräume und Kapillaren mit eingeschlossener Luft müssen Medien eingebracht werden, welche die Schichten stützen und festigen. Außerdem muß ein Zustand stabiler Verbindungen geschaffen werden, damit sich keine das Fundmaterial gefährdende oder zerstörende Verbindungen bilden können. Man erreicht dies durch Imprägnieren. Die Luft wird aus den Hohlräumen entfernt und in diese das Tränkungsmedium eingebracht.

Als Tränkungsmedium haben sich das vollsynthetische Lackharz Piaflex und das Paraffinwachs (Hartparaffin) bewährt.

Piaflex besteht aus Polymerisaten von Methacrylsäureestern. Die gelösten Formen werden in farblosen bis schwach gelblichen Stammlösungen LT 20 bis LT 60 mit einem Festkörpergehalt von  $40 \pm 1\%$  bzw.  $50 \pm 1\%$  in Toluol geliefert. Die Ziffernbezeichnung charakterisiert die Grundtypen, deren Lackschichten in dieser Reihenfolge eine fallende Härte aufweisen. Am geeignetsten zum Imprägnieren für verfestigte Gewebereste ist die Mischung aus den Typen Piaflex LT 30 - LT 40 in Toluol. Die Mischung ergibt ein schnell trocknendes Lackharz, welches elastisch, dabei fest, ausgezeichnet widerstandsfähig gegen Wasser, Alkohol, Alkalien, Säuren und chemische Dämpfe ist. Außerdem ist es ungewöhnlich resistent gegen Mineralöl, pflanzliche Fette und Öle (Handschweiß). Begünstigende Eigenschaften gegenüber anderen Lackharzen sind sehr gute Alterungsbeständigkeit und Lichtechtheit.

Die Gewebereste müssen sorgfältig gereinigt sein, damit keine Verunreinigungen vom Tränkungsmedium mitgeschwemmt werden und die Öffnungen der Poren und Kapillaren verstopfen. Weil Piaflex hydrophob ist, kann es erst nach der Verdrängung des Wassers in das Objekt eingebracht werden. Deshalb sollten Gewebereste, auch wenn an Metallgegenständen haftend, mit Äthylalkohol gereinigt werden. Die Feuchtigkeit wird dann vom Alkohol aufgenommen und kann wesentlich schneller verdunsten. Es ist notwendig, das Wasser vollständig zu entfernen. Darum schließt sich ein Bad in absolutem Alkohol an (ca. 10 - 15 Min.). Nach dem Herausnehmen muß das Objekt allseitig unter Wärmeeinfluß trocknen. Erst dann kann es zum Imprägnieren in die Tränkungsflüssigkeit gelegt werden. Um eine intensive, schnell wirksame Imprägnierung mit guter Tiefenwirkung zu erreichen, empfiehlt sich das Vakuumverfahren. Seine Wirkung beruht darauf, daß durch das Herabsetzen des Umgebungsdruckes die Luft aus dem Objekt weitestgehend entweicht und das Tränkungsmedium durch die Kapillarwirkung leichter eindringt. Dabei kann der Effekt noch um ein Vielfaches erhöht werden, wenn durch nachfolgende Druckeinwirkung das Mittel in Hohlräume und Kapillaren eingepreßt wird.

#### Arbeitsfolge:

1. Ein Glasbehälter, in dem sich die Gewebeobjekte befinden - vollständig in Tränkungsflüssigkeit eingetaucht - wird in den Vakuumschrank gestellt.
2. Die Luft wird herausgezogen (Evakuieren) und das Tränkungsmedium dringt in die Hohlräume ein. Dieser Vorgang wird erst beendet, wenn keine Blasen mehr aufsteigen. Dann ist die Sättigung erreicht. Bei zu langer Evakuierungszeit besteht die Gefahr der Lösungsmittelverdunstung. Deshalb ist die Ausgangskonzentration der Tränkflüssigkeit entsprechend verdünnt zu wählen.
3. Das Ventil am Vakuumschrank wird geöffnet. Die unter normalem atmosphärischen Druck einströmende Luft wirkt auf den Flüssigkeitsspiegel ein, und das Tränkungsmedium wird in das Objekt gepreßt.  
Wie lange es bis zum Druckausgleich dauert, hängt von der Druckdifferenz, der Viskosität des Tränkungsmediums und der Porosität der Gewebeobjekte ab.  
Eine Nachimprägnierzeit von etwa 10 Min. muß noch zugegeben werden.
4. Das Gewebeobjekt wird aus der Flüssigkeit genommen. Überschüssiges Tränkmedium wird sofort abgewischt oder abgespült. Eine langsame Trocknung muß sich anschließen.

Das Lösungsmittel für Piaflex ist Toluol. Somit ist die Reversibilität dieser Imprägnierung gewährleistet.

Paraffinwachs (Hartparaffin) ist eine feste, wachsähnliche, halb durchscheinende, weiße bis gelbliche, nicht klebende Masse. Chemisch gesehen ist es ein Gemisch höherer aliphatischer Kohlenwasserstoffe. Es ist ungiftig und reaktionsträge. Hartparaffin schmilzt bei 50 - 65 °C. Löslich ist es in Aceton, Ether, Alkohol, Benzen, Chloroform und Tetra. Als Schmelze wird es beim Imprägnierungsverfahren Tauchen verarbeitet, vor allem für relativ großporige Gewebeobjekte.

Diese werden gereinigt und gründlichst getrocknet. Danach taucht man sie in eine Paraffin-schmelze, die langsam auf 110 °C erhitzt wird. Die entstehenden Blasen zeigen an, daß die in den Poren eingeschlossene Luft sich ausdehnt und entweicht. Wenn sich keine Blasen mehr bilden ist die Tränkung noch nicht abgeschlossen, sondern wird noch ca. 15 Minuten weitergeführt. Danach schaltet man die Heizquelle ab und läßt das Paraffinbad auf ca. 75 °C abkühlen. Damit wird ein Ausfließen des dünnflüssigen Wachses verhindert. Die Gewebeobjekte werden dem Tränkbad entnommen und bei mäßiger Wärme auf Filterpapier getrocknet. Überschüssiges Wachs wird von der Oberfläche mit Mulltupfern entfernt.

Nachteilig wirkt sich die Paraffintränkung auf zerbrochene Gewebeobjekte aus, sie können nicht mehr zusammengeklebt werden.

Archäologische Textilreste werden oftmals als verkohlte oder inkohlte Reste oder als Gerüst eines ehemaligen Textils gefunden. Die Rohstoffmaterialien sind zerstört und völlig vergangen. Vom eigentlichen Textil ist nur noch eine Struktur in Form von Gewebefasern vorhanden, die durch die Bodenfeuchte zusammengehalten wird. Schon durch den Luftzutritt beim Freilegen trocknen die amorphen Reste aus und drohen bei fortschreitender Trocknung zu Staub zu zerfallen. Gewebereste in solchem Zustand können erhalten werden, wenn man sie in der feuchten, umgebenden Erde beläßt, als Block einbettet und zur Weiterbehandlung in die Werkstatt bringt. Ist solches Einbetten nicht möglich, muß an Ort und Stelle ein konservierendes Mittel in das Gewebeobjekt eingebracht werden, es muß hydrophil sein, glasklar, elastisch und fest. Diesen Eigenschaften entspricht weitestgehend die weichmacherfreie Kunstharzdispersion Polyacrylat.

Auf das freipräparierte Gewebestück wird Polyacrylat D 320 durch Bestreichen oder Besprühen aufgetragen. Dabei dürfen keine Beschädigungen auf der Geweboberfläche entstehen.

Wenn möglich, wählt man eine Glasscheibe als Unterlage, damit das Gewebeobjekt nicht festkleben kann.

Muß man schon im Gelände imprägnieren und kann das Gewebe nicht vom Untergrund gelöst werden, verfährt man nach den Grundsätzen wie bei der Bergung von Bodenfunden.

Ist ein Bestreichen auf Grund des Erhaltungszustandes nicht möglich, bringt man Polyacrylat tropfenweise an die Ränder des Gewebeobjektes. Dazu wird es soweit mit Wasser verdünnt, daß ein Tropfen gerade noch weggesaugt wird. Durch das Aufsaugen der Flüssigkeit wandert das Harz mit in die Gewebeschicht. Wichtig ist zügiges Arbeiten, damit nicht zuviel Harzanteile nur in den Rändern verbleiben und dort aushärten. Neues Tränkmittel könnte nicht mehr eingebracht werden und ungleichmäßiges Durchtränken wäre die Folge.

Große Mühe bereitet es, das ausgehärtete Polyacrylat aus dem Gewebeobjekt zu lösen. Deshalb entnimmt man vor der Imprägnierung Proben zur Analyse.

Nach dem Aushärten, dem Verdunsten des Wassers, ist die Gewebestruktur in seinem Verband erhalten und wieder elastisch. Die einzelnen Fäden sind gefestigt und an den Kreuzungsstellen (Bindungspunkten) miteinander verklebt. Darauf beruht die Verschiebefestigkeit.

Wählt man beim Verdünnungsverhältnis den Polyacrylatanteil zu hoch, wird nicht nur die Farbe erheblich dunkler, sondern der Festigkeitsfilm wird auch steifer und unelastischer. Damit erhöht sich die Knick- und Bruchgefahr für das Gewebe. Eventueller Oberflächenglanz kann durch Anlösen mit einem organischen Lösungsmittel gemildert werden.

Die Aufbewahrung polyacrylatgetränkter Gewebeobjekte unter normalen Magazinbedingungen ist unproblematisch. Lediglich bei extrem feuchten Bedingungen besteht die Gefahr des Pilzbefalls. Vorbeugend kann man der Polyacrylatlösung ein Fungizid zusetzen.

Wie schon erwähnt, ist die Auswertung von Gewebeabdrücken ähnlich denen von verfestigten Geweben.

Durch das Imprägnierverfahren "Vakuumtränken" werden festigende Stoffe in das Fundobjekt eingebracht, ohne es selbst zu verändern.

Das Imprägnieren von Gewebeabdrücken in Ton, Lehm und Brauneisenstein mit Lackharz erfolgt wie schon beschrieben und ebenso das Imprägnieren mit Nitro-Cellulose (NC)-Lack. Lediglich in der Wahl des Tränkmittels liegt der Unterschied. NC-Lack ist der Handelsname für einen physikalisch trocknenden Klarlack auf Nitrocellulosebasis. Er ist beständig gegenüber Wasser, Salzlösungen, verdünnten Säuren und Alkalien. Unbeständig ist er gegen viele organische Lösungsmittel, starke Säuren und Laugen.

Die mit NC-Lack getränkten Gewebeabdrücke sind jederzeit reversibel.

### 5.5. Gefriertrocknung

Die Gefriertrocknung, erfolgreich bei der Naßholzkonservierung, wurde auch für Naßfasern eingesetzt (Elmer 1973). Das Ziel ist eine kontraktionsfreie Konservierung, bei der im Ergebnis das Aussehen des Objekts dem rezenten Zustand nahekommen muß.

Die prähistorischen Geflechte und Gewebe entsprechen nach dieser Konservierung im Aussehen, Elastizität und Maßen nahezu dem originalen Zustand. Sie eignet sich besonders für gefährdete und schlecht erhaltene Objekte. Wichtig ist auch, daß die Konservierung jederzeit reversibel ist und mikroskopische Bestimmung von Fasern im getrockneten Zustand möglich ist.

Die unter Wasser freigelegten und gereinigten Funde werden auf eine Glasplatte geschwemmt. Die Fasern sind meist soweit abgebaut, daß sie ihr Eigengewicht nicht mehr tragen. Sie müssen fadengerade (Kette und Schuß) geordnet werden. Anschließend legt man sie in eine wäßrige Konservierungslösung.

Konservierungslösung 1: In 1 Liter Aqua dest. werden ca. 5 % hochpolymeres alkohol- und wasserlösliches Verdickungsmittel (z. B. Zelleim, Stärke), 1 % Netzmittel, 1 % Borsäure und 1 % Borax (als Fungizid) gelöst.

Konservierungslösung 2: 10 - 15%ige Lösung von PEG 400 - 600 mit Zusatz eines Fungizids (Fungizid testen, damit durch den niedrigen pH-Wert keine weiße Ausfällung im PEG erfolgt)

Die Fasern werden gefestigt, ohne daß sich ihr Aussehen und ihre Farbe verändert.

Nach 2 - 4 Tagen wird die Lösung abgesaugt und die Funde in kürzester Zeit bei mindestens -20 °C eingefroren.

Der Tiefkühlschrank muß als Vakuumschrank mit hoher Saugleistung gekoppelt sein, so daß kurzfristig das Behältnis auf weniger als 4 Torr ausgepumpt werden kann.

In den evakuierten Raum wird der Kondensator (Kühlschlange, -stab) mit ca. -40 °C geschoben. Durch das Vakuum werden die Gasmoleküle frei. Diese setzen sich als Eiskristalle an dem Kondensator ab.

Schnelle Trocknung (Sublimation) erreicht man bei einer Temperaturdifferenz vom Gefriergut zum Kondensator von ungefähr 10 bis 15 °C und 1 bis 0,5 Torr. Dies entspricht einer Temperatur von -17 bis -24 °C im Objekt.

Bestimmt wird die Trocknungszeit durch die Leistung der Gefrieranlage, dem Erhaltungszustand und dem Volumen des Fundobjektes. Der Trocknungsprozeß ist ein unkontrollierbarer Vorgang. Exakt meßbar ist der wasserfreie Zustand erst durch einen Temperaturregler, der am Objekt selber angebracht ist.

Bei der Entnahme aus dem Vakuumbehälter können die Objekte mit der Hand angefaßt und von der Glasplatte entfernt werden; sie bedürfen keiner weiteren Behandlung. Sie nehmen lediglich etwas an Gewicht zu, bis der Ausgleich zu der sie umgebenden Luftfeuchtigkeit erreicht ist.

## 6. Dokumentation

Im Arbeitsbereich der Restaurierung ist es notwendig, mit einem Dokumentationssystem zu arbeiten, welches die Daten von allen Fasern, Geflechten und Geweben erschließt. Ein allgemein gültiges System gibt es noch nicht. Deshalb sollten wenigstens im unmittelbaren Arbeitsfeld Dokumentationsformen gelten, die den Stand der heutigen Informationstechnik nahekommen und eine noch bessere, auch überregionale Auswertung des Materials als bisher ermöglichen. Weil die Arbeit im Restaurierungsbereich ein Teil der Gesamtdokumentation ist, eine Bearbeitungsdokumentation darstellt, muß das System der Datenträger so gewählt werden, daß es jederzeit das Abrufen aller Daten erlaubt. Zu diesem Zweck sind alle Objekte zu erfassen, alle Gegenstandsformen, Behandlungsarten und Forschungsergebnisse. Es muß Informationen über die Ausgrabungstechnik und -befunde, die Konservierungsetappen, Material- und Technikbestimmungen beinhalten.

Bereits bei der Fundbergung werden alle Beobachtungen schriftlich festgehalten, fotografiert, Handskizzen angefertigt und Messungen durchgeführt. Neben der fotografischen Aufnahme, die nicht immer die optimale Dokumentation darstellen kann, ist die Zeichnung notwendige Ergänzung. Sie kann als schematische Darstellung die Merkmale des Fundobjektes besser zeigen als das fotografische Abbild. Außerdem erlaubt die maßgerechte Aufzeichnung ein völlig verzerrungsfreies Bild im Gegensatz zur Fotoaufnahme. Während der Konservierungsetappen ist sie als Zwischenzeichnung wichtig, weil Maße und Zusammenhänge nach der Konservierung oft nicht mehr abgenommen werden können, aber für die Rekonstruktion unerlässlich sind. Die Zeichnung ist also eine Dokumentation, die inhaltlich exakt aufgefaßt und ausgeführt sein muß. Neben diesen Zeichnungen sind die Fachzeichnungen für die Gewebedarstellung wichtig. Diese müssen auf Patronenpapier ausgeführt werden. Sie sind technische

Grundlage für das Weben und damit für die Rekonstruktion eines archäologischen Textils.

An die Qualität der fotografischen Aufnahme müssen hohe Anforderungen gestellt werden. Sie sind der Nachweis für oft einmalige, unwiederbringliche Zustandssituationen. Für Veröffentlichungen, Ausstellungen u. ä. muß auf sie zurückgegriffen werden können. Außerdem sind sie der Beleg für erbrachte Bestimmungsergebnisse. Man könnte z. B. bei der Faserstoffmikroskopie auf ein Präparat als Beweis verzichten, wenn exakte Mikrofotos vorlägen. Dies hätte außerdem den Vorteil des einfacheren Aufbewahrens gegenüber der doch aufwendigen Dauerpräparate. Zustands- und Zwischenaufnahmen während der einzelnen Konservierungsetappen geben Auskunft über die Bearbeitung.

Das Foto nach der Konservierung stellt den derzeitigen Endzustand des Gewebeobjektes dar, so daß bei ständiger Kontrolle in Magazin oder Ausstellung eine äußere Veränderung sofort erkennbar ist. Bei Weiterbearbeitung der Objekte sind die Fotos Arbeitsgrundlage.

Neben der zeichnerischen und fotografischen Erfassung der Gewebeobjekte werden schriftlich detaillierte Beschreibungen über Fundzustand, Konservierungsschritte, Auswertung und Bewertung angefertigt. Außerdem sollten z. B. Literaturhinweise auf Vergleichsmaterial mit angeführt sein.

Zu einer fachgerechten Dokumentation gehört auch die richtige Beschriftung der Dauerpräparate. Aus ihr muß erkennbar sein: Inhalt, verwendetes Einschlußmedium, Fundort, Herstellungsdatum des Präparates, Name des Herstellers. Typische Merkmale des Objektes, z. B. Aufbaustrukturen, Beschädigungen oder Anomalien, können zudem durch schwache Tuscheumrahmungen auf dem Deckgläschen gekennzeichnet sein. Dadurch lassen sich bestimmte Stellen schnell wiederfinden. (Für Betrachtungen mit Immersionsobjektiven muß dies unterbleiben). Bei Arbeiten mit dem Kreuztisch ist die Kennzeichnung einfacher. Die bestimmte und beachtenswerte Stelle im Präparat wird durch die Zahlenwerte der Koordinaten gekennzeichnet. Zum späteren Wiederauffinden wird das Präparat nach den entsprechenden Zahlenwerten justiert. Für eine ausführlichere Beschriftung ist der Objektträger zu klein. Deshalb müssen weitere Erklärungen aus der parallellaufenden Dokumentation hervorgehen.

## 7. Rekonstruktionsbeispiele

Über die konservierende Bearbeitung von archäologischen textilen Resten hinaus ist es Aufgabe des Restaurators, aus den Fragmenten material-, form- bzw. mustergetreu und möglichst auch in Anwendung der ehemaligen Verfahren die vollständigen Gegenstände zu rekonstruieren, zumindest die Originalteile auf solche Weise zu ergänzen. Daß er dabei sowohl mit dem Archäologen als auch mit Spezialisten zusammenarbeiten muß, versteht sich von selbst.

### Geflochtene Fischreuse (Taf. XXIV)

Die aus dem germanischen Opfermoor Oberdorla, Kr. Mühlhausen, stammende Fischreuse (Barthel 1977) hatte die Elastizität ihres Flechtmaterials weitgehend erhalten, wies auch keine wesentlichen Brüche auf, war aber durch den darüberlagernden Auelehm zusammengedrückt worden. Leider war es seinerzeit nicht möglich, die Reuse komplett zu konservieren. Deshalb wurde sie in situ eingebettet und später beiderseits in Gips abgegossen.

Die 80 ... 90 cm lange Korbreuse hat eine Öffnung von 90 cm Dm und verjüngt sich bis auf 40 cm Dm. Die eingeflochtene Kehle ist 30 ... 40 cm lang und hat eine Öffnung von 20 cm Dm. Die Reuse ist parallel geflochten (Zaunflecht) mit Stakenflechten. Durch das Anordnen von 2 ... 4 Staken nebeneinander wird die Stabilität erhöht. Zusätzlich angebrachte Fitzen (Zwirnbinden) dienen dem gleichen Zweck. Der Verschluß besteht aus einem in Zwirnbinden gefertigten runden Deckel.

Die aus Weidenruten geflochtene Korbreuse wurde zunächst zeichnerisch und z. Z. von einem Korbmachermeister auch in praxi rekonstruiert.

#### Geflochtene Matte (Taf. XXV; XXVI)

Ebenfalls im Opfermoor Oberdorla fand man Reste einer aus Holz und Rinde geflochtenen Matte. Ihre ursprüngliche Größe ist nicht mehr zu bestimmen. Während der Lagerung unter Licht- und Luftabschluss im feuchten Medium wurde die Zellulose im Holz weitestgehend abgebaut; es ist nur noch das Ligningerüst vorhanden, angefüllt mit Wasser. Das Material ist schwammig, weich und reagiert bei Luftzutritt sofort mit Wasserabgabe. Dadurch besteht die Gefahr, daß das Zellgerüst in sich zusammenbricht, das Holz reißt und sich deformiert. Deshalb mußte die Matte vor Austrocknung geschützt (Lagerung im Wasser) und nach Probeentnahme zur Bestimmung von Holz und Rinde sofort mit "Arigal C" (wasserlösliches Melamin-Formaldehyd-Kondensationsprodukt) konserviert werden. Durch dieses Kunstharz wird eine Festigung des Zellgerüsts erreicht. Die einzelnen Holzzellen bleiben hohl, so daß auch nach der Konservierung eine mikroskopische Bestimmung möglich ist. (Taf. XXV,<sub>1</sub>)

Die originale Matte besteht aus einjährigen geschälten Weidenruten von ca. 0,8 ... 1 cm Dm. Diese bilden die passiven Geflechtsstränge. Sie sind parallel waagrecht nebeneinander angeordnet (ähnlich dem Schuß beim Gewebe) und werden durch 1 ... 1,5 cm breite Weidenrindenstreifen fixiert. Die Rindenstreifen sind wohlgeordnet und gleichmäßig mit ihrer Außenseite nach oben als durchlaufendes, nicht angestückeltes oder angesetztes - aktives Element so verarbeitet, daß ein Muster wie ein gleichmäßiger Zickzack-Körper erscheint. Das Grundmuster ist, analog zu Geweben, ein gleichseitiger Breitgratkörper. Das Geflecht ist sehr dicht und akkurat ausgeführt. Die erhaltene Begrenzungskante, vielleicht auch Anfangskante, besteht aus zwei separat mit dünner Weidenrinde umflochtenen Weidenruten in einfacher Umschlingung und halben Knoten (ähnlich einer Schürzkante bei der Knopflochherstellung per Hand). Nach jeweils 3 ... 4 cm Umschlingung einer Weidenrute greift der Rindenstreifen auf die zweite Rute über und schließlich wieder zurück auf die erste. Dementsprechend entstehen 3 - 4 cm lange Schlitzte, durch welche unregelmäßig die breiteren Rindenstreifen des Körpergeflechtes geführt sind, so daß eine feste Verbindung zwischen den zwei Weidenruten und dem anschließenden Geflecht entsteht. Die nachfolgende erste Rute (1. Schuß) ist stellenweise, nicht durchgehend, geschlitzt. In diese Schlitzte wurden die Enden der breiteren Rindenstreifen (analog der Kette) eingeklemmt, die senkrecht dazu laufen. Nach solcher Befestigung war jeder Rindenstreifen um die geschlitzte Weidenrute geschlungen und damit gegen die Zugkraft gesichert worden, die beim Weiterflechten entsteht. In Abständen von 3 ... 4 cm wird jeweils ein Rindenstreifen in den Schlitz der umwundenen beiden Weidenruten und um die geschlitzte Rute (1. Schuß) geführt, um weiter, entsprechend dem Körpermuster, verflochten zu werden.

