
Arbeitsblätter des Arbeitskreises

Nordrhein-Westfälischer Papierrestauratoren

6. Ausgabe

1998

Inhalt

<i>Seite</i>		<i>Seite</i>	
3	<i>Robert Fuchs, Ralf Mrusek, Eva Katharina Nebel, Doris Oltrogge, Klaus Sagaster</i> Untersuchung und Restaurierung von Manuskripten auf Birkenbast aus der Mongolei	39	<i>Werner Schmitzler</i> Konservierende Behandlung von Lederbänden
11	<i>K. W. Stahmer</i> Atenschutz bei der Arbeit im Archiv	45	<i>Johannes Schrempf</i> Konservierung von überfettetem Einbandleder
17	<i>Uwe Schneeberg</i> Sicherheitswerkbank für Restaurierungsarbeiten	51	<i>Nachdruck</i> Wihelm Leo's Buchbinder = Kalender 1917 Teilabschnitt Recepte für die Werkstätte Klebstoffe, Leim
21	<i>Helmut Haddenhorst</i> Luftbefeuchtung-Luftentfeuchtung im Museumsbereich zur Erhaltung von Kulturgut	62	Termine Mitteilungen Nachrichten
34	<i>Vera Throst, Emil Schuster</i> Die Restaurierung eines Korans aus dem Nationalarchiv Algier in der Württembergischen Landes- bibliothek Stuttgart		

Vorwort zur 6. Ausgabe der Arbeitsblätter Nordrhein-Westfälischer Papierrestauratoren

Nach dreijähriger Unterbrechung liegt nun wieder eine Ausgabe der Arbeitsblätter unseres Arbeitskreises vor. Dieses Heft stellt die 6. Ausgabe der Reihe dar, die - wie bereits in vorherigen Heften erwähnt - in unregelmäßiger Folge erscheint. Weniger die Themenwahl und die Beiträge stellen das Problem dar, sondern vielmehr der redaktionelle, technische und zeitliche Aufwand.

Hauptaufgabe unserer Zeitschrift ist die Weitergabe fachpraktischer Erfahrungen sowie der kollegiale Gedankenaustausch und die

Förderung der Diskussion fachspezifischer Fragestellungen und deren Veröffentlichung.

Der Arbeitskreis dankt für Förderung und materielle Unterstützung dem Westfälischen Archivamt, Münster, und dem Rheinischen Archiv- und Museumsamt, Pulheim-Brauweiler.

In der Hoffnung, die zeitlichen Abstände der nächsten Ausgaben reduzieren zu können und somit auch den aktuellen Informationsaustausch zu fördern, bringen wir dieses Heft auf den Weg.

© 1998

Arbeitskreis Nordrhein-Westfälischer Papierrestauratoren
in Zusammenarbeit mit dem Rheinischen Archiv- und Museumsamt (RAMA),
50529 Pulheim und dem Westfälischen Archivamt (WAA), 48133 Münster,

Redaktion,
Layout: Arbeitskreis Nordrhein-Westfälischer Papierrestauratoren und
Restaurierungswerkstatt des Westfälischen Archivamtes.

Auflage: 1000

Bezug: Arbeitskreis Nordrhein-Westfälischer Papierrestauratoren,
c/o RAMA, Postfach 2140, 50529 Pulheim, oder
c/o WAA, 48133 Münster

Die Verantwortung für namentliche gekennzeichnete Beiträge liegt bei den Autor/inn/en.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Nachdrucke - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe.



Landschaftsverband
Westfalen-Lippe

Westfälisches Archivamt
48133 Münster

LANDSCHAFTSVERBAND RHEINLAND
- Rhein. Archiv- und Museumsamt -



Untersuchung und Restaurierung von Manuskripten auf Birkenbast aus der Mongolei

Robert Fuchs, Ralf Mrusek,
Eva Katharina Nebel, Doris Oltrogge, Klaus Sagaster

Handschriftenfunde aus der Mongolei

Im Jahre 1970 untersuchten Mitglieder einer sowjetisch-mongolischen kulturwissenschaftlichen Expedition die Ruinen der alten Stadt *Char-Buchyn-Balgas* im Bezirk Bulgan, etwa 300 km westlich von Ulanbator. Hierbei fanden sie im Fundament eines halbzerstörten *Suburghan*, der mongolischen Form des indischen Stupa und der chinesischen Pagode, eine große Anzahl von Blättern und Blattfragmenten aus Birkenrinde, beschrieben mit mongolischen und tibetischen Texten. Es handelt sich hierbei um Bücher, die aus religiösen Gründen in den Suburghan eingemauert

worden waren. Ihrer sprachlichen und orthographischen Form nach stammen sie aus der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, einer vor allem für mongolische schriftliche Überreste frühen Zeit. Sie sind deshalb von kulturgeschichtlich großer Bedeutung. Der größte Teil der Manuskripte sind *buddhistische Ritualtexte*, doch wurden auch divinatorische und ein juristischer Text gefunden. Der Erhaltungszustand der Manuskripte ist unterschiedlich. Er umfaßt die ganze Skala von vollständigen kleinen Büchern bis zu den Krümeln verbrannter Blätter. Ein großer Teil der Manuskripte wurde 1993 im Rahmen des



Die Manuskripte auf Birkenbast vor ihrer Restaurierung

Deutsch-Mongolischen Kulturabkommens in das Zentralasiatische Institut der Universität Bonn gebracht, um hier mit Mitteln des Auswärtigen Amtes restauriert, materialmäßig untersucht und philologisch bearbeitet zu werden. Danach werden die Texte in der Mongolischen Staatsbibliothek in Ulanbator archiviert.

Handschriften auf Birkenbast

Jeder Baum wird von einer Bastschicht umgeben, die unter anderem die bei der Fotosynthese gebildeten Nährstoffe stammabwärts leitet. In der Bastschicht befindet sich das sogenannte Kambium, die Wachstumsschicht des Baumstammes. Hier bilden sich auf der Innenseite die neuen Holzzellen, nach außen entsteht aus abgestorbenen Bastzellen die Borke. Bast ist außerordentlich zäh und elastisch. Daher werden in zahlreichen Kulturen aus den Basten verschiedener Bäume (z.B. Birke, Eukalyptus, Linde) viele Gegenstände des täglichen Lebens, wie Kopfbedeckungen oder Gefäße hergestellt. Auch Papier kann aus zerkleinertem Bastmaterial produziert werden, wofür häufig Maulbeerbaum- und Seidelbast verwendet wird. Birkenbast ist aus sehr dünnen Schichten aufgebaut und kann auf Papierstärke abgeschält (ca. 0,2 - 0,5 mm) werden. Daher eignet sich der geschälte Bast unmittelbar als Beschreibstoff. Allerdings lassen sich nur kleinformatige Manuskripte herstellen; die Blattgröße überschreitet selten 15 cm. In Indien wurde die Rinde von Birken (*Betula pendula* Roth) seit dem 2. Jahrhundert als Beschreibstoff verwendet. Birkenbast findet man später aber auch in Zentralasien vor allem für religiöse Texte.

Das Rätsel verborgener Schriften

Die in Char-Buchyn-Balgas gefundenen *Birkenbastmanuskripte* sind zum Teil durch Brandschaden, Abnutzung und Schmutz fast völlig *unleserlich* geworden. Um diese Texte der philologischen Bearbeitung zu-

gänglich zu machen, wurden sie im Fachbereich Restaurierung und Konservierung der Fachhochschule Köln untersucht. In diesem Fachbereich wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) ein Forschungsprojekt gefördert, das geeignete naturwissenschaftliche Methoden zur Sichtbarmachung verblaßter oder radiierter Schriften entwickelt hat. Besonders geeignet sind hierfür *Reflektographie-Verfahren*, bei denen die Handschrift mit Licht geringer Intensität beleuchtet und das vom Objekt reflektierte Licht aufgenommen wird.

Die Wahrnehmung elektromagnetischer Strahlung ist dem menschlichen Auge nur in einem begrenzten Abschnitt des Spektrums möglich. Sichtbar ist lediglich Licht mit Wellenlängen zwischen 380 und 780 nm. Unterhalb von 380 nm beginnt der Bereich des ultravioletten (UV) und oberhalb von 780 nm der des infraroten (IR) Lichtes. Im *sichtbaren Bereich* (Vis=Visible) werden je nach Wellenlänge unterschiedliche Farben wahrgenommen. Das Auge kann leicht zwei Gegenstände auseinanderhalten, die Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen aussenden; sie sind unterschiedlich gefärbt. Zwei gleich gefärbte Gegenstände lassen sich nicht unterscheiden, wenn sie auch in anderen Merkmalen, wie der Struktur ihrer Oberfläche gleich sind. Die spektrale Zusammensetzung des reflektierten Lichtes ist demnach für das Erkennen von zentraler Bedeutung.

Bei vielen Materialien, die das sichtbare Licht gleichartig reflektieren, unterscheidet sich aber die *charakteristische Reflexion* im UV- oder IR-Bereich sehr deutlich. Daher können Aufnahmen mit UV- und IR-Kameras Materialien wie z.B. verblaßte Tinten oder Tuschen sichtbar machen, die das Auge nicht mehr erkennen würde.

Eine Infrarotkamera kann dem Wissenschaftler auch den Bereich oberhalb von 780 nm erschließen. Das Infrarotlicht kann elektronisch umgewandelt werden, so daß ein Schwarzweißbild entsteht, das auf einem Monitor betrachtet werden kann. Ein an die Kamera angeschlossener Computer ermöglicht es, die Bilder digital zu speichern, auszuwerten und bei Bedarf weiter zu bearbeiten.

Um gezielt bestimmte Bereiche des Spektrums auswählen zu können, werden optische *Bandpaßfilter* eingesetzt. Diese lassen nur das Licht aus einem etwa 100 nm breiten Bereich (Band) des Spektrums passieren und blenden das übrige Licht aus.

Verkohlte Manuskripte

Einige der mongolischen Handschriften sind durch einen *Brandschaden* völlig verschwärzt, so daß die Schrift nicht mehr lesbar ist, da die Reflexion des verbrannten Birkenbastes und der Rußtusche im sichtbaren Bereich identisch ist. Im Infraroten unterscheiden sich aber beide Materialien. Durch die Aufnahme der Blätter mit einer IR-Kamera und die Verwendung von Bandpaßfiltern kann die Schrift wieder *deutlich sichtbar* gemacht werden. Bei 1400 nm sehen die Handschriften auf dem Bildschirm wie frisch geschrieben aus.

IR-Licht *dringt tiefer in das Material ein* als das sichtbare Licht. Daher kann man Schriften sichtbar machen, die von einer Schmutzschicht oder auch dünnen Basthäutchen verdeckt werden. Viele der gefundenen Blätter waren stark verschmutzt und durch Feuchtigkeit zusammengeklebt. Bei der Restaurierung müssen sie getrennt und gesäubert werden.

Verklebte Manuskripte

Das Auseinandertrennen zusammengeklebter Blätter ist sehr schwierig. Häufig bleiben

Reste der obersten Basthäutchen des einen Blattes (A) auf der Oberfläche des zweiten Blattes (B) haften. Sie verdecken dann die darunterliegende Schrift von Blatt B. Da diese störenden Basthäutchen zur ursprünglichen Oberfläche der folgenden Seite A gehören, enthalten sie ebenfalls Schriftzüge. Diese sind natürlich auch nicht lesbar, denn die Oberseite klebt ja auf dem benachbarten Blatt B. Beim Ablösen solch feiner Basthäutchen gehen immer Teile der Schrift verloren. Um den Text beider Seiten vollständig lesbar zu machen, nutzt man die Möglichkeit, mit der IR-Kamera *unter* die Bastschicht zu sehen. So ist die durch Bastfragmente teilweise verdeckte Schrift des Blattes A in den IR-Aufnahmen komplett zu sehen. Die auf der abgekehrten Seite der Basthäutchen befindlichen Schriftzüge von Blatt B sind ebenfalls erkennbar. Sie können digital gespeichert und spiegelbildlich dargestellt werden. Elektronisch können sie in die Aufnahmen von Blatt A einmontiert werden, so daß auch diese Seite vollständig auf dem Bildschirm rekonstruiert werden kann. Nun können die Basthäutchen von Blatt B abgelöst und wieder auf Blatt A befestigt werden. Sollten bei dieser Maßnahme Materialverluste auftreten, ist zumindest in der digitalen Aufnahme der Text für die Forschung vollständig bewahrt.

Schattenspiele

Durch Brandschaden oder schlechte Lagerung sind einige Birkenblätter *stark verwellt* und zerknittert. Bei der Aufnahme wird die Lesbarkeit des Textes durch Schatten beeinträchtigt. Gleichgültig, von welcher Seite man das Blatt beleuchtet, immer bilden sich *Schlagschatten*. Um den Schatten zu eliminieren, kann man ausnutzen, daß die Schatten bei Bewegung der Lampen wandern, während die Lage der Schrift unverändert bleibt. Es werden zunächst mehrere Aufnahmen mit unterschiedlicher Lampenposition gemacht. Solche Bilder lassen sich dann per Software überlagern. Die

Schrift wird insgesamt deutlicher, während gleichzeitig störende Schatten verschwinden.

Vielfach sind durch die Bodenlagerung die Schriftzüge verschwommen und undeutlich. Durch *Bildverarbeitung* der digitalisierten Aufnahmen können die Kontraste erhöht und die Konturen der Schrift verstärkt werden.

Verlorene Seiten

Bei *zusammengeklebten Handschriftenblöcken* drückt sich unter Feuchtigkeit die Schrift einer Seite auf der gegenüberliegenden ab. Daher kann man Schriftzüge auch auf Schmutzschichten finden. Diese Textfragmente kann man durch IR-Aufnahmen wieder sichtbar machen. Da es kein Problem ist, ein aufgenommenes Bild elektronisch zu spiegeln, kann man die Lesbarkeit solcher Texte erleichtern. Natürlich ist es hierbei sogar möglich, Texte zu finden, deren Original im Laufe der Zeit verloren gegangen ist.

Materialanalyse

Die Benutzung von Bandpaßfiltern eignet sich auch zur *zerstörungsfreien Analyse* der verwendeten Schreibmaterialien. Je nach Kulturkreis wurden zum Schreiben verschiedenste Tinten und Tuschen verwendet. So sind Eisengallustinten in Europa erst seit spätrömischer Zeit zu finden. Rußtuschen wurden in vielen Kulturen schon sehr viel früher benutzt.

Im IR-Bereich zeigen die *verschiedenen Schreibmaterialien* unterschiedliche Reflexionscharakteristiken. Aufgrund dieser Besonderheiten konnten die Schreibmaterialien der mongolischen Birkenbastmanuskripte als *Rußtuschen* identifiziert werden.

Die Restaurierung der auf Birkenbast geschriebenen Manuskripte

Die zahlreichen, vielfach fragmentarisch vorliegenden Birkenbast-Manuskripte stellen den Papierrestaurator vor das Problem, ein seltenes und völlig fremdes Material bearbeiten zu müssen. Ähnlichkeit zum Papier besteht im gemeinsamen Baustein beider Materialien, der Cellulose.

Aus dieser Materialidentität ergibt sich, daß die Methoden der Papierrestaurierung auch auf Birkenbast übertragbar sind. Cellulose, ein zuckerähnliches Polysaccharid, aus welchem die pflanzlichen Zellwände aufgebaut sind, ist eine Substanz, die aus einem wässrigen Medium entstanden ist. Folglich können alle erforderlichen Arbeitsvorgänge mit wäßrigen Mitteln vorgenommen werden. Dagegen sind Öle, Fette oder Kunstharze, die bisweilen bei der Restaurierung auch verwendet werden, völlig ungeeignet.

Das Material Birkenbast und seine restauratorischen Konsequenzen

Wie ein Blätterteig besteht Bast aus mehreren Schichten, die durch eine strichförmige Textur miteinander verbunden sind. Im Lauf der Alterung neigen die Schichten dazu, sich voneinander abzulösen und werden nur noch durch die Holzstrahlen partiell zusammengehalten.

Eine andere materialspezifische Alterserscheinung ist das fleckige Aussehen von Birkenbast. Diese Verfärbungen stellen aber nur eine leichte ästhetische Beeinträchtigung dar, sie haben keine schädigende Wirkung.

Entwicklung eines Restaurierungsvorhabens

Der erste Arbeitsschritt besteht darin, den Bestand anhand einiger exemplarisch ausgewählter Stücke nach Schäden zu gruppieren. Dadurch erhält der Restaurator einen

Überblick, welche typischen Bearbeitungen erforderlich sind.

Folgende Aufgaben müssen bei der **Restaurierung** gelöst werden:

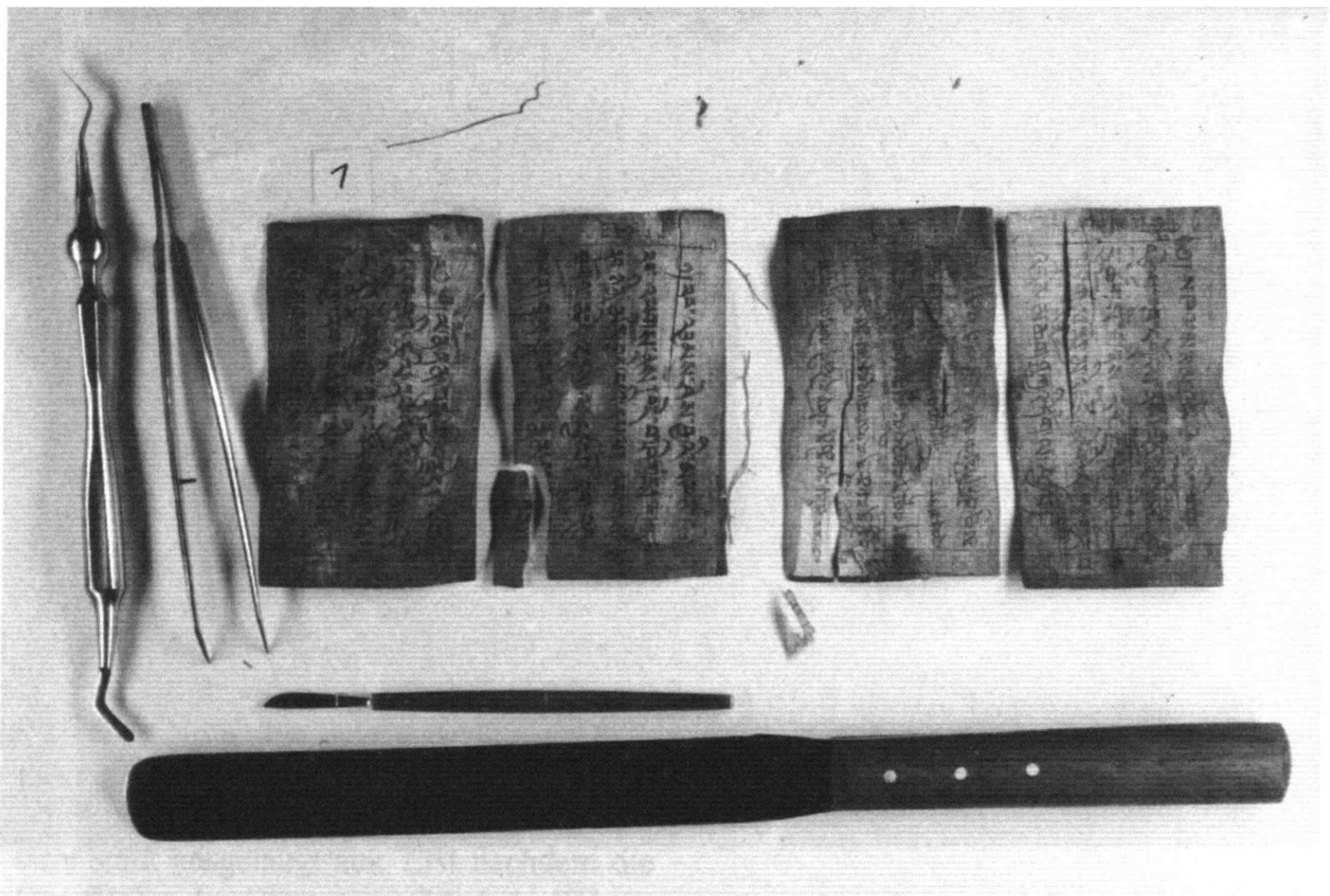
- * Lösen verklebter Blätter
- * Entfernen von Oberflächenverschmutzungen wie Sand oder Wurzeln
- * Sicherung von Rissen
- * Zusammenfügen von Fragmenten
- * Befestigen von gelösten Schichten
- * Behandlung der mit Butter nachträglich eingestrichenen Manuskripte
- * Glätten verwellter Blätter
- * Konservierung der durch Brand geschädigten und geschwärzten Manuskripte
- * Vorschläge für eine dauerhafte Aufbewahrung der Einzelblätter

Die Forderungen an die Archivierung lauten

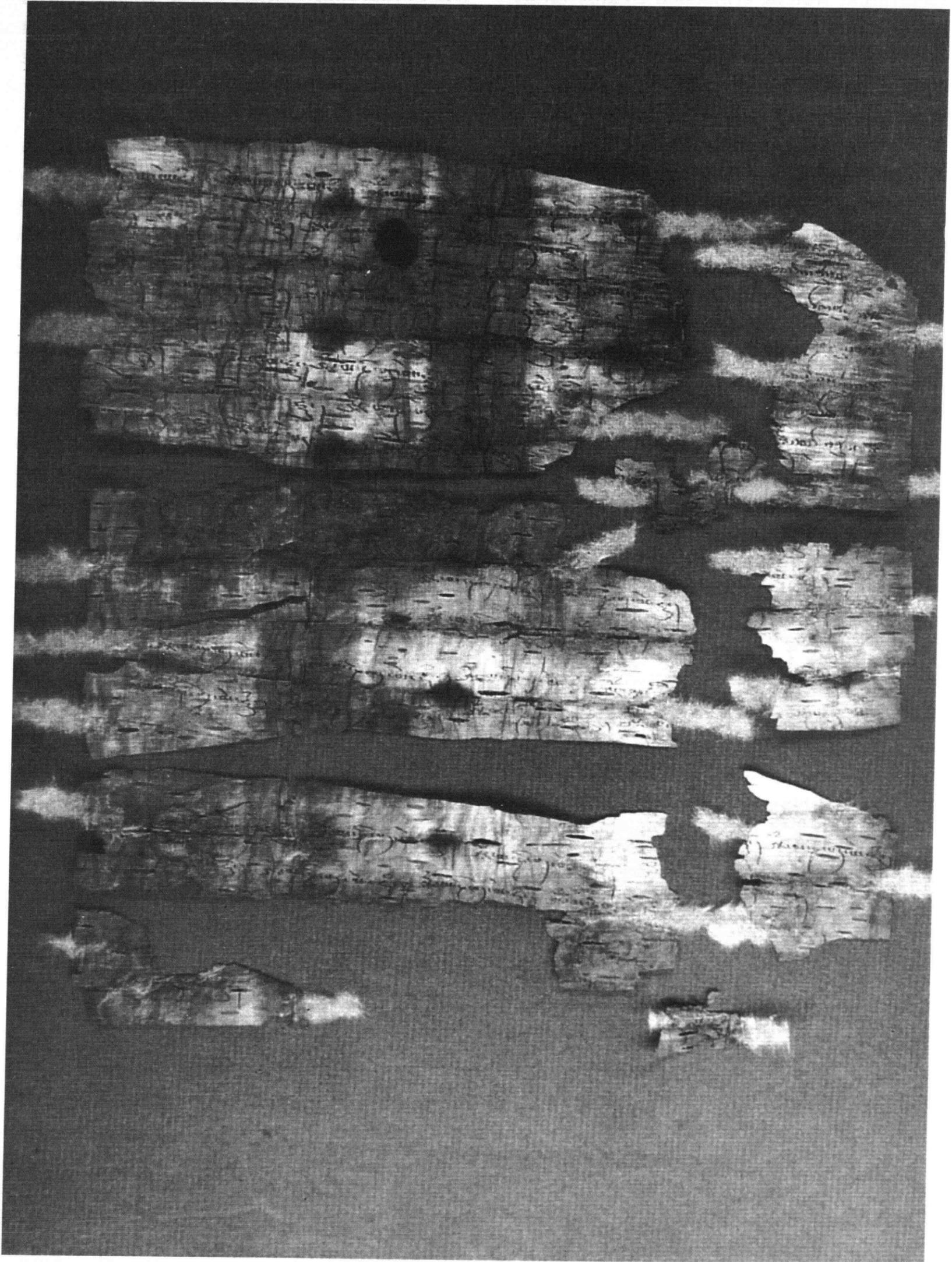
- der Text auf den beidseitig beschriebenen Blätter soll ohne mechanische Gefährdung durch Handhabung zugänglich sein
- gute Archivierbarkeit

Dreh- und Angelpunkt der Ausführung von Restaurierungsarbeiten ist der Erhalt des Textes, der den wissenschaftlichen Wert der Manuskripte ausmachen.

Daher müssen alle Arbeiten in engster Zusammenarbeit mit Philologen geschehen, um nicht bei der Reinigung aus Unkenntnis der fernöstlichen Schrift versehentlich Textspuren fälschlich als Schmutz zu interpretieren und zu entfernen.



Ein Päckchen konnte in vier Blatt zerlegt werden



*Der Aufgefaltete Gebetszettel wird mit Stegen aus Japanpapier versehen.
Dort kann später die Montierung erfolgen.*

Fallbeispiele der Restaurierung **Lösen verklebter Seiten**

Das Dokument Nr. 26 besteht aus mehreren miteinander verklebten Blättern, die in trockenem Zustand nicht getrennt werden können. Hierfür muß das Dokument zuerst mehrere Stunden lang (bis 20 Std.) in einfeuchtes Tuch eingeschlagen werden. Dabei nimmt das hygroskopische Material Feuchtigkeit auf, wodurch die Flexibilität des Bastes erhöht wird. Diese erlaubt, die verklebten Seiten vorsichtig voneinander zu lösen. Trotz größter Sorgfalt ist oft nicht zu verhindern, daß kleine Partien beim Abheben der Blätter brechen.

Anschließend müssen die einzelnen Blätter gereinigt und geglättet werden. Erst dann kann man Risse schließen und die Bruchstücke wieder zusammenfügen.

Behandlung der mit Butter eingestrichenen Manuskripte

In Zentralasien ist es nicht unüblich, Birkenbast zur Konservierung mit Schafbutter zu bestreichen. Diese ist im Lauf der Jahre oxidiert, weshalb die Blätter einen ranzigen Geruch ausströmen. Gravierender ist aber, daß die Blätter durch diese Behandlung verhärtet und zudem im Laufe der Zeit verdunkeln, so daß die Lesbarkeit des Textes in Zukunft nicht mehr gewährleistet ist. Die Restaurierung zielt darauf, das Fett aus den Blättern zu entfernen.

Im Wasser-Ethanol-Bad (1:1) werden lose Schmutzpartikel entfernt und ein Teil des Fettes herausgelöst. Nachdem das Blatt an der Luft getrocknet ist, erfolgt ein zweites Bad in Petroleumbenzin (Siedepunkt 100° - 140° C). Durch diese Behandlungen ist zwar das Fett beseitigt, der optische Eindruck jedoch ist unbefriedigend, denn das Manuskript sieht stark ausgelaugt aus. Erst nachdem die Oberfläche der Blätter mit Methylcellulose, einem Cellulosekleister, behandelt wurde,

kann das Aussehen akzeptiert werden. Ein Nebeneffekt ist die Erhöhung des Brechungsindex, wodurch die Schrift sich klarer vom Untergrund abhebt.

Der Sonderling

Das Dokument Nr. 10 stellt einen Spezialfall dar. Bestehend aus drei Fragmenten, deren größtes 8,5 x 1,5 cm mißt, gehört es dem ersten Eindruck nach zur Schadensgruppe der sich aufblätternden Schichten.

Beim Bearbeiten des Dokumentes erweist sich diese Annahme als Irrtum. Es handelt sich um ein einziges Blatt, das außerordentlich dünn ist (0,07 mm!) und das mehrfach horizontal und vertikal zickzackartig gefaltet wurde. Es ist ein Gebetszettel, auf dem das bekannteste Mantra der Buddhisten *Om mani padme hum* (Oh, du Juwel in der Lotosblüte) geschrieben ist. Das Manuskript wurde vermutlich zu dem kleinen Format zusammengefaltet, um es in einer Gebetsmühle aufzubewahren. Diese, vom Gläubigen mit der Hand in Bewegung gesetzt, wiederholt durch ihre Drehung die Wirkung des Gebetes vieltausendfach.

Als Vorbild für die Aufbewahrung des Gebetszettels dient die Montierung von Papyrusfragmenten. Das Blatt wird mit Stegen aus Japanpapier versehen, welche mit Selbstklebestreifen auf einem Träger (in diesem Fall einer Melinexfolie) befestigt werden. Die kleinsten Splitter werden auf einem Japanpapierstreifen aufgefädelt und im unteren Teil des Bogens montiert. Bedauerlicherweise kann die ursprüngliche Größe des Gebetszettels wegen der zahlreichen Fehlstellen nicht mehr bestimmt werden.

Dort kann später die Montierung erfolgen.

Ausgewählte Veröffentlichungen:

- 1.) *Robert Fuchs, Doris Oltrogge, **Neue Untersuchungen an mittelalterlichen Handschriften. In: Rhythmus und Saisonalität.*** Kongreßakten des 5. Symposiums des Mediävistenverbandes in Göttingen. Hrg. P. Dilg, G. Keil, D.-R. Moser. Sigmaringen 1995, S. 327 - 345.
- 2.) *Robert Fuchs, Ralf Mrusek, Doris Oltrogge, **Spektrale Fenster zur Vergangenheit - Ein neues Reflektographieverfahren zur Untersuchung von Buchmalerei und historischem Schriftgut.*** In: Naturwissenschaften 82, Heidelberg 1995, S. 68 - 79.
- 3.) *Robert Fuchs, Doris Oltrogge, Ralf Mrusek: **Eine Galerie des Unsichtbaren.*** In: Spektrum der Wissenschaft, Juni 1995, S. 85 - 89.
- 4.) *Robert Fuchs, Ralf Mrusek, **Neues Verfahren zur Untersuchung von historischem Schriftgut und Buchmalerei.*** In: GEONews, Germering 1995, S. 10 - 11.
- 5.) *Robert Fuchs, Doris Oltrogge, **Farbherstellung.*** In: Europäische Technik im Mittelalter, 800 - 1400. Hrg. v. U. Lindgren, Berlin 1996, S. 435 - 450, Tff. S. 458 - 459.
- 6.) *Ralf Mrusek, **Reflections reveal faded secrets of ancient books.*** In: Opto & Laser Europe 36, 1996, S. 11.
- 7.) *Robert Fuchs, Ralf Mrusek, **New Methods of reflectography with special filter and image processing techniques - Examination of materials, writings and underdrawings.*** In: OWRLS IV, Heidelberg 1997, im Druck.

Adressen:

*Prof. Dr. Robert Fuchs,
Dr. Ralf Mrusek,
Dr. Doris Oltrogge
Eva Katharina Nebel
Fachhochschule Köln
Restaurierung und Konservierung von
Schriftgut, Graphik und Buchmalerei
Ubierring 40
50678 Köln
Tel. 0221-8275-3477/-3481/-3497*

In Kooperation mit:

*Prof. Dr. Klaus Sagaster
Prof. Ishdorj
Dr. Elisabetta Chiodo
Universität Bonn
Seminar für Sprach- und
Kulturwissenschaft Zentralasiens
Regina-Pacis-Weg 7
53113 Bonn
Tel. 0228-735579*

Email:

*fuchs@re.fh-koeln.de
oltrogge@re.fh-koeln.de
nebel@re.fh-koeln.de
mrusek@re.fh-koeln.de*

Internet:

www.fh-koeln.de//presse/forsch/methoden/forsch11.html

Atenschutz bei der Arbeit im Archiv

K. W. Stahmer

Bei der fachgerechten Restaurierung und Lagerung von Archivalien werden häufig chemische Agenzien eingesetzt. Bei der Verwendung dieser Mittel müssen die einschlägigen Vorschriften zum Arbeitsschutz beachtet werden, insbesondere dann wenn es sich um einatembare Schadstoffe handelt. Zusätzlich zu den vom Restaurator aktiv verwendeten Substanzen sind seit geraumer Zeit Schadstoffe in die Diskussion geraten, die sich durch unsachgemäße Lagerung von Archivalien ganz von selbst auf den Materialien bilden. Gemeint sind hier Mikroorganismen wie Schimmelpilze und Bakterien. In der Gruppe der Archivmitarbeiter ist im Vergleich zum Durchschnitt der Bevölkerung ein deutlich erhöhtes Risiko und eine erhöhte Sensibilisierungsrates nachgewiesen worden (1).

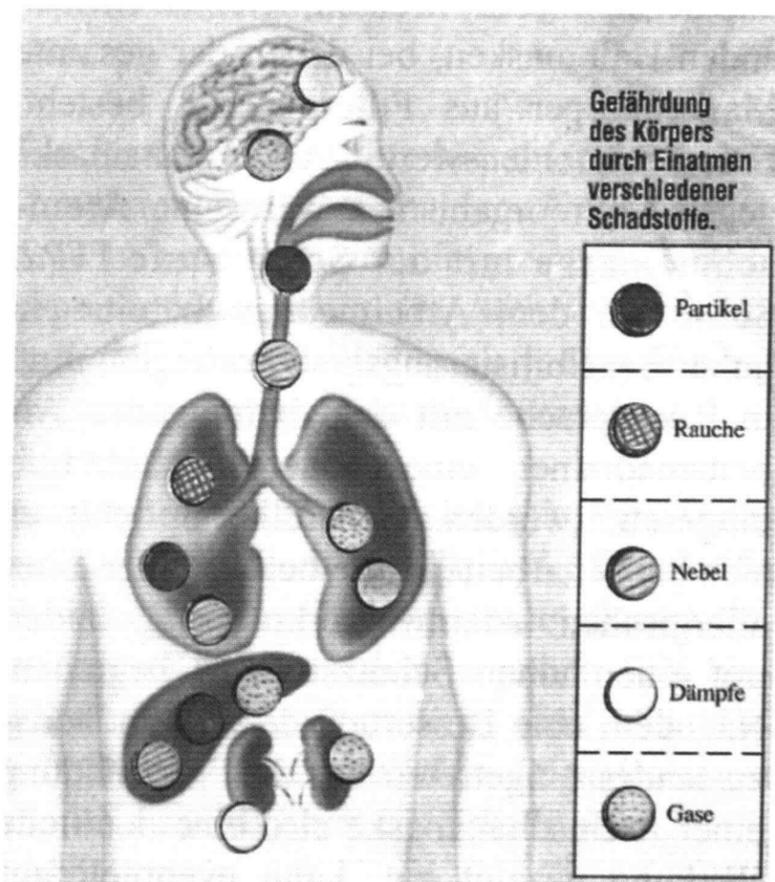


Abb. 1

Gemäß §19 der Gefahrstoffverordnung gilt es beim Schutz der Mitarbeiter vor den Gefahrstoffen eine gewisse Rangfolge einzuhalten. An erster Stelle steht der Ersatz des Gefahrstoffes, wenn dies möglich ist. An zweiter Stelle muß versucht werden, durch technische Maßnahmen eine Verringerung der Schadstoffkonzentration zu erreichen. Hierzu zählt zum Beispiel die Installation einer Absauganlage oder die Einhäusung von ganzen Produktionsanlagen. Erst wenn die beiden erstgenannten Methoden nicht oder nicht sofort angewendet werden können, muß eine persönliche Schutzausrüstung eingesetzt werden. In Bezug auf den Schutz der Atemwege ist das eine Atemschutzmaske.

Um den richtigen Atemschutz für den in Frage kommenden Schadstoff zu bestimmen, müssen zuerst einige grundlegende Fragen geklärt werden. Handelt es sich bei dem Gefahrstoff um in der Luft feinverteilte feste oder flüssige Teilchen, sogenannte Partikel wie z.B. Schimmelpilze, Pollen, Sporen usw., oder ist es ein gasförmiger Schadstoff wie z. B. Ethylenoxid oder die Dämpfe von organischen Lösemitteln.

Partikelförmige Schadstoffe mit einem Teilchendurchmesser von $5 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 0.0001 \text{ cm}$) und kleiner sind für die Atemwege besonders gefährlich. Diese Teilchen können den oberen Atembereich wie Nase und Rachenraum sowie die Luftröhre passieren und bis in die Lunge und die Alveolen gelangen. In der Lunge werden die Partikel entweder ab-

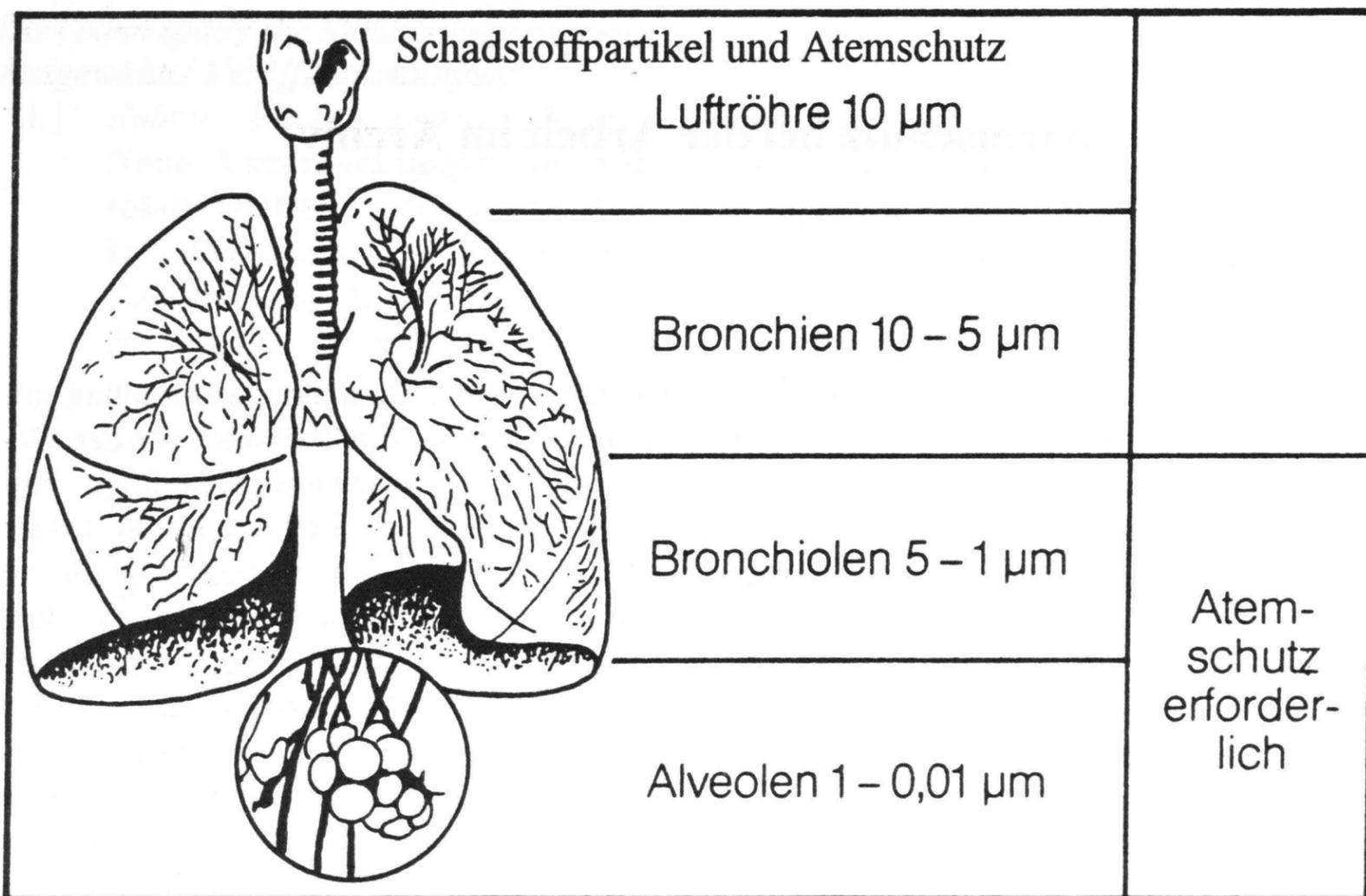


Abb. 2

gelagert oder sie werden von der Körperflüssigkeit aufgelöst und über das Blut im Körper verteilt und metabolisiert. In jedem Fall sind fast immer ernsthafte gesundheitliche Schäden mit der Aufnahme des Schadstoffes verbunden. Die Teilchengröße von Schimmelpilzen liegt in der Regel weit über der kritischen Größe von 5 µm, so daß von daher keine Gefahr besteht. Dagegen sind die Sporen und die Bruchstücke der Zellen von Schimmelpilzen einatembar und enthalten als pathologisch aktive Substanzen die Endotoxine, die für allergische Atemwegserkrankungen verantwortlich gemacht werden können.

Neben der Art des Schadstoffes ist für die Auswahl eines wirksamen Atemschutzes auch die Schadstoffkonzentration relevant. In Tabelle 1 sind die Grenzwerte für Atemschutzmasken mit Partikelfiltern dargestellt. Als Grenzwert werden Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (kurz MAK-Wert) oder die Technischen Richtkon-

zentrationen (kurz: TRK-Wert) zugrunde gelegt.

Die Abkürzung FFP steht für den englischen Ausdruck „Filtering Face Piece“ und bezeichnet die weißen, leichten filtrierenden Halbmasken, bei denen der gesamte Maskenkörper aus Filtermaterial besteht. Eine empfehlenswerte Atemschutzmaske gegen Mikroorganismen wäre eine Atemschutzmaske mit der Schutzstufe FFP2. Sollte bei dem Arbeitnehmer bereits ein hoher Sensibilisierungsgrad vorliegen, muß in Rücksprache mit dem betreuenden Arbeitsmediziner eine höhere Schutzstufe eingesetzt werden. Generell empfiehlt es sich bei Mitarbeitern, die bereits unter einer allergischen Atemwegserkrankung leiden mit einer hohen Schutzstufe zu beginnen. Nachdem eine Besserung des Gesundheitszustandes eingetreten ist, die Verwendung einer Atemschutzmaske also eine deutliche Wirkung gezeigt hat, kann eventuell auf eine niedrigere, für den Mitarbeiter genauso

Einsatzgrenzen für Filtergeräte

Atemschutzanschluß

Filter	Halbmaske/ Filtrierende Halbmaske	Vollmaske	Einschränkungen
FFP/1	4 X GW	—	Nicht gegen Tröpfchen-aerosole, Partikel krebserzeugender und radioaktiver Stoffe, Mikroorganismen (Viren, Bakterien und Pilze und deren Sporen) und Enzyme
FFP/2	10 x GW	15 x GW	Nicht gegen Partikel radioaktiver Stoffe, Viren und Enzyme
FFP3/P3	30 x GW	400 x GW	

GW: Grenzwert (z.B. MAK oder TRK)

Tab. 1

wirksame Schutzstufe zurückgegriffen werden.

Ein Partikelfilter sollte bei einer deutlichen Zunahme des Atemwiderstandes ausgetauscht werden. Beim Einsatz gegen Mikroorganismen müssen die Atemschutzmaske und der Partikelfilter nach jedem Einsatz ausgetauscht bzw. gereinigt werden.

Ganz anders verhält es sich mit dem Atemschutz gegen Gase und Dämpfe. Die Größe der Schadgase liegt im molekularen Bereich und ist von daher in jedem Fall lungengängig. Ein Kriterium für die Abscheidung im menschlichen Organismus ist die Wasserlöslichkeit des Schadstoffes (Abb.3).

Die Schadstoffe werden durch Adsorptionsprozesse und chemische Umsetzungen in speziellen Aktivkohlefiltern aus der Einatemluft entfernt. Die Atemfilter werden eingeteilt nach der Schadstoffart z.B. organisches oder anorganisches Gas und nach ihrer Filterklasse. Die Filterklasse beschreibt die Rückhaltekapazität der Filter (Tab. 3). Bei den meisten Anwendungen in den Archiven werden Schadgase auf organischer Basis frei, so daß ein Filter mit der Kennzeichnung A und braunem Farbcode am häufigsten Verwendung findet. In Tabelle 2 sind die Grenzwerte für die verschiedenen Gerätearten zusammengestellt worden. Der Filter ist erschöpft und muß ausgetauscht werden, wenn der Schadstoff durch Geruch auf der Einatemseite wahrgenommen werden kann.

Durchblick für Profis**Europäische Norm EN 149
Anforderungen an Partikelfiltrierende Halbmasken**

Bez.	mittlere Gesamtleckage %	Durchlaßgrad* Filtermaterial %	Anwendungen	3M Empf.
FFP1	22	20	bis 4fachen MAK gegen feste Partikel inertter Stoffe (1)	8710E
FFP2 S	8	6	bis 10fachen MAK gegen feste Partikel von mindergiftigen Stoffen (2)	8810 8825
FFP 2 SL	8	2 (Ölnebel)	bis 10fachen MAK gegen feste und flüssige Partikel von mindergiftigen Stoffen	8825
FFP3 S	2	3	bis 30fachen MAK gegen feste Partikel von giftigen und sehr giftigen Stoffen (3)	8835
FFP3 SL	2	1 (Ölnebel)	bis 30fachen MAK gegen feste und flüssige Partikel von giftigen und sehr giftigen Stoffen	8835

*Die mittlere Gesamtleckage einer Maske wird mit Testpersonen in Trageversuchen in einer Kochsalz-Prüfatmosphäre ermittelt. Der Durchlaßgrad des Filtermaterials wird mit Kochsalz für feste Partikel (Zusatz „S“ = solid) und mit Paraffinöl (Zusatz „L“ = liquid) für flüssige Partikel bestimmt. Das Filtern von flüssigen Aerosolen stellt erhöhte Anforderungen an das Filtermaterial und bietet damit auch höheren Schutz gegen feste Partikel.

(1) Inerte Stoffe sind weder toxisch, fibrogen, allergisierend noch krebserzeugend, aber sie beeinträchtigen die Atmung. Allgemeiner Staubgrenzwert als MAK: 6 mg/m^3 .

(2) Mindergiftige Stoffe haben einen MAK-Wert, der größer oder gleich 0.1 mg/m^3 ist.

(3) Giftige und sehr giftige Stoffe haben einen MAK-Wert, der kleiner als 0.1 mg/m^3 ist. Weiterhin alle krebserzeugenden Stoffe, radioaktive Partikel, Sporen, Viren, Bakterien.

Gasfilter und ihre Hauptanwendungsbereiche

Typ	Kennfarbe	Hauptanwendungsbereich	Klasse	Höchstzulässige Gaskonzentration
A	braun	organische Gase und Dämpfe mit Siedepunkt > 65 °C	1 2 3	1000 ml/m ³ (0,1 Vol.%) 5000 ml/m ³ (0,5 Vol.%) 10000 ml/m ³ (1,0 Vol.%)
B	grau	Anorganische Gase und Dämpfe, z.B. Chlor, Hydrogensulfid, Hydrogencyanid – nicht gegen Kohlenmonoxid	1 2 3	1000 ml/m ³ (0,1 Vol.%) 5000 ml/m ³ (0,5 Vol.%) 10000 ml/m ³ (1,0 Vol.%)
E	gelb	Schwefeldioxid, Hydrogenchlorid (Chlorwasserstoff) und andere saure Gase	1 2 3	1000 ml/m ³ (0,1 Vol.%) 5000 ml/m ³ (0,5 Vol.%) 10000 ml/m ³ (1,0 Vol.%)
K	grün	Ammoniak und organische Ammonium-Verbindungen	1 2 3	1000 ml/m ³ (0,1 Vol.%) 5000 ml/m ³ (0,5 Vol.%) 10000 ml/m ³ (1,0 Vol.%)
AX	braun	niedrigsiedende organische Verbindungen (Siedepunkt < 65°C) der Niedrigsiedergruppen 1 und 2 /1/		GR. 1 100 ml/m ³ für max. 40 min GR. 1 500 ml/m ³ für max. 20 min GR. 2 1000 ml/m ³ für max. 60 min GR. 2 5000 ml/m ³ für max. 20 min

Spezialfilter SX, HG-P3, NO-P3 siehe ZH 1/134

Auswahl von Atemschutzgeräten und ihre Grenzwerte beim Einsatz mit Gasfiltern

Geräteart	Vielfaches des Grenzwertes	Bemerkung
Vollmaske mit Gasfilter /2/	400	Für die Gasfiltertypen A, B, E, K, AX gibt es unterschiedliche Anwendungsbereiche. Näheres siehe obere Tabelle /3/.
Halb-/Viertelmaske mit Gasfilter /2/	30	
Gasfiltrierende Halbmaske /2/	30	
Geräte mit Kombinationsfilter	Es gelten die jeweiligen Vielfachen des Grenzwertes für den Gas- oder Partikel-filterteil /2/	

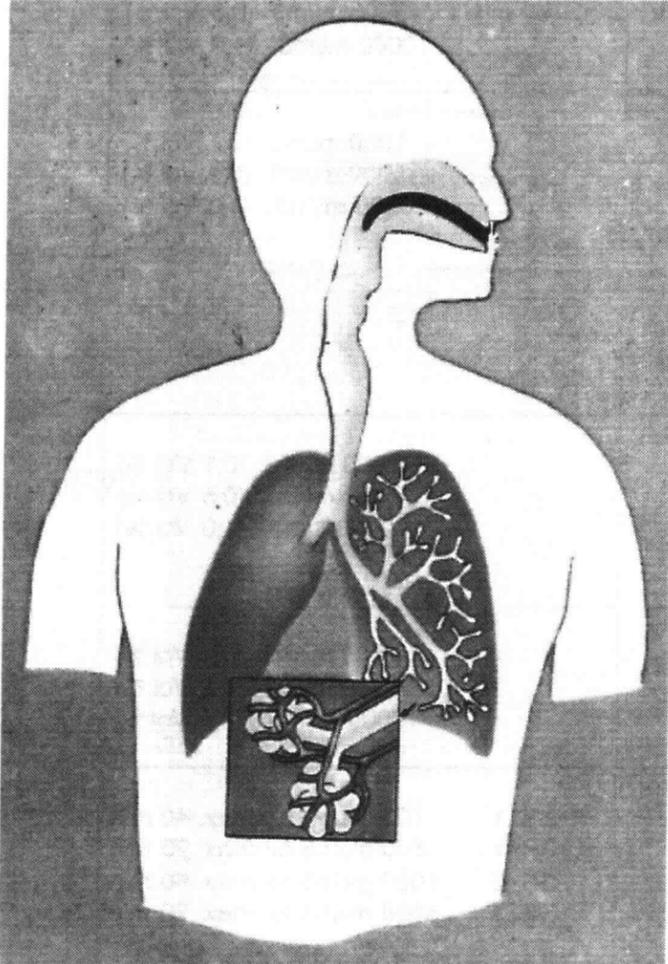
/1/ Die niedrigsiedenden organischen Verbindungen werden in vier Gruppen unterteilt (siehe ZH 1/134). Für die Gruppe 3 können Filter des Typs B oder K verwendet werden. Gegen die Niedrigsieder der Gruppe 4 kann ein Schutz durch Filter nicht erreicht werden.

/2/ Sofern damit nicht bereits die auf das Gasaufnahmevermögen von Gasfiltergeräten ohne Gebläse bezogenen höchstzulässigen Einsatzkonzentrationen von 0,1 Vol. % in Gasfilterklasse 1, 0,5 Vol. % in Gasfilterklasse 2 und 1 Vol. % in Gasfilterklasse 3 überschritten werden.

/3/ Für die Anwendungsbereiche der Spezialfilter siehe ZH 1/134

Tab. 3

Angriffsorte von Reizstoffen in Abhängigkeit von der Wasserlöslichkeit



Wasserlöslichkeit	Angriffsort	Stoffe
hoch	obere Atemwege	Ammoniak Salzsäure Formaldehyd Flour
mittel	Bronchien Bronchiolen	Schwefeldioxyd Chlor Brom Isocyanate
klein	Bronchiolen Lungenbläschen	organische Lösemittel z.B. MEK, PER Toluol etc. Ozon Phosgen

Abb. 3

Ab dem 1. Juli 1995 dürfen nur noch Atemschutzgeräte hergestellt werden, die entsprechend der Europäischen Richtlinie 89/686/EG gefertigt worden sind. Die Europäische Kommission hat festgelegt, daß alle Atemschutzmasken in die Kategorie 3 fallen. Diese Kategorie entspricht den höchsten Prüfungsanforderungen. Eine Ausrüstung der Kategorie 3 bietet den größten Schutz vor Gesundheitsschäden und chronischen Erkrankungen. Der Anwender erkennt Produkte, die den neuen gesetzlichen Anforderungen entsprechen, an dem Aufdruck des CE-Zeichens mit Datum und der vierstelligen Codenummer für die überwachende Stelle.