Nachdem die Begrenzungskante und das Flechtmuster der Matte zeichnerisch rekonstruiert werden konnten, wurde ein Stück nachgeflochten. (Die Musterung beim Probeflechten wurde aus technischen Gründen als Zickzack-Körper mit früherer Umkehr gewählt.) Große Schwierigkeiten bereitete die Gewinnung langer gleichmäßiger Weidenrindenstreifen. Außerdem konnten nur die im Frühjahr frisch geschnittenen einjährigen Weiden verarbeitet werden. Die gesamte Matte wird z. Z. von einem Korbmachermeister gefertigt. (Taf. XXV,<sub>2</sub>; XXVI)

#### Verkohelter Geweberest (Taf. XXVII)

Aus dem Brandschutt einer slawischen Siedlung im Gebiet von Löttichsee in Mecklenburg konnten kleine verkohlte Reste von Textilien geborgen, konserviert und bestimmt werden. Verkohltes Gewebe, dem feuchten Erdreich entnommen, trocknet an der Luft rasch aus und zerfällt leicht zu Staub. Der hier vorgelegte textile Rest ist in seinem Verband noch gut erhalten und zeigt eine gleichmäßige Leinwandbindung. Keine Spuren deuten auf Walke oder anderweitige Verfilzung hin. Obwohl keine Gewebekanten vorhanden sind, kann auf Grund der Webtechnologie mit großer Wahrscheinlichkeit Kette und Schuß, Z-Draht-Garn von 0,3 ... 0,4 mm Dm, bestimmt werden. Der Kettfaden ist locker gesponnen, spannt sich aber straff durch die Gewebebindung. Der Schuß, etwas stärker gedreht, hat eine große Einarbeitung; er legt sich um die Kettfäden. Die Auszählprobe ergab auf 1 cm x 1 cm 22 Kett- und 16 Schußfäden. Der Rohstoff konnte mikroskopisch und chemisch nicht eindeutig identifiziert werden. Verkohlungs- und Veraschungsversuche im direkten und indirekten Feuer ließen jedoch auf eine Bast-



faser, wahrscheinlich Flachs, schließen.

Nach Entfernen von Sandkörnern und zum Teil eingewachsenen Wurzelresten wurde das 0,7 cm x 1,3 cm große Stück mit Polyacrylat getränkt. Nach Aushärten durch Lufttrocknung war es stabilisiert und elastisch gefestigt; die Fäden bleiben in ihrer Verbindung. Aufbewahrt wird es zwischen zwei Glasplatten mit Distanzstreifen.

Entsprechend diesen Werten wurde der verkohlte Geweberest zeichnerisch rekonstruiert und dann aus Flachs nachgewebt. Dabei fiel auf, daß das feine Kettfadenmaterial ohne Stabilisierung, also ohne eine Art Schlichte, nicht zu verweben ist. Wir haben es deshalb mit pflanzlicher Stärke geschlichtet. Ob und welche Mittel in früheren Zeiten dafür verwandt worden sind, ist uns nicht bekannt.

Für Wolle blieb diese Behandlung erfolglos. Versuche mit der Textilschlichte Chemisap PS (Hersteller VEB Fettchemie Karl-Marx-Stadt/DDR) verlief für alle Ketten (pflanzliche und tierische Fasern) positiv. Chemisap PS ist ein höhermolekulares Wachs. Äußerlich ist es eine hellbraune, viskose Flüssigkeit, die in Wasser in jedem Verhältnis löslich ist. Da es schwach sauer reagiert, nicht ionogen ist und eine gute Härtebeständigkeit besitzt, ist es für alle natürlichen Faserstoffe geeignet. Durch die glättende, weichmachende und konditionierende Eigenschaft, es umhüllt den Kettfaden mit einem elastischen Film, verbessert es die Verwebbarkeit der Kette erheblich.

Geweberest mit Diagenese (Taf. XXVIII)

Aus einem völkerwanderungszeitlichen Grab von Alach, Kr. Erfurt, kam ein Geweberest von ca. 3,5 cm x 1,5 cm zutage. Dieser ist völlig von Eisenoxidverbindungen durchsetzt und konnte nicht von seinem Untergrund gelöst werden; wir mußten ihn zusammen mit dem korrodierten Eisenstück konservieren. Nach Reinigung in Spiritus wurden das Fundstück behutsam mit Chelaplex III, pH 5, behandelt und gleichzeitig separat eine Fadenprobe untersucht. Das Rohstoffmaterial war nicht völlig vergangen und konnte als Flachs identifiziert werden. Die Leinwandbindung wies unterschiedliche Fadendichte auf, wobei als Kette und Schuß ein Z-Draht-Garn von 0,5 ... 0,6 mm Dm Verwendung fand. Die Auszählprobe ergab auf 1 cm x 1 cm 7 Kett- und 12 Schußfäden. Da Rand- oder Anfangskante fehlen, konnten allerdings Kett- und Schußrichtung nicht sicher bestimmt werden.

Dem Gewebe ist ein Muster aufgestickt: Jeweils 3 parallele Fäden, die über 6 bzw. 7 Fäden des Stickgrundes in Kettrichtung flottieren, bilden ein Quadrat aus Spannstichen. Diese Quadrate sind als Muster gratbildend angeordnet (ähnlich dem Körpergrat). Sie berühren sich fast an ihren diagonalen Ecken. Der Stickfaden besteht wahrscheinlich aus Wolle und ist ein Z-Draht-Garn von 1,8 ... 2 mm Dm. Er liegt nur noch als eine Art Diagenese vor, hebt sich aber selbst als solche farblich deutlich vom Stickgrund ab. (Taf. XXVIII,<sub>1</sub>)

Für die Rekonstruktion des leinwandbindigen Gewebes (Stickgrund) haben wir handgesponnenes Flachsgarn genommen, auf einem Webrahmen das Textil nachgewebt und mit naturfarbenem handgesponnenem Wollgarn das Muster aufgestickt. (Taf. XXVIII,<sub>3</sub>)

Gewebeabdruck an Tongefäß (Taf. XXIX; XXX)

An einer hartgebrannten spätlatènezeitlichen Tonschüssel sieht man deutlich Gewebeabdrücke. Offenbar hatte der Töpfer mit einem Textil das Gefäß im feuchten Zustand angefaßt und angehoben. Im Brand wurde der Gewebeabdruck fixiert. (Taf. XXIX,<sub>1</sub>)

Nach Vorbehandlung, Reinigen und Tränken des Fundstücks, haben wir von den Abdrücken Positive aus getöntem Zentrifugenlatex angefertigt. Dem so gewonnenen "Abbild" konnte entnommen werden, daß es sich um ein leinwandbindiges Gewebe gehandelt hatte, bei dem als Kett- und Schußfäden Z-Draht-Garn von 0,5 ... 0,6 mm Dm Verwendung fand. Die Auszählprobe ergab auf 1 cm x 1 cm je 10 Kett- und Schußfäden. Bei diesen ausgezählten Werten ist noch die Schrumpfung des Tones beim Trocknen und Brennen zu berücksichtigen; sie liegt bei ca. 10 %.

Das Rohstoffmaterial konnte nicht sicher erschlossen werden; hinsichtlich der Garndrehung könnte jedoch pflanzliches Material (Flachs) angenommen werden. Die Rekonstruktion erfolgte demgemäß mit handgesponnenem Flachsgarn auf einem Webrahmen. (Taf. XXX,2)

Textilien bei Bronzen (Taf. XXXI - XXXV)

In bronzezeitlichen Hügelgräbern Südthüringens haben sich an oder in der Nähe von bronzenen Schmuckstücken infolge Imprägnation mit Kupferverbindungen Teile der Kleidung erhalten (Feustel 1958).

Aus der rechten Armspirale von Bestattung 13 konnte ein 4 cm x 2,5 cm großes Gewebestück (13c) geborgen und freipräpariert werden. Es besteht aus einer feinen Schafwolle ohne Granen- und Stichelhaare. Kette und Schuß bestehen aus gleichmäßig gesponnenem S-Draht-Garn von 1,5 cm Dm. Das Gewebe ist in Leinwandbindung hergestellt, ebenso eine einfache Anfangskante. Vermutlich war es einer leichten Walke unterzogen worden; die geschlossene Webedichte läßt darauf schließen. Demnach handelt es sich bereits um ein Tuch. Die Auszählprobe ergab auf 2 cm x 2 cm 14 Kett- und 15 Schußfäden, für die Gewebeanfangskante nur 12 Kettfäden. (Taf. XXXII,1,2)

Unmittelbar unter dem Brustschmuck aus Spiralröllchen derselben Frau lag ein sehr grobes (13h) und über den Spiralen noch ein feineres Gewebe. Jenes besteht in Kette und Schuß aus wollenem S-Draht-Garn von 1,5 ... 2 mm Dm in Leinwandbindung. Die Auszählprobe ergab auf 2 cm x 2 cm je 9 Kett- und Schußfäden. (Taf. XXXIV,1)

Bei dem feineren Gewebestück (13h') handelt es sich um sehr locker in Leinwandbindung gewebten und gewalkten Schleierstoff. Dazu hatte man sehr feine langhaarige Schafwolle ausgesucht und die außergewöhnlich dünnen Fäden, S-Draht-Garn (Dm: 0,5 mm), straff gesponnen; sie sind dadurch sehr glatt. Der Raum zwischen den einzelnen Fäden ist so groß wie die Fadenstärke. Dadurch wirkt das Gewebe "offen". Die Kettfäden sind straff gespannt, die Schußfäden locker und lose eingebunden. Dies ist das typische Bild eines "Schleiergewebes". Auf 2 cm x 2 cm kommen nur je 10 Kett- und Schußfäden.

Ein weiteres Schleiergewebe (13f) lag unmittelbar auf dem Schädel unter einer Brillennadel. Es handelt sich wiederum um ein Wollgewebe (6 cm x 7 cm), das stark von Kupferoxiden durchsetzt war. Es wurden glatte, in S-Drehung gesponnene Fäden von nur 0,5 mm Dm verwendet. Die Auszählprobe ergab 20 Kett- und 12 Schußfäden auf 2 cm, wobei die Kette sehr straff, der Schuß lose eingebunden sind. (Taf. XXXIV,2)

Bei den Spiralröllchen des Kopfschmuckes konnten Schnüre (13i) und ein kleiner Geweberest (13k) von 2 x 2 cm Größe aus Wolle in Leinwandbindung geborgen werden. Nach den glatten Fäden (S-Draht-Garn Dm: 1,5 cm) zu urteilen, war dieses Gewebe keiner Walke unterzogen worden. Die Auszählprobe ergab auf 2 cm x 2 cm 16 Kett- und 12 Schußfäden. Da keine Anfangs- oder Begrenzungskante vorhanden war, haben wir Kett- und Schußrichtung nach webtechnologischen Gesichtspunkten angenommen.

In den Spiralröllchen und den Durchbohrungen des zum Kopfschmuck gehörenden Bernsteinschiebers hatten sich ca. 2,5 cm lange Fadenstücke erhalten. Diese auffallenden glatten Fäden bestehen aus feinsten Darmstreifen. Diese wurden in S-Drehung "gesponnen" und dann zu einem Doppelzwirn von 3 mm Dm in Z-Drehung verzwirnt. Dadurch erhielten sie eine außerordentlich große Zugfestigkeit.

Diese kleinen textilen Reste gestatteten unter Beachtung der Befundsituationen und der bronzenen Schmuckgegenstände nicht allein die Rekonstruktion der einzelnen Gewebe sondern darüber hinaus fast der gesamten Tracht. Außerdem geben sie Hinweise auf die Zucht von Schafen mit sehr feiner Wolle. (Taf. XXXIII; XXXV)

Die Frau von Schwarza, Bestattung 13, trug eine langärmelige Bluse aus einem Wolltuch (13 a, b, c). Darüber befand sich auf der Brust ein Band (Kante nicht erhalten), aus gro-

dem ungewalktem Gewebe (13h) auf das mit gezwirnter Wollschnur (13d) in breitem Streifen Spiralröllchen genäht waren. Das schleierartige Gewebe 13h dürfte wie ein Schulter"tuch" oder Stola getragen worden sein. Den Kopf schmückte ein anderer "Schleier" (13f), der mit einer Brillennadel festgesteckt und zusätzlich durch ein ca. 5 cm breites Stirnband aus Spiralröllchen und einem 11mal durchbohrten zentralen Bernsteinschieber, aufgefädelt auf gezwirnte Darmstreifen (13i), gehalten wurde. Die Verstorbene hatte man zudem auf ein Leichentuch (13e) gebettet, mit einem anderen Tuch (13g) bzw. den Kopf mit einem weiteren, ungewalkten Gewebe bedeckt. (Feustel 1958). (Taf. XXXI)

## 8. Literatur

- Barthel, H.-J.: Die germanische Binnenfischerei im Gebiet des See- und Moorheiligtums von Oberdorla. - Alt-Thüringen 14 (1977) S. 148 - 185. Weimar.
- Bellmann, F.: Ein Knüpftteppichfragment des 12. Jh. im Dom zu Halberstadt. - In: Denkmale in Sachsen-Anhalt. - Weimar, 1983. - S. 389 - 410.
- Bohnsack, A.: Spinnen und Weben. - Reinbeck b. Hamburg, 1981. - (Kulturgesch. d. Naturwiss. u. d. Technik; 2).
- Ersfeld, J.: Formen und Gießen. - 2. Aufl. - Weimar, 1982. - (Restaur. u. Mus.-techn.; 2). Faserstofflehre. - 5. Aufl. - Leipzig, 1975.
- Feustel, R.: Bronzezeitliche Hügelgräberkultur im Gebiet von Schwarzta (Südthüringen). - Weimar, 1958. - (Veröff. Mus. f. Ur- u. Frühgesch. Thür.; 1).
- Geijer, A.: Die Textilfunde aus den Gräbern. - Uppsala, 1938. - (Birka; 3). Gewebetchnik. - Leipzig, 1978.
- Gräbner, E.: Die Weberei. - 12. Aufl. - Leipzig, 1951.
- Handbuch der Textilwaren 1. - 2. Aufl. - Leipzig, 1980.
- Happach, F.: Quedlinburger Knüpftteppich. - In: Restaurierte Kunstwerke in der Deutschen Demokratischen Republik. - Berlin, 1980. - S. 308 - 310.
- Zur Restaurierung und Pflege mittelalterlicher Textilien. - In: Denkmale in Sachsen-Anhalt. - Weimar, 1983. - S. 381 - 388.
- Hauptmann, B.: Angewandte Textilmikroskopie. - 3. Aufl. - Leipzig, 1951.
- Hecht, E.: Welches Gewebe ist das? - Stuttgart, 1961.
- Hucke, J.; Bleck, R.-D.: Chemikalien und Rezepte. - 3. Aufl. - Weimar, 1985. - (Restaur. u. Mus.-techn.; 3).
- Hundt, H. J.: Vorgeschichtliche Gewebe aus dem Hallstätter Salzberg. - Jb. d. Röm.-German. Zentralmuseums Mainz 6 (1960) S. 66 - 94. München.
- Höhne, H.: Präparation und Bestimmung vorgeschichtlicher Textilreste. - Neue Museumskunde 7 (1964) S. 211 - 228, 306 - 319. Berlin.
- Jaques, R.: Die Restaurierung des Brandenburger Fastentuches. - Neue Museumskunde 23 (1980) S. 285 - 293. Berlin.
- Johl, C. H.: Altägyptische Webstühle und Brettchenweberei in Altägypten. - Nachdr. - Hildesheim, 1964. - (Untersuchungen zur Geschichte u. Altertumskunde Aegyptens; 8).
- Krüger, O.: Bindungslehre. - Leipzig, 1951.
- Kühn, H.: Erhaltung und Pflege von Kunstwerken und Antiquitäten 1. - München, 1974.
- Leene, J. E.: Textile Conservation. - London, 1972.
- Lehmann, M.: Über Brettchenweberei. - Berlin, 1901.
- Möllmann, H. A.: Welche Naturfaser ist das? - Stuttgart, 1960.
- Prüfen von Textilien 2. - 2. Aufl. - Leipzig, 1974.
- Richter, M.; Domscheit, K.: Restaurierung und Konservierung brüchiger Fahnen und anderer textiler Gewebe in Museen. Teil 2. - Neue Museumskunde 8 (1965) S. 30 - 52. Berlin.
- Rudenko, S. J.: Drevnesje v mire chudozestvennye kovry i tkani iz oledenelych kurganov Gornogo Altaja. - Moskva, 1968.
- Schlabow, K.: Textilfunde der Eisenzeit in Norddeutschland. - Neumünster, 1976. - (Göttinger Schr. z. Vor- u. Frühgesch.; 15).

- Schlabow, K.: Beiträge zur Erforschung der jungsteinzeitlichen und bronzezeitlichen Gewebetechnik Mitteldeutschlands. - Jschr. mitteldt. Vorgesch. 43 (1959) S. 101 - 120. Halle/Saale.
- Seiler-Baldinger, A.: Systematik der textilen Techniken. Basel, 1973. - (Basler Beitr. z. Ethnologie; 14).
- Tillmann, W. [Bearb.]: Spinnen und Weben. - Köln, 1981. - (Schr. d. Mus.-Vereins Dorenburg e. V.; 34).
- Ullemeyer, R.; Tidow, K.: Textil- und Lederfunde der Grabung Feddersen-Wierde. - In: Einzeluntersuchungen zur Feddersen Wierde. - Wiesbaden, 1981. - S. 77 - 152. - (Feddersen Wierde; 3).
- Untersuchungen von Textilien. - Leipzig, 1974.
- Valonen, N.: Geflechte und andere Arbeiten aus Birkenrindenstreifen. - Vammala, 1952). - (Kansatieteellinen Arkisto; 9).
- Vogt, E.: Geflechte und Gewebe der Steinzeit. - Basel, 1937. - (Monogr. z. Ur- u. Frühgesch. d. Schweiz; 1).
- Will, Chr.: Die Korbflechterei. - München, 1978.
- Zechlin, R.: Werkbuch für Mädchen und für alle, die Freude am Werken haben. - 30. Aufl. - Ravensburg, 1967.

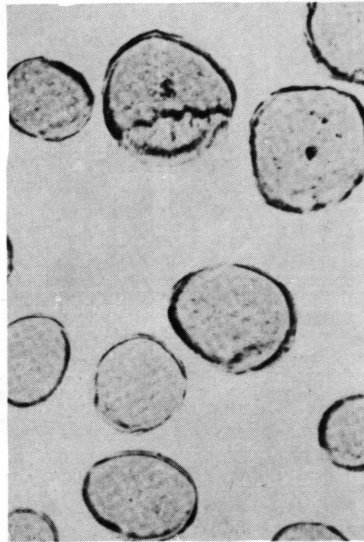
#### 9. Quellennachweis

- Taf. I, 1, 2, 3, VII, 91, 92, XIII, 73, 74, 75, XV, 81, 82, XIX, 100 aus Hauptmann, B.: Angewandte Textilmikroskopie. - Leipzig, 1951.
- Die Abb. 9, 10, 11 aus Seiler-Baldinger, A.: Systematik der textilen Techniken. - Basel, 1973.
- Taf. XXIII, 1 aus Joliet van den Berg, M. und H.: Brettchenweben. - Bern, 1975.
- Geflochtene Fischreuse Taf. XXIV: Die Rekonstruktion und zeichnerische Darstellung wurde in Zusammenarbeit mit Herrn H.-J. Barthel, Herrn A. Roscher und dem Verfasser erarbeitet (alle Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar).
- Geflochtene Matte Taf. XXV, XXVI: Nachgeflochten nach wissenschaftlichen und technischen Vorgaben des Verfassers von Frau Philippi, Weimar.
- Verkohlter Geweberest Taf. XXVII: Die zeichnerische Rekonstruktion wurde in Zusammenarbeit mit Herrn A. Roscher und dem Verfasser erarbeitet und von letzterem nachgewebt.
- Geweberest mit Diagenese Taf. XXVIII: Nach den webtechnischen und Ausrüstungsunterlagen wurde das Verarbeitungsgarn von Frau Elisabeth von Steinaecker, Weimar, mit der Hand gesponnen und vom Verfasser verwebt und bestickt.
- Gewebeabdruck Taf. XXIX, XXX: Das Fadenmaterial wurde von Frau Elisabeth von Steinaecker, Weimar, dem Originalbefund gemäß mit der Hand gesponnen und vom Verfasser verwebt.
- Textilien an Bronze Taf. XXXI - XXXV: An Hand der Bestimmungsergebnisse aus Feustel, R.: Bronzezeitliche Hügelgräberkultur im Gebiet von Schwarza (Südthüringen) - Weimar, 1958 - nachgesponnen und gewebt von Kunsthandwerksmeisterin Frau Elisabeth von Steinaecker, Weimar.