Literatur:

- 1) M. Schata, H.P. Neuheuser, *Archivar* 1994, 47, H1
- 2) ZH 1/701, Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten, Hrsg. Fachausschuß Persönliche Schutzausrüstung, April 1994

Abb. 1: Gefährdung des Körpers durch Einatmen verschiedener Schadstoffe

Abb. 2: Schadstoffpartikel und Atemschutz

Tab. 1: Einsatzgrenzen für Filtergeräte

Abb. 3: Angriffsorte von Reizstoffen in Abhängigkeit von der Wasserlöslichkeit

Tab. 2: Auswahl von Atemschutzgeräten und ihre Grenzwerte beim Einsatz mit Gasfiltern

Tab. 3: Gasfilter und ihre Hauptanwendungsgebiete

Sicherheitswerkbank für Restaurierungsarbeiten

Ing. Uwe Schneeberg

Bereits im September 1992 haben die ersten Gespräche mit der Archivberatungsstelle in Brauweiler unter Federführung von Herrn Frankenstein und dem GUVV (H. Winninger) stattgefunden. In erster Linie ging es um Schimmelpilze und Pilzsporen, die bei Archivarbeiten zu Belastungen des Personals führten. Von unserer Seite wurde der Einsatz von Reinen Werkbänken mit hohem Personenschutz vorgeschlagen. Das erste Gerät wurde Anfang 1993 in der Abtei Brauweiler aufgestellt.

Daß der Einsatz dieser Geräte notwendig und erfolgreich war, beweisen die Untersuchungen von Prof. Schata und Herrn Neuheuser - der Gesellschaft für angewandte und experimentelle Allergieforschung mbH (GAF) aus dem Jahr 1994. Der Artikel erschien in "Der Archivar" Jg. 47, 1994.

In den Archiven geht die Belastung der Raumluft mit Schimmelpilzen und Pilzsporen nachweislich vom Archivmaterial selber aus. Insbesondere wurde nachgewiesen, daß durch Umlagerung von pilzkontaminierten Akten in nicht kontaminierte Räume eine Neukontamination stattgefunden hat. In der von mir zitierten Untersuchung ist festgestellt worden, daß bei 32 % der Archivmitarbeiter der Verdacht auf eine Schimmelpilzsensibilisierung besteht. Dagegen liegt der Prozentsatz bei der Gesamtbevölkerung zwischen 10-15 %, d.h. daß Archivmitarbeiter weit höher mit Schimmelpilzallergenen belastet sind. Bei den Untersuchungen wurden hauptsächlich *Aspergillus*- und *Penicillium*-Arten nachgewiesen. Um nun diese Schimmelpilzgefährdung auf

ein möglichst niedriges Niveau zu bringen gibt es die "Empfehlung für Vorsorgemaßnahmen," die m. Wissens 16 Punkte umfaßt.

Auf die Reinraumtechnik in Archiven möchte ich nun detailliert eingehen:

Was ist Reinraumtechnik?

Grundlagen Reinraumtechnik

Begriffe, Bedeutung und Anwendung

Der ursprüngliche Begriff für die Reinraumtechnik kommt aus dem englischen von "Laminar-Flow" Technik, d. h. turbulenzarme Verdrängungsströmung. In vielen Bereichen der Industrie, Forschung und anderen Anwendungsgebieten ist die Notwendigkeit unter sterilen Bedingungen zu forschen und zu arbeiten, unbedingt erforderlich. Unter vielen sonstigen Lösungen dieser Forderung nach sterilen Bedingungen nachzukommen, hat die Reinraumtechnik eine besondere Bedeutung erlangt. Die Reinraumtechnik ist jene lufttechnische Maßnahme, die ein Arbeiten unter sicherem Ausschluß von Fremdstoffteilchen und größtmöglichen Schutz für das Personal ermöglicht. Der Anstoß zu dieser Technologie kam von der Weltraumtechnik, wo Sauberkeit im herkömmlichen Sinne für Produkte und Personal kein ausreichendes Kriterium mehr war. Da Pilzsporen, Keime und Bakterien etc. nicht selbst fortbewegungsfähig sind, sondern immer nur durch Staubteilchen getragen werden, muß nicht nur eine laminare Strömung erreicht werden, sondern auch eine hochgradige Filterung der Luft.

Die Notwendigkeit dieser Maßnahme veranschaulicht folgende Tatsache:

Richtwerte der Reinheit der Atmosphäre in:

	<i>Teilchen > 0,5 µm/Liter Luft</i>
Großstadt	ca. 1 Mio.
Bürogebäude klimatisiert	ca. 100.000
Reinraumtechnik	1

Darüber hinaus ist der Mensch ein großer Produzent von Schmutzteilchen. Die nachstehende Tabelle zeigt Ihnen die Emissionsrate des Menschen mit sauberer Kleidung.

<i>Bewegungsart</i>	<i>Teilchenemission pro Minute. Teilchen > 0,3 µm</i>
ruhiges Stehen oder Sitzen	100.000
Sitzen mit leichten Körperbewegungen	1 Mio
langsames Gehen	5 Mio
heftige und ungleichmäßige Bewegungen	15 - 30 Mio

Normen für die Reinraumtechnik

Um die vorgenannten Kriterien zu erfüllen sind technische Normen erstellt worden. Unter anderem sind folgende Normen und Richtlinien maßgebend:

- VDI 2083 Blatt 1 - 10
- DIN 12950 Teil 10

Näher eingehen möchte ich auf die

VDI 2083 Blatt 1

"Grundlagen-Definition und Festlegung der Reinheitsklassen der Luft"

Hierin werden die Reinheitsklassen und Partikelgrößen definiert. Diese Richtlinie ist an die internationalen Normen der USA - US-FEd.-Std. 209,

Frankreich NFX 44/101,
GB Bs 5295 und
Japan JIS B9929 und 9920 angelehnt.

VDI 2083 Blatt 6

"Personal am Reinen Arbeitsplatz"

DIN 12950 Blatt 10

"Sicherheitswerkbanken für mikrobiologische und biotechnologische Arbeiten"

Diese Norm schreibt besonders die sicherheitstechnischen Anforderungen und Prüfungen sowie das Rückhaltevermögen, den Produktschutz und den Verschleppungsschutz vor.

Die Reinen Werkbänke werden nach der Reinheitsklasse 3 gem. VDI 2083 Blatt 1 gebaut. Darüber hinaus unterliegen sie noch besonderen sicherheitstechnischen Anforderungen, die in der DIN 12950 festgelegt sind.

Funktion und Arbeitsweise der Sicherheitswerkbank für Restaurierungsarbeiten

Die vorgenannten Sicherheitswerkbanken werden in den Archiven eingesetzt. Grund hierfür ist der hohe Personenschutz. Der Abscheidegrad der eingebauten Filter liegt bei 99,999 % für Teilchen größer 0,3 µm. Die VDI 2083 Klasse 3 läßt 4.500 Teilchen 0,5 µm pro m³ zu. Die Gesamtkörper der Pilze haben eine Größenordnung bis 100 µm. Ihre Sporen liegen in dem Größenbereich von 2 - 80 µm. Da der Abscheidegrad der eingebauten Filter in der Reinen Werkbank bei 99,999 % für Teilchen von 0,3 µm liegt, kann man von einer 100 %igen Abscheidung der Schimmelpilze und ihrer Sporen ausgehen. Somit ist der Personenschutz optimal gewährleistet. Um diesen hohen Abscheidegrad auch in der Praxis für Ihre Arbeiten umzusetzen, möchte ich Ihnen nun die Funktions- und Arbeitsweise der Reinen Werkbank erläutern.

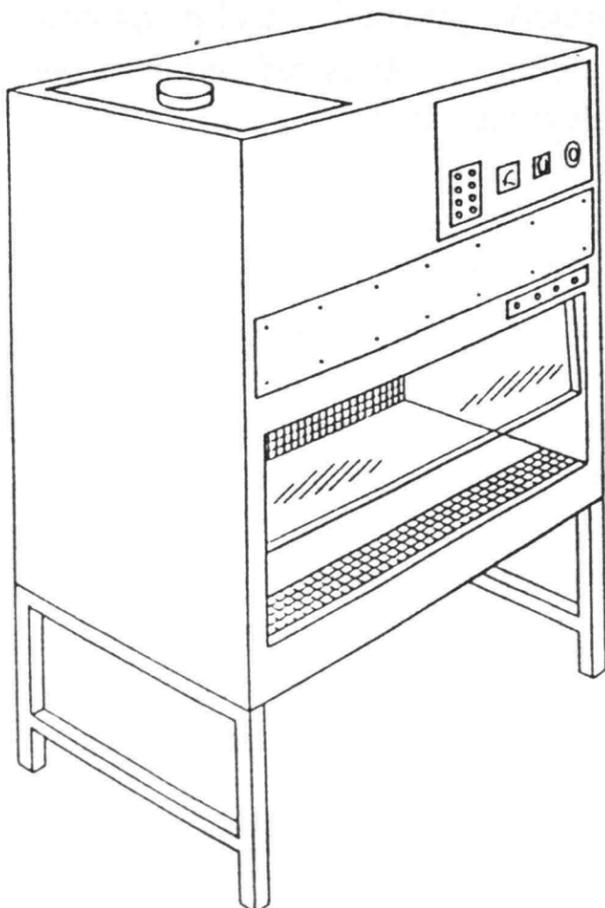


Abb. 1 Sicherheitswerkbank

Regeln zum Umgang mit der Reinraumtechnik

Hierfür ist speziell die VDI 2083 Blatt 6 "Personal am Reinen Arbeitsplatz" maßgebend. Aus dem Inhalt der Richtlinien haben wir 15 Tips zusammengefaßt.

- Jede Beschädigung der HOSCH-Filter sorgfältig vermeiden.
- Den Reinen Arbeitsbereich peinlich sauberhalten.
- Die Reine Werkbank einige Zeit vor Arbeitsbeginn einschalten.
- Alles vor Einbringen in den Reinen Arbeitsbereich säubern.
- Der Arbeitsbereich ist kein Abstellplatz.
- Strömungswiderstände möglichst vermeiden.
- Staubempfindliche Stellen unmittelbar mit reiner Luft anströmen
- Bleistift und Papier gehören nicht in den Reinen Arbeitsbereich.
- Möglichst Abstand halten vom Prozeß.
- Das schmutzigste in der Reinraumtechnik ist der Mensch.

- Nicht in den Arbeitsbereich niesen oder husten.
- Der Kopf soll draußen bleiben.
- Hände weg von kritischen Positionen.
- Materialtransport gut durchdacht organisieren.
- Mögliche Rückströmung hinter größeren Gegenständen beachten.

Wartung und Funktionskontrolle vor Ort

Um einen einwandfreien Arbeitsprozeß zu gewährleisten, ist eine regelmäßige Wartung der Sicherheitswerkbanken erforderlich. Die Wartung sollte möglichst halbjährlich, auf jeden Fall aber einmal jährlich durchgeführt werden. Bei diesen Wartungsarbeiten wird erstens eine Funktionskontrolle und zweitens eine allgemeine Wartung durchgeführt.

Zur Funktionskontrolle gehören folgende Prüfparameter:

- Anzahl und Klassifizierung von Partikelkonzentrationen.
- Luftgeschwindigkeit im Reinen Arbeitsbereich.
- Für die Partikelmessung werden Meßgeräte gemäß VDI Richtlinie 2083 Blatt 3 benutzt, wie z. B. Partikelzähler, Weißlicht oder Laserstrahl.
- Für die Luftgeschwindigkeit verwendet man thermische Anemometer, Staufflügelmeßgeräte oder Flügelradanemometer.

Partikelmessmethoden:

Partikelzählung und Leckprüfung mit Partikelzähler - Weißlicht oder Laser:

Dieses ist die häufigst angewandte Partikelzählung um eine genaue Aussage über die Anzahl und Größe der Partikel im Reinen Arbeitsbereich zu machen. Somit kann eine genaue Aussage über die Einhaltung der geforderten Reinraumklasse gemacht werden. Bei dieser Messung muß die gesamte Filterfläche abgetastet werden, wobei eine

Sondengeschwindigkeit von 5 cm pro Minute nicht überschritten werden darf. Die Messergebnisse werden mittels Schreiber dokumentiert.

Allgemeine Wartung

Überprüfung aller Verschleißteile und gegebenenfalls deren Austausch.

Überprüfung aller sicherheitstechnischen Anlagen

- Luftströmung - Rauchversuch
- optische und akustische Warnsignale
- Gebläsefunktion
- Beleuchtungseinheiten
- allgemeiner Zustand des Gerätes

Sollte sich bei der Wartung herausstellen, daß die HOSCH-Filter gewechselt werden müssen, ist auf jeden Fall die Absprache mit der zuständigen Fachabteilung notwendig.

Nach Beendigung der gesamten Arbeiten wird ein Wartungsprotokoll für jedes einzelne Gerät ausgestellt. Das Original dieses Wartungsprotokolls sowie der Meßstreifen der Partikelzählung wird an jedem Gerät hinterlegt.

Technische Beschreibung

Sicherheitswerkbank

Mikrobiologische Sicherheitswerkbank (LF-Sicherheitswerkbank)

der Klasse 2 gemäß DIN 12950 Teil 10,

- Basisgehäuse aus galvanisch verzinkten Blechen geschweißt, allseitig grundiert und lackiert mit PU-Lack, RAL 9001
- Untergestell aus Stahlrohr mit gleichem Lackaufbau. Stellfüße aus Edelstahl
- Zerlegbare Konstruktion
- Arbeitsbereich aus Edelstahlblech, nahtlos geschweißt, luftdicht eingebaut
- Tischplatte aus Edelstahlblech mit direkt eingesetzten Lochstreifen, lose eingelegt
- Tropfschalen aus Edelstahlblech, unter Tisch, zur Aufnahme von verschütteten Flüssigkeiten

- Doppelklappscheibe aus Polycarbonat, komplett hochklappbar und in Oben-Stellung arretierbar
- Beleuchtung blendfrei, über Alu-Lichtraster angeordnet.
- HEPA-Filter für Zu- und Abluft, Klasse S, gem. DIN 24184. Zusätzlicher Luftgleichrichter beim Zuluft HEPA-Filter.
- Radialventilator stufenlos regelbar, auf die Leistungsverhältnisse im Gerät abgestimmt.
- Zentrale Elektrik zum Betrieb und zur Überwachung der Gerätefunktionen.
- Elektronische Überwachung der Zuluft, der Abluft und der Doppelklappscheibe. Optische und akustische Warnung bei Unterfunktion.
- Elektronische Anzeige der LF-Geschwindigkeit.

Zusatzeinrichtungen:

- UV-Licht zur Oberflächen-Desinfektion des Arbeitsbereiches.
- Tag/Nacht-Schaltung zur reduzierten Betriebsweise während der Nicht-Benutzungszeit.
- Steckdose, elektrisch zuschaltbar.
- Betriebsstundenzähler.
- Gashahn oder Vakuum-Digestorienventil.

Luftbefeuchtung - Luftentfeuchtung im Museumsbereich zur Erhaltung von Kulturgut

Helmut Haddenhorst

Vorwort

Es gilt in der Umgangssprache: "Es gibt kein trockeneres Thema als feuchte Luft." Es ist ein sehr schwieriges und diffiziles Thema, das ich versuchen möchte Ihnen etwas näher zu bringen, um Ihre tägliche Arbeit damit zu erleichtern.

Auch im Museumsbereich gilt der Grundsatz: "Die beste Klimatisierung ist keine Klimatisierung." Das hieße in der Praxis, die Depots, Lager und Ausstellungsräume immer automatisch den Außenluftzuständen anzupassen, die über lange Zeiträume weitgehend ausgeglichen sind. Erst das Eingreifen des Menschen in das Raumklima, z.B. durch Beheizen der Räume im Winter, die notwendige Raumkühlung im Sommer, die Regulierung und Anpassung der Luftfeuchte macht das Thema kompliziert. Um so verständlicher ist es, daß Sie, aber auch die Besucher, die die Ausstellungen fast täglich besuchen, hohe Ansprüche an die physiologischen Gegebenheiten der Arbeits- und Ausstellungsräume stellen.

Hinzu kommt die Tatsache, daß gerade im Museumsbereich oft alle nur erdenklichen Materialien mit jeweils spezifischen Verhalten in einem Ausstellungsobjekt vereinigt sind. Denken Sie hierbei nur an die verschiedenen Materialien wie Holz, Leder, Ton, Textilien, Stahl und Eisen, in behandelte und unbehandelte Form. Jedes Material verhält sich ganz spezifisch und deswegen müssen Sie aktiv etwas zur Konservierung unternehmen.

Ich will und kann hier auf keinen Fall Richtlinien festlegen und Ihnen eine Art "Bibel" mitgeben, nach der Sie sich schnurgerade verhalten können. Ich möchte nur versuchen, die physikalischen Vorgänge näher zu durchleuchten und eine Grundvoraussetzung schaffen.

Wie in jeder Berufssparte gibt es auch in dem Bereich Luftbefeuchtung - Luftentfeuchtung eine gewisse Terminologie, d.h. eine Sprache in der ein gemeinsames Verständnis möglich ist.

1.0 Begriffe - Hilfsmittel - Luftbe- und Luftentfeuchtung

1.1 Feuchte Luft

Feuchte Luft ist ein Gemisch aus Wasserdampf und trockener Luft. Für die Mischung zweier Gase gilt die Anwendung des Dalton'schen Gesetzes. Es lautet: Wenn mehrere Gase, hier also Wasserdampf und trockene Luft, in einem Raum enthalten sind, so breitet sich jedes einzelne so in dem ganzen Raum aus, als ob es allein vorhanden wäre.

1.2 Relative Luftfeuchte

Die relative Luftfeuchte bezeichnet das Verhältnis zwischen dem vorhandenen Wasserdampfgehalt feuchter Luft und dem Sättigungsgehalt (Wasserdampfgehalt an der Sättigungsgrenze) bei gleicher Temperatur. Diese Angabe erfolgt in %. Die relative Luftfeuchte steigt bei Abkühlung der feuchten Luft, trotz gleichbleibender absoluter Luftfeuchte, da der Sättigungsgehalt geringer wird.

DAMPFDRUCK/FEUCHTEINHALT

t °C	ps. m bar. 10 ⁻³	ρ ws. g/m ³ . 10 ⁻³	xs. g/kg. 10 ⁻³	t °C	ps. m bar.	ρ ws. g/m ³	xs. g/kg
-80	0,547	0,614	0,336	0	6,108	4,845	3,772
-79	0,664	0,719	0,395	1	6,566	5,190	4,057
-78	0,757	0,841	0,465	2	7,055	5,556	4,361
-77	0,889	0,982	0,546	3	7,575	5,944	4,685
-76	1,042	1,145	0,640	4	8,130	6,356	5,031
-75	1,219	1,333	0,748	5	8,719	6,792	5,399
-74	1,424	1,550	0,874	6	9,347	7,255	5,791
-73	1,662	1,799	1,020	7	10,013	7,745	6,208
-72	1,935	2,085	1,188	8	10,722	8,263	6,652
-71	2,251	2,413	1,382	9	11,474	8,811	7,124
-70	2,614	2,788	1,605	10	12,272	9,391	7,626
-69	3,031	3,217	1,861	11	13,119	10,004	8,159
-68	3,510	3,707	2,154	12	14,017	10,651	8,725
-67	4,059	4,266	2,491	13	14,969	11,334	9,326
-66	4,686	4,902	2,877	14	15,977	12,056	9,964
-65	5,404	5,626	3,317	15	17,044	12,816	10,641
-64	6,223	6,447	3,820	16	18,173	13,618	11,359
-63	7,157	7,379	4,393	17	19,367	14,463	12,120
-62	8,220	8,435	5,046	18	20,630	15,353	12,926
-61	9,429	9,630	5,788	19	21,964	16,290	13,781
-60	10,801	10,980	6,630	20	23,373	17,276	14,686
-59	12,358	12,504	7,586	21	24,860	18,313	15,644
-58	14,112	14,223	8,669	22	26,430	19,403	16,658
-57	16,118	16,157	9,894	23	28,086	20,549	17,732
-56	18,373	18,333	11,278	24	29,831	21,752	18,867
-55	20,919	20,778	12,841	25	31,671	23,016	20,068
-54	23,790	23,522	14,604	26	33,608	24,343	21,338
-53	27,024	26,598	16,588	27	35,649	25,734	22,680
-52	30,661	30,042	18,822	28	37,796	27,194	24,099
-51	34,749	33,894	21,331	29	40,055	28,724	25,599
-50	39,339	38,199	24,149	30	42,430	30,327	27,184
-49	44,485	43,003	27,308	31	44,927	32,006	28,858
-48	50,250	48,360	30,847	32	47,551	33,764	30,626
-47	56,702	54,328	34,807	33	50,307	35,604	32,493
-46	63,913	60,968	39,235	34	53,200	37,529	34,466
-45	71,967	68,350	44,179	35	56,237	39,543	36,549
-44	80,952	76,548	49,695	36	59,422	41,647	38,748
-43	90,966	85,643	55,843	37	62,762	43,847	41,070
-42	102,116	95,725	62,689	38	66,264	46,144	43,522
-41	114,519	106,889	70,304	39	69,934	48,544	46,110
-40	0,1283	0,1192	0,0788	40	73,78	51,05	48,84
-39	0,1436	0,1329	0,0882	41	77,80	53,66	51,73
-38	0,1606	0,1480	0,0986	42	82,02	56,39	54,78
-37	0,1794	0,1646	0,1101	43	86,42	59,23	58,00
-36	0,2002	0,1829	0,1229	44	91,03	62,19	61,40
-35	0,2233	0,2031	0,1371	45	95,85	65,28	64,99
-34	0,2487	0,2254	0,1527	46	100,89	68,50	68,78
-33	0,2769	0,2498	0,1700	47	106,16	71,85	72,79
-32	0,3079	0,2766	0,1890	48	111,66	75,33	77,03
-31	0,3421	0,3061	0,2101	49	117,40	78,96	81,51
-30	0,3798	0,3384	0,2332	50	123,40	82,74	86,25
-29	0,4212	0,3738	0,2587	51	129,65	86,66	91,26
-28	0,4668	0,4126	0,2867	52	136,17	90,74	96,57
-27	0,5169	0,4550	0,3175	53	142,98	94,99	102,18
-26	0,5719	0,5014	0,3513	54	150,07	99,39	108,13
-25	0,6323	0,5521	0,3884	55	157,46	103,97	114,44
-24	0,6984	0,6074	0,4290	56	165,16	108,72	121,13
-23	0,7709	0,6677	0,4736	57	173,18	113,66	128,22
-22	0,8502	0,7335	0,5223	58	181,53	118,78	135,75
-21	0,9369	0,8051	0,5756	59	190,22	124,09	143,75
-20	1,0317	0,8830	0,6339	60	199,26	129,60	152,25
-19	1,1352	0,9678	0,6976				
-18	1,2481	1,0599	0,7671				
-17	1,3713	1,1600	0,8429				
-16	1,5055	1,2685	0,9255				
-15	1,6516	1,3863	1,0155				
-14	1,8106	1,5139	1,1134				
-13	1,9835	1,6521	1,2200				
-12	2,1714	1,8017	1,3358				
-11	2,3755	1,9635	1,4616				
-10	2,5970	2,1384	1,5982				
-9	2,8371	2,3273	1,7464				
-8	3,0974	2,5312	1,9071				
-7	3,3793	2,7512	2,0813				
-6	3,6845	2,9885	2,2699				
-5	4,0146	3,2441	2,4741				
-4	4,3715	3,5193	2,6950				
-3	4,7571	3,8155	2,9338				
-2	5,1734	4,1342	3,1919				
-1	5,6226	4,4767	3,4706				

t = Temperatur
ps = Sättigungsdruck
ρ ws = Feuchteinhalt b. gesätt. Luft in g/m³
xs = Feuchteinhalt b. gesätt. Luft in g/kg
Barometrischer Druck 1010 mbar

Abb.1

1.3 Absolute Luftfeuchte

Unter absoluter Feuchte versteht man die Wassermenge, die in einem kg ($1 \text{ m}^3 = \text{ca. } 1,2 \text{ kg}$) Luftvolumen enthalten ist. Sie wird in Gramm Wasser pro kg trockener Luft angegeben ($\text{gH}_2\text{O}/\text{kg}$) (Abb. 1).

1.4 Dichte der Luft

Unter Dichte der Luft versteht man das Gewicht in kg/m^3 trockener Luft bei einer bestimmten Temperatur (z.B. $20^\circ\text{C} = 1,20 \text{ kg}/\text{m}^3$). Sie wird mit dem Zeichen ρ angegeben.

1.5 Sättigungsgrenze

(100 %-Linie im h, x -Diagramm)

Die Sättigungsgrenze bestimmt, wieviel Wasserdampf in der Luft, bei gegebener Temperatur, maximal enthalten sein kann. Warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft (z.B. $20^\circ\text{C} = \text{ca. } 14,686 \text{ g}/\text{kg}$ Luft oder $10^\circ\text{C} = 7,626 \text{ g}/\text{kg}$ Luft), siehe Abb. 2.

1.6 Taupunkt

Taupunkt nennt man den zu einem beliebigen Luftzustand gehörenden Sättigungszustand mit gleicher absoluter Feuchte. Zum Taupunkt gelangt man durch Abkühlung der feuchten Luft auf die zugehörige Taupunkttemperatur.

1.7 Kondensieren

Durch Abkühlen feuchter Luft unter den Taupunkt wird die Sättigungsgrenze überschritten. In Folge dessen wird ein Teil des Wasserdampfes in Form von Wassertropfchen (Nebel) oder als Feuchtfilm an kalten Oberflächen abgeschieden. Man nennt diesen Vorgang Kondensieren oder Tauen. Üblich sind auch die Bezeichnungen Schwitzwasser und Tauniederschlag.

1.8 Verdunsten

Durch Umwandlung von Wasser in Wasserdampf über offenen Wasserflächen

oder Benetzungungen von Filtermatten, erhöht sich die absolute Luftfeuchte; Voraussetzung dafür ist eine Taupunkttemperatur der Luft, die über der Wassertemperatur liegt.

1.9 h, x -Diagramm

Zur Erleichterung der Rechnung mit feuchter Luft und zur übersichtlichen Darstellung der Zustandsänderung dient das sogenannte h, x -Diagramm nach Mollier (siehe Abb. 2). Es ist ein schiefwinkliges Koordinatensystem, das auf der Ordinatenachse (Senkrechte) die Lufttemperatur T_R (trockenes Thermometer) in $^\circ\text{C}$ sowie die Dichte ρ in kg/m^3 bei einem Luftdruck von 1013 hPa anzeigt. Auf der Abszissenachse (waagerechte Linien) ist der Wasserdampfgehalt x (absolute Feuchte) in $\text{gH}_2\text{O}/\text{kg}$ trockene Luft dargestellt. Weiterhin ist in diesem Diagramm die Sättigungslinie, die das Gebiet ungesättigter Luft (oberhalb der Sättigungskurve = 100 % - Linie) von dem Gebiet übersättigter Luft (Nebelgebiet) unterhalb der Kurve trennt, eingetragen. Zusätzlich sind die Linien der relativen Luftfeuchte von 10 bis 100 % eingezeichnet.

2.0 Meß- und Regelgeräte

Eigentlich gehört dieser Punkt noch in den Bereich Hilfsmittel. Ich möchte ihn aber ganz besonders hervorheben und Ihnen folgendes dringend an's Herz legen:

Bevor Sie sich überhaupt mit dem Gedanken beschäftigen, Luftbefeuchtungs- oder Luftentfeuchtungsgeräte einzusetzen, brauchen Sie, getrennt von Ihrer Erfahrung oder Intuition, feste Fakten, was lufttechnisch in Ihren Räumen passiert. Hierzu hat sich als Hilfsmittel in den letzten Jahren der Thermo-Hygrograph hervorragend bewährt. Diese Aufzeichnungsgeräte, die mittlerweile fast völlig wartungsfrei arbeiten, bestehen aus einer sich drehenden Trommel, auf der ein Schreibblatt montiert ist. Hauptsächlich findet man sogenannte Zweipunktschreiber,

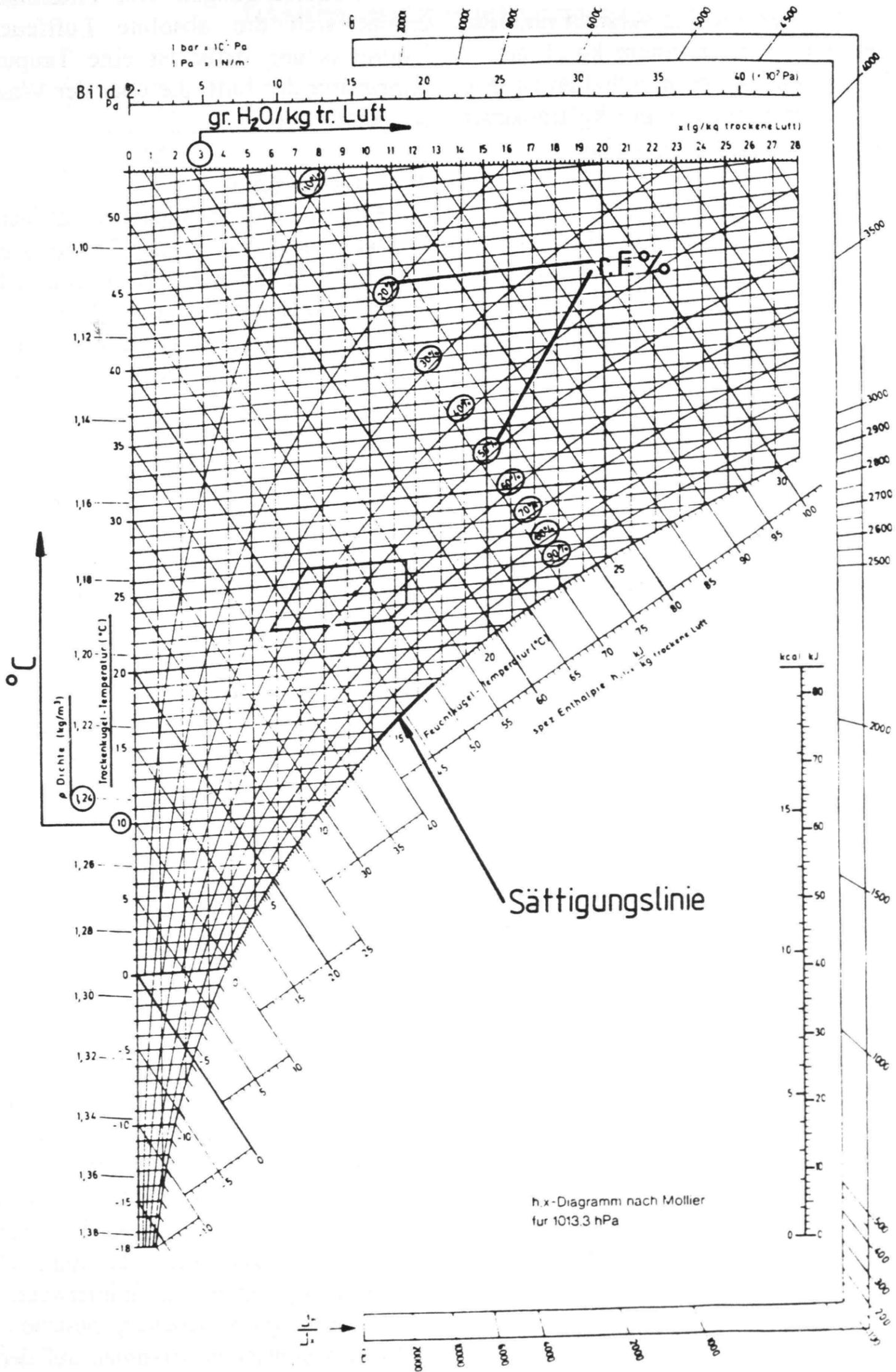


Abb.2

die eine Aufteilung in relative Luftfeuchte und Temperatur haben. Die gebräuchlichste Aufzeichnung ist im Temperaturbereich von -10 bis +50°C sowie 0 bis 100 % relative Luftfeuchte. Messungen über mindestens ein halbes, besser sogar noch über ein ganzes Jahr, geben Ihnen teilweise erschreckende Fakten über die Änderungen der Luftfeuchte und der Temperatur im Raum.

Auch sogenannte Feuchte- und Temperatur-Schnellmeßgeräte, mit denen Sie punktuell im Raum Feuchtemessungen vornehmen können, sei es mit einer Analog- oder einer Digitalanzeige, sind auf dem Markt gebräuchliche Hilfsmittel. Warnen kann ich Sie eigentlich nur vor den ganz normalen Hygrometern. Nicht alleine weil sie sehr wartungsanfällig sind, sondern weil da hauptsächlich sehr viele Bedienungsfehler gemacht werden. Wenn Sie solche normalen Hygrometer im Einsatz haben, denken Sie bitte daran, daß diese Hygrometer nicht an einer Außenwand oder an einer kalten Stelle im Raum hängen dürfen. Die günstigste Position eines normalen Hygrometers ist hängend im Raum in einer Höhe von ca. 1,10 bis 1,60 m, ausgehend vom Fußboden. Bitte beachten Sie aber trotzdem, daß Hygrometer nie eine korrekte Wiedergabe der relativen Feuchte und Temperatur im Raum gewährleisten. Abweichungen bis 20 und 30 % relativer Feuchte sind ohne weiteres die Norm. Gute Hygrometer lassen sich justieren. Diesen Arbeitsvorgang entnehmen Sie bitten den jeweiligen Betriebsanleitungen der Hersteller. Eine grobe Justierung erreichen Sie, indem Sie ein feuchtes Tuch nehmen und dies um das Hygrometer wickeln. Nach ca. einer Stunde müssen Sie auf der Anzeige ca. 97 % relative Feuchte haben. Sollte dies nicht der Fall sein, können Sie mit dem feinen Schraubenzieher in den meisten Fällen diese relative Feuchte justieren. Beim Einsatz von Luftbefeuchtungs- oder

Luftentfeuchtungsgeräten sollte man grundsätzlich hygrostatische Regelgeräte verwenden. Diese sogenannten Hygrostate schalten bei Erreichen der gewünschten bzw. eingestellten Feuchte das Luftbefeuchtungs- oder Luftentfeuchtungsgerät ab. Dies dient hauptsächlich zur Vermeidung zu feuchter oder zu trockener Luft und macht sich erheblich bei den Stromkosten bemerkbar.

3.0 Luftbefeuchtung

Die Luftbefeuchtung gilt als Stiefkind in der Klimatisierung, nicht nur in der Fachliteratur, sondern auch in der Praxis. Ich versuche hiermit einen Teil dieses Themas aufzuzeigen und Ihnen Anregungen und Hinweise für Ihre verantwortungsvolle Arbeit zu geben. Das Thema Luftbefeuchtung sollte nicht nur den Fachmann interessieren, auch der klimatechnische Laie wird häufig beruflich davon tangiert. So sind Museumsleiter, Architekten, Ärzte, Bauingenieure und viele andere daran interessiert. Aber auch der normale Wohnraumbenutzer sollte sich über die, während der Heizperiode unbedingt notwendige, Luftbefeuchtung informieren.

Wie schon unter Punkt 1.9 beschrieben, bedient man sich zur Darstellung der Zusammenhänge feuchter Luft des h, x-Diagramms nach Mollier. Aus diesem Diagramm werden auf einmal normale physikalische Vorgänge für den Laien auf den Kopf gestellt. Wer glaubt, daß im Winter, wenn es draußen schneit, die Luft also fast zu 100 % gesättigt ist, durch das Öffnen der Fenster die Raumluft trockener wird? Selbst wenn Sie dies einem Fachbuch entnehmen würden, so würden Sie doch immer wieder probieren, durch Öffnen der Fenster im Winter den Austausch der zu trockenen Raumluft gegen die frische Außenluft vorzunehmen. Dies möchte ich Ihnen an einem Beispiel erklären.

3.1 Beispiel Luftbefeuchtung

In einem Museum sind folgende Raumlufzustände gemessen worden:

Temperatur der Raumluf $T_R = 20^\circ\text{C}$
 relative Feuchte im Raum $rF\text{-Ist} = 40\%$
 Temperatur Außen $T_A = 0^\circ\text{C}$
 relative Feuchte Außen $rF_A = \text{ca. } 100\%$
 absolute Feuchte im Raum $x_R = \text{ca. } 6 \text{ g H}_2\text{O/kg Luft}$
 absolute Feuchte Außen $x_A = \text{ca. } 4 \text{ g H}_2\text{O/kg Luft}$

Stellen Sie vor, daß Sie an einem regnerischen Wintertag, mit einer Außentemperatur von ca. 0°C und einer relativen Feuchte, von ca. 100% Ihren Archivraum betreten, in dem es ein bißchen muffig riecht. Sie werden logischerweise die Fenster öffnen, um die muffige Raumluf durch frische und feuchte Außenluft auszutauschen. Unter der Voraussetzung, daß Sie dies so lange tun, bis Sie in Ihrem Raum die gleiche Raumtemperatur wie Außentemperatur haben, somit also auch die gleiche relative Feuchte, werden Sie die Fenster wieder schließen. Nach einer gewissen Zeit werden Sie feststellen, daß sich Ihr Thermometer wieder ganz normal auf die vorher schon gewünschten 20°C im Raum eingestellt hat. Aber "Oh Schreck!" Das Hygrometer im Raum zeigt Ihnen auf einmal 28% relative Luftfeuchte an. - Was ist passiert? - Als Sie den Raum betreten haben, hatten Sie 20°C im Raum und 40% relative Luftfeuchte. Die Luft war muffig und Sie wollten frische Luft reinholen. Zu diesem Zeitpunkt hatten Sie ca. $6 \text{ g Wasser pro kg Luft}$ im Raum. Die von Ihnen als angenehm empfundene Außenluft von ca. 0°C kann aber nur maximal ca. $4 \text{ g H}_2\text{O pro m}^3$ aufnehmen, d. h. sie war zu 100% gesättigt. Nachdem Sie nun das Fenster des Raumes bei Erreichen der 0°C Außentemperatur geschlossen haben, wird Ihre Heizung die gewünschten 20°C im Raum herstellen.

Dies bedeutet, daß Sie pro m^3 Luft nur noch ca. 4 g Wasser im Raum haben und sich die relative Feuchte von 40% auf 28% gesenkt hat (siehe Abb.3).

Die dazugehörigen Werte können Sie dem h, x -Diagramm entnehmen. Der Schnittpunkt der beiden Linien $T_R = 20^\circ\text{C}$ und der vorhandenen relativen Feuchte von 40% ergibt einen Wasserdampfgehalt von ca. $6 \text{ g H}_2\text{O/kg}$ trockener Luft. Der Schnittpunkt der angestrebten und erreichten Außenluft im Raum von 0°C und 100% relativer Feuchte ergibt ca. $4 \text{ g H}_2\text{O/kg Luft}$. Dies bedeutet nun, daß Sie von Ihrem jetzigen Zustand der Raumluf $2 \text{ g Wasser pro kg Luft}$ hinzufügen müssen, um den vorher vorhandenen relativen Feuchtwert zu erreichen.

3.2 Techniken der Luftbefeuchtung

Die Technik hat im Prinzip 3 Möglichkeiten, um Wasser in flüssiger Form für Befeuchtungszwecke in einen gasförmigen Zustand zu versetzen. Man kann Wasser verdunsten, verdampfen oder zerstäuben. Jedesmal muß hierzu die Gerätetechnik die physikalischen Möglichkeiten optimal nutzen.

3.2.1 Verdunsten

Physikalisch muß hierzu erklärt werden, daß Verdunstung bei Kontakt von Luft mit einer möglichst großen Wasseroberfläche erfolgt. Da die Raumtemperatur im allgemeinen

höher ist als die Wasseroberflächentemperatur, herrscht an der Grenzschicht zwischen Luft und Wasseroberfläche ein Sättigungszustand (100 % rF). Wenn in der Raumluft ein niedriger Wasserdampfgehalt herrscht, wandert von der Grenzschicht Wasser-Luft die Feuchte in den Bereich der trockenen Luft. Physikalisch heißt das: in der Raumluft ist ein niedriger Wasserdampfpartialdruck und an der Grenzschicht Wasser-Luft ein hoher Wasserdampfpartialdruck und durch dieses Druckgefälle wandert der Wasserdampf in die Luft. Rein physikalisch werden mit Verdunsten maximal 55 % rF erreicht.

Gleichzeitig muß gesagt werden, daß durch den Verdunstungsvorgang Wärme entzogen wird. Man nennt diesen Vorgang adiabate Kühlung, da durch den Phasenwechsel des Wassers vom flüssigen in den gasförmigen Zustand der Luft notwendige Energie entzogen wird. Deshalb kühlt sich die Luft etwas ab. Die Verdunstungsbefeuchter sollten mindestens einmal wöchentlich gereinigt werden, da die im Wasser enthaltenen Mineralien, Salze und Raumstaub im Gerät und in den Filtern zurückbleiben. Je nach System und Fabrikat kann diese Verdunstungsfläche (Filter) erneuert (Wegwerfprinzip) oder ausgewaschen werden. Mit dieser gründlichen Reinigung verhindert man, daß sich Bakterien oder Pilze im Gerät bilden und es lassen sich bei hartem Wasser auch die Mineralrückstände leichter entfernen.

Eine völlig neue Gerätetechnik - Luftbefeuchter mit Frischwasserverdunstung - hat diese Form der Luftbehandlung in jeder Hinsicht verbessert. Diese Geräte arbeiten mit Ventilatoren, welche die Raumluft auf der Vorder- und Rückseite des Gerätes durch Luftfilter ansaugen. Die trockene Luft wird durch eine Befeuchterzone geleitet (ein hygroskopisches Wabenpaket wird mit

frischem Leitungswasser benetzt) und kehrt befeuchtet durch ein Auslaßgitter im oberen Teil des Gerätes in den Raum zurück. Die stetige Versorgung der Verdunsterflächen mit Frischwasser sowie automatisches Trockenblasen der Verdunsterflächen verhindert Algen- und Bakterienbildung.

3.2.2 Verdampfen

Selbst unsere Großeltern hatten schon auf ihrem Kohleherd einen Topf mit Wasser stehen um die Feuchte im Raum etwas zu erhöhen. Physikalisch betrachtet beginnt eine Verdampfung, wenn Wasser auf die zum Druck gehörende Siedetemperatur erwärmt wird. Durch geringfügige Überhitzung erfolgt die Verdampfung an der Oberfläche durch Dampfblasen. Da Wasserdampf bereits gasförmig ist, läßt er sich relativ problemlos mit Luft vermischen.

In den häufigsten Fällen arbeiten Dampfbefeuchter in dem sogenannten Sattdampfbereich. Da Dampf der Luft keine Wärme für einen notwendigen Phasenwechsel entziehen muß, sondern diese Energie bereits durch Beheizung mit Strom, Öl oder Gas extern erhalten hat, erfolgt die Befeuchtung nahezu auf gleichem Temperaturniveau. Die für die Umwandlung notwendige Wärme nennt man die Verdampfungswärme. Die dazu benötigte Energie liegt bedeutend höher als die Energie, die man zum Verdunsten benötigt. Wenn man von der industriellen Nutzung der Dampfbefeuchter einmal absieht, haben sich im Laufe der Zeit sogenannte Eigendampferzeuger hervorragend bewährt. Hauptsächlich hygienische Gründe sind dafür verantwortlich. Auch diese Geräte müssen nach einiger Zeit gesäubert werden, da die im Wasser vorhandenen Mineralien und Salze als fester Bestandteil des Wassers im Eigendampferzeuger zurückbleiben. Die Reinigung erfolgt hauptsächlich mit einer Essiglösung oder mit handelsüblichen umweltfreundlichen Entkalkungsmitteln.

3.2.3 Zerstäuben

Die Aufgabe des Zerstäubers ist es, Aerosole auf mechanischem, möglichst kaltem Weg zu erzeugen. Aerosole sind kleinste Wasserpartikel in einer Größenordnung zwischen 1...20µ (0,001...0,020 mm). Da die Oberfläche eines Aerosols im Vergleich zu seinem Gewicht sehr groß ist, ist es besonders gut schwebefähig. Auch die Oberflächenspannung spielt eine entscheidende Rolle. Diese nebelähnlichen Teilchen haben nur eine geringe Fallgeschwindigkeit und bewegen sich aufgrund der Brown'schen Molekularbewegung zickzackförmig im Raum.

Durch die Bewegung und Viskosität der Raumluft verdunsten Aerosole sehr rasch. Dabei nehmen Sie Wärme aus der Raumluft auf, verbrauchen diese im Verdunstungsvorgang und erzeugen dadurch eine adiabatische Abkühlung der Raumluft. Die Anwendungstechnik hat verschiedene Methoden der Aerosolherstellung entwickelt. Man unterscheidet hier in :

1. Scheiben-Zerstäuber

Auf eine sich schnell drehende, rotierende Scheibe werden Wassertropfen gebracht. Durch die Rotation werden diese Wassertropfen zu einem dünnen Wasserfilm auseinander gezogen, reißen an der Peripherie der Scheibe ab und fliegen gegen einen Lamellenkranz, wo sie weiter zerschlagen werden. Ein Transportluftstrom hebt den schwebefähigen Aerosolnebel aus dem Gerät heraus.

2. Düsen-Zerstäuber

Düsen-Zerstäuber werden als Befeuchter in der Industrie benutzt, wobei hier hauptsächlich mit Druckluft und Wasser gearbeitet wird.

3. Ultraschall-Zerstäuber

Mit dieser fortschrittlichen Technik, unter Einsatz von entmineralisiertem (ve = voll

entsalztem) Wasser, lassen sich die Nachteile der o.g. Zerstäuber vermeiden. daß Ultraschall-Zerstäuber auch zur direkten Raumbefeuchtung eingesetzt werden. Die Geräte arbeiten nach dem Ultraschall-Prinzip, d.h. das vollentsalzte Befeuchtungswasser wird mit Hilfe von Ultraschallwellen ohne wesentliche Wärmeabgabe in ultrafeine Aerosole zerlegt. Durch ein Gebläse wird der Aerosolnebel in den zu befeuchtenden Raum geblasen.

Resümee aus 3.2

Aus den o.g. Beispielen ersehen Sie, daß sich hauptsächlich die Verdunstungsbefeuchter in verschiedenen Größen und Ausführungen in der Praxis durchgesetzt haben. Die Hersteller versuchen in ihren Geräten eine möglichst große Verdunstungsfläche mit einem eingebauten Ventilator abzustimmen. Bei den Verdunstungsflächen handelt es sich in der Regel um beflockte Schaumstoffmatten, die ein natürliches Labyrinthsystem enthalten. Diese Verdunstungsmatten können stehend in den Geräten angeordnet sein und man läßt das Befeuchtungswasser an ihnen herunterlaufen. Verdunster haben einen niedrigen Stromverbrauch. Er beschränkt sich auf die Antriebskraft des Ventilators, der Wasserpumpe und eventuell auf den Antriebsmotor einer umlaufenden Verdunstermatte.

Die Befeuchtung über Zerstäuber bringt gewisse Nachteile mit sich. Die Aerosole beinhalten die im Wasser vorhandenen Mineralien, welche nach der Verdunstung der feinen Tröpfchen zu weißen Ablagerungen auf dem Mobiliar führen können. Deshalb sollte nur vollentsalztes Wasser zerstäubt werden.

4.0 Luftentfeuchtung

Unter Luftentfeuchtung versteht man den teilweisen Entzug des Wasserdampfes aus der Luft, um Tauniederschläge zu vermeiden. Im allgemeinen ist es hierfür ausreichend, den

Taupunkt der Luft bis einige Grade unter die Oberflächentemperatur der zu schützenden Anlagen abzusenken.

4.1 Techniken der Luftentfeuchtung (nach der Kühlmethode)

Bei dieser Technik wird Luft durch Abkühlen unterhalb der Raumtemperatur entfeuchtet. Hauptbestandteil der Luftentfeuchtung nach der Kühlmethode ist eine Kältemaschine (siehe Abb. 4).

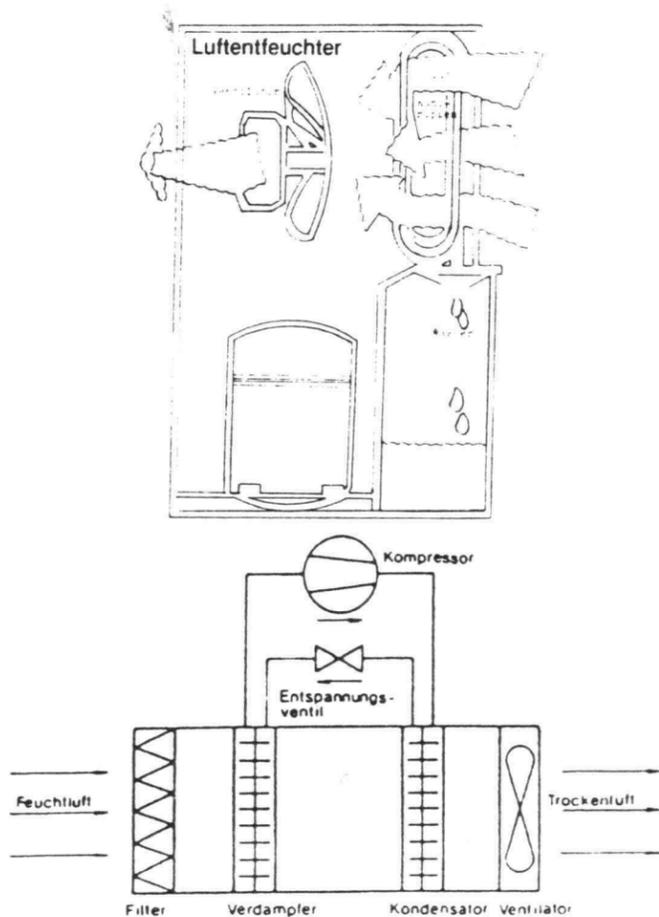


Abb.4

Der Verdampfer und der Kondensator des Kältesystems sind hintereinander in einem Luftstrom angeordnet. Ein Ventilator zieht die Raumluft über den Verdampfer, der die Luft so weit abkühlt, daß ein Teil der Luftfeuchte auskondensiert und das Wasser auf den Rippen des Verdampfers ausgeschieden wird. Danach strömt die Luft durch den Kondensator des Kältesystems und nimmt hierbei die Wärme auf, die bei der Kondensation des Kältemittels frei wird. Nach Verlassen des Gerätes hat die Luft eine höhere Temperatur als bei ihrem Eintritt, weil die Kondensationswärme des abgescie-

denen Wassers, die Wärme des Ventilator-motors und die in Wärme umgewandelte Antriebsenergie des Kompressors an die Luft abgegeben wird. Das durch Kühlung aus der Luft ausgeschiedene Wasser tropft vom Verdampfer in eine darunter aufgestellte Wasserauffangvorrichtung oder wird in einem Schlauch zu einem Abfluß der Gebäudeentwässerung geführt. Durch Abkühlung der Luft an dem Verdampfer kann sich die Luftfeuchte bei niedrigen Raumtemperaturen als Eis auf dem Verdampfer niederschlagen. Hierzu benötigt man ein Abtausystem. Die wirtschaftliche Abtauung des Eises geschieht über die sogenannte Bedarfsenteisung, die einen wesentlichen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Luftentfeuchtungsgeräte hat. Die Bedarfsenteisung setzt, wie der Name es schon sagt, nur im Fall einer Vereisung ein.

Verschiedene Meßgeber (Luftfühler, Verdampferfühler oder eine eingebaute Zeitschaltuhr) nutzen die überschüssige Wärme aus der Raumluft bzw. aus der umgewandelten Antriebsenergie des Kompressors zur Abtauung am Verdampfer.

Bei der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit kann Ihnen die DIN 3167 sehr behilflich sein.

4.2 Grundlagen zur Auslegung von Entfeuchtungsgeräten

Die doch sehr schwierige Auslegung von Entfeuchtungsanlagen möchte ich Ihnen hier in etwas vereinfachter Form wiedergeben. Wie schon bei dem Beispiel der Luftbefeuchtung benötigen wir hier verschiedene physikalische Grundvoraussetzungen.