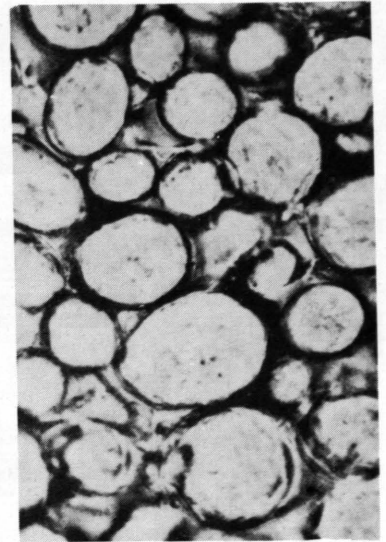




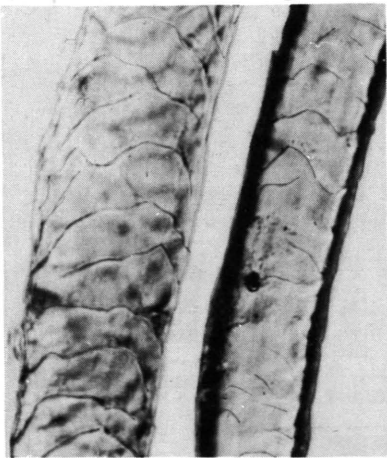
1  
Wolle, Querschnitt,  
Neuseeland,  
Vergr.: 270fach



2  
Wolle, Querschnitt,  
Mohair,  
Vergr.: 260fach



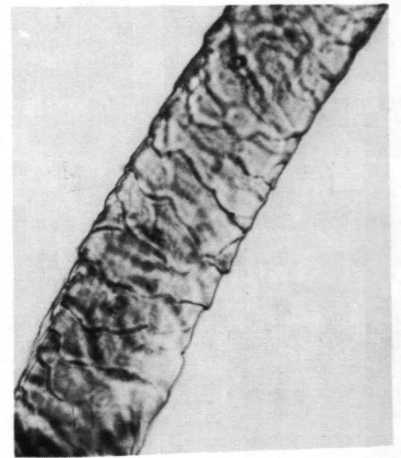
3  
Wolle, Querschnitt,  
Australische Wolle,  
Vergr.: 360fach



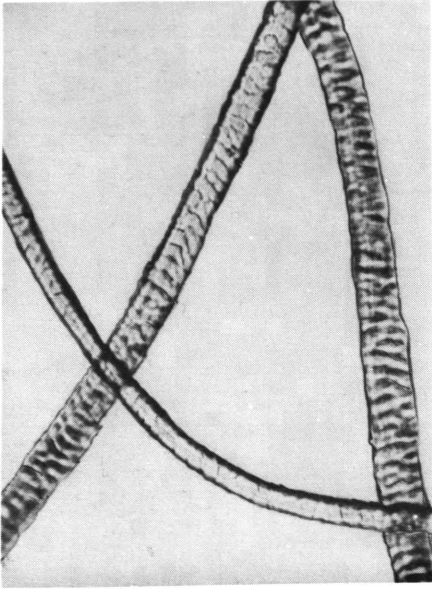
4  
Schurwolle,  
Wollhaar,  
Mikrovergr.: 160fach



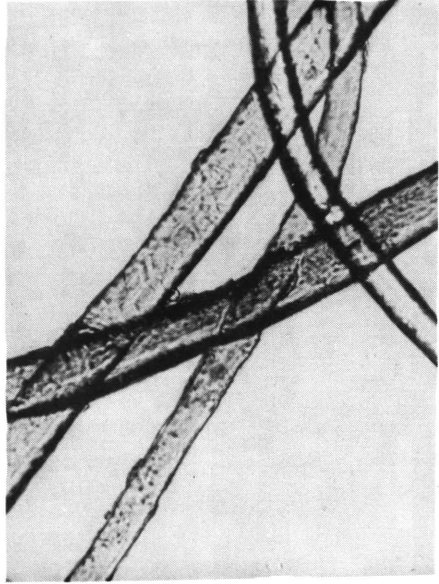
5  
Schurwolle,  
Wollhaar, dunkel,  
Mikrovergr.: 160fach



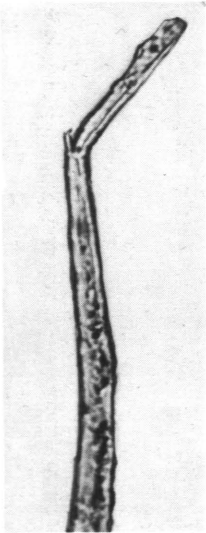
6  
Schurwolle,  
Wollhaar,  
Mikrovergr.: 160fach



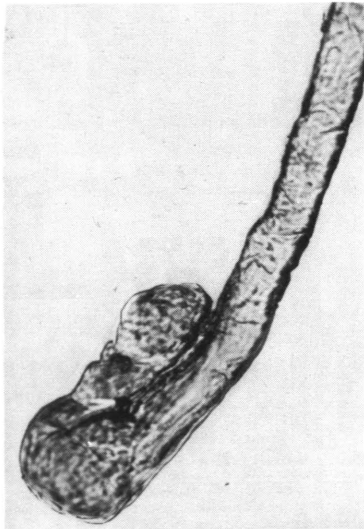
7  
Haut- und Gerberwolle,  
Woll- und Flaumhaare,  
Mikrovergr.: 64fach



8  
Haut- und Gerberwolle,  
Grannen- und Wollhaare,  
Mikrovergr.: 64fach



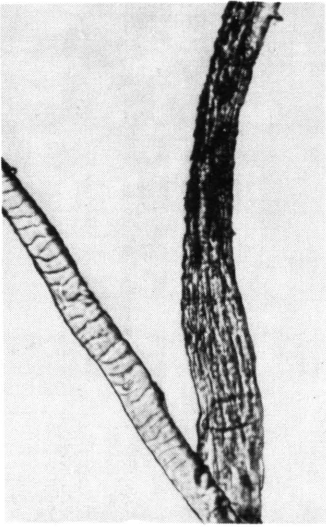
9  
Haut- und Gerberwolle,  
gebrochene Grannen-  
haarspitze, Landschaf,  
Mikrovergr.: 160fach



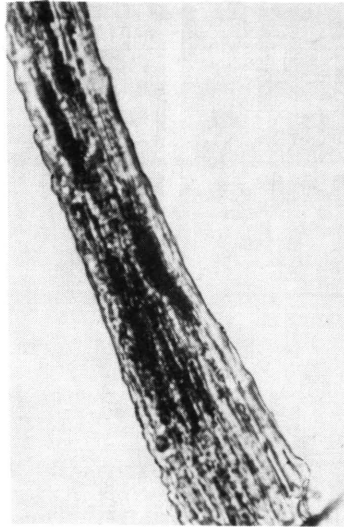
10  
Haut- und Gerberwolle,  
Haarzwiebelansatz,  
Landschaf,  
Mikrovergr.: 64fach



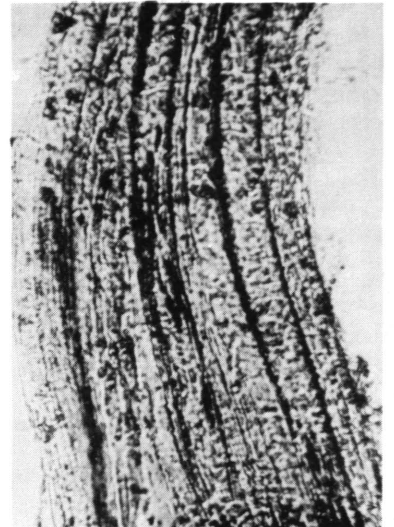
11  
Haut- und Gerberwolle,  
Haarzwiebelansatz,  
Mikrovergr.: 64fach



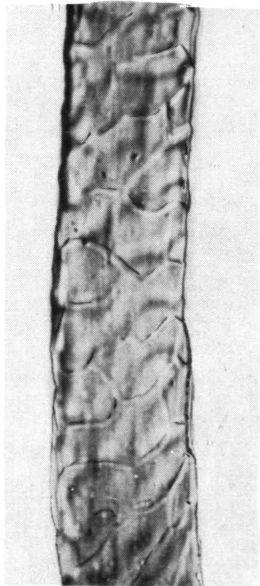
12  
Sterblingswolle,  
Haarzwiebelansatz,  
Landschaf, Lamm,  
Mikrovergr.: 160fach



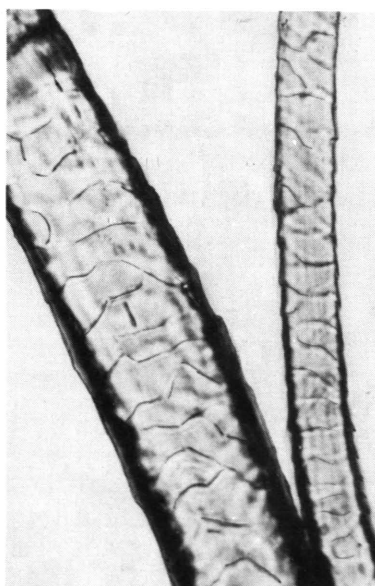
13  
Sterblingswolle,  
Haarzwiebelansatz,  
Mikrovergr.: 160fach



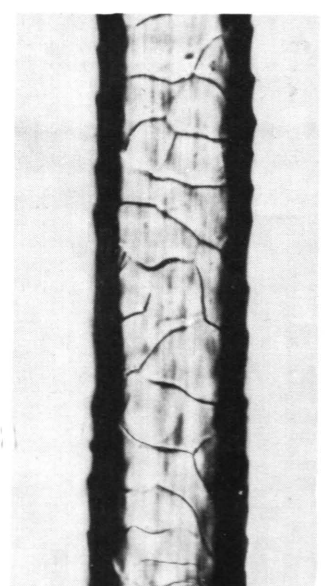
14  
Sterblingswolle,  
Wollfasern noch im  
Hautverband,  
Mikrovergr.: 160fach



15  
Woll- und Flaumhaare,  
Wollhaar,  
Crossbreadschaf,  
Mikrovergr.: 160fach



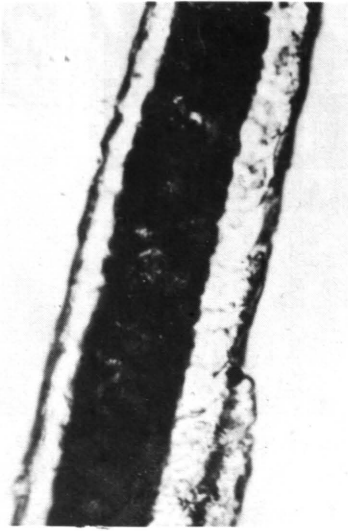
16  
Woll- und Flaumhaar,  
Schwarzkopfschaf,  
Mikrovergr.: 160fach



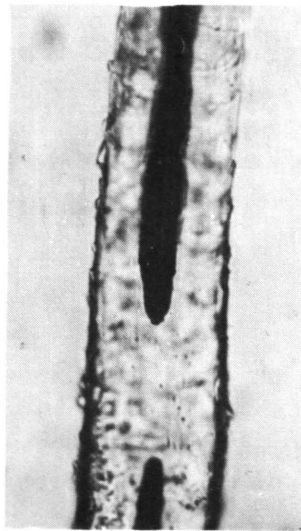
17  
Woll- und Flaumhaare,  
Wollhaar,  
Landschaf,  
Mikrovergr.: 160fach



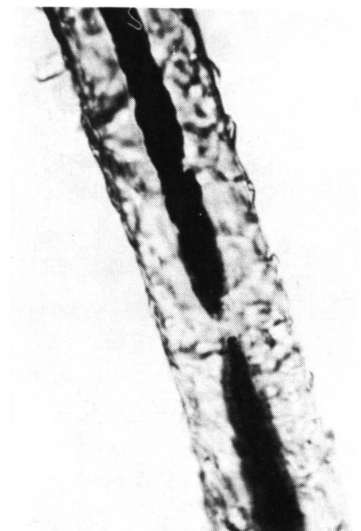
# IV



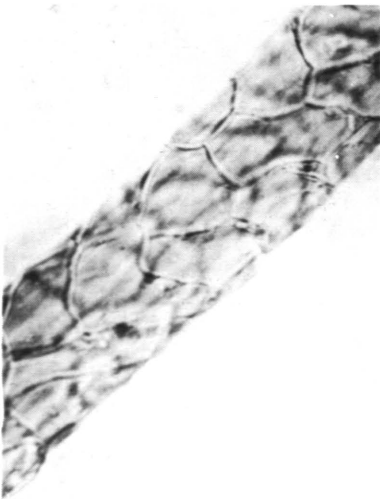
18  
Reine Grannenhaare,  
Grannenhaar mit durch-  
gehendem Markkanal,  
English Cheviot Schaf,  
Mikrovergr.: 160fach



19  
Grannenhaar mit  
unterbrochenem  
Markkanal,  
English Cheviot Schaf,  
Mikrovergr.: 160fach



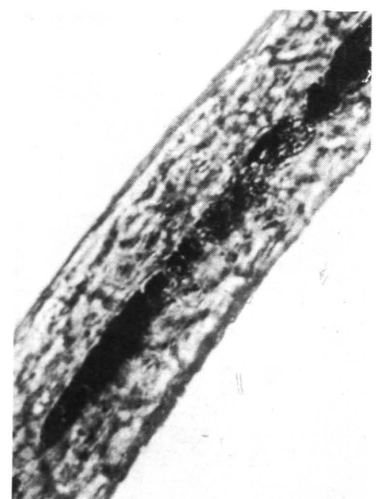
20  
Übergang vom Woll-  
zum Grannenhaar,  
English Cheviot Schaf,  
Mikrovergr.: 160fach



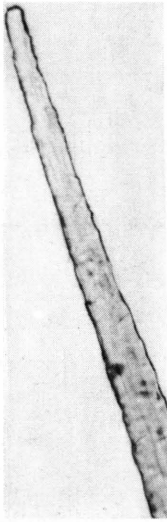
21  
Woll- und Grannenhaar-  
gemisch,  
Wollhaar, Landschaf,  
Mikrovergr.: 160fach



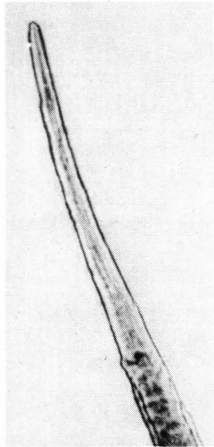
22  
Woll- und Grannenhaar-  
gemisch, Wollhaar mit  
Markkanalresten,  
Mikrovergr.: 160fach



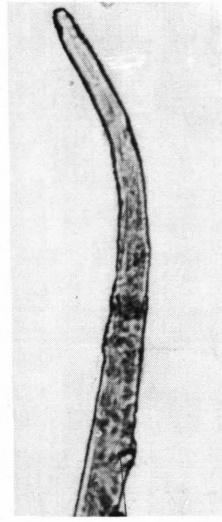
23  
Woll- und Grannenhaar-  
gemisch, dunkles  
Grannenhaar,  
Landschaf,  
Mikrovergr.: 160fach



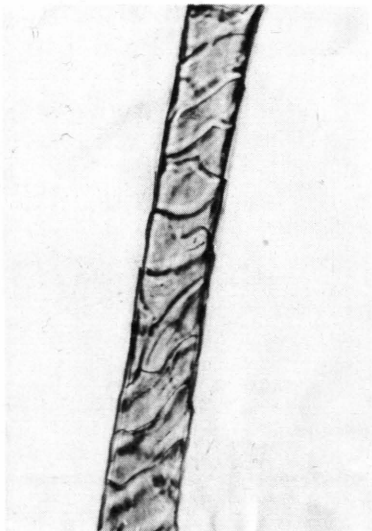
24  
Wollhaarspitze,  
English Cheviot Schaf,  
Mikrovergr.: 160fach



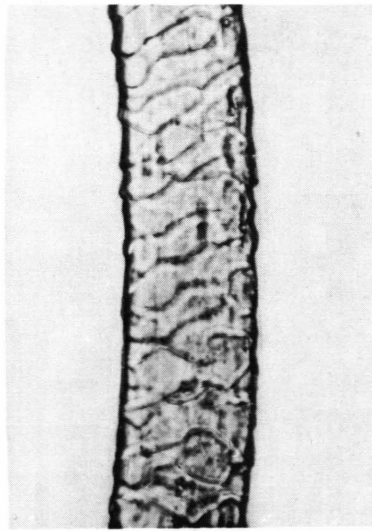
25  
Wollhaarspitze,  
Deutsches Landschaf,  
Mikrovergr.: 160fach



26  
Grannenhaarspitze,  
Deutsches Landschaf,  
Mikrovergr.: 160fach

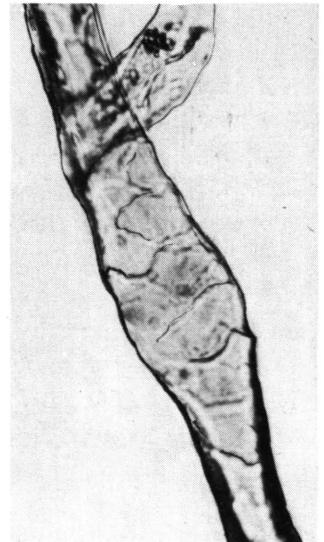
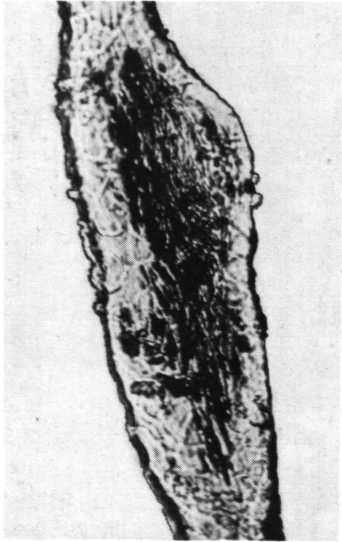


27  
Wollhaar, Lamm,  
Landschaf,  
Mikrovergr.: 160fach

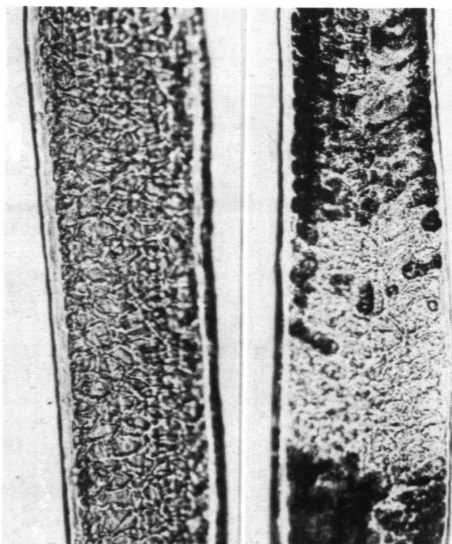


28  
Wollhaar, Muttertier,  
Schwarzkopfschaf,  
Mikrovergr.: 160fach

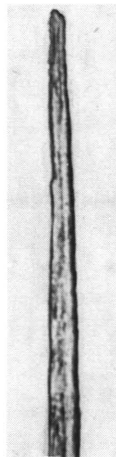
# VI



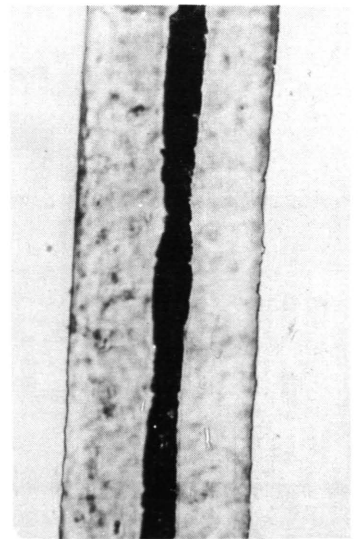
29a, b, c  
Naturkranke Wollhaare,  
Mikrovergr.: 160fach



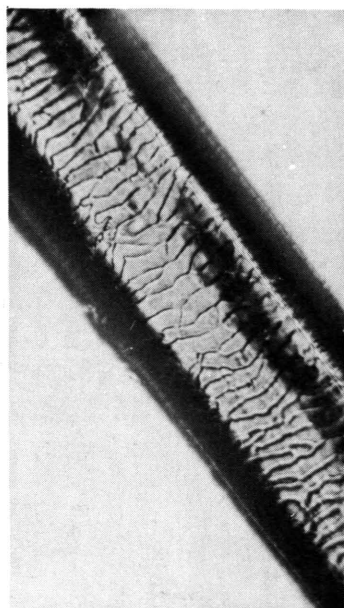
30  
Stichel- oder  
Schielhaar,  
Vergr.: 160fach



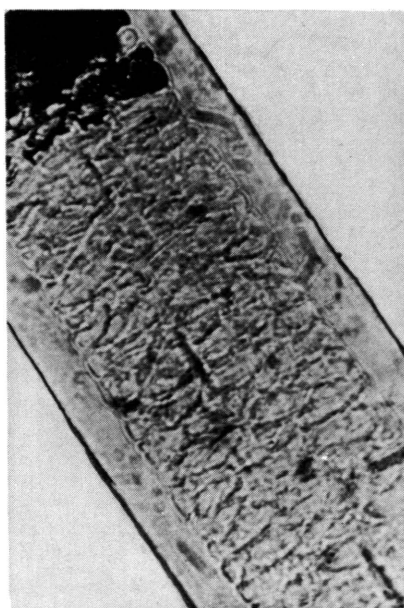
31  
Haarspitze,  
Hausziege, Jungtier,  
Mikrovergr.: 160fach



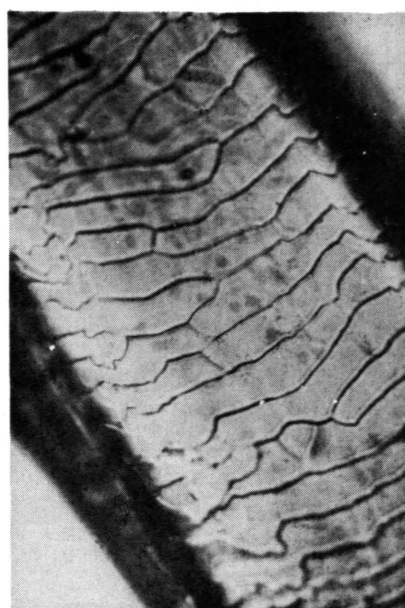
32  
Schurhaar, Ziege,  
Mikrovergr.: 160fach



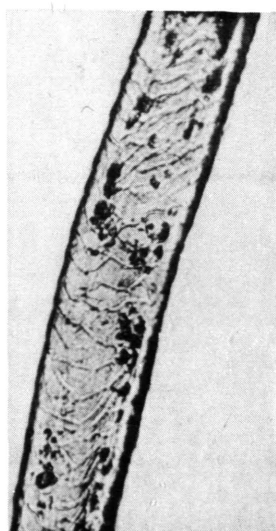
33  
Ziegenhaar,  
Duosan-Abdruck,  
Mikrovergr.: 160fach



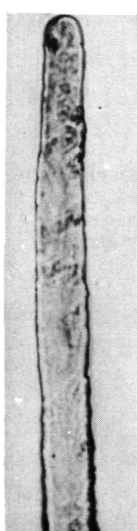
34  
Ziegenhaar,  
Hausziege,  
Nitrozelluloselack-  
einbettung,  
Mikrovergr.: 160fach



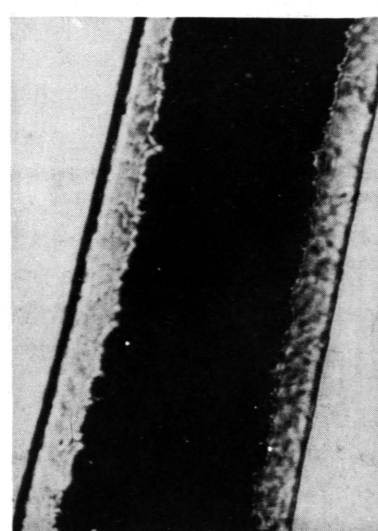
35  
Ziegenhaar,  
Hausziege,  
Duosan-Abdruck,  
Mikrovergr.: 160fach



36  
Ziegenhaar,  
Mohairziege,  
Pigmentauflagerungen,  
Mikrovergr.: 160fach

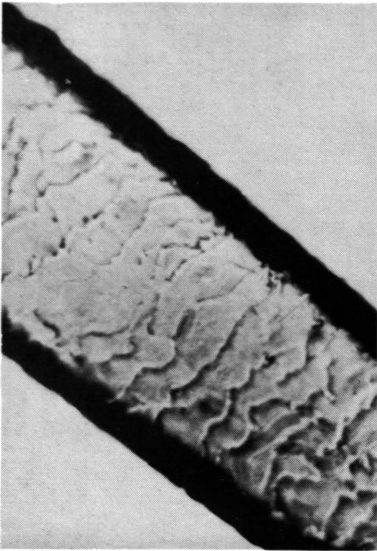


37  
Haarspitze,  
Pferd,  
Mikrovergr.: 160fach

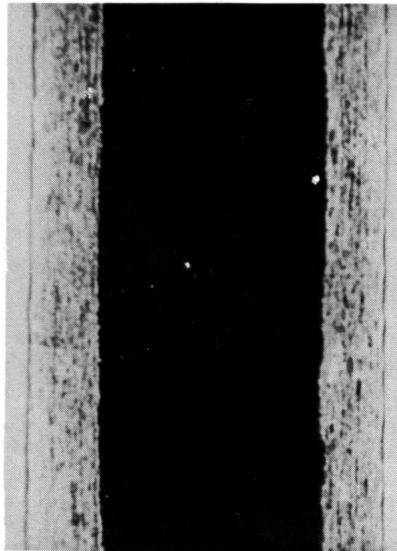


38  
Pferdehaar,  
Mikrovergr.: 160fach

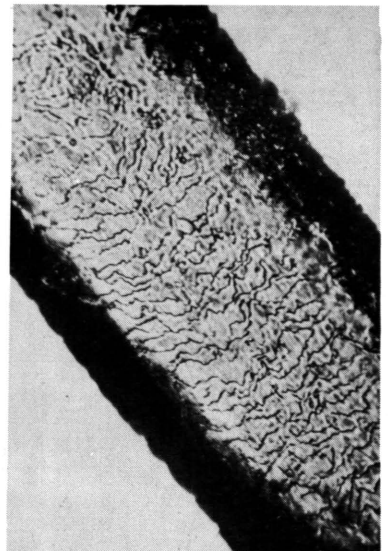
# VIII



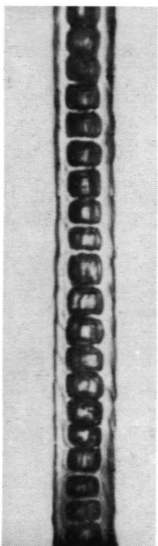
39  
Pferdehaar,  
Duosan-Abdruck,  
Mikrovergr.: 160fach