4.2.1 Beispiel (Theorie)

An diesem Beispiel möchte ich Ihnen aufzeigen wie irreführend der Begriff "relative Feuchte" für Sie sein kann. In einem Depotraum sind folgende Raumluftzustände im Sommer gemessen worden:

Temperatur der Raumluft T_R	= 17°C
relative Feuchte der Raumluft rF-Ist	= ca. 80 %
Temperatur der Außenluft rF_A	= 25°C
relative Feuchte der Außenluft rF_A	= 60 %
absolute Feuchte der Außenluft x_1	= ca. 12 g H ₂ O/kg
absolute Feuchte der Raumluft x_R	= ca. 10 g H ₂ O/kg

Auch die dazugehörigen Werte können aus dem h,x-Diagramm entnommen werden (Abb.5):

Der Schnittpunkt der beiden Linien $T_R = 17°C$ und relative Feuchte-Ist = 80 % ergibt einen absoluten Wasserdampfgehalt pro kg trockene Luft von ca. 10 g H₂O.

Der Schnittpunkt der Außenluft, bei 25°C und 60 % rF, ergibt einen absoluten Wasserdampfgehalt von ca. 12 gr H₂O/kg.

Die durch Öffnen der Türen oder Fenster, durch Begehen des Raumes oder durch Undichtigkeiten hereinströmende Außenluft erhöht somit den absoluten Feuchtegehalt der Raumluft. Durch Absenken der Temperatur der Außenluft auf ca. 17°C (kaltes Mauerwerk, Lagergut) erhöht sich die rF auf 100 %. Dies ist das Verrückte an der Lufttechnik: Sie holen sich warme, "trockene" Außenluft mit 60 % in Ihr Depot und nehmen eine "Befeuchtung" auf 100 % rF vor.

Ich brauche nicht zu betonen, daß dies für Ihr Lagergut im Depot verheerende Folgen hat. Aufzeichnen möchte ich mit diesem Beispiel nur, daß der Begriff "relative Luftfeuchte" für Sie etwas irritierend sein kann. Sie können aus diesem Beispiel ersehen, daß bei gleichbleibender "absoluter Feuchte" in g H₂O/kg trockener Luft und sich ändernder Temperatur eine Änderung der "relativen Feuchte" eintritt.

Logischerweise könnte man zu der Überlegung kommen, daß man diesen Raumluftzustand des Depots mit 17°C und 80 % rF nur bis 28°C erwärmen muß, um den Idealzustand 50 % rF zu erhalten. Dies ist aber ein Trugschluß, da diese Luft mit 28°C begierig

darauf ist, wieder neue Feuchte aufzunehmen. Diese nimmt sie sich aus den sie umgebenen Materialien, wie Wände und allen anderen hygroskopischen Stoffen. Folgedessen ändert sich auch die Taupunkttemperatur und bei abfallender Raumtemperatur (z.B. Nachtabenkung der Heizung) würde es in Ihrem Depot "regnen". D.h. Sie kämen in den Bereich der Übersättigung und die Luft würde Wasser auskondensieren. Die Folgen, nämlich Schimmelpilze, Aufquellen von Holz, Wellen von Papier sowie ein muffiger, modriger Geruch sind Ihnen hinlänglich aus Ihrer Praxis bekannt. Hier hilft tatsächlich nur, mit elektrischen Luftentfeuchtungsgeräten der Luft Wasser zu entziehen, um die Taupunkttemperatur sowie die relative Feuchte abzusenken.

4.2.2 Praktische Auslegung von Luftentfeuchtungsgeräten

Ausgehend von dem Beispiel 4.2.1. und gleichen lufttechnischen Daten, können Sie nach folgenden Gesichtspunkten eine wirtschaftliche Auslegung "Ihres" Luftentfeuchters vornehmen. Zusätzlich benötigen Sie noch folgende Daten nach der Formel:

$$LE = \frac{V_R \times \rho \times \Delta x \times Lw}{1.000}$$

LE = Leistung - Entfeuchter
 V_R = Raumvolumen in m³
 ρ = Luftdichte bei Raumlufttemperatur in kg/m³
 Δx = Differenz des Wasserdampfgehaltes der zugeführten Außenluft x_A und des Wasserdampfgehaltes der entfeuchteten Raumluft bei gefordertem Taupunkt x-Soll in g H₂O/kg trockene Luft
 x_A = Wasserdampfgehalt der Außenluft in g H₂O/kg trockener Luft

x -Soll = gewünschter Wasserdampfgehalt des Raumes in gr H_2O/kg trockener Luft

Δx = $x_A - x$ -Soll

L_w = Luftwechsel in 1/h

Berechnungsbeispiel

Temperatur $T_A = 25^\circ C$

relative Feuchte $rF_A = 60\%$

absolute Luftfeuchte $x_A = ca. 12\text{ g } H_2O/m^3$ trockene Luft

Daraus ergibt sich (Abb.5) ein Wasserdampfgehalt von $x_A = ca. 12\text{ g } H_2O/kg$ trockener Luft. Die Dichte der Luft in o ist = $1,185\text{ kg/m}^3$. Es wird ein angestrebter Raumluftzustand von $T_R = 17^\circ C$ sowie eine relative Luftfeuchte von 50% vorgegeben. Aus dem h, x -Diagramm entnehmen Sie somit, daß die absolute Feuchte mit $ca. 6\text{ g } H_2O/kg$ trockener Luft vorgegeben wird. Das sich hieraus ergebene Δx von $ca. 6\text{ g } H_2O/kg$ Luft gilt aber hier nur für die durch Leckagen eintretende Außenluft. Geht man von einem Luftwechsel von $0,5$ pro Stunde aus, so ergibt sich folgende Wasserentzugsleistung.

Ausgehend von einer normalen Depot-Raumgröße von $40\text{ m}^2 \times 2,5\text{ m}$ Höhe = 100 m^3 ergibt sich somit ein realistischer Wert.

$$LE = \frac{100 \times 1,185 \times 6 \times 0,5}{1.000}$$

$LE = 0,356\text{ kg } H_2O/h$.

Dies entspricht der Entfeuchterleistung eines herkömmlichen Luftentfeuchtungsgerätes, z.B. Typ QD 120 oder OD 2700 T-50.

5.0 Nachwort

Aus den vorgenannten Beispielen Luftbefeuchtung, Luftentfeuchtung ersehen Sie, wie fachspezifisch diese Vorgänge behandelt werden müssen. Deshalb ist es für Sie meist unumgänglich sich gut zu informieren und

eine Beratung in Anspruch zu nehmen. Sie werden auch hier schnell lernen die "Spreu vom Weizen" zu trennen, denn: "Obwohl es kein trockeneres Thema als Feuchte gibt" ist es ein für Sie wichtiges und hoffentlich jetzt nicht mehr so schwieriges bzw. "trockenes" Thema.

Fachliteratur

"Luftbefeuchtung" von Erich Henne, Verlag C.F. Müller/Karlsruhe

"Heizug + Klima Technik" von Recknagel - Sprenger, R. Oldenbourg Verlag

"h, x-Diagramm nach Mollier", Verlag C.F. Müller

"Die Behandlung und Aufbewahrung von Kunstwerken" von Ingo Sandner, Dresden

"Luftentfeuchtung" von Dipl.-Ing. H.-J. Socher, München
Sonderdruck TAB (Technik am Bau)
Ausgabe 6/82

"Luftbefeuchtung" Dipl.-Ing. H.-J. Socher, München
Sonderdruck TAB (Technik am Bau)
Ausgabe 12/82

"Din 3167" Ausgabe 4/89, Beuth-Verlag, Berlin

Die Restaurierung eines Korans aus dem Nationalarchiv Algier in der Württembergischen Landesbibliothek Stuttgart

Vera Trost und Emil Schuster

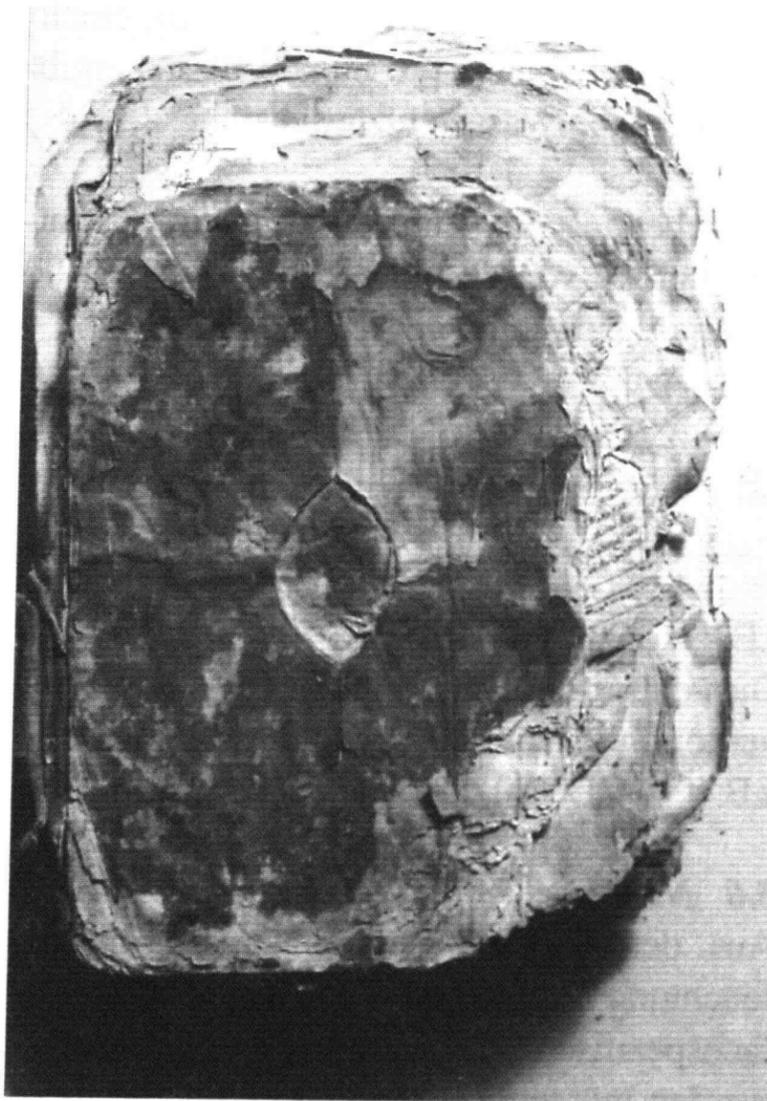
*"Wer sich selbst und andere kennt,
wird auch hier erkennen:
Orient und Okzident
sind nicht mehr zu trennen."*

Dieser vielzitierte Ausspruch stammt von Johann Wolfgang von Goethe. Seinen Namen trägt das Deutsche Kulturzentrum in Algier, das maßgeblich an der Durchführung des im folgenden beschriebenen Unternehmens beteiligt war.

Einige Bemerkungen vorab seien erlaubt: Marokko, Algerien und Tunesien werden als die Länder des kleinen Maghreb bezeichnet. Obwohl diese Länder vor Europas Tür liegen, sind sie bisher bei uns nicht gebührend zur Kenntnis genommen worden: In Westeuropa ist schon der Ausdruck "Maghreb" wenig bekannt. Al Maghrib heißt "Der Westen". Er bildet zusammen mit dem Maschrek, dem östlichen Teil, die arabische Welt. Der arabische Geschichtsschreiber Ibn Chaldun definierte im 14. Jahrhundert den Maghreb als eine kulturelle Region, die von zwei Nationen, den Arabern und den Berbern bewohnt sei. Ihre Geschichte ist wechselvoll und von Fremdherrschaften wie Karthago, Rom, Byzanz, arabischer und osmanischer Dynastien sowie französischer Kolonialzeit geprägt. Algerien wurde 1830 von den Franzosen eingenommen, die auch 1881 über Tunesien und 1912 über Marokko ein Protektorat errichteten. Während diese beiden letztgenannten Länder 1956 die Unabhängigkeit erlangten, gelang dies den Algeriern erst nach einem erbitterten, grausamen Krieg von 1954 bis zum 3. Juli 1962. Die Nachwirkungen wer-

den in unseren Tagen nicht weniger grausam ausgetragen.

Im Dezember 1990 wurde die Verfasserin vom Goethe-Institut nach Algier eingeladen, um im dortigen Nationalarchiv über Möglichkeiten der Handschriftenrestaurierung zu referieren. In diesem Zusammenhang wurde ihr auch ein Koran gezeigt, der dringend restauriert werden sollte. Man sprach über die verschiedenen Methoden, die möglich wären und die in der Württembergischen Landesbibliothek angewandt werden könnten.



Koranhandschrift vor der Restaurierung

Allerdings war nicht abzusehen, daß dieses Buch tatsächlich nach Stuttgart kommen würde. Der Koran gelangte dann aber doch auf Vermittlung des Goethe-Instituts und mit Genehmigung des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung Baden-Württemberg im Juni 1992 nach Stuttgart. Dort wurde er in die Obhut von Emil Schuster, Restaurator der Württembergischen Landesbibliothek, gegeben.

Es handelt sich um eine Papierhandschrift, die in maghrebinischem Duktus mit schwarzer Tinte geschrieben ist und blaue, gelbe, rote und grüne Verzierungen aufweist. Aufgrund eines Eintrags ist die Handschrift in das Jahr 1701 zu datieren.

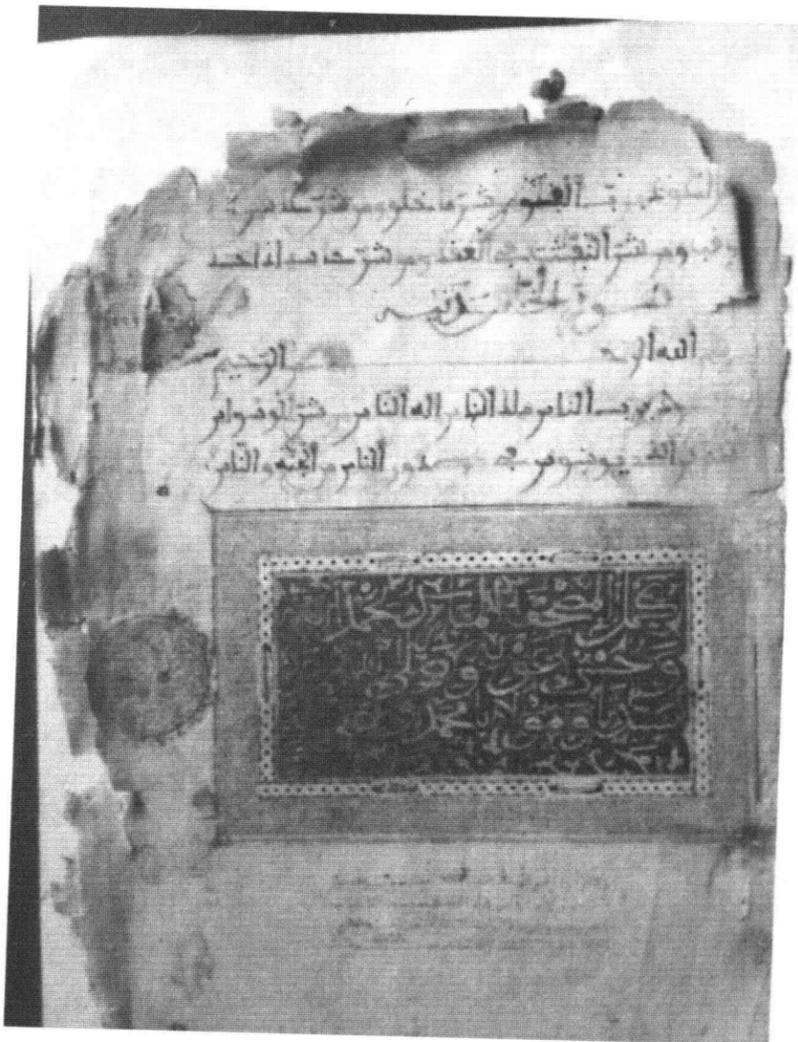
Am Beginn jeglicher Restaurierungsarbeit sollte bekanntlich die Anamnese, die Zustandsaufnahme des Objekts stehen. Doch als das Protokoll begonnen wurde, stand sehr schnell fest, daß das Buch vom Schimmel

befallen war. Deshalb wurde der Koran verpackt und zur Desinfektion nach Tübingen in die Landesrestaurierungswerkstatt gegeben. Erst danach konnte an der Handschrift weitergearbeitet werden. Die 300 Blätter des Korans lagen fast ausschließlich als Einzelblätter vor. Anhand der wenigen noch vorhandenen Doppelblätter gelang es Herrn Schuster einige Lagen zu rekonstruieren. Es ergaben sich Lagen zu 4, 5 und 7 Doppelblättern, aber auch zu nur einem Blatt. Obwohl noch Reste der Heftung vorhanden waren, konnte eine Verbindung zwischen den Lagen nicht mehr festgestellt werden. Damit aber bei der Weiterarbeit kein Fehler unterliefe, wurde Dr. Werkmeister, Orientalist der Universitätsbibliothek Tübingen, gebeten die Blätter zu kollationieren. In mühevoller Kleinarbeit stellte er dann fest, daß der Text von Sure 2, Verse 164 - 240 fehlt. Nach seiner Vermutung dürfte es sich um 8 Blätter, also eine Lage, handeln. Die vorhandenen Blätter folierte er an der oberen Ecke mit Bleistift.



Koranhandschrift vor der Restaurierung

Damit konnte in Stuttgart mit der Zustandsbeschreibung fortgefahren werden. Die Zusammenfassung des Protokolls sieht wie folgt aus: Vom Einband waren nur noch die losen Deckel erhalten. Auf der Vorderseite war eine Mittelvignette herausgehoben, die Innenseiten des Deckels waren mit gedrucktem und koloriertem Buntpapier beklebt. Unter diesem fanden sich an den oberen und unteren Rändern noch dunkelbraune, sehr poröse Reste von Leder, mit dem der Deckel ursprünglich überzogen war. Obwohl noch Reste von Leinen für die Heftung erhalten waren, existierte keinerlei Verbindung mehr zum Buchblock. Die Blätter bestanden aus matt glänzenden, glatten Papieren, die sich in Blattstärke, Glanz und Farbton leicht unterschieden. Sie waren stark verschmutzt, hatten starke Wasserränder und waren gelegentlich sogar miteinander verbacken. Die Blätter wiesen vor allem an den Rändern, aber auch im Blattinneren, unzählige kleine, aber auch sehr große Risse auf. Kaum ein Blatt hatte



Zustand vor der Restaurierung

noch sein ursprüngliches Format. Durch den Schimmelbefall war das Papier an vielen Stellen schwammig geworden. Die schwarze Schrift war auf einigen Stellen völlig ausgewaschen. Die Farben waren unterschiedlich stark verwischt. Bei Versuchen bestätigten sich die Befürchtungen, daß Tinte wie Farben äußerst wasserempfindlich sind.

Was war also zu tun? Vor drei Jahren in Algier war zunächst das Spaltverfahren im Gespräch. Dieses Verfahren schien vom Arbeitsaufwand geringer. Allerdings hat es mehrere Nachteile. Man muß mit Wasser arbeiten. Das wäre im Falle des Korans schlecht möglich gewesen, da die Farben so extrem wasserlöslich sind. Außerdem bedeutet es einen operativen Eingriff in die Originalsubstanz des Papiers, das seinen Oberflächencharakter verliert und dicker und steifer wird.

Da die Struktur der Papiere im Bereich des Schriftspiegels im großen und ganzen vom Schimmel nicht zerstört und nur die Ränder zu festigen waren, bot sich schließlich eine Kombination aus Anfaserverfahren und Ansetzen an. Herr Schuster hat dieses Verfahren das er als "trockenes Anfasern" bezeichnet, eigens für den Koran ausgetüftelt. Die dafür erforderlichen Arbeitsschritte reihen sich wie folgt aneinander:

Zunächst mußten die verschmutzten Blätter mit Radierstift, -gummi und -pulver mechanisch gereinigt werden. Anschließend wurden sie partiell naßbehandelt. Dazu wurden sie auf Löschkarton aufgelegt, mit 70%igem Alkohol besprüht und ihre Ränder mit demineralisiertem Wasser bestrichen. Der so gelöste Schmutz konnte mit Löschkartonstreifen von Vorder- und Rückseite abgenommen werden. Behandlungen solcher Verschmutzungen die bis in den Text hineinreichten, wie auch die letzte Naßbehandlung wurden auf dem Saugtisch durchgeführt. Dazu sei noch die Anmerkung erlaubt, daß Versuche an den Koranblättern mit Bleichmitteln (z.B. Wasser-

Restaurierung eines Korans

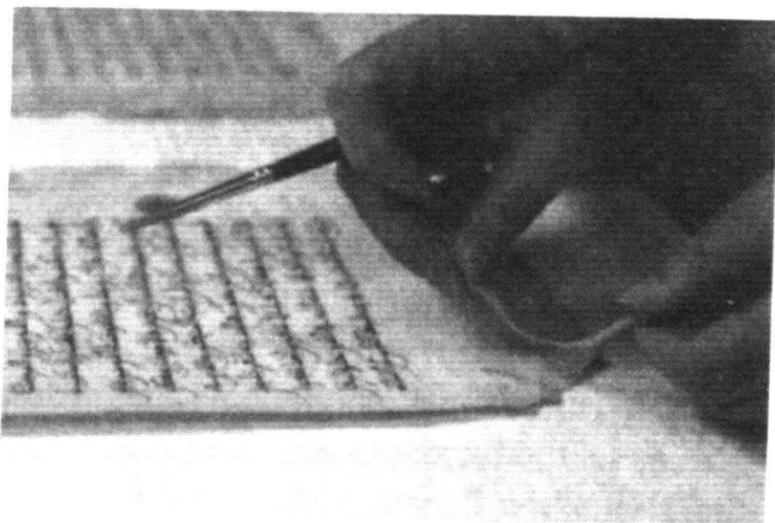
stoffperoxid, Natriumperkarbonat und Kaliumpermanganat) zu arbeiten keine zufriedenstellenden Ergebnisse ergaben.

Blätter mit starken Schmutzflecken wurden im Tauchverfahren behandelt, indem sie zunächst mit Alkohol besprüht und dann ihre Ränder in ein Wasserbad getaucht wurden.



Nach der Naßreinigung wird der Schmutz in den Karton gepreßt

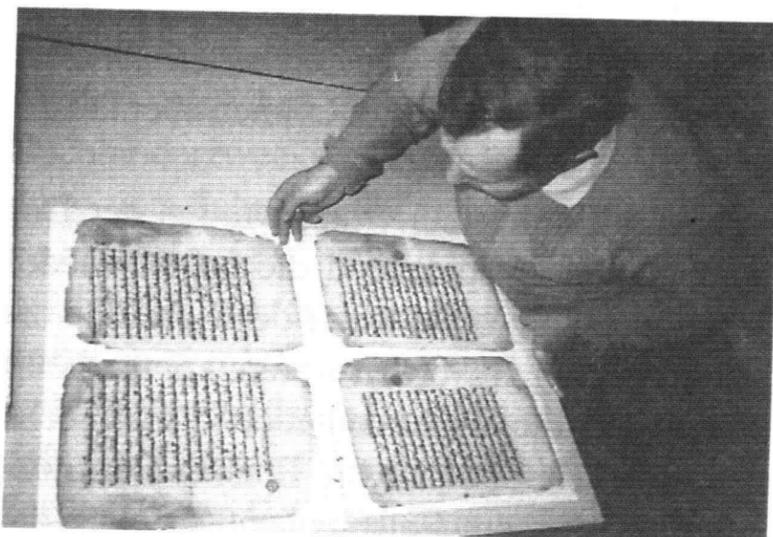
Anschließend erhielten sie durch beidseitiges Besprühen eine Leimung aus einer Mischung von "MH 300", Empressol und einer Magnesiumbicarbonatlösung. Die größeren Risse wurden danach mit Japanpapier und Stärkekleister ausgebessert.



Größere Risse werden mit Japanpapier unterlegt

Nun ging es ans Anfertigen der Maske, die für das trockene Anfasern nötig ist. Dafür wurde zunächst ein ca. 120 g/m² starkes und

gut geleimtes Papier (wegen des Dehnungsverhaltens), das etwas größer als die Koranblätter war, auf den Leuchttisch gelegt. Darüber kamen die nun als ursprünglich zusammengehörend identifizierten Blätter. Dazu mußten die einzelnen Blätter in ihrem Abstand zueinander exakt fixiert werden, so daß die spätere Paßgenauigkeit auch gewährleistet war. Dieser Abstand war zuvor anhand der fünf, als solche noch erhaltenen Lagen abgemessen worden.



Zusammenstellen der Doppelblätter



Anfertigung des Montagerahmens

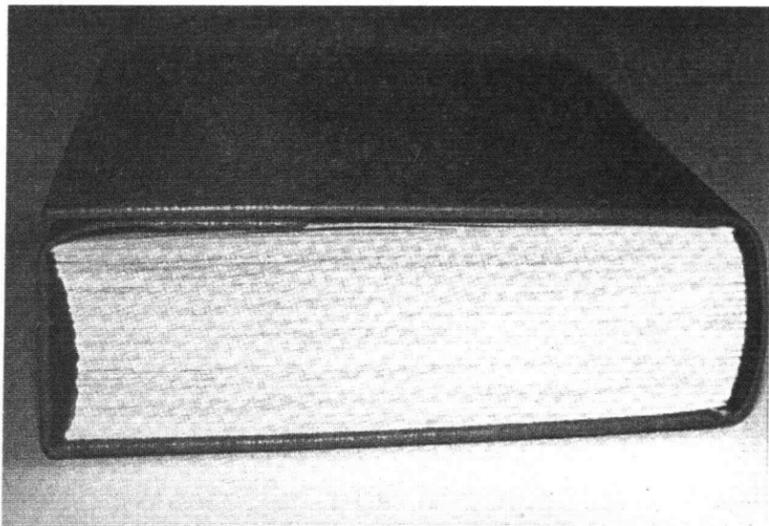
Die Umrisse der Koranblätter wurden dann mit Bleistift auf das darunterliegende Hilfsblatt übertragen. Mit der Reißfeder wurde das Papier dann innerhalb der Bleistiftmarkierung angefeuchtet, so daß man entlang dieser Kontur die Maske ausreißen konnte.

Die drei Teile der Maske - Umrandung und zwei einzelne Blätter - wurden nun in das Anfasernsgerät gelegt, die Umrandung entfernt und eine neue angefasert. Neue Umrandung

und Einzelblätter wurden auf Filz abgegautscht, dann die Blätter entfernt, so daß nur noch die neu hergestellte Umrandung übrigblieb.