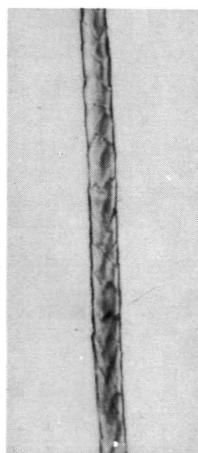
40  
Rinderhaar,  
Mikrovergr.: 160fach



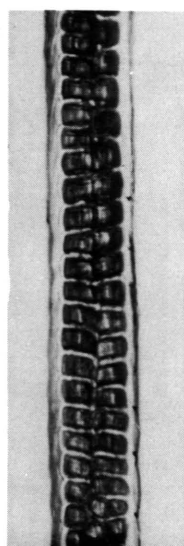
41  
Rinderhaar,  
Duosan-Abdruck,  
Mikrovergr.: 64fach



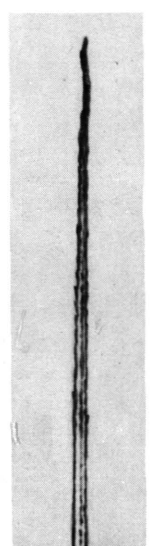
42  
Angorakaninhaar,  
einreihiger Mark-  
kanal,  
Mikrovergr.: 160fach

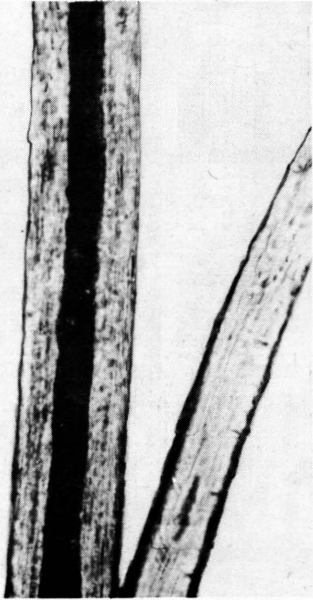


43  
Angorakaninhaar,  
ohne Markkanal,  
Mikrovergr.: 160fach

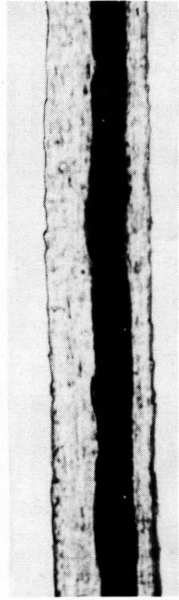


44a, b  
Wildkaninhaar,  
Haar mit zwei-  
reihigem Mark-  
kanal,  
Haarspitze,  
Mikrovergr.: 160fach

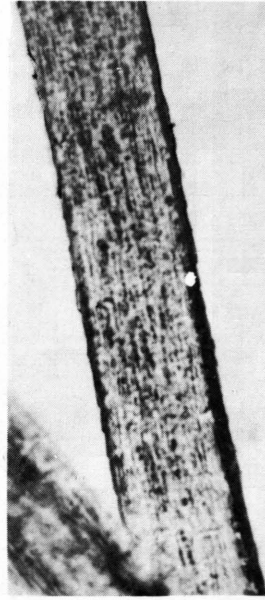




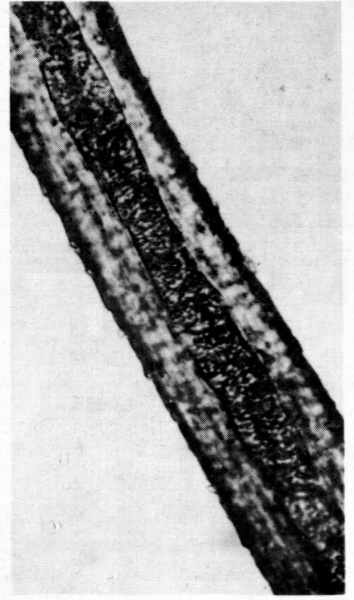
45  
Lamawolle,  
Flaum- und Grannenhaar,  
Mikrovergr.: 160fach



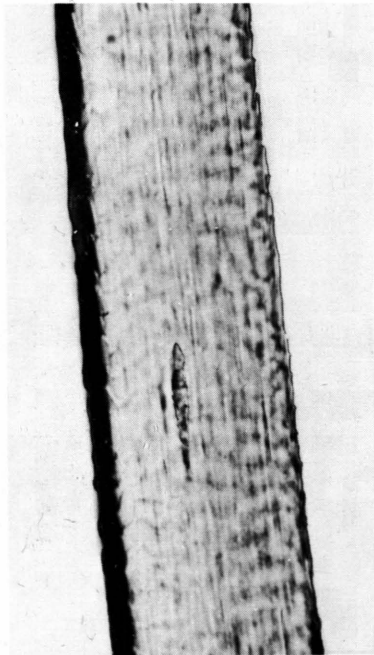
46  
Alpakawolle,  
Grannenhaar mit  
Markkanal,  
Mikrovergr.: 160fach



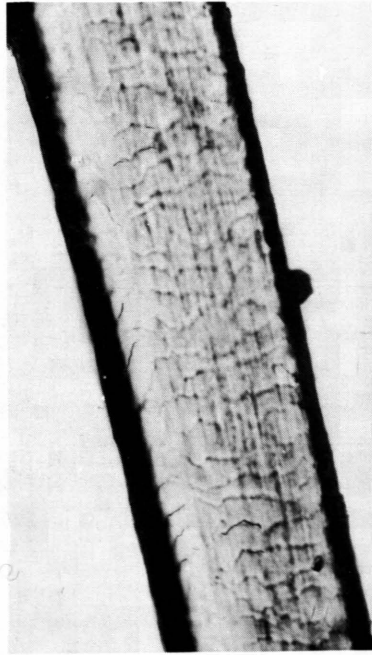
47  
Alpakawolle,  
Wollhaar,  
Mikrovergr.: 160fach



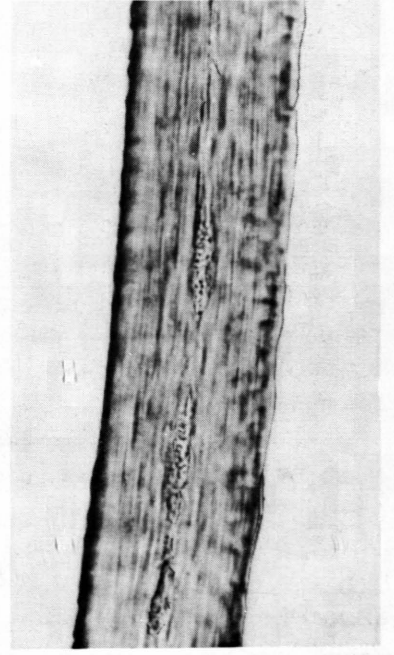
48  
Alpakawolle,  
Grannenhaar mit  
körnigem Mark-  
inhalt,  
Mikrovergr.: 160fach



49  
Menschenhaar,  
Markkanalrest,  
Mikrovergr.: 160fach

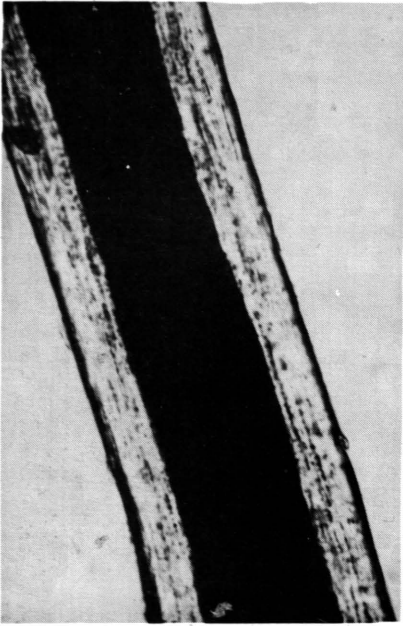


50  
Menschenhaar,  
Mikrovergr.: 160fach

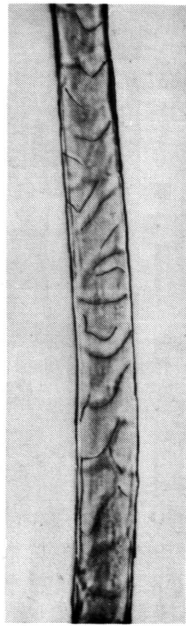


51  
Menschenhaar,  
unterbrochener  
Markkanal,  
Mikrovergr.: 160fach

# X



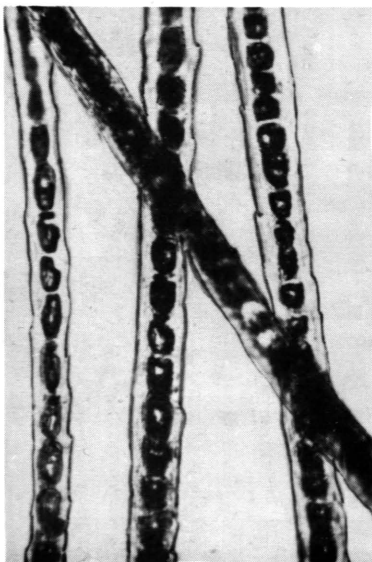
52  
Kamelhaar,  
Grannenhaar mit  
durchgehendem  
Markkanal,  
Mikrovergr.: 160fach



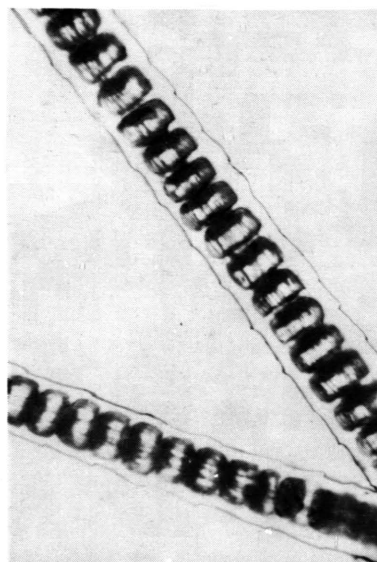
53  
Kamelhaar,  
Flaumhaar,  
Mikrovergr.: 160fach



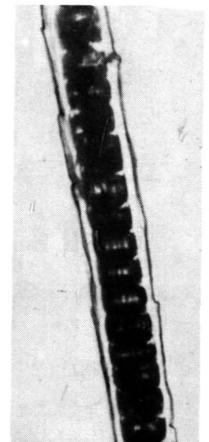
54  
Kamelhaar,  
Grannenhaar mit  
Markkanalresten,  
Mikrovergr.: 160fach



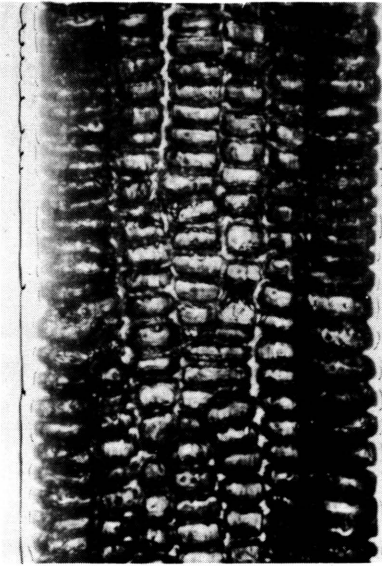
55  
Fuchshaar,  
einreihiger Mark-  
kanal,  
Mikrovergr.: 160fach



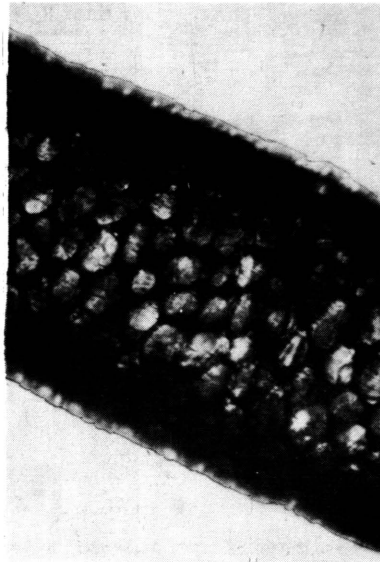
56  
Siebenschläferhaar,  
einreihiger Mark-  
kanal,  
Mikrovergr.: 160fach



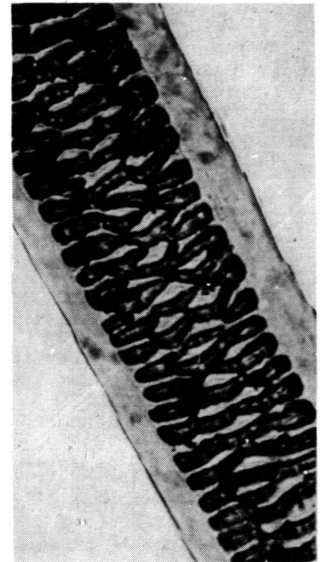
57  
Mäusehaar,  
einreihiger Markkanal  
Mikrovergr.: 160fach



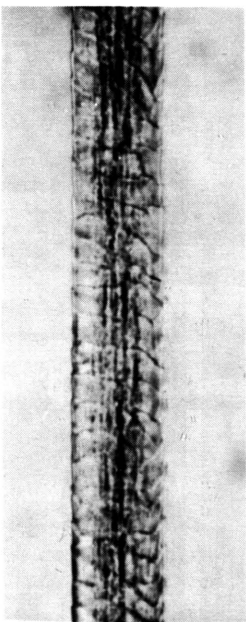
58  
 Hasenhaar,  
 Feldhase,  
 mehrröhiger Mark-  
 kanal,  
 Nitrozellulose-  
 lack-  
 einbettung,  
 Mikrovergr.: 160fach



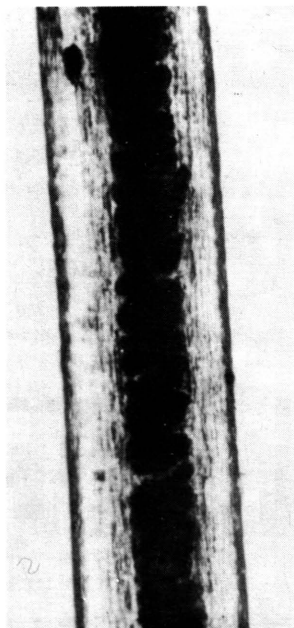
59  
 Rehhaar,  
 Nitrozellulose-  
 lack-  
 einbettung,  
 Mikrovergr.: 160fach



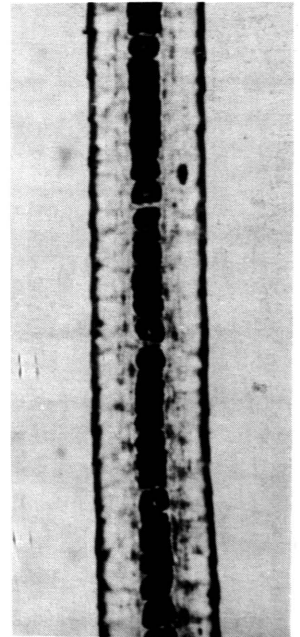
60  
 Wieselhaar,  
 Nitrozellulose-  
 lack-  
 einbettung,  
 Mikrovergr.: 160fach



61  
 Hundehaar,  
 feines Haar,  
 Mikrovergr.: 160fach



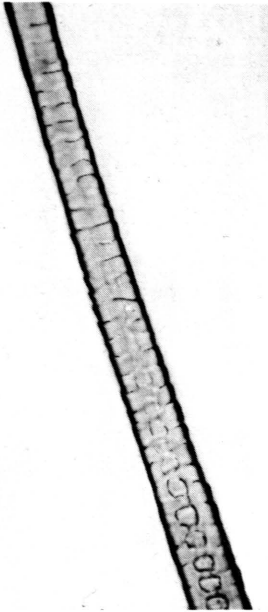
62  
 Hundehaar,  
 größeres Haar  
 mit Markkanal,  
 Mikrovergr.: 160fach



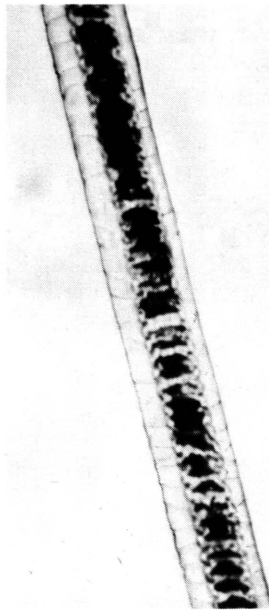
63  
 Hundehaar,  
 Markkanal,  
 Mikrovergr.: 160fach



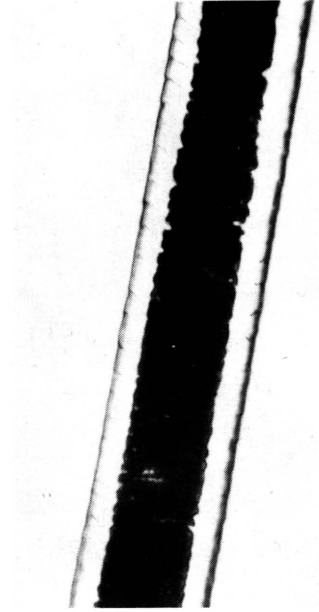
# XII



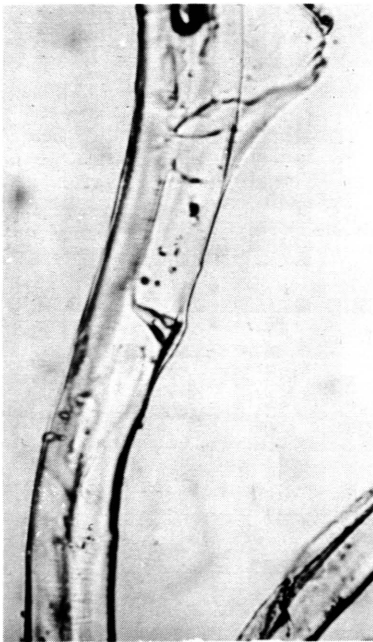
64  
Katzenhaar,  
feines Haar mit  
Markkanalansatz,  
Mikrovergr.: 160fach



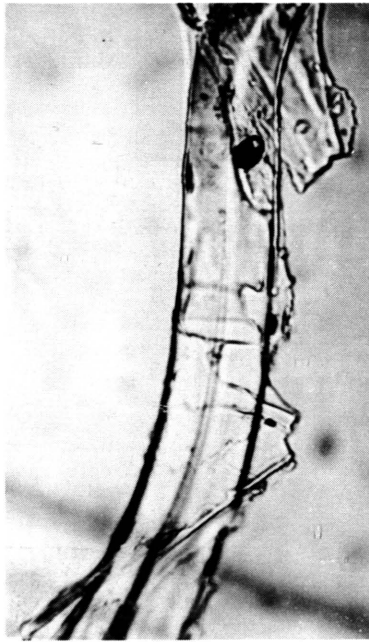
65  
Katzenhaar,  
durchgehender Mark-  
kanal,  
Mikrovergr.: 160fach



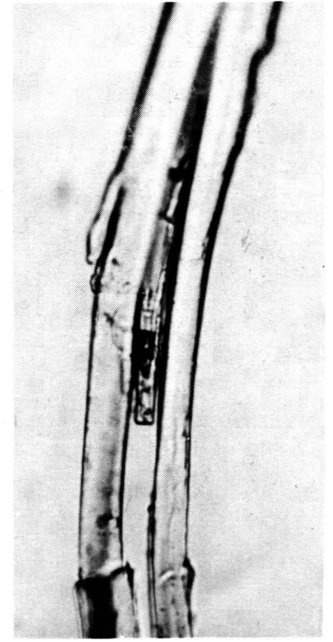
66  
Katzenhaar,  
gröberes Haar mit  
durchgehendem Mark-  
kanal,  
Mikrovergr.: 160fach



67  
Rohseide,  
Serizinhülle,  
Mikrovergr.: 160fach



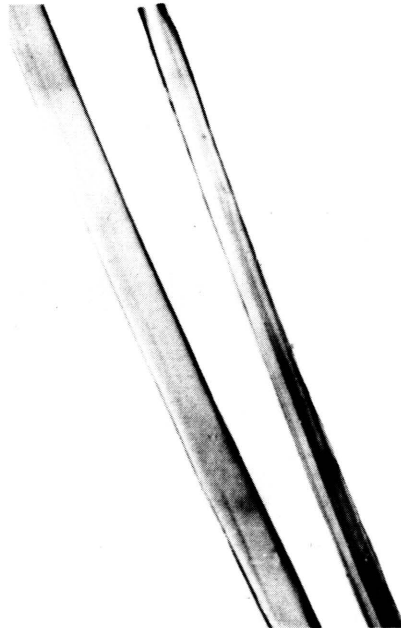
68  
Rohseide,  
Doppelfaden in  
Serizinhülle,  
Mikrovergr.: 160fach



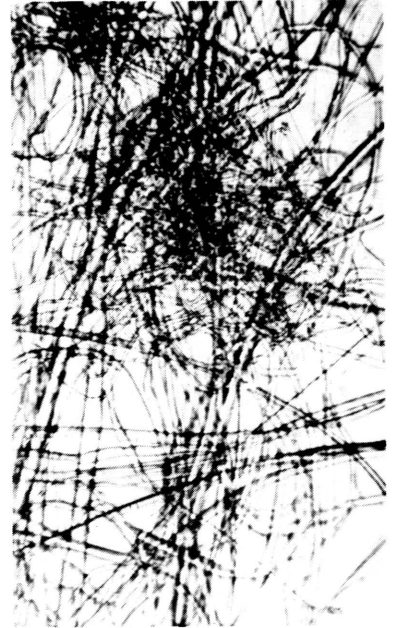
69  
Rohseide,  
Serizinhülle sprengt ab,  
Einzelfäden werden frei,  
Mikrovergr.: 160fach



70  
Entbastete Seide,  
Fiber,  
Mikrovergr.: 160fach



71  
Entbastete Seide,  
Mikrovergr.: 160fach



72  
Seide mit Sekundär-  
fäden, "Faserknötchen",  
Mikrovergr.: 64fach



73  
Entbastete Seide,  
Querschnitt,  
Vergr.: 800fach

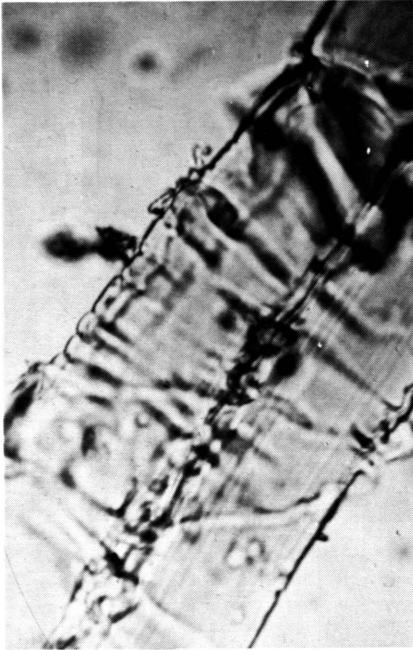


74  
Tussahseide,  
Vergr.: 270fach

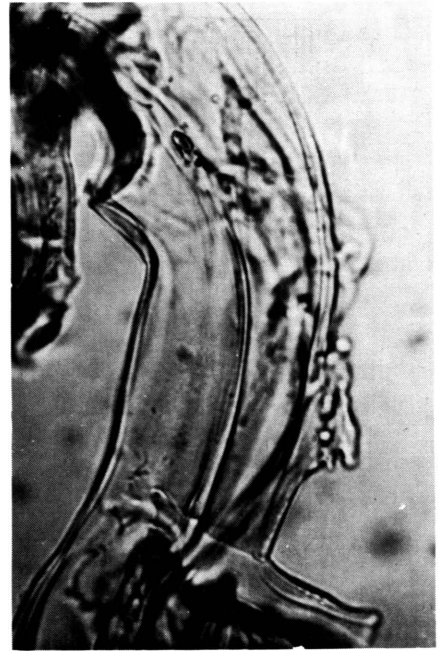


75  
Tussahseide,  
Querschnitt,  
Vergr.: 380fach

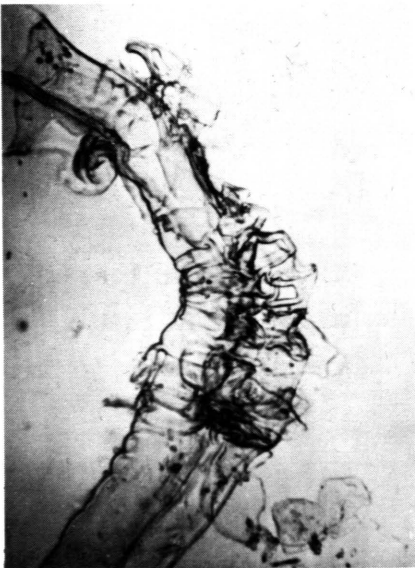
# XIV



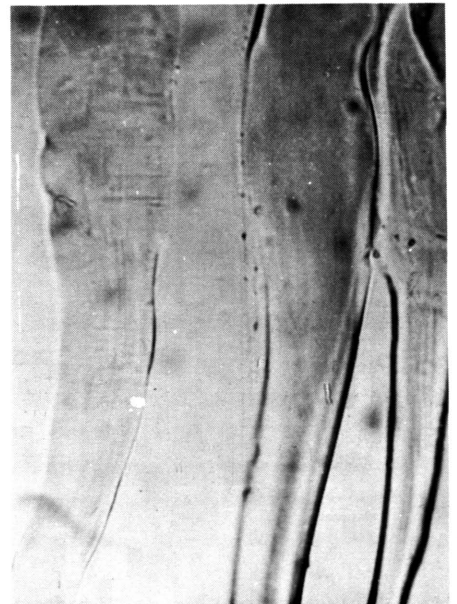
76  
Rohseide in Kuoxam,  
Serizinschlauch mit  
Faltenbildung,  
Mikrovergr.: 160fach