Nachdem diese getrocknet war, wurde sie auf die Originalblätter so aufmontiert, daß sich die Ränder überlappen und die kleineren Risse abgedeckt sind. Dieser Arbeitsschritt erfolgte auf dem Leuchttisch, wo eine exakte Montage möglich war. Auf dem Saugtisch wurden die Blattränder mit einer Mischung von MH 300 und Weizenstärkekleister in mit Magnesiumkarbonat angereichertem Wasser bestrichen, der montierte Rahmen ebenfalls.

Nach der Blattrestaurierung wurden der Dokumentation entsprechend die Lagen wieder zusammengefügt. Da Reste der Heftung vorsichtig geborgen worden waren, konnte beim Heften auf die Dokumentation dieser sechs geretteten Heftfäden bzw. Einstiche zurückgegriffen werden. Entsprechend erfolgte die Heftung im Kettenstich. Vom originalen Kapital dagegen fanden sich keine Spuren mehr. Deshalb entschied man sich für ein klassisches arabisches Kapital.



Arabischer Klappenband mit arabischem Kapital

Die Reste der Deckel waren auch beim besten Willen nicht mehr zu verwenden. Deshalb sollte ein neuer Deckel gefertigt werden, der den Buchblock schützt und künftig eine

optimale Benutzbarkeit gewährleistet. Er wurde mehrteilig, wie es für islamische Bücher üblich ist, hergestellt und mit rotbraunem Ziegenleder bezogen. Wie der alte Einband erhielt der vordere Deckel eine Vignette. Als Spiegel wurden die vorhandenen Drucke eingeklebt.

Damit war die Restaurierung des Korans abgeschlossen. Es war vorgesehen, daß ihn der Deutsche Botschafter in Algier am 20. November 1993 dem algerischen Kulturminister übergeben sollte. Die Verfasser sollten anschließend ein einwöchiges Seminar vor Ort abhalten.

Leider kam es nicht mehr dazu, weil schon damals die politische Lage in Algerien für Ausländer äußerst bedrohlich war. Umso mehr gilt in diesen Tagen ein weiteres Wort von Johann Wolfgang von Goethe:

***"Manches Herrliche der Welt
ist in Krieg und Zeit zerronnen.
Wer beschützt und erhält,
hat das schönste Los gewonnen."***

Konservierende Behandlung von Ledereinbänden

Werner Schmitzler

Lassen Sie mich zu Beginn meines Vortrages zunächst die Vorschriften des Vereins Deutscher Bibliotheken zitieren, welche am 8. Juni 1911 für die Herstellung von gutem Buchbinderleder aufgestellt wurden:

Die nachstehenden Vorschriften beziehen sich nur auf Einbände für öffentliche Bibliotheken, die besonders dauerhaft sein und lange Jahre halten sollen.

Leder

a) Allgemeines.

1. Als dauerhafte Einbandleder werden zugelassen: Ziegen-, Kalb-, Rind-, und Schafleder, jedoch unter der Voraussetzung ihrer sachgemäßen Gerbung, Zurichtung und Behandlung und unter Rücksichtnahme auf die Größe und Stärke der Bände.
2. Die Provenienz der Häute ist an sich kein Grund zur Ausschließung.
3. Die Anwendung von Mineralsäuren ist während der ganzen Fabrikation von der Vorbereitung an bis zur Fertigstellung gefährlich und deswegen verboten.

b) Gerbung.

1. Geeignete und unschädliche Gerbstoffe sind reiner Sumnach, reine Eichenlohe und Galläpfel. Die übrigen vegetarischen Gerbstoffe, wie Fichtenlohe, Birkenlohe, Weidenlohe, Kastanienholz, Quebracho, Cassia, Myrobalanen und andere schnell wirkende Gerbstoffe, sind bei heute bekannten und angewandten Methoden der Gerbung zu verwerfen.
2. Über die Dauerhaftigkeit aller nicht vegetabilisch gegerbter Leder, z.B. der chrom-,

alaun- und fettgaren Leder, fehlt noch die Erfahrung.

c) Zurichtung.

1. Die Leder dürfen nicht dünner gearbeitet werden als ihre Verwendbarkeit für die Buchbinderzwecke es erfordert. Die Verwendung von Schafspaltleder ist unbedingt ausgeschlossen.
2. Einbandleder darf ausgereckt, gewalzt und gestoßen werden, da die Festigkeit darunter nicht leidet. Es ist auch nicht zu befürchten, daß die glattgestoßene Oberfläche allzu empfindlich gegen Beschädigung sei.
3. Die künstliche Narbung des Leders ist verboten.
4. Das Bleichen des Leders ist ganz verboten, weil keine unschädlichen Bleichmittel bekannt sind.
5. Es empfiehlt sich nicht, nur ungefärbte Leder zu verarbeiten.
6. Es wird davon abgesehen, bestimmte Farbstoffe vorzuschreiben. Namentlich kann man heute nicht mehr verlangen, daß mit Ausschluß aller Teerfarbstoffe nur mit Farbhölzern gefärbt wird.
7. Es ist möglich, lichtechte Teerfarbstoffe ohne Schwefelsäure oder andere Mineralsäure zu verwenden. Deshalb ist beim Färben die Anwendung von Schwefelsäure und anderen Mineralsäuren sowie von deren sauren Salzen verboten.
8. In Bezug auf gleichmäßige Färbung und Einhaltung bestimmter Nuancen dürfen keine übertriebenen Anforderungen gestellt werden. Der heutige Stand der Technik ermöglicht jedoch bei den meisten Farben auch ohne Anwendung von Mineralsäuren eine

gleichmäßige Färbung. Deshalb ist ungleichmäßige Färbung durchaus nicht als Beweis von Haltbarkeit anzusehen.

9. Das Durchfärben hat vor dem einseitigen Färben der Narbenseite keine Vorzüge.

d) Benennung.

Um dem Mißbrauch vorzubeugen, daß die Leder unter willkürlichen Bezeichnungen und Phantasienamen, wie Saffian, Bocksaffian, Maroquin, Bockleder, Bastard usw. in den Handel kommen, ist auf jedes Fell aufzustempeln, ob es Rind-, Ziegen-, Schweins-, Kalb- oder Schafleder ist.

Aus diesen Vorschriften kann man sehen, daß man sich schon immer Gedanken machte, ein gutes Buchbinderleder herzustellen. Natürlich sind diese Vorschriften und Ratschläge veraltet und moderneren Gerbverfahren gewichen. Es ist aber außer Zweifel, daß gerade die Leder aus der 2. Hälfte des 19. Jh. uns die meisten Probleme bereiten und das mag auch den Verein Deutscher Bibliothekare veranlaßt haben, diese Richtlinien aufzustellen. Die Gerbung erfolgte früher meist in Gruben oder Bottichen, in welche die Häute eingehängt oder gestapelt wurden.

Die wohl älteste Gerbung ist die Mineralgerbung mit "weißem Alaun". Da die so gegerbten Leder eine weiße Farbe erhielten, wurden diese Gerber Weißgerber genannt.

Die andere Gerbung war die vegetabilische Gerbung, also die Gerbung mit pflanzlichen Substanzen. Die alte Bezeichnung "Lohgerber" oder "Rotgerber" weist auf zwei bestimmte Merkmale hin. Der Name Lohgerber besagt, daß das Leder unter Zuhilfenahme von Lohe gegerbt wurde. Die Lohe wurde aus gemahlener oder gestampfter Baumrinde hergestellt (z.B. Eiche, Fichte, Kiefer, Weide, Erle, Schumachblätter und Galläpfel.) Aber auch Kastanienholz und Mimosarinde wurden für Lohe verwendet.

Da diese Häute eine rote Farbe erhielten, nannte man die Gerber auch Rotgerber.

Die vegetabilische Grubengerbung konnte bis zu einem Jahr und länger dauern. Hier wurde schon der eine oder andere Schaden - z.B. Losnarbigkeit und Narbenbruch - vorprogrammiert, welcher sich aber erst viele Jahre später bemerkbar machte. Die meisten Schäden aber wurden von unseren Kollegen selbst in das Leder eingearbeitet. Da die Haut durch das Gerben schon mit Säuren und Chemikalien behandelt wurde, ist eine erneute Behandlung immer gefährlich. So wurden, um bestimmte Effekte im Leder zu erzielen, mit Säuren und Vitriolen gearbeitet, welche die Papillarschicht - also die Narbenschicht - zersetzten und lösten. Andere Schäden sind klimatischer Natur, durch Aufbewahrung in zu trockenen oder zu feuchten Räumen. Im ersten Fall trocknet das Leder aus und wird brüchig und im zweiten Fall ist es ein Nährboden für Schimmelbildung und Insektenbefall.

Weitere Schäden kommen durch die Umwelteinflüsse und der Luftverschmutzung hinzu. Das Heizen der Räume mit Koks und Braunkohle oder Gasbeleuchtung und Gasheizung sind Ursachen, daß sich in der Luft Schwefeldioxyde gebildet haben, welche vom Leder aufgenommen wurden. Durch diesen chemischen Prozeß hat sich das kollagene Bindegewebe des Leders zersetzt und die Oberfläche beginnt zu pulverisieren und läßt sich ganz leicht abrubbeln oder fällt als rot-braunes Pulver auf den Vitrinenboden. Man spricht vom "Roten Zerfall oder Verfall".

Weitere Ursachen sind die UV-Strahlen des Tageslichtes und auch des künstlichen Lichtes der Ausstellungsvitrinen.

Handschweiß ist ebenfalls eine Schadensursache, die zu beachten ist. Eine häufig anzutreffende Ursache ist auch das Auftragen von zu viel Pflegemittel. Hier kommt es oft zu ei-

ner Überfettung und Verschmutzung des Leders. Wenn nun solche Schäden, die ich im Vorlaufenden aufgeführt habe, angetroffen werden gilt es grundsätzliche Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen.

Lederobjekte sollen nur in klimatisierten Räumen und Vitrinen aufbewahrt werden. Es muß eine relative Luftfeuchtigkeit von 45-55% eingehalten werden. Dies ist besonders wichtig bei Einbänden mit Holzdeckeln, da sich Holz durch seine hygroskopische Eigenschaft mit der Luftfeuchtigkeit immer im Gleichgewicht befindet. Zu niedrige Luftfeuchtigkeit kann durch geeignete Geräte angehoben werden. Als einfaches Mittel bei zu hoher Luftfeuchtigkeit in Vitrinen kann diese durch Aufstellen von Gefäßen mit Kieselgel-Silikagel (Blaugel) gemindert werden. Das Silikagel enthält als Indikator z.B. Kobaltchlorid, wodurch es eine blaue Farbe erhält. Angefüllt mit Feuchtigkeit färbt es sich rosa und zeigt damit den Sättigungsgrad an. Im Trockenschrank wird es durch Erhitzung wieder blau und kann erneut verwendet werden. Aber auch hier gibt es noch viele andere Produkte, die man verwenden kann. Für Räume gibt es Luftentfeuchter bzw. Raumtrockner-Geräte im Handel zu erwerben. Wichtig ist auch, daß der Raum eine konstante Temperatur behält. Hier sollten 20° C nicht überschritten werden. Ideal ist ein Wert von 18° C. Sind Lederobjekte mit Schimmel und Insekten befallen, können verschiedene Wege beschritten werden. Mit Schimmel befallenes Leder muß zunächst in einem klimatisierten Raum getrocknet werden. Dann kann der Schimmel mit einem Pinsel vorsichtig abgebürstet werden. Es ist besonders darauf zu achten, daß dabei ein Mundschutz und eine Absauganlage benutzt werden. Sollte keine Absauganlage vorhanden sein - dies kann auch ein Staubsauger sein - muß man das Abbürsten im Freien vornehmen. Anschließend können die Objekte mit einem desinfizierenden Spray, welches in der Medizin zur

Hautentkeimung Verwendung findet, leicht eingesprüht und gut getrocknet werden. Nach dem Trocknen sollte das Leder mit einer säurefreien Vaseline dünn eingerieben werden. Gut ist auch ein Abreiben mit Wundbenzin. Für Insektenbefall gibt es heute schon verschiedene Begasungsgeräte, so daß ich darauf nicht eingehen muß.

Viel größere Probleme bereitet der "Rote Zerfall". Um diesem sauren Leder an den Kragen zu gehen, wurden von verschiedenen Institutionen Untersuchungen und Versuche vorgenommen. So hat das Centrallaboratorium in Amsterdam Richtlinien zur Konservierung von Leder- und Pergamenteinbänden herausgegeben. Diese Richtlinien umfassen das ganze Problem des Roten Zerfalls an Büchern aus dem 19. Jh. Hier werden Rezepte für Entsäuerung, Reinigung und Fettung sowie für Festigungsmittel angegeben. Doch auch hier ist der Grundsatz zu beachten, daß Leder schon chemikalisch behandelt wurde und ein erneutes Behandeln mit Chemikalien gefährlich sein kann. Es liegen hier auch noch keine Alterungserfahrungen vor.

Eine andere Möglichkeit wurde von der Tschechischen Staatsbibliothek in Zusammenarbeit mit dem Lederforschungsinstitut in Gottwaldov vorgenommen und zwar mit Hilfe von Gerbstoffen das geschädigte Leder zu neutralisieren und durch Entwicklung eines neuen Fettgemisches das Leder zu festigen. Leider liegen mir keine Rezepturangaben vor, ebenso wenig Erfolgsmeldungen von Kolleginnen und Kollegen, die nach diesem neuen tschechischen Konservierungsverfahren gearbeitet haben. Ich persönlich halte das Anwenden von Gerbstoffen auch als die beste Möglichkeit und habe vor kurzem angefangen, Versuche in diese Richtung zu unternehmen. Wie ich schon sagte, habe ich, zusammen mit dem Lederforschungslabor der Hoechst AG, erst mit den Versuchen begonnen. Zukunftsweisend glaube ich, werden die

Massenentsäuerungsanlagen, wie sie seit kurzem in Leipzig verwendet werden, vielleicht auch für Ledereinbände zum Tragen kommen. Hier wurde ja vom Battelleinstitut ein neues Papierentsäuerungsverfahren entwickelt. Lassen Sie mich nun noch etwas auf die Reinigung und Pflege von Ledereinbänden eingehen. Bei der Reinigung wird der Staub trocken mit einem Pinsel entfernt oder mit anderen bekannten Mitteln.

Die gründliche Reinigung aber ist die Naßreinigung. Auch hier gibt es im Handel die verschiedensten Mittel zu kaufen. Die meisten Mittel aber beanspruchen unser sowieso schon mürbes Leder sehr stark. Einige Reinigungslösungen entfernen nicht nur den Schmutz, sondern lösen auch noch die letzten Fettreste aus dem Leder. Hier muß durch gutes Nachfetten das Leder wieder beansprucht werden. Es ist aber sehr wichtig und richtig, daß man die Warnungen beachtet, die immer wieder laut werden, die da sagen: "Für wasserempfindliche Leder keine Emulsionen, da die Grundsubstanz Wasser ist." Es ist daher immer ratsam, zuerst den pH-Wert festzustellen. Ein Einreiben nur mit säurefreier Vaseline bringt recht gute Erfolge. Ich habe vor ca. 20 Jahren einen Fettschaum entwickelt, mit dem ich alle nicht sauren Glattleder und Pergamenteinbände reinigen kann. Dieser Fettschaum ist sehr schonend für das Leder und pflegt dieses während der Reinigung gleichzeitig. Die Fette - es sind anionische Licker - werden auch heute zur Ledergerbung verwendet. Ich verwende hier nur den Schaum, um ein Aufbringen von viel Wasser zu vermeiden. Es sind synthetische Fette. Als Feuchtigkeitsreservoir enthält der Schaum zusätzlich "KARION F". Karion F ist eine viskose, wässrige Lösung, die als Wirksubstanz etwa 70% Sorbit enthält. Sorbit ist wie Glykol und Glycerin ein Polyalkohol. Er unterscheidet sich von den beiden genannten Substanzen dadurch, daß er ein 6-wertiger Alkohol ist, während Glykol einen 2-, Glyce-

rin einen 3-wertigen Alkohol darstellt. Sorbit hat die Fähigkeit als Feuchtigkeitsregulator zu wirken.

Als Fungizid habe ich der Emulsion noch "BRONIDOX L" beigemischt.

Ich zitiere aus dem Sicherheitsblatt:

Bronidox L ist eine fast farblose Lösung von 5-Brom-5-nitro-1,3-dioxan in 1,2-Propylen-glykol.

Es wird als Konservierungsmittel in der Bade- und Kosmetikbranche angewendet. Nach dem Trocknen sollte eine Abschlußbehandlung dünn mit säurefreier Vaseline erfolgen. Ich möchte hierzu noch sagen, wenn in ein ausgetrocknetes Leder Fett gelangt, ist es nicht zu vermeiden, daß das Leder eine Nuance dunkler wird. Nach dem Einziehen des Fettes kann sich diese dunkle Nuance wieder verlieren.

Lassen Sie mich zum Schluß noch einiges über die Pflege sagen. Es werden im Handel die verschiedensten Pflegemittel angeboten, die es aber immer wieder gilt, an kleinen unsichtbaren Stellen erst auszuprobieren. In den meisten Pflegemitteln ist ein Wachsatz. Nun konnten wir feststellen, daß sich Wachs nicht besonders zum Pflegen eignet. Durch das Wachs werden die Poren des Leders verstopft und ein Atmen des Leders wird verhindert. Wachs ist kein Konservierungsmittel, sondern es soll dem Leder durch Polieren einen feinen Glanz und ein frisches Aussehen geben. Ich möchte nicht sagen, daß diese Pflegemittel nicht gut sind, aber man soll und kann das Wachs aus diesen Mitteln herauslassen. Auch als Fungizid wird das Wachs verwendet, doch hier kann ein anderes Mittel eingesetzt werden (Bronidox L). Nach Untersuchungen, die wir gemacht haben, konnten erstaunliche Abweichungen in den Ergebnissen festgestellt werden. Die Untersuchungen wurden an altem Leder aus dem 16. Jh. und neuem Leder ausprobiert. Einmal mit Pflege-

mitteln, welche Wachs enthielten, und zum anderen mit Pflegemitteln ohne Wachs.

Kalbsleder aus dem 16. Jahrhundert

- 1a) Lederpflegemittel mit Bienenwachs
- 1b) Lederpflegemittel mit Bienenwachs und einer Wachs-Fett-Abschlußbehandlung
- 1c) Lederpflegemittel ohne Bienenwachs

Kalbsleder aus dem 20. Jahrhundert

- 2) wie 1 a
- 3) wie 1 b
- 4) wie 1 c

Tabelle 1:

Wasserdampfdurchlässigkeit von Leder

Die Wasserdampfdurchlässigkeit sagt aus, wieviel mg Wasserdampf unter den festgelegten Versuchsbedingungen innerhalb von 24 Stunden durch 1.000 mm² Fläche der zu untersuchenden Lederprobe hindurchgehen. Die Durchführung der Prüfung erfolgt folgendermaßen:

Zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit wird ein Glasgefäß von etwa 45 mm Höhe und 60 mm Durchmesser verwendet, auf das ein metallischer Schraubverschluß mit einer freien kreisrunden Öffnung von 1.000 mm² Prüffläche aufschraubbar ist. Das Glasgefäß wird mit 50 ml Wasser gefüllt. Auf den verbreiterten plangeschliffenen Rand wird zunächst ein Gummidichtungsring aufgelegt, der als besserer Abdichtung dient und dann das Prüfungsstück mit der Narbenseite nach innen aufgelegt und mit dem metallischen Verschlußdeckel fest aufgeschraubt. Das verschlossene Prüfsystem wird auf der analytischen Waage genau gewogen. Dann in einen Exsikkator eingestellt, der mit Silikagel gefüllt ist und somit völlig trockene Luft enthält und bei einer Temperatur von 20°C stengelassen. In Abständen von genau 24 Stunden wird das Gewicht des Gesamtsystems über einen

Zeitraum von 4 Tagen bestimmt und die Wasserdampfdurchlässigkeitszahl errechnet.

Es zeigt sich, daß die Proben ohne Wachs im Durchschnitt besser sind als die Proben, die nur mit Wachs behandelt wurden. Dies läßt darauf schließen, daß das Wachs länger braucht, um sich zu regenerieren.

Lassen Sie mich das Ganze an einer Kerze demonstrieren. Solange die Kerze brennt, ist das Wachs flüssig. Wird die Kerze ausgeblasen und das Wachs erkaltet, nimmt es seine feste Form wieder an.

Nun zu den Pflegemitteln: solange die Lösungsmittel vorhanden sind, bleibt das Wachs flüssig. Verfliegen die Lösungsmittel, wird das Wachs wieder fest, verstopft dadurch die Poren und ein Atmen, d.h. ein natürliches Auf- und Abgeben von Luftfeuchtigkeit entfällt. Außerdem klebt Wachs, und der angezogene Staub bleibt haften.

Tabelle I

Wasserdampfdurchlässigkeit von Leder

1 a	0,5599 mg
1 b	0,6584 mg
1 c	0,8877 mg
2	0,6103 mg
3	0,7770 mg
4	0,8547 mg

Tabelle II: Luftdurchlässigkeit von Leder

Die Bestimmung der Luftdurchlässigkeit dient der Feststellung wieviel Luft unter bestimmten Versuchsbedingungen durch ein Leder hindurchzutreten vermag. Die Luftdurchlässigkeit ist damit ein Maß für die Porosität des Leders. Die Ausführung der Prüfung erfolgt folgendermaßen:

Die Probe wird in einem für die Bestimmung geeigneten Gerät zwischen zwei Flansche eingespannt und einem gleichmäßigen Luftdruck ausgesetzt, und das unter konstantem

Druck innerhalb einer bestimmten Zeit hindurchgegangene Luftvolumen festgestellt. Es wird normalerweise mit einem Überdruck von 50 cm³ Wassersäule gearbeitet.

Tabelle II
Luftdurchlässigkeit von Leder

	ml	min	mmHg	
1a	100	1,10"	10	437,56 K
1b	100	0,27"	10	1033,78 K
1c	100	0,28"	10	1178,30 K
2	100	2,41"	10	190,16 K
3	100	1,118"	10	392,46 K
4	100	0,15"	8	2551,02 K

ml : 100

cm . mmHg 19,6 nach Prof. Küntzel

Tabelle III: Druckabfall

Die Durchführung wird in einem Apparat durchgeführt, der auch zur Wasserdichtheitsprüfung verwendet wird. Die Probe wird in Flansche mit kreisrunder Prüffläche von 25 cm² eingespannt und ein Druck von 3,5 atü daraufgegeben. Die Zeit, die der Druck braucht, um von 3,5 auf 2,5 atü zu sinken, wird gemessen und man kann daran die Dichtigkeit des Leders feststellen.

Zum Schluß wurden die Proben einer starken Verstaubung durch Einstellen in einen Schleifraum ausgesetzt. Die Proben mit Wachs haben am schlechtesten abgeschnitten, während die ohne Wachs keine Staubhaftung zeigten. Die Untersuchungen ergaben also, daß Pflegemittel mit Wachs weniger geeignet sind. Eines sollten wir uns zur Grundbedingung machen. Erst an kleinen unsichtbaren Stellen

probieren, wie das Leder das Mittel aufnimmt, bevor man das ganze Stück damit behandelt. Die Nahrung, die Leder braucht, um geschmeidig zu bleiben, ist Fett. Diese Dosierung muß aber recht genau sein. Zu hohe Fettzusätze können zu einer Überfettung des Leders führen. Die besten konservierenden Maßnahmen sind klimatische und pflegende Genauigkeit.

Wichtig ist, daß Lederobjekte im Laufe von 1½ bis 2 Jahren mit säurefreier Ledervaseline eingerieben werden, um ein Austrocknen des Leders und ein Brüchigwerden zu vermeiden.

Tabelle III
Druckabfall - nach Herfeld -

1a	von	3,5	bis	2,5 atü	8"
1b	von	3,5	bis	2,5 atü	6"
1c	von	3,5	bis	2,5 atü	4"
2	von	3,5	bis	2,5 atü	4,5"
3	von	3,5	bis	2,5 atü	6"
4	von	3,6	bis	2,5 atü	3,5"
					" gleich Sek.

Tabelle IV
Staubaufnahme

1b	am stärksten Staub anziehend
3	der Staub läßt sich kaum abblasen
1c	sehr gut
4	praktisch keine Staubaufnahme oder Haftung

Konservierung von überfettetem Einbandleder

Johannes Schrempf

Einleitung

Um Stabilität von Leder auf lange Sicht zu gewährleisten, bedarf dies einer optimalen Lagerung und Pflege. Wichtig ist, daß bestimmte Faktoren aufeinander abgestimmt sind. Dazu zählen der pH-Wert, der Feuchtigkeits- und der Fettgehalt eines Leders.

Es war verbreitet, Leder durch regelmäßiges Fetten bzw. Ölen zu pflegen. Diese Meinung begründete sich wahrscheinlich durch die Geschmeidigkeit und durch den Glanz, den Leder durch Einfetten erhält, sowie der Schutzschicht, die dabei vermeintlich entsteht. Daß eine Überfettung von Leder gerade zum Gegenteil führt, zeigt sich heute verschiedentlich bei historischen Lederobjekten.

Um weitere Schäden durch zuviel Fett an solchen Objekten zu verhindern, müssen sie von überschüssigen Fettanteilen befreit werden. Anlaß für die Untersuchung und Erprobung von Entfettungsmöglichkeiten ist der Bestand des Archivs Schulpforta, dessen Ledereinbände teilweise stark überfettet sind und die daraus resultierende Schäden aufweisen

Als "Testobjekt" für diese Ausarbeitung liegt eine Inkunabeln aus dem oben genannten Bestand vor (Signatur Inc 162). Problemstellung war zum einen das Herauslösen der überschüssigen Fette ohne die Einbände abzunehmen, zum anderen die Ermittlung eines geeigneten Lösungsmittels.

Schadensbild

Der durch Überfetten entstandene Schaden zeigt sich bei der Inkunabel (Inc 162) des Archivs Schulpforta sehr deutlich. Auffällig ist der zu großen Teilen fehlende Narben des Leders und die stark klebrige Oberfläche des Einbandes. Die verbliebenen Schollen des Narbens sind sehr fragil, so daß durch die Klebrigkeit Gefahr besteht, daß diese bei Kontakt mit anderen Flächen dort haften bleiben. Nicht zuletzt fallen die hellen Kratzspuren auf, die schon bei geringer mechanischer Einwirkung entstehen. Diese Spuren lassen auf ein geschwächtes Fasergefüge des Leders schließen.

Schadensursachen

Leder benötigt ein spezifisches Gleichgewicht zwischen Feuchtegehalt, freien Fetten und pH-Wert um eine langfristige Stabilität zu gewährleisten. Eine Verschiebung dieses Gleichgewichts zerstört die Ledereigenschaften und damit auch dessen Stabilität.

Für den Gehalt an freien Fetten wird ein Sollwert von ca. 5% angegeben und der gesamte Feuchtigkeitsgehalt wird bei etwa 12 % angesiedelt (SOEST; STAMBOLOV; HALLEBEEK 1985). Durch die Überfettung des Einbandleders ist das Gleichgewicht zwischen Fett- und Wassergehalt stark verschoben. D.h. bei einem Fettgehalt, der die 5%-Marke überschreitet, wird die Möglichkeit der Feuchtigkeitsaufnahme reduziert. Sinkt der Feuchtigkeitsgehalt unter den Sollwert trocknet Leder aus, was

zu dem oben genannten Narbenbruch führt und eine Versprödung des Fasergefüges mit sich bringt.

Voruntersuchungen

Um die Versuche beurteilen zu können, müssen vorab einige Werte ermittelt werden. Wichtig ist der pH-Wert, der Fettgehalt, der Feuchtigkeitsgehalt und der Sulfatgehalt.

Der pH-Wert für die Inkunabel Inc 162 wurde durch ein Kontaktverfahren ermittelt. D.h. ein feuchtes Stück Filterkarton wird an einer geeigneten Stelle auf das Leder gedrückt. Nach ausreichender Einwirkungsdauer wird der PH-Wert mit einem Indikatorpapier ermittelt, welches auf den feuchten Filterkarton aufgelegt wird. Bei der Inkunabel Inc 162 lag der Wert um pH 5.

Bei einem pH-Wert unter pH 3 besteht die Gefahr, daß die im Leder enthaltenen Sulfationen (SO_4^{2-}) unter Bildung von Säure reagieren, wenn das Leder mit Wasser oder mit stark polaren Lösungsmitteln behandelt wird. Eine solche Reaktion würde zur Zerstörung des Leders führen.

Fett-, Feuchtigkeits- und Sulfatgehalt konnten nicht bestimmt werden, da kein Material für eine ausreichende Probenentnahme möglich war. Dieser Umstand schränkt die spätere Auswertung der Testergebnisse stark ein, da der Wirkungsgrad der Testlösungsmittel nur durch optische Begutachtung bewertet werden kann.

Ermittlung eines geeigneten Lösungsmittels

Um den Lösungsprozess zu optimieren, muß ein Lösungsmittel verwendet werden, das auf den zu lösenden Stoff abgestimmt ist. Wenn der zu lösende Stoff unbekannt ist, kann das geeignete Lösungsmittel nur durch eine Testreihe ermittelt werden.

Als Ausgangspunkt der Tests diente der von L. Masschelein-Kleiner in einem ihrer Artikel über Lösungsmittel ermittelte Löslichkeitsbereich von Ölen im Lösungsmitteldreieck (Abb.1). Als Testlösungsmittel wurden Ethanol, Aceton und Testbenzin (White Spirit mit 17% Aromatengehalt) ausgewählt, da diese den Bereich der Öle in Form eines Dreiecks umgeben.

Auf graphischem Weg wurden aus den drei Ausgangsprodukten Gemische ermittelt (Abb. 1), die den Löslichkeitsbereich von Ölen abdecken. Dabei wurde Testbenzin als einziger Ausgangsstoff in reiner Form für einen Test vorgesehen. Ethanol und Aceton dagegen nicht, weil sie außerhalb des Löslichkeitsbereichs liegen.

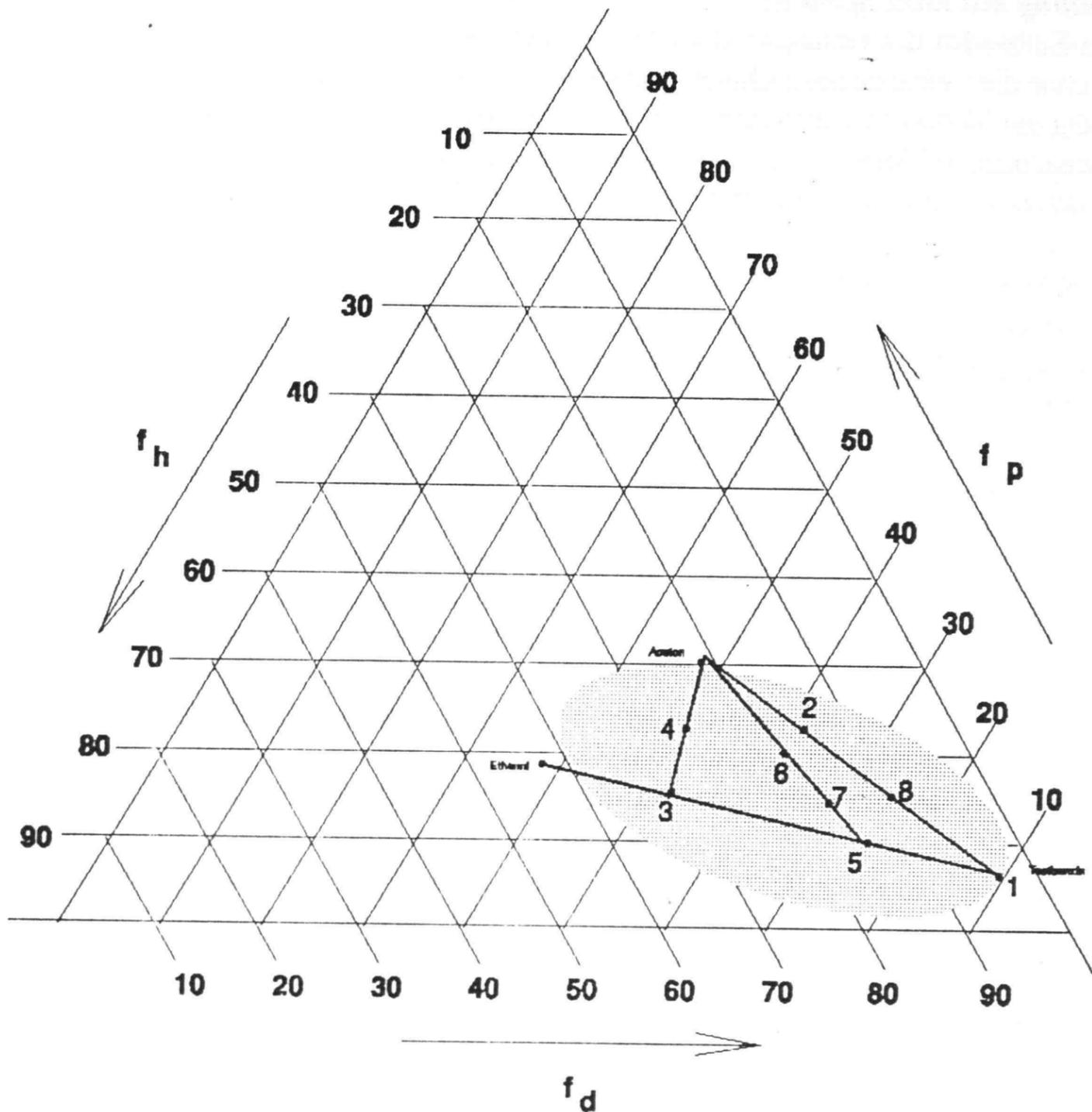


Abb.1 Lösungsmitteldreieck mit den graphisch ermittelten Lösungsmittelgemischen. Löslichkeitsbereich ermittelt von Masschelein-Kleiner (BANIK; KRIST 1989,101)

Ermittelte Lösungsmittelgemische:

- | | |
|---|---|
| 1. White Spirit (17% Aromatengehalt) | 5. Ethanol und White Spirit - 1:2
(nicht mischbar) |
| 2. Aceton und White Spirit - 3:1 | 6. Ethanol, White Spirit und
Aceton - 1:2:3 |
| 3. Ethanol und White Spirit - 2:1
(nicht mischbar) | 7. Ethanol, White Spirit und
Aceton - 2:4:3 (nicht mischbar) |
| 4. Ethanol, White Spirit und
Aceton - 2:1:3 | 8. Aceton und White Spirit - 1:3 |

Behandlung mit Lösungsmittel

Um den Einbänden das Fettungsmittel zu entziehen, ohne die Einbände abzunehmen, war es notwendig ein Verfahren einzusetzen, das keinerlei schädliche Wirkung für die Buchdeckel und für den Buchblock mit sich bringt.

Deswegen galt es zum einen die Penetration der Lösungsmittel zu beachten um ein Durchdringen auf die Deckel auszuschließen. Zum andern mußte geklärt werden, in wie weit das nach dem Aufbringen verdunstende Lösungsmittel die gelösten Fettanteile mit sich an die Oberfläche zieht. Als Unterstützung für die Abnahme der gelösten Fette wurden verschiedene Verfahren in Erwägung gezogen und getestet.

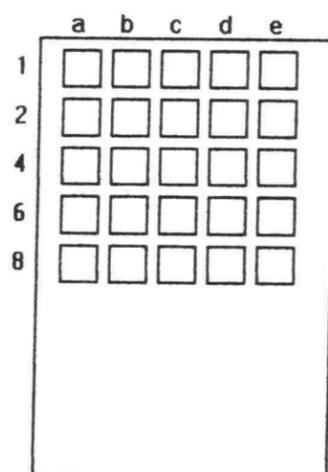
Das Lösungsmittel wurde in allen Fällen mit einem Wattestäbchen aufgetragen. Es ist zu beachten, daß ein mehrfacher Auftrag

von geringen Mengen Lösungsmittel geeigneter ist.

- a) Abrollen mit Wattestäbchen
- b) Abnehmen durch Aufdrücken von trockenem Filterkarton
- c) Auflegen auf einen mit Filterkarton abgedeckten Vakuumentisch
- d) Abnehmen mit einem stark saugfähigen Schwamm (Blitz-Fix)
- e) Beschleunigen der Verdunstung mit einem Föhn

Versuchsablauf

Der Rückdeckel der Inkunabel (Inc 162 Archiv Schulpforta) wurde durch Auflegen einer Kartonschablone in Testfelder unterteilt (Abb. 2). Die Lösungsmittel wurden feldweise aufgebracht und jeweils nach den verschiedenen Methoden behandelt



- 1.. White Spirit (17% Aromatengehalt)
- 2. Aceton und White Spirit - 3:1
- 4. Ethanol, White Spirit und Aceton - 2:1:3
- 5.. Ethanol, White Spirit und Aceton - 1:2:3
- 8. Aceton und White Spirit - 1:3

- a) Abrollen mit Wattestäbchen
- b) Abnehmen durch Aufdrücken von trockenem Filterkarton
- c) Auflegen auf einen mit Filterkarton abgedeckten Vakuumentisch
- d) Abnehmen mit einem stark saugfähigen Schwamm (Blitz-Fix)
- e) Beschleunigen der Verdunstung mit einem Föhn

Abb 2. Aufteilung der Testfelder auf dem Rückdeckel von Inc 162

Ergebnisse

Die vorgesehene Testreihe wurde durch verschiedene Umstände sehr reduziert. Da sich wie oben beschrieben Ethanol und Testbenzin nicht mischen ließen, sind die Lösungsmittelmischungen 3, 5 und 7 nicht angewendet worden.

Außerdem sind die Behandlungen d) und e) weggefallen. Der Punkt d) stellte sich nach einem ersten Versuch als schlecht durchführbar heraus, da der Schwamm nur dann seine Saugleistung erbringt, wenn er vorher mit Wasser getränkt wurde. Das Wasser wird zwar anschließend wieder ausgedrückt um den Schwamm effektiv einsetzen zu können, trotzdem besteht die Gefahr, daß beim Aufdrücken auf das Einbandleder kurzfristig ein Teil des Restwassers in das Leder eindringt. Punkt e) erübrigte sich nach den Proben a) bis c), da alle Lösungsmittel relativ schnell verdunsteten und somit eine Beschleunigung des Vorgangs sich nicht als erstrebenswert zeigte.

Das Problem einer zu starken Penetration, also eines zu schnellen Eindringens des Lösungsmittels evt. bis zu den Deckeln, erwies sich als unbegründet. Proben an einem freiliegenden Lederstück zeigten kein Durchdringen der Lösungsmittel, bei einem Einsatz von kleinen Mengen. Daraus ergibt sich, daß ein mehrfacher Auftrag kleiner Mengen Lösungsmittel besser ist, wobei die Gemische aus zwei bzw. drei Lösungsmitteln deutlich schneller verdunsteten, als der reine White Spirit, also auch vermutlich nicht soweit in das Gefüge eindringen.

Vom Wirkungsgrad der Lösungsmittelgemische, welcher optisch bewertet wurde, zeigten die Gemische 1, 2, 6 und 8 gute Ergebnisse. D.h. das Leder wurde bei diesen Proben am stärksten aufgehellt. Den Lösungsmittelgemischen ist der Vorzug zu geben, da sie sogenannte azeotrope Gemische

bilden. Deren Vorteile sind zum einen die Vereinigung mehrerer Löslichkeitsparameter, sie decken also ein größeres Gebiet im Lösungsmitteldreieck ab, und zum anderen das günstige Verhalten in Bezug auf die Lösungsmittelinklusion. d.h. Lösungsmittel, die dazu neigen im Gefüge zu verbleiben werden durch sogenannte Schlepper, das sind Lösungsmittel mit günstigerem Retentionsverhalten, herausgezogen. Die Gefahr, die vom Verbleib von Lösungsmitteln im Ledergefüge ausgeht wird somit reduziert.

Nachdem bei den Versuchen zur Abnahme des gelösten Fettes die Methoden d) und e) wegfielen, zeigte sich bei den verbleibenden Behandlungen folgendes: Behandlung a) wies eine eindeutig stärkere Entfettung auf als b) und c). Wobei c) etwas mehr Reaktion zeigte als b).

Zusammenfassung

Um das Problem der Entfettung von überfetteten Ledereinbänden praktisch umzusetzen, wurden verschiedene Lösungsmittelgemische auf einem Einband angewendet um ihre Wirkung beurteilen zu können.

Eine weitere Problemstellung bei den Versuchen war es, eine Methode zu entwickeln, die es ermöglicht auch größere Bestände mit überfetteten Einbänden zu behandeln.

Bei den Tests haben sich zwei Lösungsmittelgemische als befriedigend erwiesen. Zum einen ein Gemisch aus White Spirit (17% Aromatengehalt) und Aceton im Verhältnis 1:3, sowie ein Gemisch aus White Spirit, Aceton und Ethanol im Verhältnis 2:3:1.

Die beste Möglichkeit um die Lösungsmittel aufzubringen und die gelösten Fette abzunehmen, zeigte sich in der Verwendung von Watte (Alternativen sind sicher auch fusselfreie Tücher o.ä.), so daß sich eine

Methode fand, die auch in größerem Maßstab nachvollziehbar ist.

Beide oben genannten Probleme konnten somit befriedigend gelöst werden, wobei weitere Versuche zum Verhalten von Lösungsmittel auf Lederüberzügen zweckmäßig erscheinen, um die genannten Behandlungsmethoden weiter zu optimieren.

Schlagwörter

Leder, Fettgehalt, Lösungsmittel, Bucheinband

Literatur

- ***BANIK, KRIST 1989***

Gerhard Banik und Gabriela Krist (Hrsg.), *Lösungsmittel in der Restaurierung*, Wien 1989

- ***MULLER 1987***

Dick Muller, "Das Entfetten von 'vergoldetem' Leder" *Maltechnik-Restauro* 93.1 (1987): 47-52

- ***SOEST, STAMBOLOV, HALLEBEEK 1985***

Hendricus A. B. Soest, Todor Stambolov und Peter B. Hallebeek, "Die Konservierung von Leder" *Maltechnik-Restauro* 91.2/3 (1985):2/49-54 u. 3/57-65

Wilhelm Leo's
Buchbinder-Kalender.

Notiz-, Nachschlage- und Adress-Buch
für
alle Interessenten
der
Buchbinderei und verwandten Geschäftszweige.

J a h r g a n g

1917.

Achtundzwanzigstes Jahr.

In Kaliko gebunden Mk. 1.30.

Alle Rechte vorbehalten. — Nachdruck verboten.

Verlag des
Allgemeinen Anzeigers für Buchbindereien,
Stuttgart.



Recepte für die Werkstätte.

Klebstoffe.

Leim.

Gewöhnlicher Buchbinderleim.

Besten Kölner Leim wird einen bis zwei Tage lang in gewöhnlichem kaltem Wasser eingeweicht, wodurch er ziemlich aufquillt. Er wird dann in den Leimtiegel gegeben und entweder im Wasserbad oder auf gelindem Feuer — in letzterem Falle unter fortwährendem Umrühren zergehen gelassen. Kochen darf er keinesfalls, weil er dadurch an Klebstoff verliert. Zum Warmhalten bediene man sich stets des Wasserbades. In einem kleinen Geschäft ist es praktisch, den Leim in ungefähr eine Woche reichenden Quantitäten zu kochen, resp. einzuweichen und in ein flaches Blechgefäß zum Abkühlen zu schütten, woraus dann der Bedarf genommen werden kann. Schädlich ist bei mäßigem Gebrauch ein zu voller Leimtiegel, durch welchen nicht nur viel Leim durch Versprizen verloren geht, sondern derselbe durch zu langes Warmhalten auch viel von seiner Klebkraft verliert und einen brenzlichen, unangenehmen Geruch bekommt.

Bereitungsweise von gutem Buchbinder-Leim.

4 Gewichtsteile Leim werden, nach dem „Hann. Gewbl.“, in 16 Teilen kaltem Wasser einige Stunden lang geweicht, darauf gelinde erwärmt, bis die ganze Lösung klar wird, und, nachdem dies geschehen, werden noch 65 Teile kochenden Wassers unter beständigem Umrühren hinzugegeben. In einem zweiten Gefäße werden zu 80 Teilen Stärkekleister unter beständigem Umrühren 20 Teile kaltes Wasser gegeben, so daß eine dünne milchige Flüssigkeit entsteht, in welche nun die kochende Leimlösung unter Umrühren eingegossen wird, wobei die Masse nahe am Kochen erhalten werden muß. Nach dem Erkalten werden 10 Tropfen Karbolsäure hinzugegeben, um ein Verderben zu verhindern.

Leim-Kleister-Mischung.

Eine vorzügliche Mischung von Leim und Kleister für buchbinderische Zwecke ist eine folgende. Man nimmt 1 Teil besten Kölner Leim, weicht ihn in dem fünffachen Volumen kalten Wasser ein und erwärmt dies langsam, bis der Leim sich gelöst hat, was etliche Stunden dauern kann. Darauf gießt man etwa fünfmal so

viel kochendes Wasser dazu, als man früher kaltes genommen. In einem anderen Behälter rührt man drei Teile Stärke mit zwei Teile kaltem Wasser ein, bis Alles gelöst ist, nun fügt man unter beständigem Umrühren die heiße Leimlösung der Kleisterlösung bei und hält das Ganze bis zur Vermischung über Feuer in hohem Hitze-grad.

Leim auf kaltem Wege zu bereiten.

Einen stets für den Gebrauch bereiten Leim auf kaltem Wege bereitet man, wenn man eine gewisse Quantität Leim in so viel gewöhnlichem Branntwein auflöst, als zu der erforderlichen Konsistenz nötig ist. Leim und Branntwein werden in eine Flasche gethan, diese dicht verstopft und das Ganze drei oder vier Tage ruhig stehen gelassen, binnen welcher Zeit die vollständige Auflösung erfolgt. In dieser Weise zubereiteter Leim soll seine Flüssigkeit und Bindekraft jahrelang konserbieren. Bei sehr kaltem Wetter gefriert es zwar, dann ist es aber vor dem Gebrauch nur nötig, die Flasche eine kurze Zeit lang in warmes Wasser zu stellen. Ein Korkstopfel würde im Halse der Flasche leicht antrocknen und diese sich schwer öffnen lassen; es ist deshalb ein Zinn oder Blechgefäß vorzuziehen, welches mit einem über den Hals zu steckenden Kapselstopfel geschlossen wird. Ueberhaupt ist auf einen guten Verschluss zu sehen, damit der Spiritus nicht zu schnell verdunstet. Eine in derselben Weise bewirkte Lösung von Hausenblase ist ein excellentes Bindemittel für Leder.

Eine andere Art der Zubereitung. Bester Kölner Leim wird gekocht und nach dem Erkalten wieder gut getrocknet.

Alsdann wird derselbe zu grobem Pulver zerstoßen und in einem Glase so viel unverdünnte Salzsäure zugegossen, bis solche den Leim bedeckt. Das Ganze wird nun zu einer dickflüssigen Substanz gerührt.

Dieses Klebemittel soll hauptsächlich geeignet sein zum Befestigen von Beschlügen auf Kalbleder, wobei zu bemerken ist, daß vorsichtig damit verfahren werden muß, weil die Säure die blanken Stellen des Beschlüges angreift.

Lederleim.

Einen guten, zum festen Zusammenkleben von Leder geeigneten Leim erhält man durch 10—12stündiges Quellenlassen von gleichen Gewichtsteilen guten Leims und amerikanischer Hausenblase, welche man nach genügender Erweichung auskocht und während des Kochens soviel Tannin zusetzt, daß das Ganze die Konsistenz von Sirup erhält. Dieser Leim wird auf die frischen Schnittflächen warm aufgetragen und bewirkt die festeste Verbindung, so daß sogar Maschinentreibriemen damit dauerhaft verbunden werden können.

Tapetenleim.

Folgende Mischung soll, der „Pharmaz. Ztg.“ zufolge, praktisch erprobt sein: 250 Gr. Tischlerleim werden über Nacht in 1 Liter 6proz. Essig aufgeweicht und später bis zur völligen Lösung erwärmt. Nun werden gleiche Teile Roggen- und Weizenmehl mit Wasser gekocht, daß ein Eimer voll Kleister entsteht, welchem später die Leimlösung zugesetzt wird.

Einen ausgezeichneten Leim

um Leder oder Stoffe auf Holz oder Metalle zu kleben erhält man, wenn man siedendem Leim eine kleine Quantität venezianischen Terpentin im Verhältnis von 1:100 zusetzt und unter stetem Umrühren $\frac{1}{4}$ Stunde mit einander kochen läßt. Ein kleiner Zusatz venezianischen Terpentin's leistet bei Klebstoffen häufig sehr gute Dienste, besonders in der heißen Jahreszeit, indem derselbe durch

seine Zähigkeit das Abspringen von aufgeklebtem Papier hauptsächlich bei großen Flächen verhindert. Beim Tapezieren, welches ja häufig vom Buchbinder ausgeführt wird, sollte man nie versäumen, dem noch heißen Kleister eine kleine Quantität venezianischen Terpentinöls von ungefähr 80—40 Gr. auf 8—4 Pfund Stärke zuzusetzen.

Ein äußerst zäher Leim,

der gegen atmosphärische Einflüsse widerstandsfähig ist, wird bereitet, indem man den Leim mit $\frac{1}{8}$ seiner Masse dicken Terpentinöls heiß vermischt. Wünscht man Leim auf längere Zeit flüssig zu erhalten, so läßt man wasserhelle Gelatine oder guten Kölnerleim im Wasserbade mit der gleichen Quantität starkem Essig, einem Viertel Alkohol und ein wenig Alaun auf. Dieser ist besonders zu empfehlen zum Befestigen von Perlmutter, Horn u. s. w. auf Holz und Metall.

Flüssiger Patentleim.

Zur Herstellung dieses Leimes weicht man einige Schnitten besten Kölnerleims in Wasser ein, läßt denselben dann bei geringer Hitze zergehen und gießt demselben etwas Salz- oder Salpetersäure zu, event. genügt schon ein starker Essig als Zusatz.

Die Menge des Säurezusatzes wird durch eine Probe festgestellt, nach welcher der Leim eine dickflüssige Masse bilden muß.

Neuer flüssiger Leim.

60 Gr. Borax werden in 100 Gr. Wasser gelöst und der kochenden Lösung 40 Gr. calcinirte Pottasche zugelegt; diese Salzlösung rühre man in eine kochende Leimlösung von 1.45 Alg. Gewicht. Dieser Leim ist jederzeit kalt verwendbar.

Flüssiger Leim,

der weder eintrocknet noch schimmelt, wird nach Gustav Goldschmidt in Berlin dadurch erhalten, daß man dem mit der erforderlichen Menge Wasser übergossenen Leim Sulfochyanammonium in einer Menge von 5—7% zusetzt. Alsdann wird der Leim durch Erwärmen gelöst und einige Tage kalt stehen gelassen, wobei er von selbst zerfließt.

Wasserfester Leim.

In 1 Liter rektifizierten Alkohol werden 60 Gr. Sandarach und ebensoviel Mastix gelöst, worauf man 60 Gr. weißes Terpentinöl hinzufügt. Hierauf bereitet man eine recht starke Leimlösung und setzt derselben etwa dieselbe Menge Hausenblase zu, erhitzt die alkoholische Lösung, bis sie zu kochen beginnt und fügt dann langsam die warme Leimlösung hinzu, bis ein dünner Brei entsteht, der sich noch leicht durch ein Tuch filtrieren läßt. Vor dem Gebrauch wird die Lösung erwärmt und wie gewöhnlicher Leim verwendet. Durch kaltes Wasser wird eine mit diesem Leim hergestellte Verbindung nicht gelöst, und selbst heißem Wasser leistet sie lange Zeit Widerstand.

Eine andere Methode soll durch Vermischen einer Lösung von 8 Teilen Leim mit 1 Teil Leinöl sein. Soll die Mischung flüssig bleiben, so fügt man auf 16 Gewichtsteile Leim 1 Gewichtsteil Salpetersäure zu. Der Salpetersäure-Zusatz verhindert auch das Sauerwerden des Leimes.