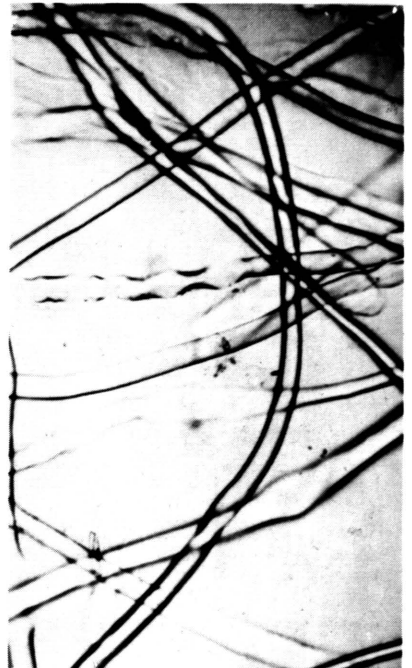
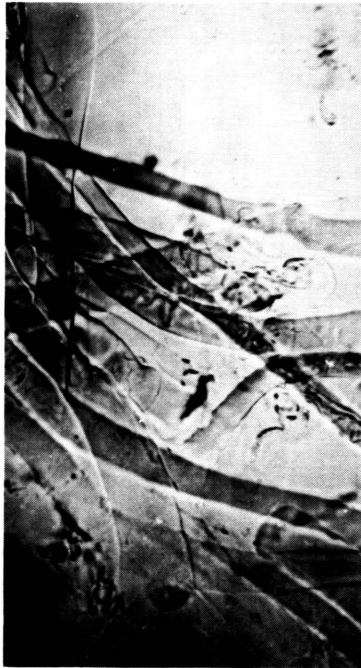
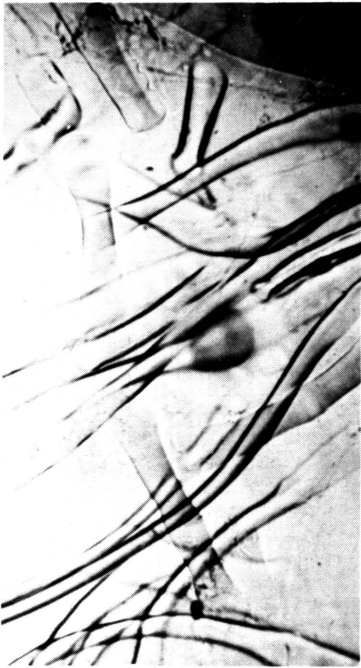
77  
Rohseide in Kuoxam,  
zurückgebliebener,  
leerer Serizinschlauch,  
Mikrovergr.: 160fach



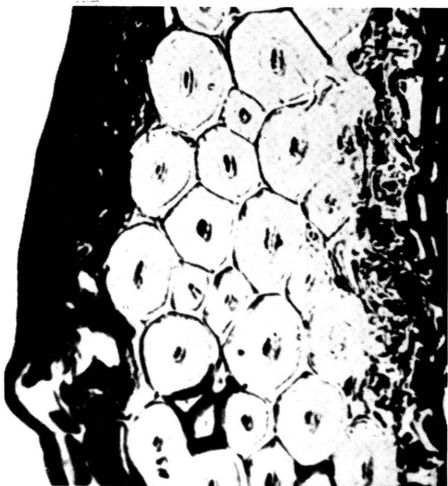
78  
Rohseide in Kuoxam,  
deutliche Faltenbildung  
der Serizinhülle,  
Mikrovergr.: 64fach



79  
Entbastete Seide in  
Kuoxam,  
Beginn der Quellung,  
Mikrovergr.: 160fach



80a, b, c  
Entbastete Seide  
in Kuoxam,  
Anfang des Quellungs-  
vorganges,  
Mikrovergr.: 64fach

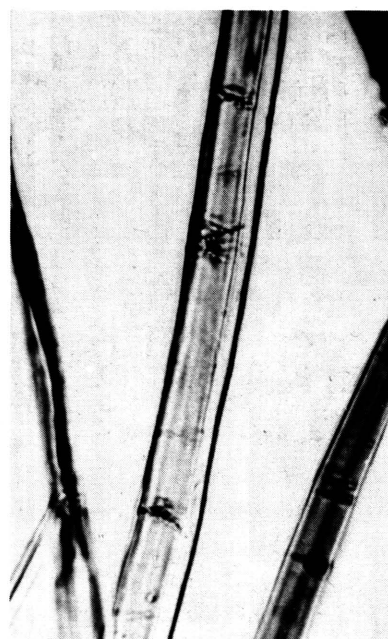
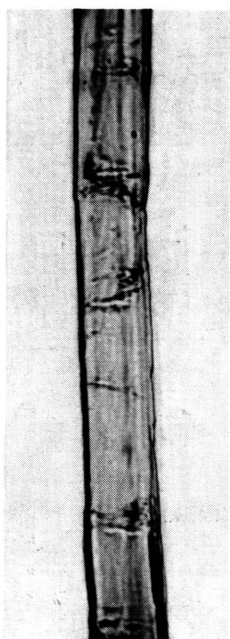
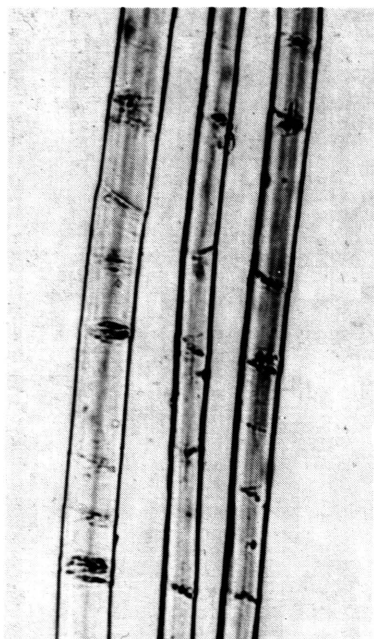


81  
Flachsfasern,  
Querschnitt,  
Fasern befinden  
sich noch im  
Stengelverband,  
Vergr.: 400fach



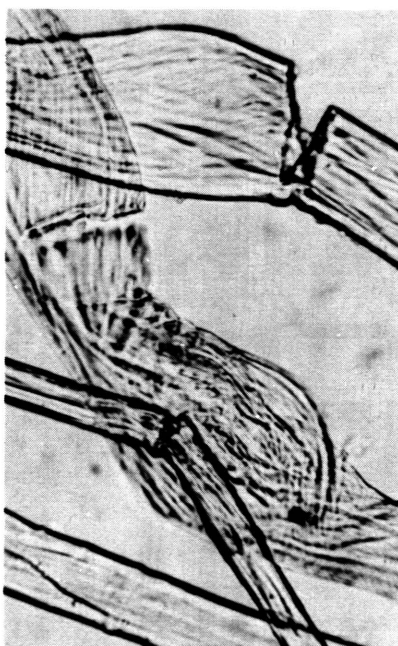
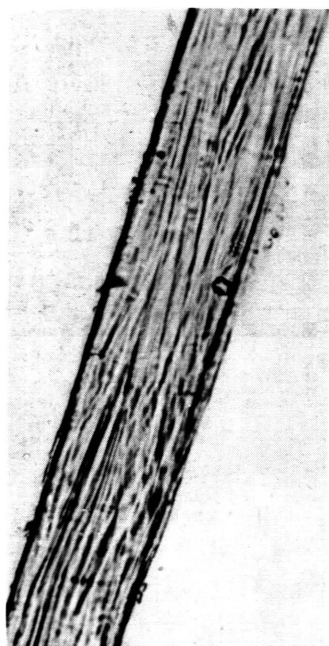
82  
Flachs, Stengelober-  
haut mit Spaltöffnungen,  
Vergr.: 120fach

# XVI



83a, b  
Flachsfasern,  
Verschlußstellen  
deutlich sichtbar,  
Mikrovergr.: 160fach

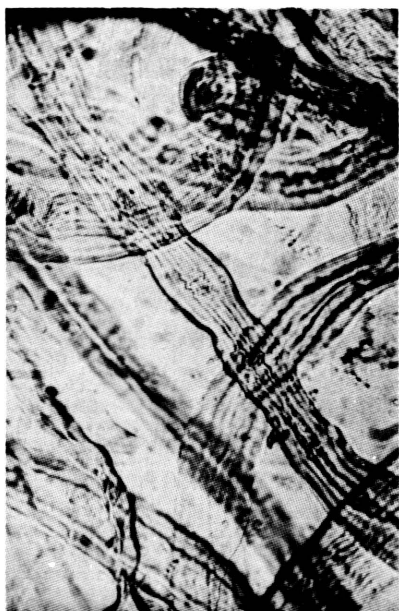
84  
Flachsfasern,  
gebleicht,  
Mikrovergr.: 160fach



85  
Flachsfaser in Kuoxam,  
Schrägstreifung,  
Mikrovergr.: 160fach

86  
Flachsfasern in Kuoxam,  
Bruchstellen, Schräg-  
streifung, Ausbuchtung,  
Mikrovergr.: 160fach

87  
Flachsfasern, gebleicht,  
in Kuoxam,  
Schrägstreifung,  
Mikrovergr.: 64fach



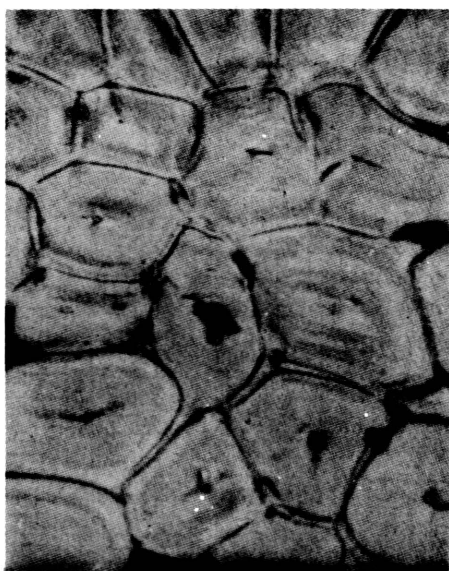
88  
Flachsfasern in Kuoxam  
fortschreitender Quell-  
vorgang,  
Mikrovergr.: 64fach



89  
Flachsfasern in Kuoxam,  
Faserenden "aufgebläht",  
Mikrovergr.: 64fach



90  
Flachsfasern, gebleicht,  
in Kuoxam,  
Protoplasmafaden deutlich  
sichtbar,  
Mikrovergr.: 64fach

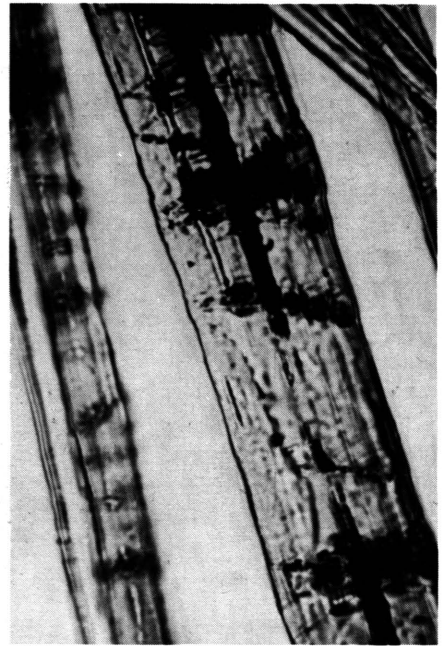
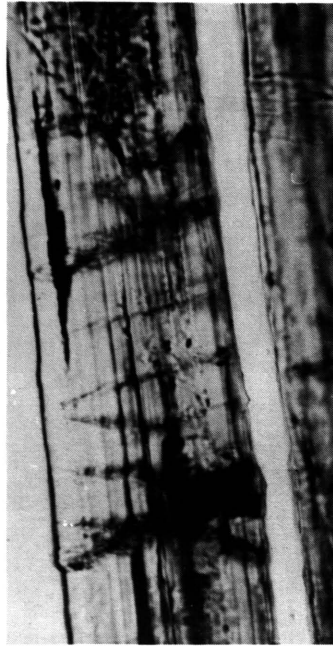
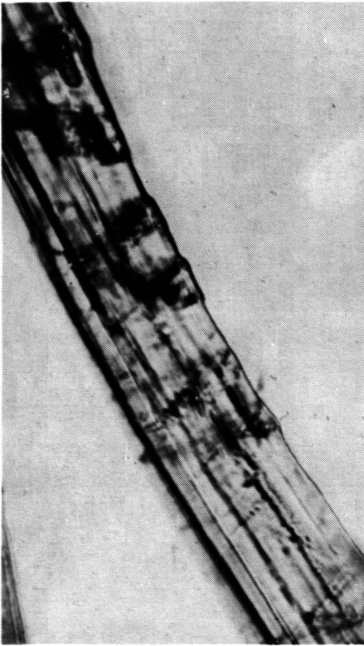


91  
Hanffasern,  
Querschnitt,  
Vergr.: 650fach

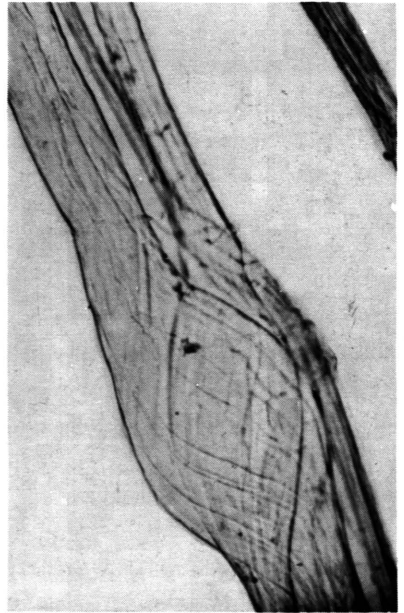
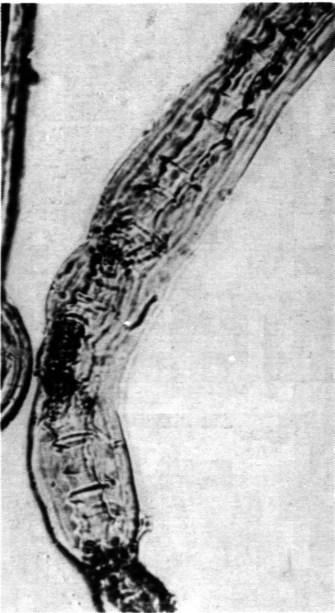


92  
Hanf, Stengelober-  
haut mit Haaren,  
Vergr.: 90fach

# XVIII



93a, b, c  
Hanffasern,  
Verschlußstellen (X)  
deutlich sichtbar,  
Mikrovergr.: 160fach



94  
Hanffasern in Kuoxam,  
Beginn der Quellung,  
Mikrovergr.: 160fach

95  
Hanffasern in Kuoxam,  
fortschreitende Quellung,  
Beginn der Zusammen-  
schränkung,  
Mikrovergr.: 64fach

96  
Hanffaser in Kuoxam,  
blasenartige Quellung  
der Zellwand,  
Schrägstreifung,  
Mikrovergr.: 64fach



97  
Hanffaser in Kuoxam,  
Schichtung der Zellwand,  
Mikrovergr.: 64fach



98  
Hanffasern in Kuoxam,  
Schrägstreifung,  
Protoplasmafaden,  
Mikrovergr.: 64fach



99  
Hanffaser gebleicht,  
in Kuoxam,  
unterbrochener Proto-  
plasmafaden,  
Mikrovergr.: 64fach

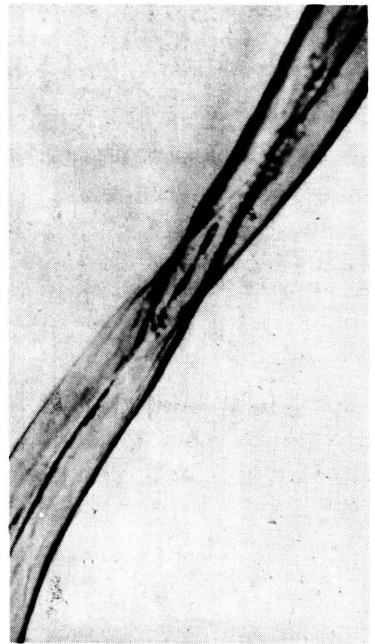
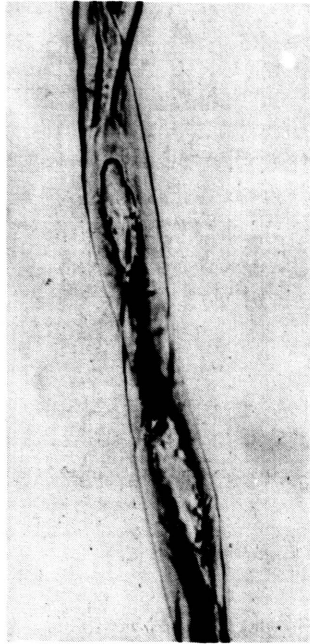
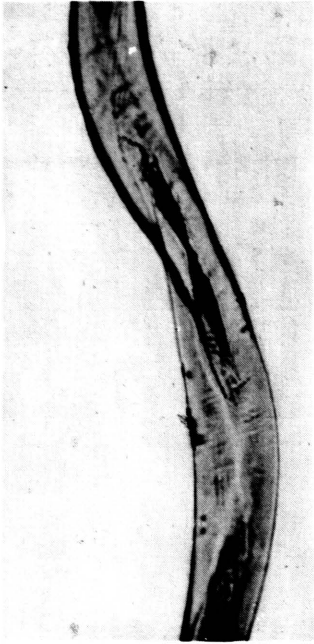


100  
Baumwollfasern,  
Querschnitt,  
Vergr.: 560fach



101  
Baumwollfasern,  
Übersicht,  
Mikrovergr.: 64fach





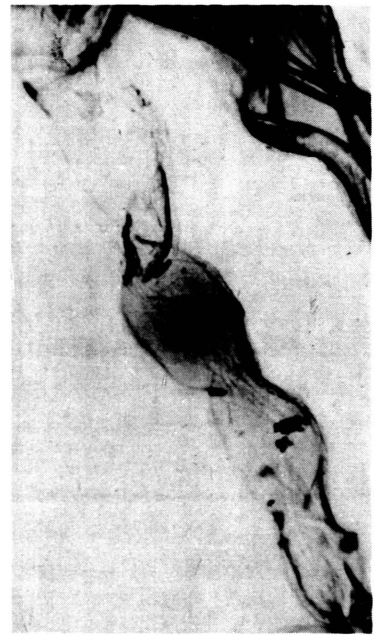
102a, b, c  
Einzelne Baumwollfasern  
Mikrovergr.: 160fach



103  
Baumwollfaser in Kuoxam,  
Beginn der Quellung,  
Mikrovergr.: 160fach



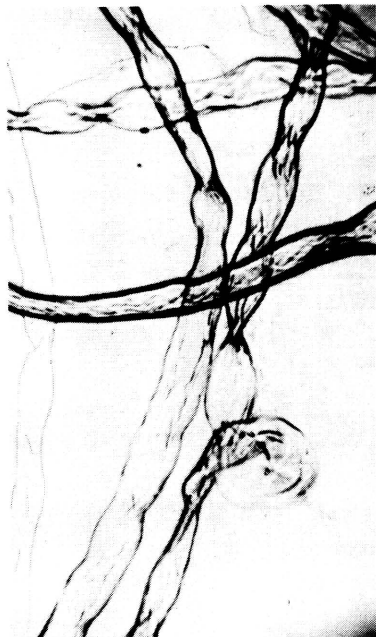
104  
Baumwollfasern, ge-  
bleicht, in Kuoxam,  
gleichmäßiges Auf-  
quellen, Quersfältelung,  
Mikrovergr.: 160fach



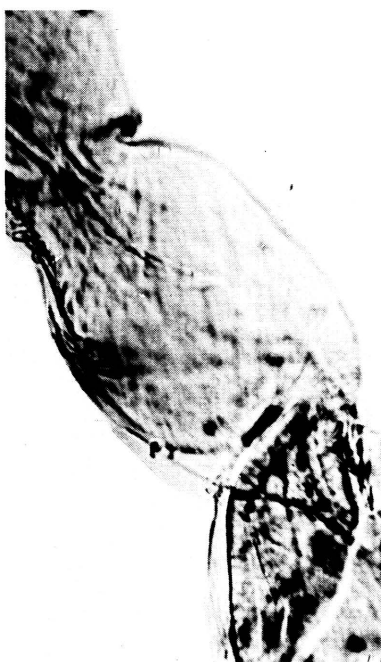
105  
Baumwollfaser in  
Kuoxam, Beginn des  
Zusammenziehens,  
Mikrovergr.: 64fach



106  
Baumwollfasern in  
Kuoxam, Bildung von  
"Zellulosebäuchen",  
Mikrovergr.: 64fach



107  
Baumwollfasern in  
Kuoxam,  
gebleichte und rohe,  
Mikrovergr.: 160fach



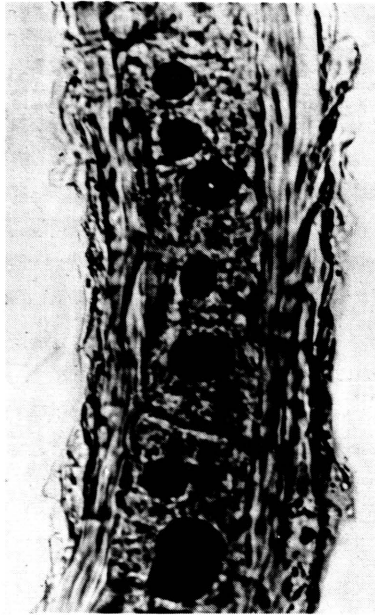
108  
Baumwollfaser in Kuoxam,  
kugelförmige Aufblähung,  
äußere Spiralstreifung,  
Mikrovergr.: 160fach



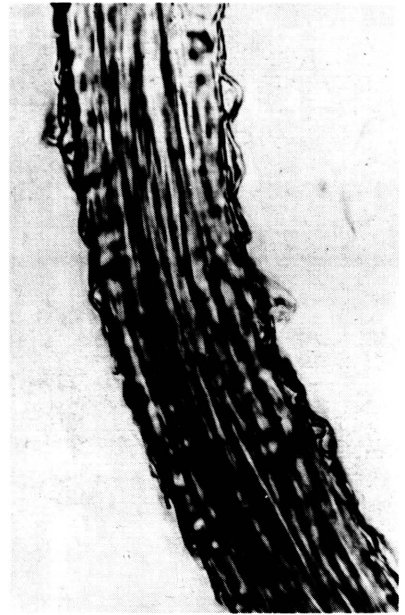
109  
Baumwollfasern in Kuoxam,  
Kutikula und protoplasma-  
tische Reste der Zellwand,  
Mikrovergr.: 160fach



110  
Wolle, Beginn einer  
Säureschädigung,  
Mikrovergr.: 160fach



111  
Wolle, säuregeschädigt,  
im Markkanal Luftblasen,  
Mikrovergr.: 160fach



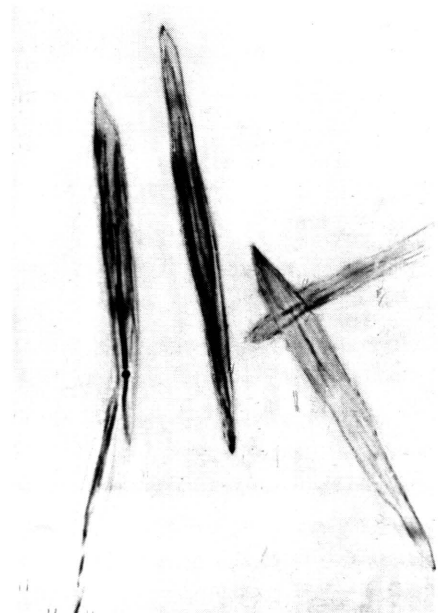
112  
Wolle, säuregeschädigt,  
Schuppenschicht fast  
abgebaut,  
Mikrovergr.: 160fach



113  
Wolle, säuregeschädigt,  
Schuppenschicht zerstört,  
Fibrillenschicht liegt frei,  
Mikrovergr.: 160fach



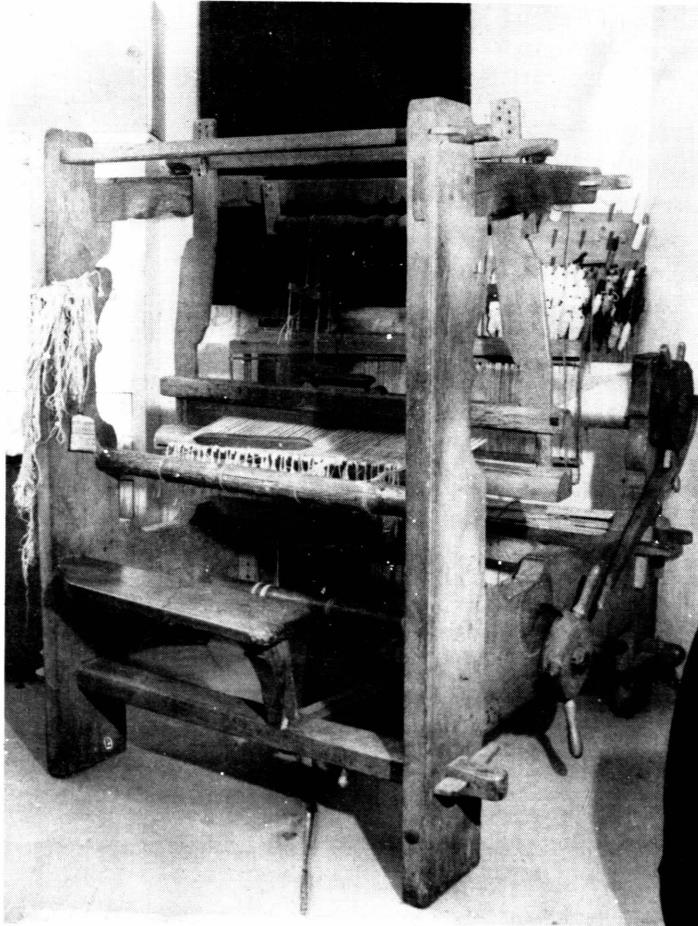
114  
Wolle, säuregeschädigt,  
Fibrillen lösen sich aus  
dem Verband,  
Mikrovergr.: 160fach



115  
Wolle, säuregeschädigt,  
Einzelfibrillen,  
Mikrovergr.: 320fach



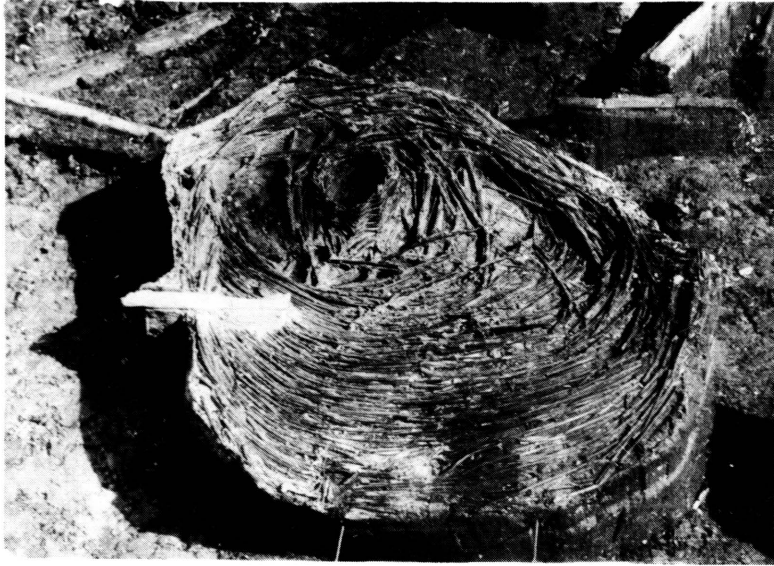
1



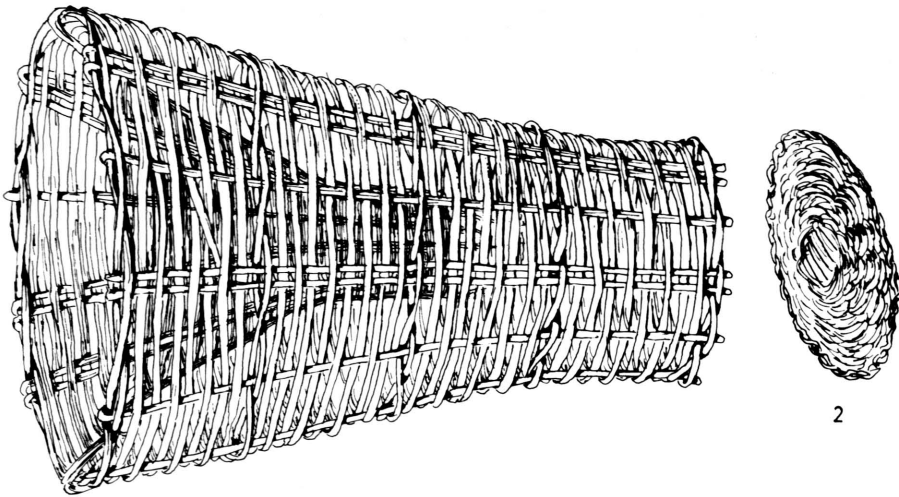
2

1 Brettchen-Webgerät (Grabfund der Königin Asa, 9. Jh.); - 2 Schaftwebstuhl

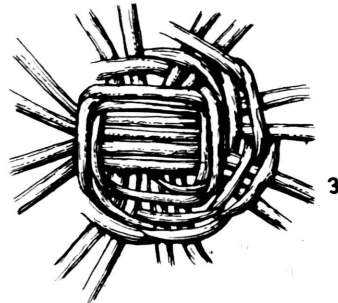
# XXIV



1

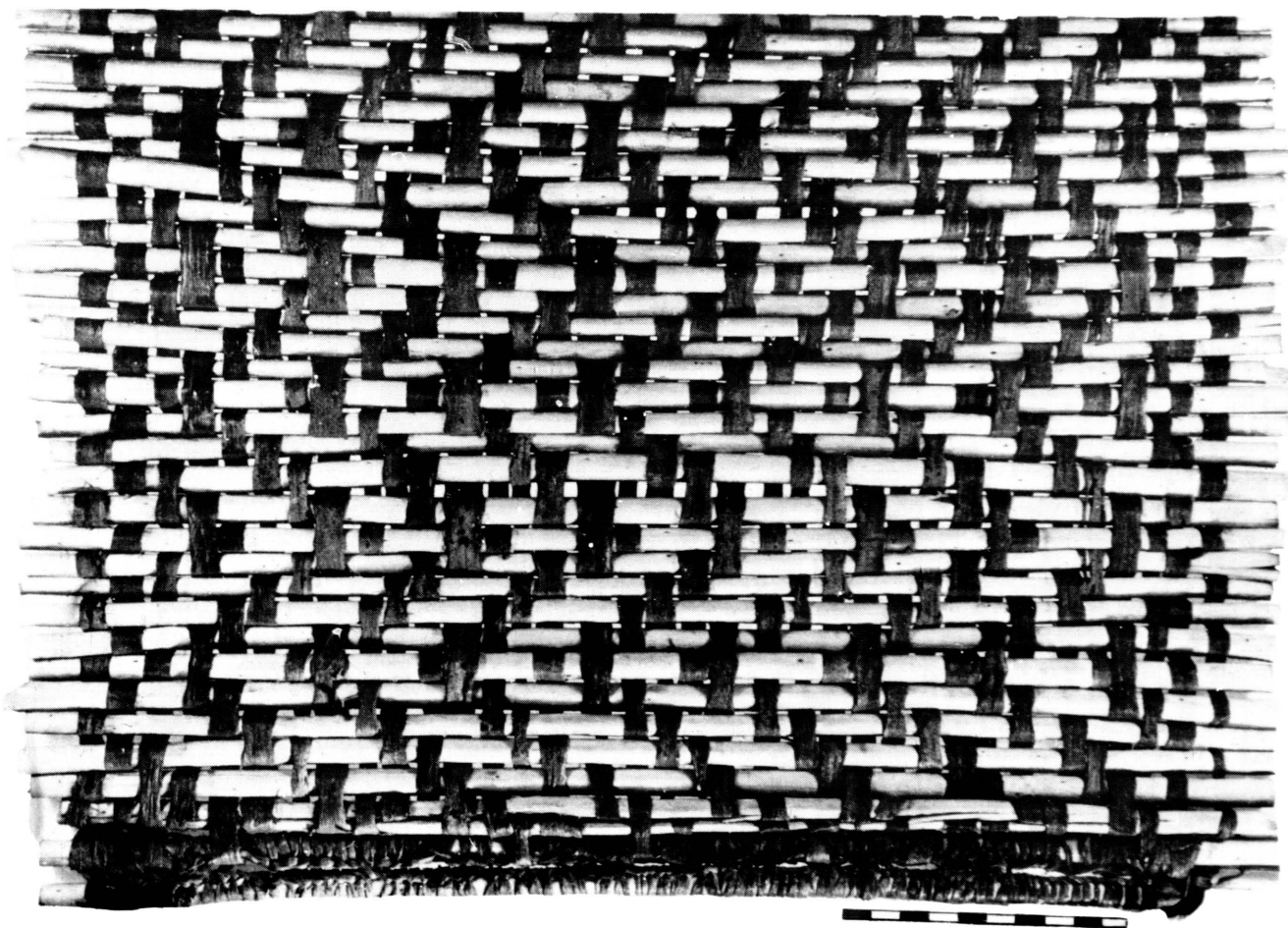
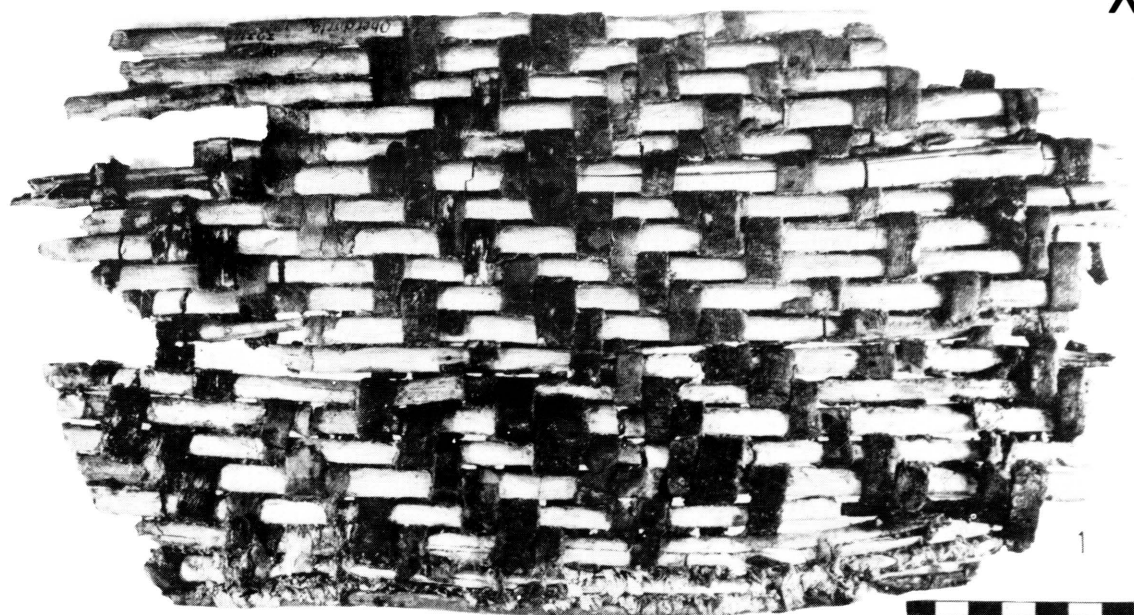


2

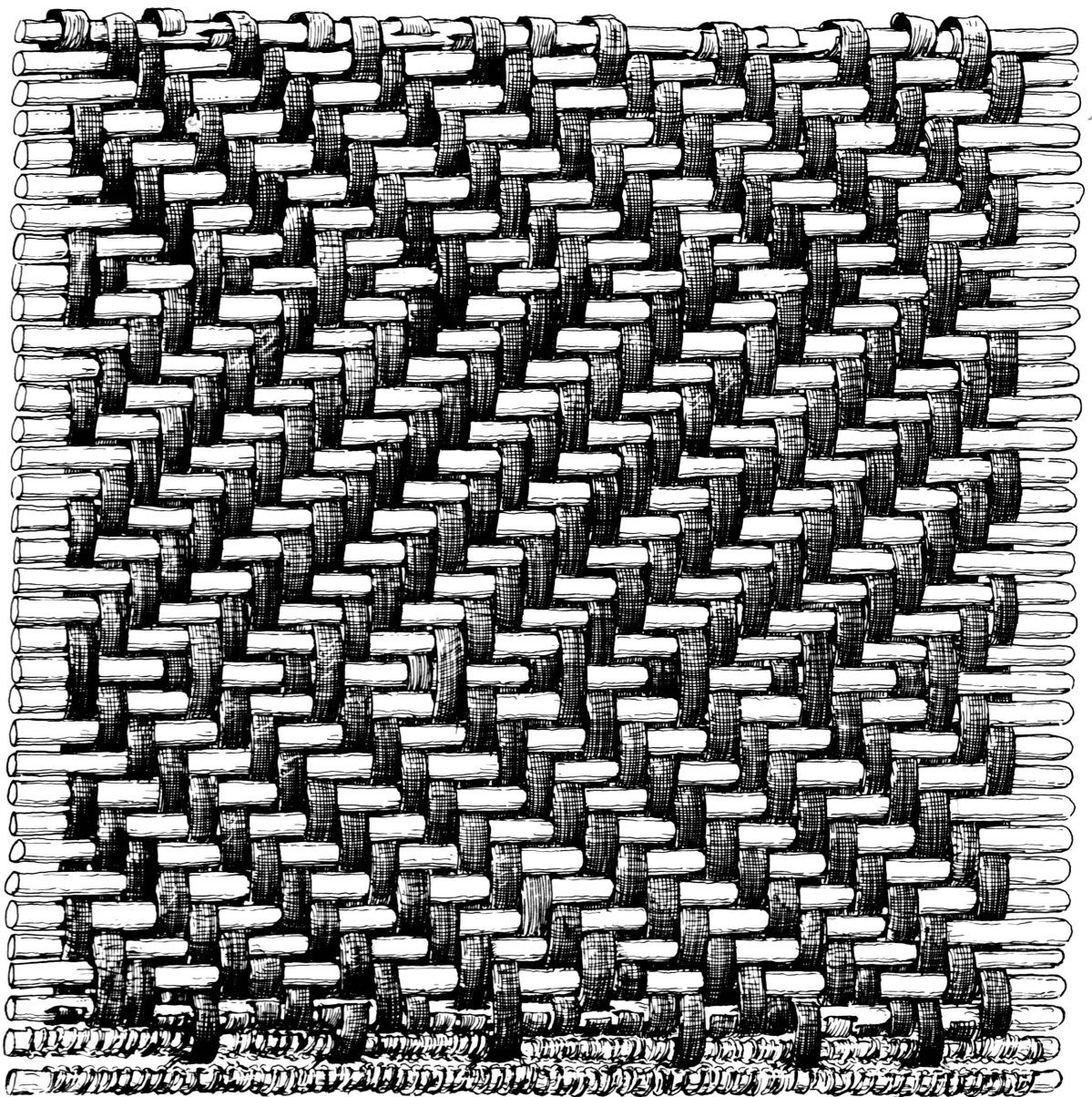
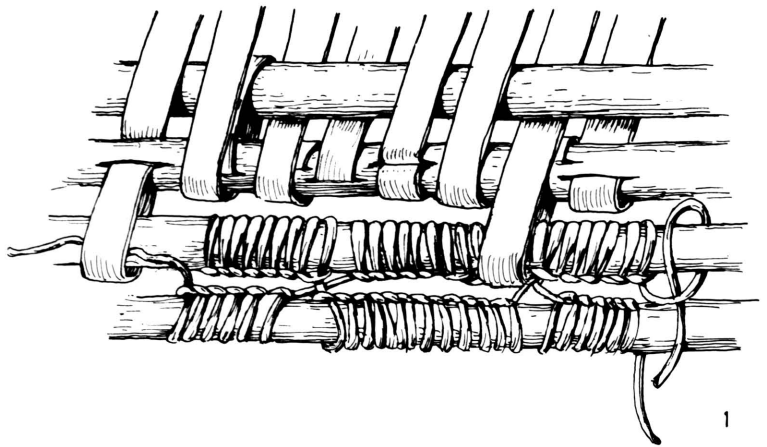


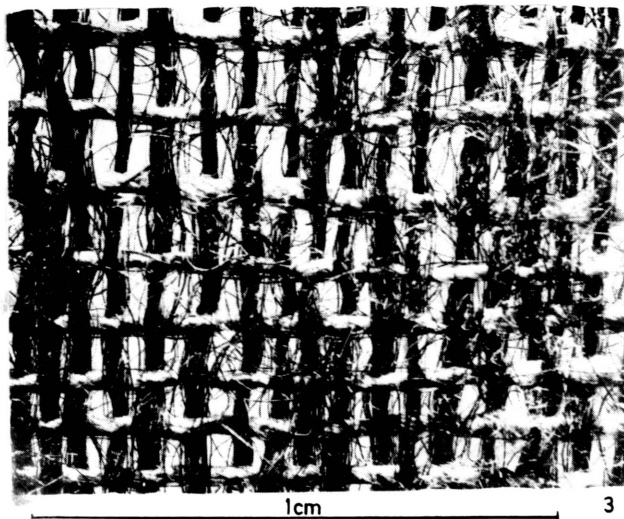
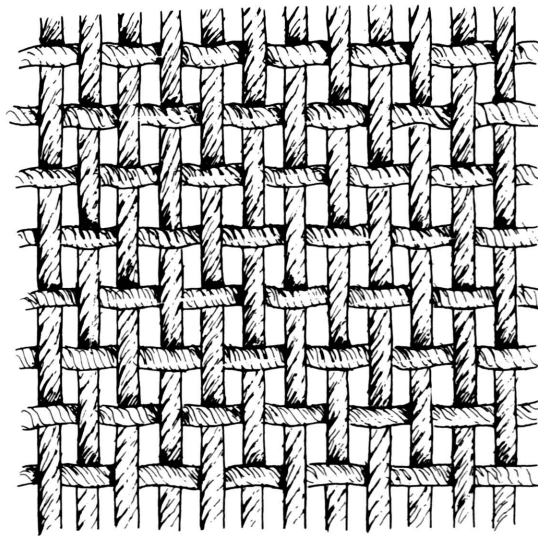
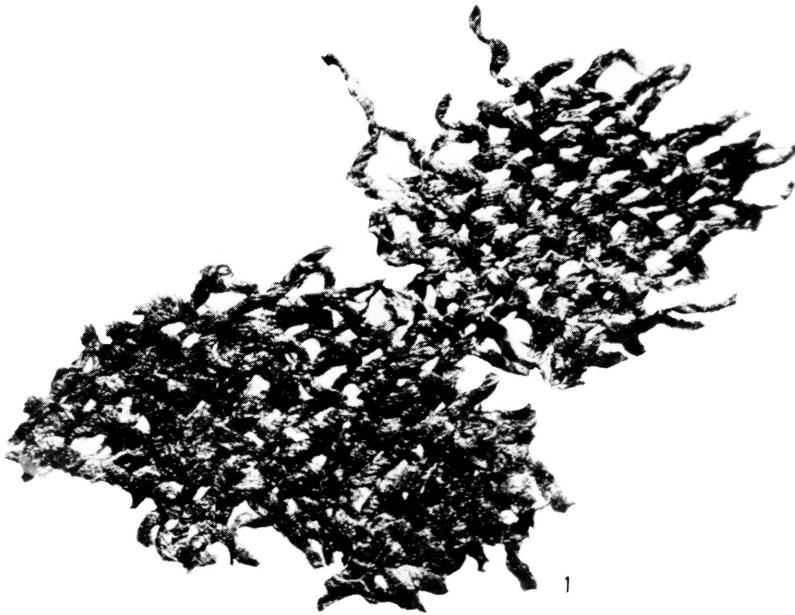
3