Zur längeren Feuchthaltung des Leimes

bedient man sich des Glycerins, welches in jedem Droguengeschäft oder Apotheke billig zu haben ist. Besonders beim Leimen von

Buchern ist ein Zusatz von Glycerin von großem Vorteil, indem dadurch das beim Rundklopfen nötige Feuchtmachen der Buchrücken überflüssig wird und die Geschmeidigkeit des geleimten Rückens eine vollständig gleichmäßige ist. Das Brechen des Leimes und das dadurch bedingte Schießen einzelner Lagen wird durch dieses einfache Mittel ganz vermieden; der Leim behält mehrere Tage eine gewisse Elasticität, durch welche das Buch leichter zu behandeln ist. Beim Abpressen und Raschieren wird der Vorteil dieses Mittels sogleich in die Augen springen, indem sich das Buch besser richten und die Fälze leichter anklopfen lassen. Das Glycerin, mäßig angewandt, beeinträchtigt die Klebekraft des Leims in keiner Weise und verliert also die Leimung nichts von ihrer Haltbarkeit. Bei mit Draht gehefteten Büchern ist zur Leimung Glycerin unerlässlich, da ein schnell trodnender Leim nicht genügend durch die Festgaze dringt und den Buchrücken bloß steif machen würde ohne den Zweck der Leimung zu erfüllen. — Auch beim Aufziehen großer Flächen, bei welchen Leim verwendet werden soll, ist Glycerin von großem Nutzen, doch sollte er hier nur in kleinen Mengen angewandt werden, um durch ein nicht zu langsames Trocknen das Werfen der zu beklebenden Pappendeckel zu verhüten. Auch beim Ueberziehen von Kartons ist ein Zusatz von Glycerin dem Leime dienlich. Die Quantität des dem Leim beizumengenden Glycerins ist je nach der Arbeit und je nach der Qualität des Leims zu bestimmen und muß durch Erfahrung das richtige Verhältnis getroffen werden.

Elastischer Leim.

Leim wird elastisch gemacht durch Glycerinzusatz. Man stellt elastischen Leim folgendermaßen her: Man läßt guten Knochenleim in kaltem Wasser aufquellen, gießt das überschüssige Wasser ab, schmilzt den Leim im Wasserbade und dampft ihn etwas ein, bis weiße Blasen aus der Leimmasse aufsteigen, dann gießt man das gleiche Gewicht des angewendeten Leimes Glycerin zu, mischt beides gut und gießt den Leim in Formen von Blech oder auf Steinplatten und läßt ihn fest werden. Elastischer Leim kann auch erhalten werden durch eine Mischung von Leim und Kautschuk.

Das Versten des Leimes

tritt häufig ein, wenn geleimte Gegenstände entweder sehr trocken werden oder der Ofenhitze ausgesetzt sind. Dies kann durch einen geringen Zusatz von Calciumchlorid zu dem verwendeten Leim verhindert werden, was eine allzu große Austrocknung und ein Brechen desselben verhindert. Leim auf diese Art behandelt, eignet sich auch zur Verwendung bei Glas, Metall u. s. w.; mit Vorteil findet er auch Gebrauch zum Aufkleben von Betteln auf Flaschen.

Mittel gegen: Schäumen, Fäulnis, Schimmel des Leims, zur Verhütung von Unreinigkeiten im Tiegel, Erhaltung der Pinsel siehe Seite 216—218.

Gummi etc.

Man wendet den Gummi in zweierlei Art an, je nach dem Grade der gewünschten Haltbarkeit. Zur stärkeren Sorte nimmt man $\frac{1}{2}$ kg Gummi arabicum und löst denselben in einem Liter kaltem Wasser auf, und brüht die Auflösung dann durch Flanel. Zur anderen, inmer noch starken Sorte nimmt man ebenfalls $\frac{1}{2}$ kg Gummi arabicum, die man in circa anderthalb Liter kaltem Wasser auflöst; ist dies geschehen, so setzt man einen Eßlöffel voll Glycerin

und 60 g Naren Honig zu und seigt die Mischung gleicherweise durch Flanell. Die Auflösung des Gummis in kaltem Wasser geht sehr langsam vor sich, ist aber unerlässlich, denn verwendet man warmes, so wird sich das gummierte Papier beim Trocknen stets rollen und kraus werden. Zum Austragen des Gummis auf das Papier wähle man nur Levantiner Schwämme bester Qualität; über das Austragen selbst ist nichts Besonderes zu bemerken. Der Bogen muß selbstverständlich glatt aufliegen und der darauf zu bringende Gummi ganz gleichmäßig ausgestrichen werden; wo viel derartige Arbeiten vorkommen, sind Gummier-Regale zum Trocknen der Bogen unerlässlich, da das Gummieren nur bei völligem Flachliegen derselben ein gutes Ergebnis liefern kann. Es sind dies bekanntlich Regale mit dünnen Brettern zum Einschieben, die eben nur hinreichend weit auseinanderstehen, daß sie ohne Gefahr, aneinander zu stoßen, eingeschoben werden können und überdies der Luft freien Durchzug gestatten. — Man „gummiert“ auch vielfach Etiketten ohne Gummi, d. h. man wendet zum Bestreichen nur Dextrinlösung an, doch besitzt dieselbe weniger Klebkraft als der wirkliche Gummi.

Der Zusatz von Glycerin zum Gummi ist durchaus empfehlenswert, weil dadurch das gummierte Papier nicht so kraus und der Gummi nicht rissig wird; freilich wird dadurch der Trockenprozeß aufgehalten, denn das Glycerin besitzt Fetteile, die schwerer trocknen.

Einen vorzüglich feinen Gummi,

besonders geeignet zum Einkleben von Mustern u. s. w., erhält man wie folgt: Man nehme 160 g reinen Gummi arabicum, löse ihn in einem Liter kaltem Wasser auf und setze anderthalb Theelöffel voll Glycerin und 20 g Honig hinzu, worauf man die Mischung durch ein Leinentuch oder durch Flanell seigt, sie sodann für den Gebrauch wohlverloren aufbewahrt. Um sie vor Sauerwerden oder Schimmel zu schützen, setze man zwei Tropfen Nesselöl oder eine Messerspitze Salicylsäure zu.

Probates Rezept für Gummi-Lösung.

500 g guter arabischer Gummi werden in reichlich 1½ Liter kaltem Wasser aufgelöst und dieser Lösung ein Eßlöffel voll Glycerin und 85 g Honig hinzugefügt. Die Mischung wird durch Flanell geieigt. Das Glycerin hat den Zweck, das Ringeln und Brechen des Papiers zu verhüten, sobald es getrocknet. Zum Streichen ist ein Schwamm am geeignetsten.

Verstärkung der Klebfähigkeit des arabischen Gummis.

Die gewöhnlichen, wenn auch stark konzentrierten Lösungen des arabischen Gummis versagen den Dienst unter vielen Verhältnissen. Sie durchnässen Druckbogen oder zu schwach geleimtes Papier, ohne zu kleben, sie erlauben nicht Pappe auf Pappe, Holz auf Holz zu festigen oder als Unterlage Metallflächen zu benutzen, geschweige denn Glas, Porzellan, Thon u. c. zu kitteln. Nach einem Rezept der „Pharmazeutischen Zentralfalle“ genügt ein Zusatz von kristallisierter schwefelsaurer Alaunerde, um alle diese Eigenschaften der konzentrierten Gummilösung mitzuteilen. Man setzt 2 g der schwefelsauren Alaunerde in 20 g Wasser gelöst zu 250 g konzentrierter Gummilösung (2 g in 5 g Wasser) bei. Alaun löst dieselbe Aufgabe nur ungenügend.

Künstliches arabisches Gummi.

Man kocht 20 Teile gepulverten Zucker mit 7 Teilen frischer Milch, mischt die Flüssigkeit mit 50 Teilen einer Lösung von 88 Teilen Natriumsilikat in 100 Teilen Wasser und erhitzt sie auf 50 Grad Celsius. Sodann gießt man die Lösung in Weißblechgefäße, in welchem sich allmählich körnige Massen abscheiden, die dem arabischen Gummi sehr ähnlich sind.

Bereitung von Dextrinlösung zum Gummieren.

1 kg Dextrin wird mit $\frac{1}{4}$ Liter kaltem Wasser übergossen und die Masse etwa 10 Minuten lang kräftig gerührt. Ist das Dextrin alsdann in allen Teilen von Wasser durchtränkt, so kommt es in einem beliebigen Gefäß über Feuer, wo es unter anhaltendem Rühren etwa 5 Minuten verbleibt, bis die Masse sich zu einer milchigen Substanz verdünnt hat. Dieser Umstand tritt ein, wenn kleine Blasen an die Oberfläche treten und es den Anschein gewinnt, als wolle die Lösung kochen; alsdann muß sie sofort vom Feuer entfernt werden, denn kochen darf sie nicht. Nun wird sie in einen breiten Napf oder dergleichen geschüttet und darin erkalten gelassen. Nach dem Erkalten setzt man auf 1 Liter etwa 50 g Glycerin zu, und der Kleister ist strichfähig. Ist der Kleister zu dick geraten, so darf er nur mit abgekochtem und wieder erkaltetem Wasser verdünnt werden, da er, wenn mit anderem kaltem Wasser verdünnt, nach einiger Zeit einen üblen Geruch annimmt. Der auf diese Weise hergestellte Klebstoff hat einen schwachen gelben Schein, streicht sich gut, zeigt nach dem Trocknen hohen Glanz und wird nicht brüchig. Seine Klebkraft wird stets befriedigen. Die Ersparnis beträgt zwei Drittel gegen Gummiarabicum.

Kleister.

Gewöhnlicher Buchbinderkleister.

Zu besseren Arbeiten nimmt man Weizenstärke, welche man aneneht unter langsamem Zugießen von kaltem, im Winter überschlagenen Wasser bis zu einer noch dickfließenden Masse verrührt. Hierauf wird schnell ein der Quantität der Masse entsprechendes Quantum kochendes Wasser unter heftigem Umrühren hineingegossen; sollte dieselbe noch nicht gänzlich aufgegangen sein, was an dem mehligem Geruch sowohl, als auch an der noch weißlichen Masse wahrzunehmen ist, so muß ein weiteres Quantum strudelnden Wassers zugegossen und tüchtig gerührt werden. Das Aussehen wird jetzt mehr ein transparentes und die Masse eine glatte, schleimige geworden sein. Der Kleister kann nun, je nach dessen Verwendung, mit noch mehr warmem oder kaltem Wasser verdünnt werden. Um das Stüchtwerden und die Hautbildung desselben zu verhindern, rührt man den aufgebrühten Kleister von Zeit zu Zeit gut um, bis er kalt geworden, und um einer vorzeitigen Säurebildung entgegenzutreten, empfiehlt sich ein Zusatz von gestoßenem Alaun, 10—15 g auf $\frac{1}{2}$ kg Stärke, welcher zugleich Schimmelbildung verhütet, Waschsoda, oder noch besser von Salicylsäure. Im Sommer kann dieser Zusatz, welcher die Klebkraft durchaus nicht beeinträchtigt, größer sein als im Winter.

Halbbarer Stärkelleister.

Ein vorzügliches, Mittel um Stärkelleister haltbar zu machen und ihn gleichzeitig vor Fäulnis zu bewahren, ist der Zusatz von Borax. Versuche haben ergeben, daß sich ein mit 1 Prozent Borax versetzter Stärkelleister gewöhnlicher Consistenz (10 Gewichtsteile Stärke auf 100 Wasser) während vier Wochen gut erhalten hat, trotzdem sich nach der dritten Woche auf dessen Oberfläche Pilzvegetationen entwickelten. Der boraxfreie Kleister aber zeigte bereits nach 6 Tagen Gasblasen und verbreitete am darauffolgenden Tage schon fauligen Geruch. Dieser Zustand bewährte sich auch bei einem aus Stärkelleister und Leim bereiteten Klebemittel, welches dadurch hergestellt wird, daß man 100 Gramm Stärke mit Wasser mengt, in die heiße Lösung 100 Gramm Leim schüttet, welcher zuvor im Wasser aufgequollt wurde und schließlich ein Gramm Borax unter Umrühren zusetzt. Dieses Klebemittel besitzt eine dem besten Leim gleichkommende Bindkraft und gestattet eine lange Aufbewahrung, doch muß es vor dem Gebrauche stets erwärmt werden.

Darstellung eines sehr gut klebenden und haltbaren Kleisters.

Man übergiebt 4 Gewichtsteile Leim mit 15 Gewichtsteilen kaltem Wasser, läßt die Masse einige Stunden lang aufweichen und erwärmt mäßig, bis eine völlig klare Lösung entstanden ist. Die Lösung verdünnt man alsdann mit 65 Gewichtsteilen siedenden Wassers unter inniger Verrührung. Inzwischen hat man 30 Gewichtsteile Kleisterstärke mit 20 Gewichtsteilen kaltem Wasser anzurühren, so daß eine dünne milchige Flüssigkeit entsteht, in der keine Klümpchen mehr wahrzunehmen sind. In diese gießt man die obige siedende Leimlösung unter fortwährendem Rühren ein und hält hierbei am besten die Masse im Kochen. Nach dem Erkalten fügt man schließlich dem Kleister 10 Tropfen Karbolsäure hinzu. Der so erhaltene Kleister ist von außerordentlicher Klebekraft, man kann mit demselben Leder, Papier und Pappe kleben, ohne daß die unangenehmen Leimflecken der Leimklebung entstehen. Wird er in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, so daß das Wasser nicht verdunsten kann, so erhält er sich jahrelang gut. Bedarf man keinen Kleister von besonderer Klebekraft, so ist es sehr zu empfehlen, dem gewöhnlichen Mehl- oder Stärkekleister Karbolsäure zuzusetzen, das diese den Kleister vor dem Verderben durch Säuerung, selbstverständlich jedoch nicht vor dem Eintrocknen schützt.

Kleister zum Ankleben von Tapeten auf feuchtem Grunde.

Einen Kleister, mit welchem man am besten Tapeten auf Holz oder Mauerwerk befestigt, damit dieselben trotz Feuchtigkeit dauernd darauf haften bleiben, stellt man aus Roggenmehl wie gewöhnlich dar, dem jedoch nach dem Kochen pro 500 g $8\frac{1}{3}$ guter Leinölfirnis und $8\frac{1}{3}$ g Terpentin hinzugerührt werden.

Sonstige Klebmittel, Ritze etc.

Leim zum Aufkleben von Papierschildchen auf Staniol und andere Metalle.

Einen Klebstoff, um Schildchen auf Staniol zu kleben, bereitet man, der „Gr. R.“ zufolge auf folgende Weise: Man löse Roggenmehl in aufgelöster kaustischer Soda zu einem Brei auf und verdünne denselben unter stetem Rühren mit Quellwasser; dann erwärme man venezianischen Terpentin und gieße diesen in den Klebstoff. Auf $\frac{1}{4}$ kg Mehl genügen einige Tropfen Terpentin. Ein solcher Kleister haftet eisenfest auf allen Metallen, Stanniol, Glas etc. Will man Stärke verwenden, so wird dieselbe auf gleiche Weise zubereitet, doch bleibt dann der Terpentin fort. Die Stärkebereitung auf kaltem Wege bietet den angenehmen Vorteil, daß der Kleister niemals trocknen kann.

Klebstoff für Etiketten auf Blech.

Ein auf Blech gut haltender Klebstoff läßt sich darstellen durch Vermischen von Natronwasserglas (4 Teile) mit Sirup (1 Teil). Das Gemisch läßt sich erforderlichenfalls durch Zusatz von Zucker verdicken. Eine noch einfachere Vorschrift, um Etiketten auf verzinnte Blechgeschirre, Büchsen u. s. w. kleben zu können, ohne daß dieselben wieder abspringen, ist folgende: man braucht nur die für das Aufkleben bestimmten Stellen mit Zwiebelsaft zu bestreichen und trocknen zu lassen. Es wird dann jeder Kleister, der überhaupt Klebekraft besitzt, so fest halten, daß man sich eines Messers bedienen muß, um das aufgeklebte Papier wieder abzulösen.

Aufkleben von Celluloid auf Holz, Blech, Leder.

Hierzu eignet sich am besten folgende von Bodmann i. Bd. 70 der Chem.-techn. Bibliothek angeführte Mischung: 1 Teil Schellack, 1 T. Kampferspiritus, 3—4 T. Alkohol von 90°. Der Kampferspiritus besteht aus 1 T. Kampher, 7 T. Weingeist von spez. Gewicht 0,832 und 2 T. Wasser. Man löst den Kampher ohne Erwärmen in dem Weingeist auf und fügt dann das Wasser hinzu.

Metallstücke auf Leder, Sammet, Plüsch u. dgl. dauernd zu befestigen.

Am sichersten ist freilich stets das Aufnieten, wo das aber nicht angeht, haben sich alle bisherigen Klebmittel als unzuverlässig erwiesen. Ein zuverlässiges Verbindungsmittel zur Vereinigung von Metall auf Leder, Sammet, Holz, selbst auf Glas und Stein, wird wie folgt hergestellt: 1 Ko. Leim wird mit 65 Gramm Ammonialsalz unter Kochen zu einer gleichmäßigen Masse angerührt und schließlich noch 60 Gramm Salpetersäure zugefügt.

Dextrinlösung.

Ein ausgezeichnetes Klebemittel, welches überdies sehr wohlfeil im Preise ist, erhält man, wenn gewöhnliche Weizenstärke mit 5% doppeltkohlensaurem Natron trocken gemischt, in eine Pfanne gegeben und in einer Bratröhre auf eine Unterlage gestellt, so lange der Einwirkung der Hitze ausgesetzt wird, bis die Stärke anfängt, gelblich zu werden. Während des Erhitzens muß das Gemenge zeitweilig umgerührt werden, um eine gleichmäßige Erhitzung zu erzielen. Hierauf wird das Gemenge in Wasser aufgelocht. Durch diese Behandlung wird die Stärke in geruchloses Dextrin umgewandelt, welches sich wie arabischer Gummi in kaltem Wasser löst, ebenso wie dieser klebt und sich nicht mit einer Schimmelhaut überzieht.

Zwiebelsaft als Leim.

Wenn man Etiketten u. auf Metallgegenstände, namentlich auf Blechbüchsen oder Dosen kleben will, so wäscht man den Gegenstand vorher mit Wasser ab, in welchem man Soda aufgelöst hat. Nun streicht man den Zwiebelsaft auf und legt das Etikett darauf und drückt es an. Während bei den meisten Klebmitteln das aufgeklebte Papier abspringt, haftet es bei diesem durchaus. Das Aufstreichen des Zwiebelsaftes geschieht am besten mittels einer aufgeschnittenen Zwiebel selbst.

Wiener Papp.

Eines der besten, wenn nicht das beste Klebmittel für Leder u. s. w. ist der sogenannte Wiener- oder Schusterpapp, welcher in jeder Schuhmachereifurnituren- oder Buchbindereiartikel-Handlung zu haben ist. Derselbe wird 5—6 Stunden in kaltem Wasser erweicht, sodann das übrige Wasser abgegossen und mit einem Stückchen Holz tüchtig verrührt, worauf er gebrauchsfähig ist.

Zur Selbstbereitung verfährt man nach den R. G. u. E. wie folgt: Man rührt Gerstenschrot mit heißem Wasser zu einem sehr dicken Brei an und fügt dann in immer kleinen Partien so lange heißes Wasser unter Umrühren hinzu, bis die Masse etwa auf 85—88° C. erwärmt ist. Nach einigen Tagen beginnt die Gärung, wobei die Pappmasse ihre körnige Beschaffenheit allmählich verliert und eine gleichmäßige, bräunliche, dickflüssige Masse bildet. Zu dieser Zeit muß man den Gärungsprozeß aufhalten, und zwar dadurch, daß man eine kleine Menge Karbolsäure zusetzt. Um den widerlichen Geruch, welcher sich bei der Gärung der Schusterpappe entwickelt, unschädlich

zu machen, hat Lehner ein einfaches Mittel angegeben, das vortreffliche Dienste leistet. Man versieht nämlich die Kufe, in welcher sich die Masse befindet, mit einem gutpassenden Deckel, in welchem ein Ofenrohr eingesetzt ist, das in einen Schornstein mündet, der mit der Heizung eines oft im Betriebe stehenden Ofens, beispielsweise eines Küchenherdes, verbunden ist. Sobald sich dann durch den üblen Geruch der Masse zu erkennen gibt, daß die faulige Gärung eingetreten ist, verklebt man den Rand des Deckels mit Papier und zwingt hierdurch die aus der Flüssigkeit entweichenden Gase in den Schornstein zu treten, aus dem sie durch die Feuergase fortgerissen werden.

Ritt.

Zum Verbinden zerbrochener Gegenstände aus Elfenbein oder Knochen wird empfohlen: Gute weiße Gelatine wird in Wasser zu einer ziemlich dicken Lösung gelocht, dieser setzt man den vierten Teil Mastixharz, welches vorher in gutem Spiritus ebenfalls recht dickflüssig gelöst worden, zu. Diese beiden Substanzen werden zunächst gut durchgerührt, worauf ein Zusatz von geschlemmtem Zinkweiß eingerührt wird, und zwar in einer Menge, daß ein dicker Brei entsteht, der, leicht erwärmt, ein vorzügliches Bindemittel für Knochen, resp. Elfenbein abgibt.

Um Glas oder Porzellan im Bruch zu litten, bedient man sich eines Rittes, der aus kleinen Stückchen Hausenblasen, die 24 Stunden in 16 Teile Wasser aufgelöst wurden, hergestellt wird. Die Lösung wird darauf bis zur Hälfte niedergedämpft, koliert und noch heiß mit 8 Teilen Alkohol zerießt, wozu man dann eine Lösung von 1 Teil Mastix in 6 Teilen Alkohol ebenfalls warm zufügt. Diese Lösung reibt man nun warm mit $\frac{1}{2}$ Teil Ammonialharz (Gummi retiv. Ammonium), das man vorher recht fein gerieben hat, zusammen, so daß das Ganze recht gleichmäßig untereinander verteilt wird. Beim Gebrauch macht man den Ritt und den Gegenstand warm, der Ritt klebt vorzüglich und ist sehr zu empfehlen.

Marmorritt.

Zum Ritten der Fugen zwischen polierten Marmorplatten eignet sich ganz vorzüglich ein Kalt-Wasserglas-Ritt, welcher schon nach wenigen Stunden so hart wird, daß er poliert werden kann. Er besteht aus 4 Teilen geschlämmter Kreide und 1 Teil dicker Wasserglas-Lösung.

Ein anderer Ritt.

Zerbrochene Papp- oder Papiermaché-Arbeiten bringt man am besten mittels eines Ritts zusammen, den man von Leim und Kreide herstellt. Auf eine vorher etwas erwärmte Glas- oder Zinkplatte wird Kreide geschabt, dann heißer Leim darauf getropft und beide Substanzen mit einem Messer ordentlich durchgearbeitet. Der so gewonnene Ritt haftet außerordentlich gut.

Wasserdichter Pappentitt.

Um Pappstücke untrennbar aufeinander zu befestigen, wird Buchbindern, Bilderrahmenmachern und anderen in Pappe arbeitenden Gewerbetreibenden nachstehender Ritt empfohlen, welcher neben genügender Klebekraft noch die Eigenschaft der Wasserdichtigkeit besitzt. Gutes Pech und Guttapercha werden zu gleichen Teilen zusammengeschmolzen. Zu 9 Teilen dieser Mass. fügt man 8 Teile gesottenes Leinöl und ein Fünftelteil Bleizölze hinzu. Die Hitze wird so lange unterhalten, bis unter beständigem Umrühren die innige Vereinigung aller Ingredienzien stattgefunden hat. Die Mischung wird mit ein wenig Benzin oder Terpentin verdünnt und in noch warmem Zustande aufgestrichen.

Aufziehen von Photographien auf Leder oder Kunstleder.

Zu diesem Zweck empfiehlt sich die Verwendung von Wienerpapp oder Schusterpapp. Die Bilder sind mit dem Klebemittel gleichmäßig zu bestreichen. Hierauf läßt man dieselben einige Minuten ruhig liegen, damit das Papier etwas erweichen und der Klebstoff ein wenig erstarren kann. Alsdann klebt man sie auf und streicht in der üblichen Weise gut an. Das nachfolgende Trocknen darf nicht bei allzu großer Wärme erfolgen. Die beklebten Stoffe dürfen nicht aufeinandergelegt werden; erst wenn sie nahezu trocken sind, ist es zweckmäßig, sie mit Papier zu bedecken und einzupressen, wobei sie aufeinandergelegt werden können, wenn es zweckdienlich ist. Bei glänzenden Stoffen d. h. bei solchen, die mit Spirituslack überzogen sind, muß der Masse etwas Spiritus oder Salmiakgeist beigemischt werden, und zwar zwischenhinein, wodurch ein bessereshaften erzielt wird; diese Zugaben haben die Eigenschaft, den Lack etwas zu lösen. Die Masse ist stets gut durchzurühren.

Kleister aus Kartoffelmehl.

Kartoffelmehl in einer Menge von einem halben Pfund wird kalt angerührt, bis es feimig ist. Sodann wird kochendes Wasser unter ständigem Umrühren hinzugegossen, bis der Kleister die richtige Dicke hat.

Klebstoff zum Befestigen von Bildern auf Kunstblätter.

In 14 Liter kaltem Wasser wird 1½ kg gutes Kartoffelmehl geschüttet und diese Mischung unter stetem Umrühren erhitzt, bis ein dicker Kleister entsteht, der von wasserblauer Farbe sein muß. Dazu gibt man 3 g Formalin, das vorher mit 100 g kaltem Wasser verdünnt wurde. Dieser Kleister kann kalt oder auch lauwarm verarbeitet werden; da er sich gut aufstreichen läßt, ist er auch zu jeder anderen Klebearbeit verwendbar. Die mit diesem Kleister auf Kunstblätter geklebten Bilder gehen vom Karton nicht ab, ohne zu zerreißen. Es ist aber notwendig, daß die Klebungen vor dem vollständigen Trocknen gut eingepreßt werden. — Ein gleichem Zweck dienender Klebstoff wird wie folgt zubereitet: In 1 Liter lauwarmen Wasser werden 500 g Superior gelblich Dextrin aufgelöst und diese Lösung weiterhin noch ein wenig erwärmt. Alsdann wird die Lösung durchgeseiht, bis keine Klümpchen mehr darin sind, worauf der Klebstoff fertig ist.

Klebemittel für Etiketten.

225 g Dextrin werden in 555 g heißen Wasser gelöst, worauf 110 g verdünnte Essigsäure und 119 g Spiritus hinzugemischt werden. — Auch unter Verwendung von Gelatine läßt sich ein gutes Klebemittel für Etiketten herstellen, und zwar werden benötigt: 35 g Gummiarabikum, 10 g Zucker, 10 g Gelatine und 105 g Wasser. Die Gelatine läßt man in kaltem Wasser aufquellen und löst sodann durch Erhitzen in der erhaltenen Flüssigkeit Gummi und Zucker.