1 Fundzustand der Fischreuse; - 2 zeichnerische Rekonstruktion; - 3 Deckeldetail in  
Zwirnbinden



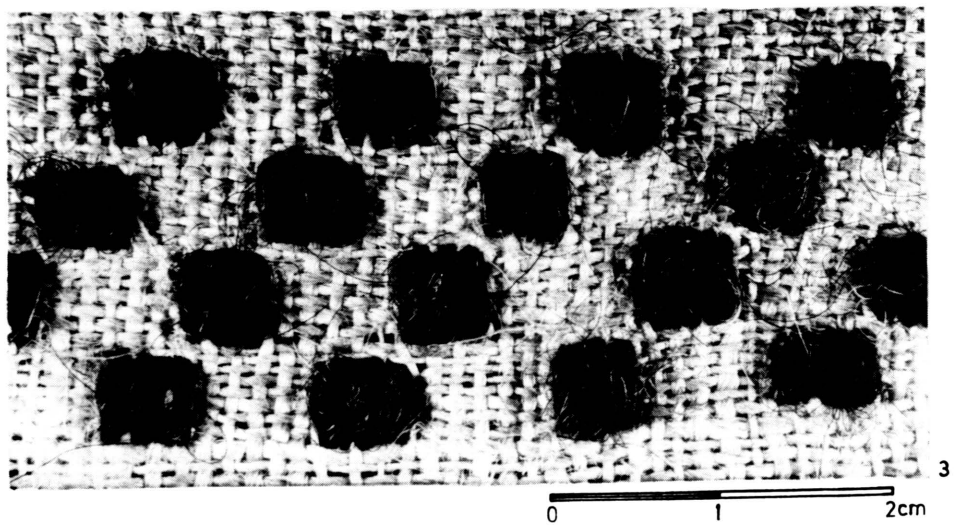
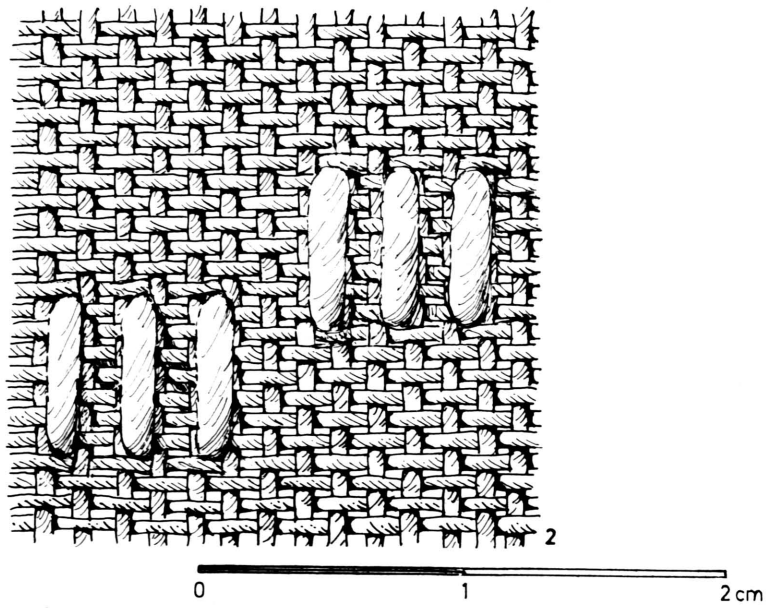
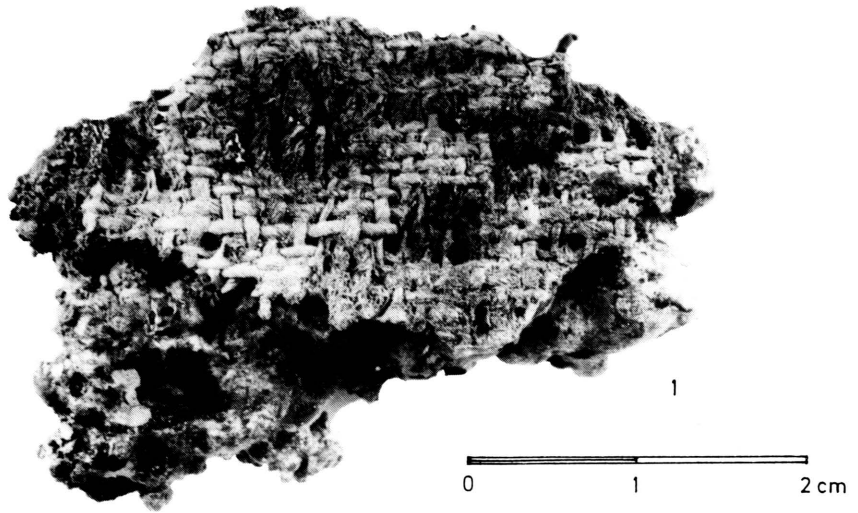
1 Geflochtene Matte, Original; - 2 Probegeflecht, verkürzter Zickzack-Köper





1 Verkohltes Gewebe, Original; - 2 schematische Darstellung; - 3 rekonstruiertes Gewebe

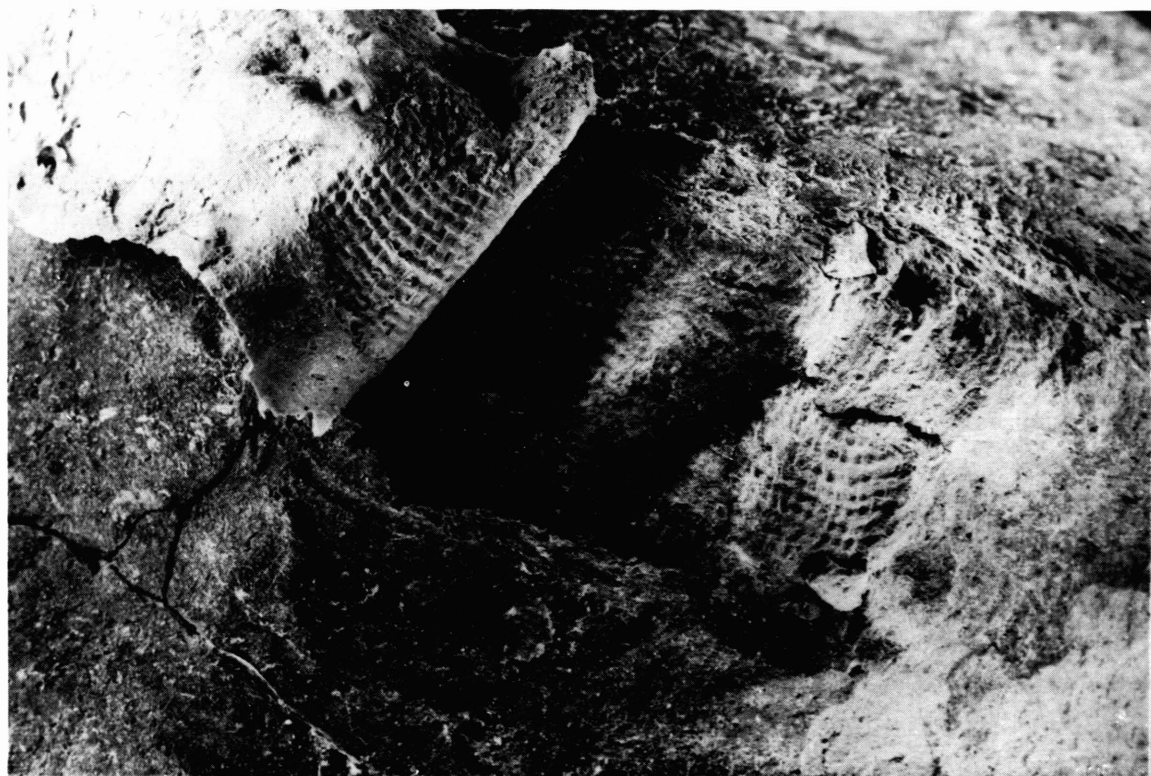




1 Geweberest mit Diagenese; - 2 schematische Darstellung des Textils; - 3 Rekonstruktion des bestickten Gewebes



1

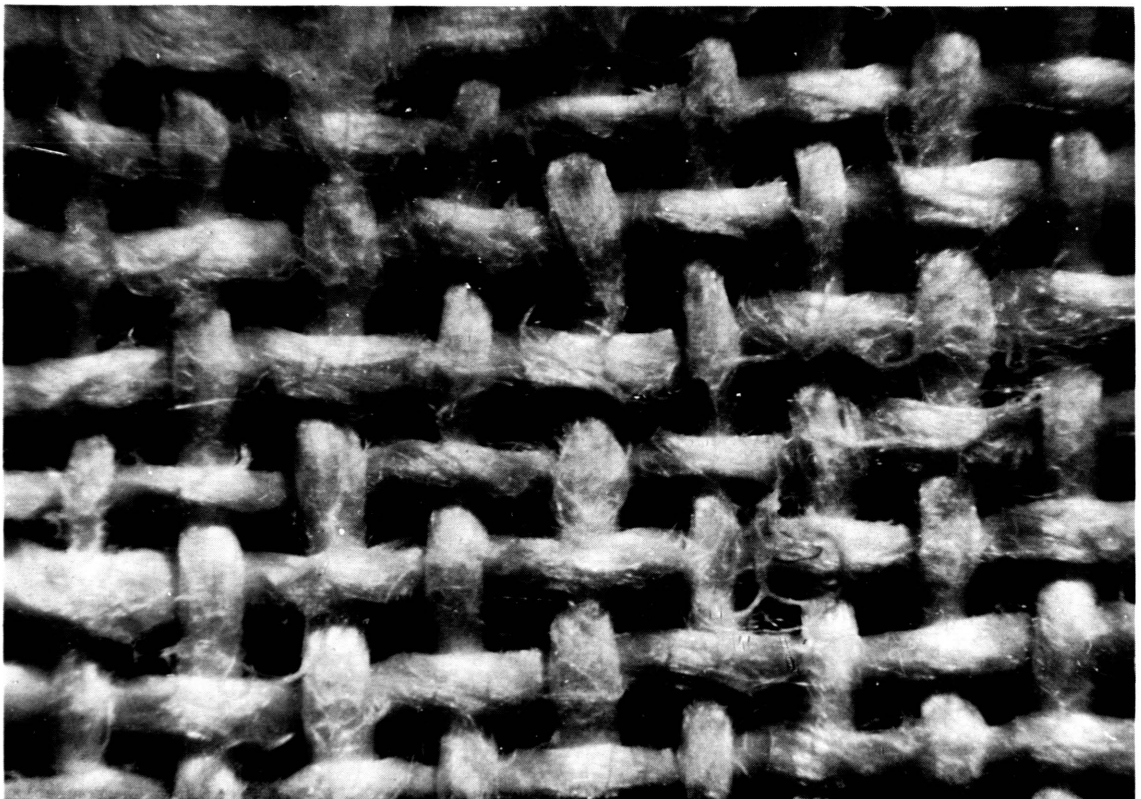


2

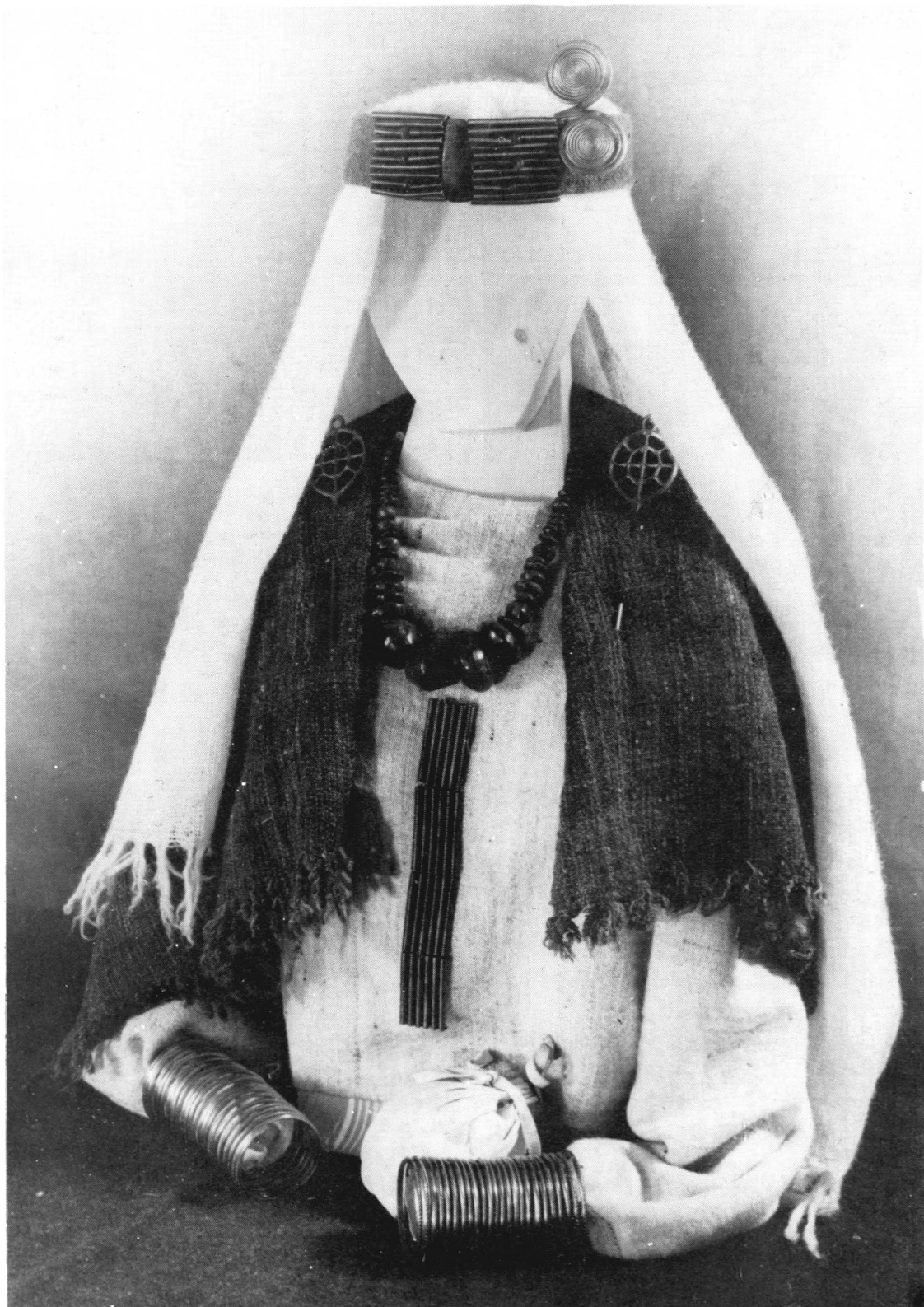
1 Gewebeabdrücke an Keramik; - 2 Kautschukhäutchen von Keramik abgezogen, zeigt Positiv der Gewebebindung



1



1 Abbild der Bindung auf Kautschukhäutchen; - 2 Rekonstruktion des leinwandbindige Gewebes 2



Rekonstruierte Tracht der Frau von Schwarza



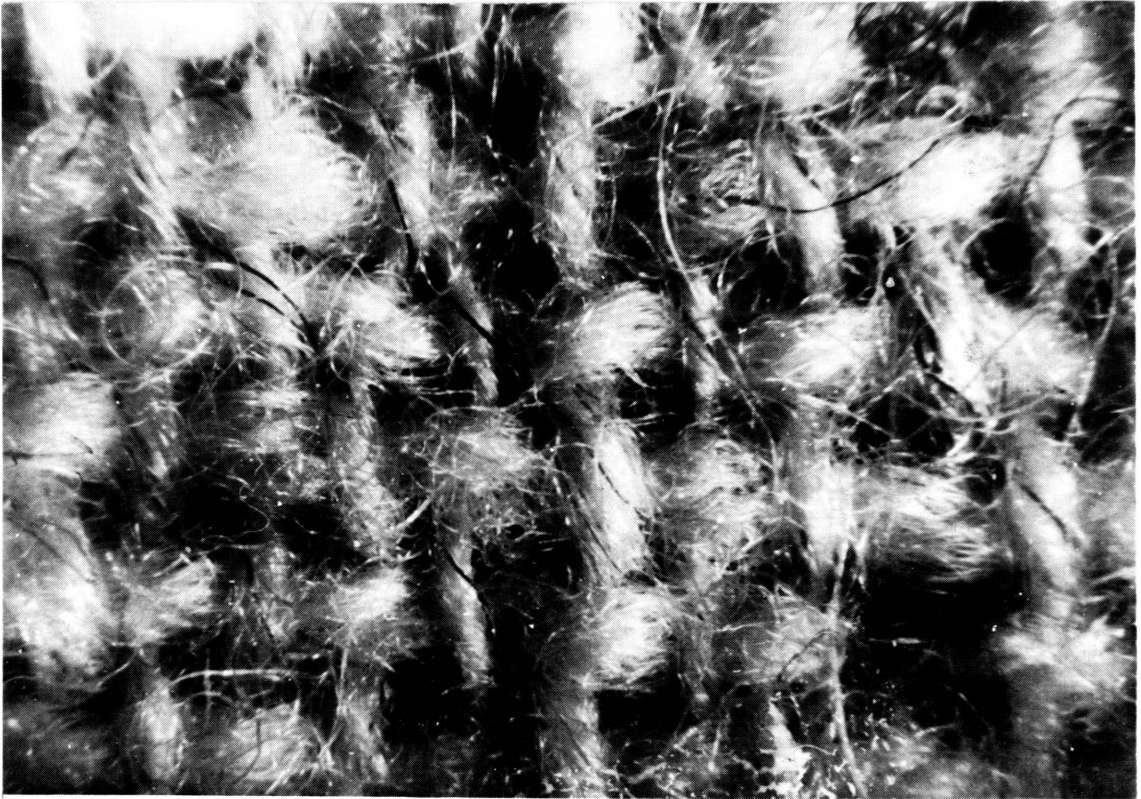
1



2

Tracht der Frau von Schwarz

1 Grundgewebe der Bluse, Original. Mikrovergr.: 2fach; - 2 Webkante des Blusenstoffes. Mikrovergr.: 2fach



1



2

Tracht der Frau von Schwarza

1 Rekonstruktion des Blusenstoffes. Mikrovergr.: 2fach; - 2 Webkante des rekonstruierten Blusenstoffes. Mikrovergr.: 2fach



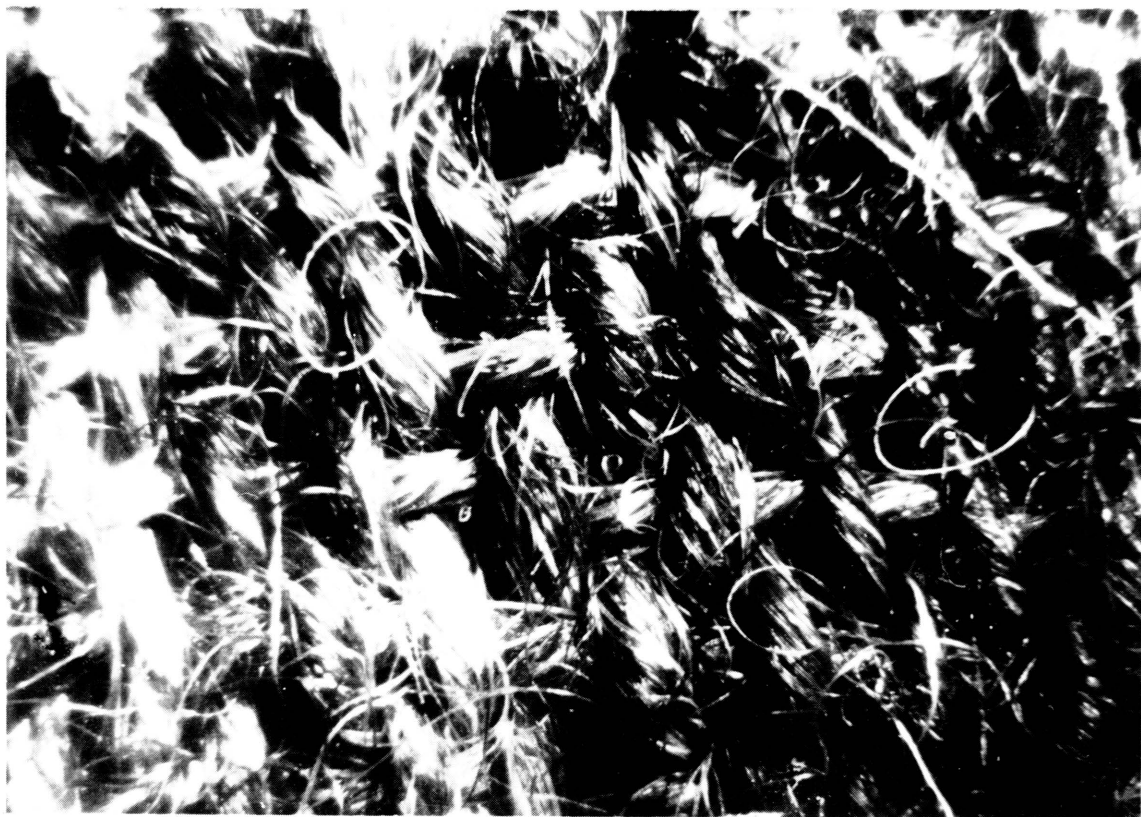
1



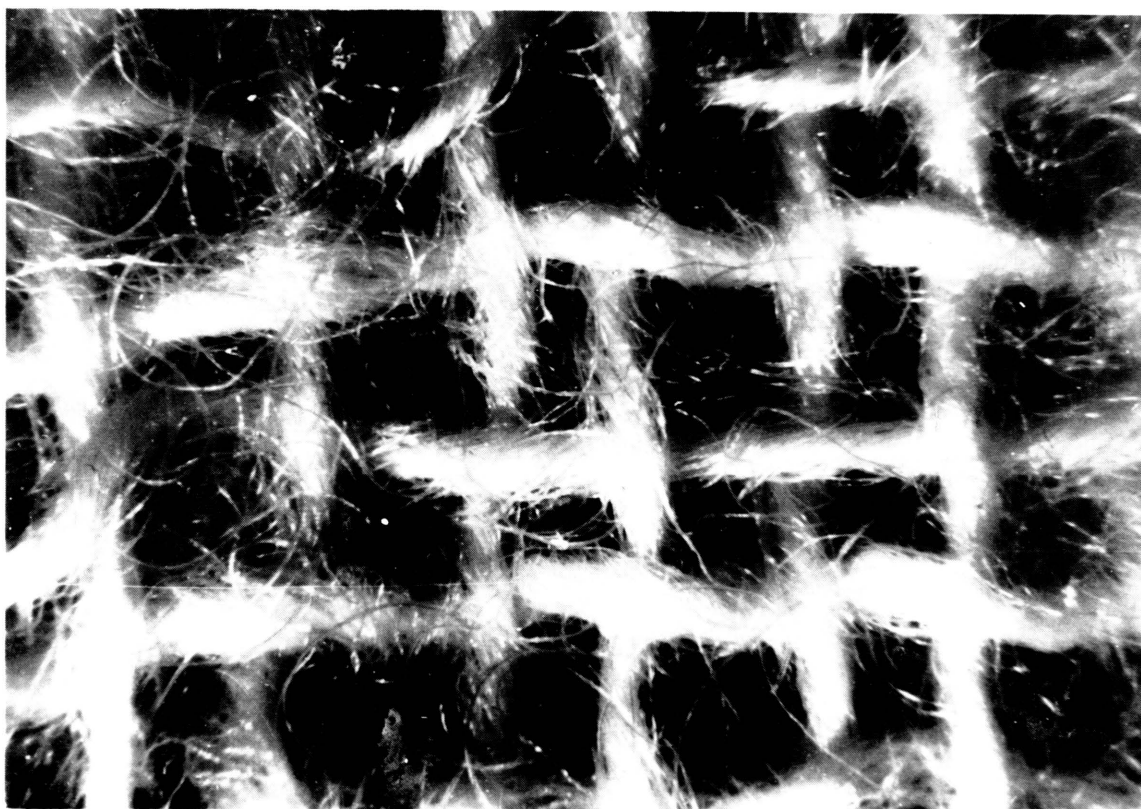
2

Tracht der Frau von Schwarz

1 Grundgewebe des Schultertuches, Original. Mikrovergr.: 2fach; - 2 Grundgewebe des Schleiertuches. Mikrovergr.: 2fach



1



2

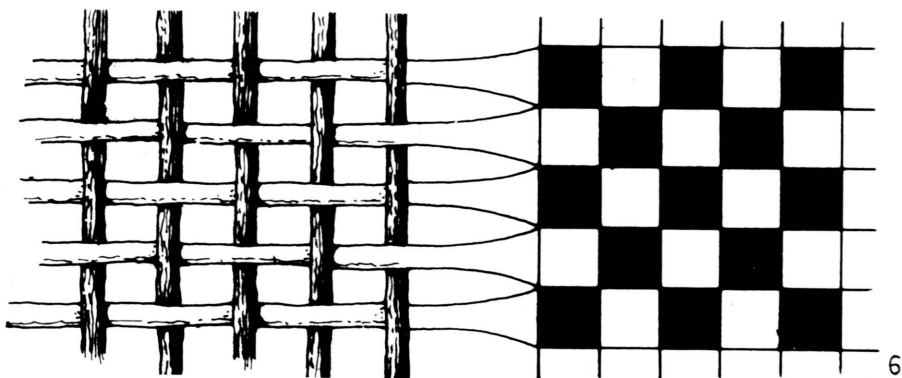
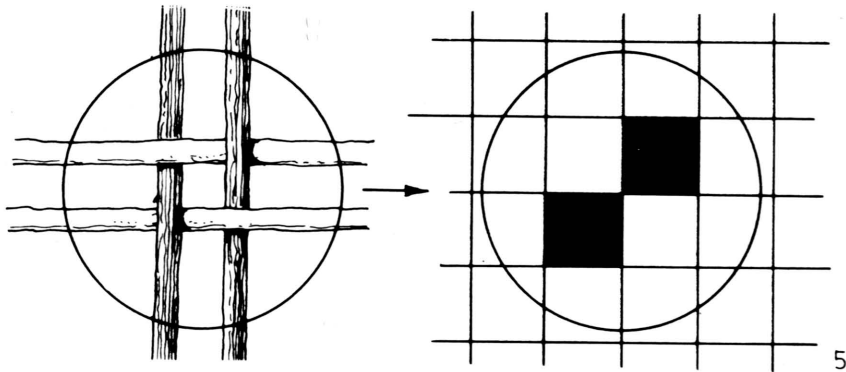
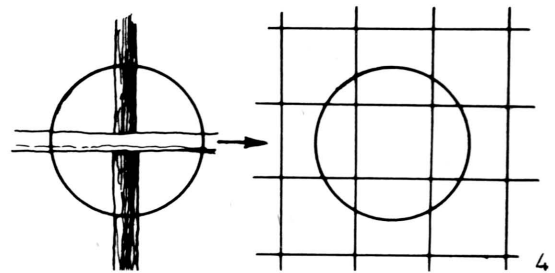
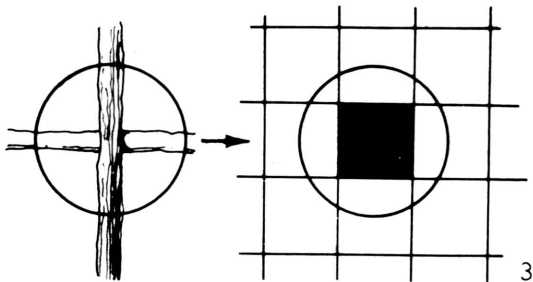
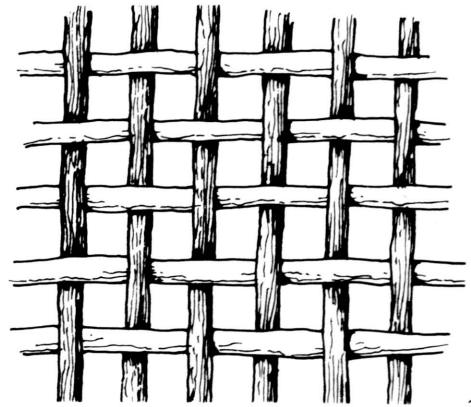
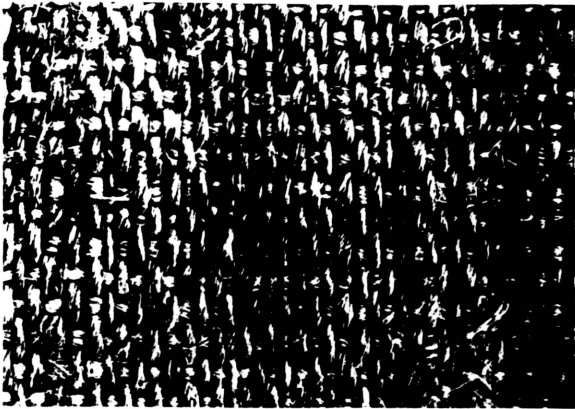
Tracht der Frau von Schwarza

1 Rekonstruktion des Schultertuches. Mikrovergr.: 2fach; - 2 Rekonstruktion des Schleiertuches. Mikrovergr.: 2fach





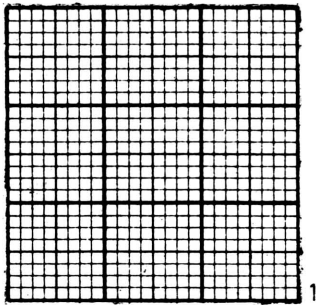
# Beilage I



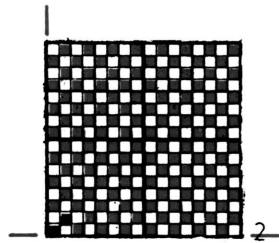
1 Gewebeaufschnitt in einfacher Fadenverkreuzung; - 2 Schematische Darstellung einer einfachen Fadenverkreuzung; - 3 Ketthebung, Kreuzungsstelle wird ausgezeichnet; - 4 Kettensenkung, Kreuzungsstelle bleibt unausgezeichnet; - 5 Ketthebungen und Kettensenkungen; - 6 Kreuzungsstellen des Gewebebildes auf Patronenpapier übertragen



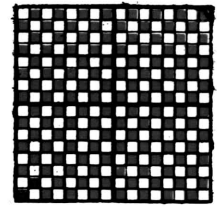
# Beilage II



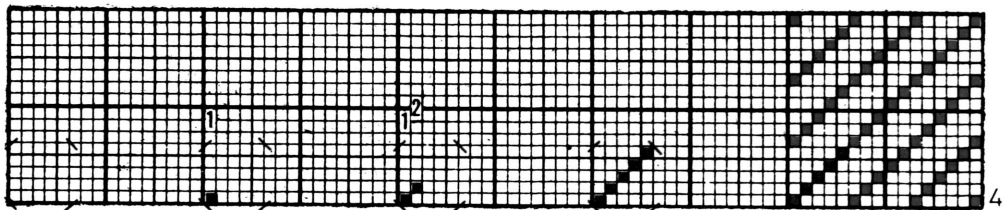
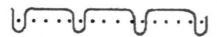
1  
 Patronenpapier mit  
 Feldereinteilung



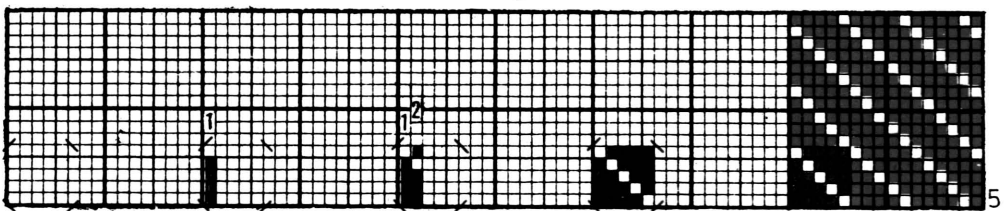
2  
 Leinwandbindung



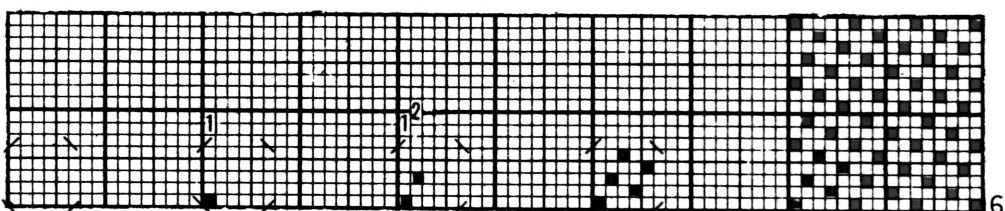
3  
 Leinwandbindung, Ge-  
 webeschnitt in Kett-  
 und Schußrichtung



4  
 Schußkörperbindung, Gewebeschnitt, Entwicklungsfolgen



5  
 Kettkörperbindung, Gewebeschnitt, Entwicklungsfolgen

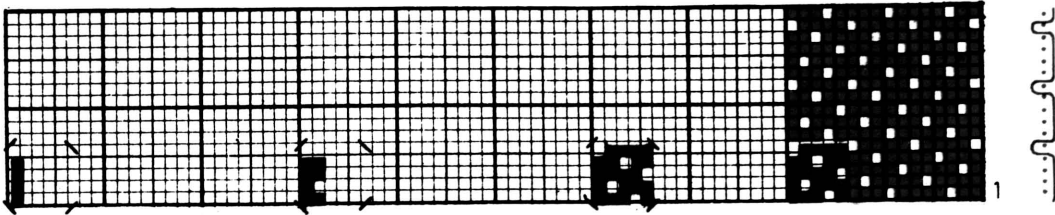


6  
 Schußatlasbindung, Gewebeschnitt, Entwicklungsfolgen

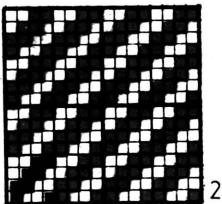




# Beilage III

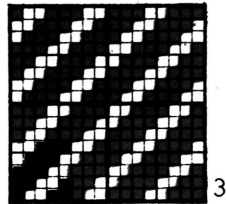


Kettatlasbindung, Gewebeschnitt, Entwicklungsfolgen



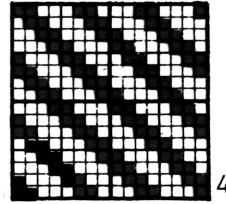
Gleichseitiger Breitgratkörper

$$K \frac{2}{2} Z$$



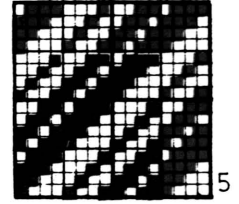
Ungleichseitiger Breitgratkörper, kettseitig,

$$K \frac{3}{2} Z$$



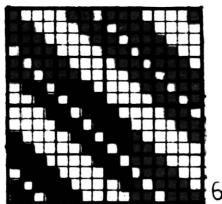
Ungleichseitiger Breitgratkörper, schußseitig,

$$K \frac{2}{3} S$$



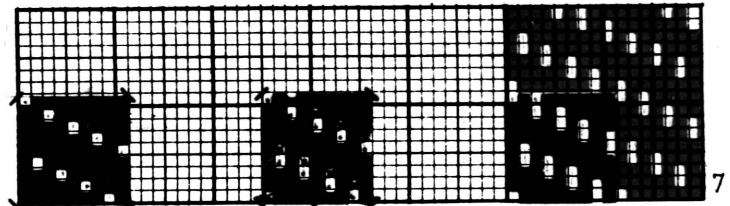
Gleichseitiger Mehrgratkörper

$$K \frac{3 \ 2 \ 1}{1 \ 2 \ 3} Z$$



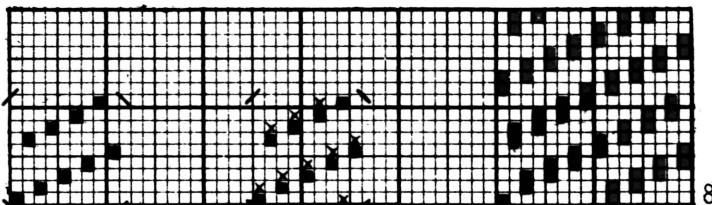
Ungleichseitiger Mehrgratkörper

$$K \frac{2 \ 3}{1 \ 4} S$$



Verstärkte Kettatlasbindung, Entwicklungsfolge

$$A \frac{7}{2} Z^4$$

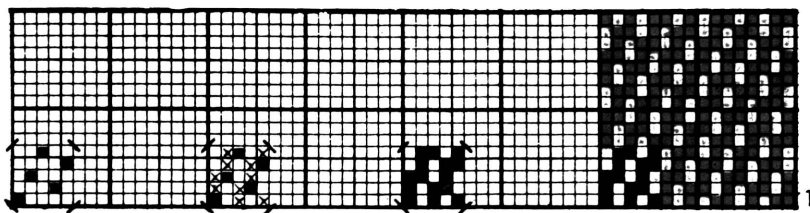


Verstärkte Schußatlasbindung, Entwicklungsfolge

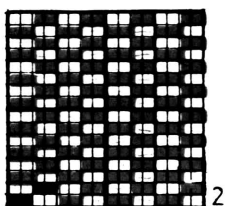
$$A \frac{2}{7} Z_5$$



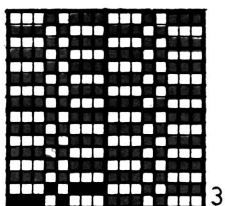
# Beilage IV



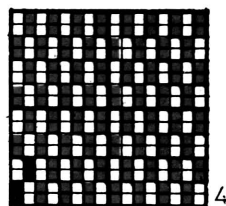
Atlasbindung ( $A \frac{1}{4} Z^2$ ) wird durch zwei Bindepunkte verstärkt,  
Steiler Körper (Covercoatbdg.) entsteht



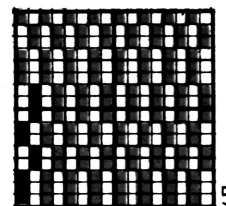
Längsripsbindung,  
 $R \frac{2}{2} L$



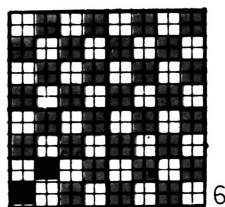
Längsripsbindung,  
 $R \frac{3}{1} \frac{1}{3} L$



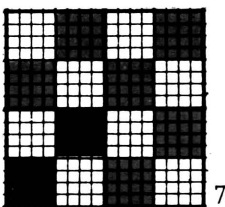
Querripsbindung,  
 $R \frac{2}{2} Q$



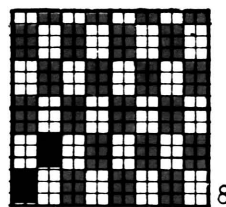
Querripsbindung,  
 $R \frac{3}{2} \frac{2}{3} Q$



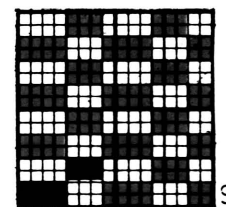
Quadratische  
Panamabindung  
 $P \frac{2}{2}$



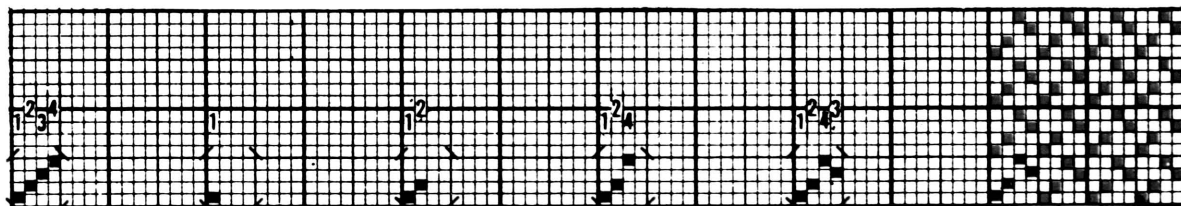
Quadratische  
Panamabindung  
 $P \frac{4}{4}$



Rechteckige  
Panamabindung  
 $P \frac{3}{3} \frac{2}{2}$



Rechteckige  
Panamabindung  
 $P \frac{2}{2} \frac{4}{3}$

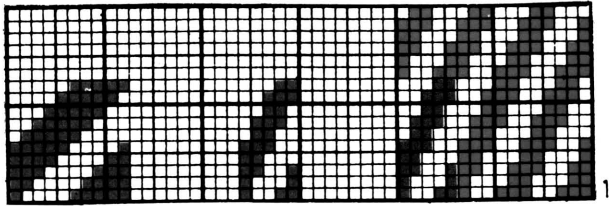


Körperneuordnung durch Verändern der Reihenfolge von Fäden, Ausgangsformel  $K \frac{1}{2} Z$   
Entwicklungsfolge, Kreuzkörper 10

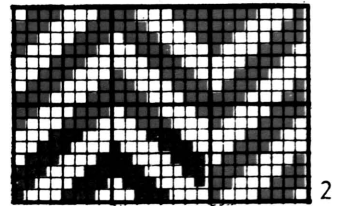




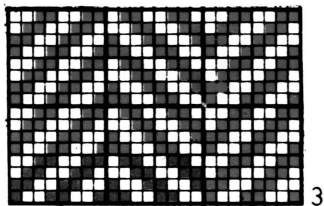
# Beilage V



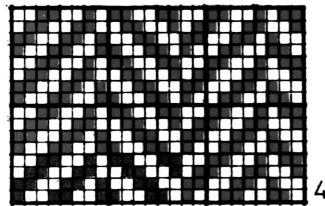
Körperneuordnung durch Weglassen von Fäden, Entwicklungs-  
folge, Ausgangsformel  $K \frac{5}{5} Z^2$



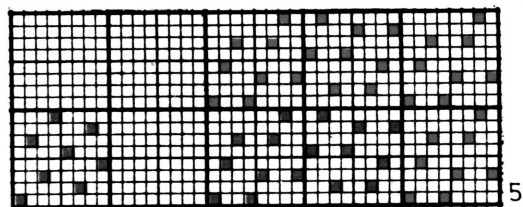
Spitzkörper,  
 $K \frac{3}{3} Z^{1111111} S^{1111111}$



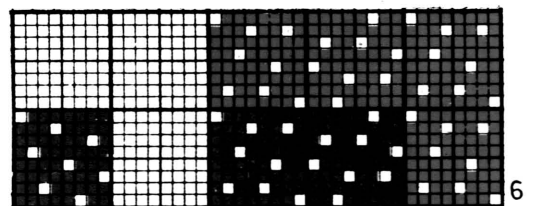
Spitzkörper,  $K \frac{2}{2} Z^{1111111} S^{1111111}$   
(archäologische Musterung)



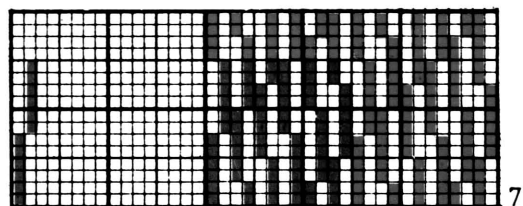
Abgesetzter Körper (Zickzack-Körper)  
 $K \frac{2}{2} Z^{1111111} S^{1111111}$



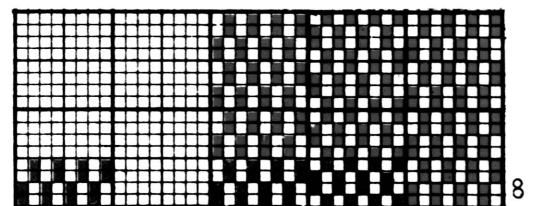
Ableitung der Atlasbindung,  $A \frac{1}{7} Z^{32}$ ,  
Entwicklungsfolge



Ableitung der Atlasbindung,  $A \frac{7}{1} Z^{23}$ ,  
Entwicklungsfolge



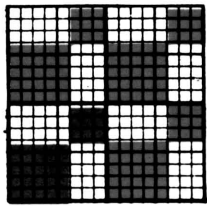
Schräge Ripsbindung, Ausgangsbindung  $R \frac{6}{6} Q$



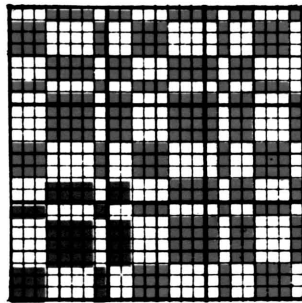
Versetzter Rips, Ausgangsbindung  $R \frac{2}{2} Q$



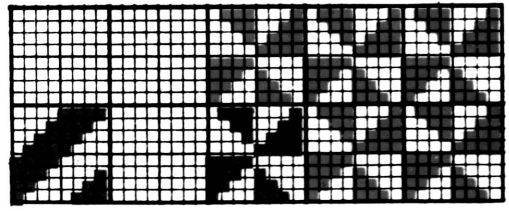
# Beilage VI



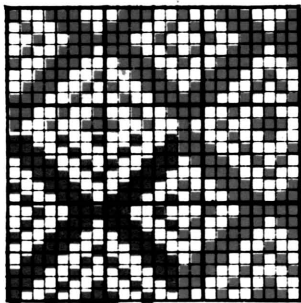
1  
Gemusterte Panamabindung,  $P \frac{5}{3}$



2  
Gemusterte Panamabindung,  $P \frac{3 \quad 1}{4 \quad 2}$

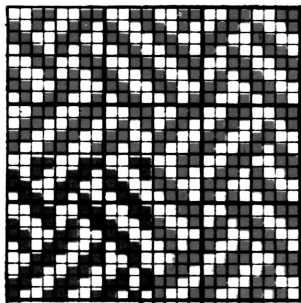


3  
Durchbrechende Bindung, Ausgangsbinding  $K \frac{4}{4} Z$

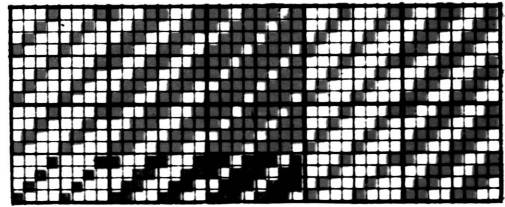


4  
Spitzartig neugeordnete Körperbindung,

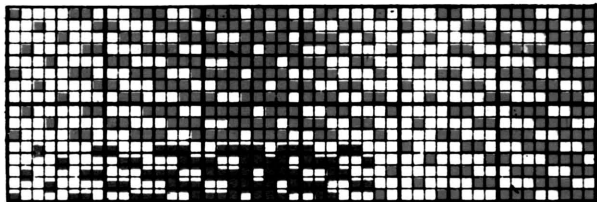
Ausgangsbinding  $K \frac{3 \quad 1}{2 \quad 2} Z$



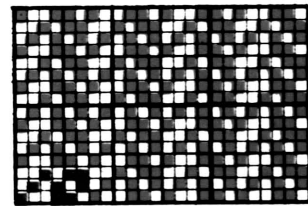
5  
Flechtartige Neuordnung



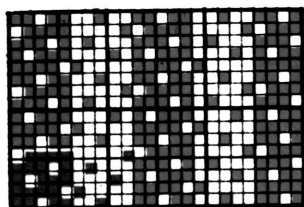
6  
Schattierende Körperbindung



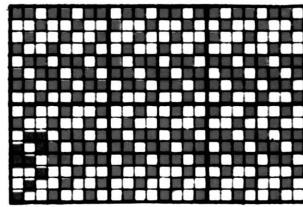
7  
Schattierende Atlasbindung



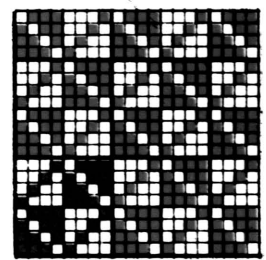
8  
Zusammengesetzte Bindung, aus Körperbindung entwickelt, Längsstreifeneffekt



9  
Zusammengesetzte Bindung, aus Atlasbindung entwickelt, Längsstreifeneffekt



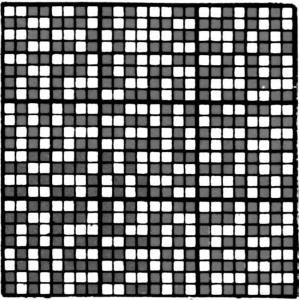
10  
Zusammengesetzte Bindung, Querstreifeneffekt, Rippenkörper, (archäologische Musterung)



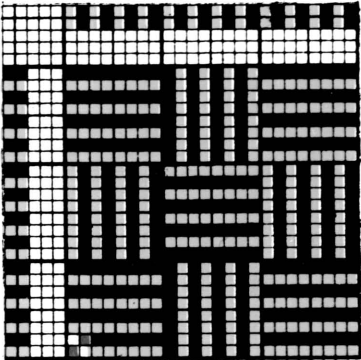
11  
In Figuren zusammengesetzte Bindung



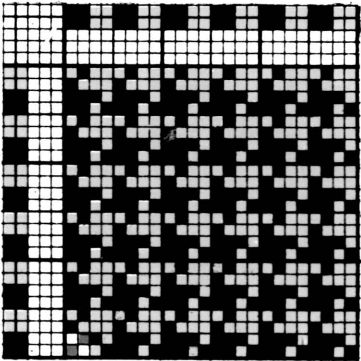
# Beilage VII



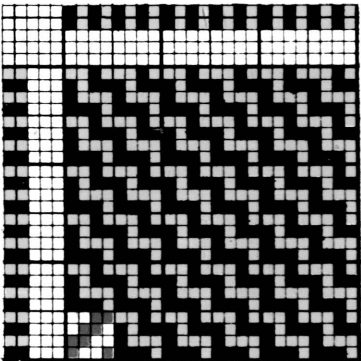
Zusammengesetzte Bindung aus Quer- und Längsrips



Musterung durch verschiedenfarbige Schär- und Schußfolgen, Leinwandbdg.



Musterung durch verschiedenfarbige Schär- und Schußfolgen, Leinwandbdg.



Musterung durch verschiedenfarbige Schär- und Schußfolgen, Gleichgratkörper