

# Die Restaurierung von großformatigen gotischen Baurissen auf Pergament und ihre Lagerung

Verena Flamm

## Problemstellung

Das Kupferstichkabinett der Akademie der bildenden Künste Wien besitzt weltweit die größte Sammlung von gotischen Baurissen auf Papier und Pergament. Franz Jäger II<sup>1</sup> vermachte der Akademie seinen gesamten Kunstbesitz. Darunter war die unvergleichliche Sammlung mittelalterlichen Bauzeichnungen aus der alten Bauhütte von St. Stephan in Wien. Sie umfaßt 284 Pläne, Aufnahmen, Meisterzeichnungen und Lehrlingsarbeiten. Das Kupferstichkabinett der Akademie der bildenden Künste Wien leidet wie viele andere Sammlungen unter akutem Platzmangel. Die Baurisse sind teilweise gefaltet in Passepartouts eingehängt und liegen nach Größe geordnet in Kassetten, die wiederum in verschließbaren Stahlschränken untergebracht sind. Die Kassetten sind aus säurehaltigem Karton und Papier angefertigt. Die Baurisse liegen mehrfach gefaltet übereinander in der Kasette. Das Gewicht der oberen Baurisse lastet auf den unteren und trotz des Passepartouts kommt es durch das Gewicht zu starker Faltenbildung und Knickungen aller Art. Die Akademie besitzt keine Klimaanlage. Da das Gebäude unter Denkmalschutz steht, darf an der äußeren Erscheinungsform nichts verändert werden und somit sorgen die alten von Theophil Hansen entworfenen englischen Schiebefenster für einen kräftigen Luftaustausch von außen nach innen und umgekehrt. Aus Sicherheitsgründen müssen in den Nachtstunden die Luftbefeuchter ausgeschaltet werden. Es ist daher schwer ein gleichbleibendes Klima für die Kunstobjekte zu erzielen. In den nächsten Jahren soll das Kupferstichkabinett in einen Neubau der Akademie übersiedeln. Im Zuge der Übersiedlung stellt sich nun die Aufgabe der Neupackung und Lagerung ganz im speziellen der Baurisse auf Pergament. Die Pergamentbaurisse haben ganz beachtliche Ausmaße von 1,5 m - 5 m in der Länge.

## 2 Beschreibung der Baurisse

Für diese Aufgabe wurden der Aufriß, Ansicht von Norden des Nordturmes des Stephandomes in Wien, 3. Fassung mit Steinmetzzeichen von Hans Zierholt<sup>2</sup> und das Rathaus, Fassade und Grundriß ausgesucht. In der Österreichischen Kunsttopographie[1] von St. Stephan in Wien wird der Bauriß des Nordturmes folgendermaßen beschrieben: Feder auf Pergament. Turmaufriß in den unteren Partien mit dem heutigen Zustand der Nordseite des Nordturmes übereinstimmend in den nicht ausgeführten oberen Teilen frei an den Südturm angelehnt. Die Entstehung des Aufrisses wird von Hans Tietze<sup>3</sup> in das erste Viertel des XVI. Jahrhunderts gelegt. Der Bauriß wurde gerollt in einer säurehaltigen Kartonschachtel aufbewahrt. Er hat eine Länge von 488 cm und ist aus 10 Kalbspergamenten von unterschiedlicher Festigkeit des Materials und unterschiedlicher Dicke zusammengesetzt. Die einzelnen Pergamentblätter sind mit Leim überlappend aneinandergeklebt. An der Basis mißt der Bauriß 85,5 cm und verjüngt sich dann stetig auf 12 cm. Die Fas-

sadenzeichnung wurde in unterschiedlicher Qualität mit der Feder aufgetragen. Im unteren Teil ist der Federstrich zart und gekonnt, während die Turmspitze von gröberer Hand gezeichnet erscheint. Der Bauriß ist mit einem grün-goldenen Rand an den Längsseiten versehen. Der Rand ist eindeutig zu einem späteren Zeitpunkt aufgemalt worden, denn er liegt bei den Basispergamenten über der Orginalfederzeichnung. Das zweite Pergament zeigt auf der Haarseite den berühmten Fassadenriß für ein Rathaus, auf der Fleischseite ist der Grundriß eines quadratischen Gebäudes, das an ein anderes Gebäude angebaut ist. Feder auf Pergament. Dieser Bauriß wurde von Tietze[2] dem Steinmetzmeister Laurenz Spenyng zugeordnet und das Entstehungsjahr wurde auf das Jahr 1467 festgelegt.

### 2.1 Schadensbild des Baurisses des Nordturmes

Schon beim Herausnehmen aus der Kartonschachtel fällt auf, daß die Ränder der Rolle sehr stark verbräunt sind. Die Verbräunung auf der Rückseite deckt sich mit dem goldgrünen Rand auf der Vorderseite. Beim Ausrollen fällt auf, daß die äußeren Pergamente verbräunt sind. Je weiter man ins innere der Rolle vordringt umso heller sind die Pergamente. Es gibt unzählige kleine Risse an den Rändern, die manchmal mit Pack und anderen Papieren hinterklebt sind. Zwischen Pergament V und VI gibt es einen langen Riß, der mit einem starken Pergamentstreifen hinterklebt ist. Von dieser Klebestelle gehen viele Falten und Knicke aus. Das unterste Pergament ist mit größeren und kleineren braunen Flecken übersät. Die kleinen Stockflecken durchziehen fast den ganzen Bauriß. Im obersten Teilstück gibt es auch Wasserflecken. Die Pergamentoberfläche ist stark verschmutzt.

### 2.2 Schadensbild des Fassadenrisses des Rathauses

Der Bauriß des Rathauses ist mit beschichteten Leinwandstreifen an das säurehaltige Passepartout geklebt. Der Fassadenriß hat eine Länge von 231 cm. Der Turm des Rathauses wurde gefaltet, damit das Objekt in der Kasette Platz fand. Besonders schlecht wirkt sich bei dieser Art der Aufbewahrung das Gewicht der darüberliegenden Objekte aus. Der Passepartoutkarton ist nicht hoch genug und so liegt das gesamte Gewicht auf dem unteren Objekt. Es verstärkt die Faltenbildung. Das Pergament ist extrem wellig. Die Falten und Wellen gehen von den Klebenähten aus. Die Oberfläche ist bis auf den seitlichen kleinen Anhang normal verschmutzt. Dieser Bauriß ist beidseitig mit einer schwarzen Rußtinte bezeichnet, die sehr feuchtigkeitsempfindlich ist.

## 3 Pergamentherstellung

### 3.1 Geschichte

Die ältesten Funde von Schriftgut auf Häuten stammen aus Ägypten, cirka 2700 Jahre a.Chr.[3]. Auf einem

assyrischen Monument wird das Beschreiben von Häuten dargestellt, dieses Monument stammt aus dem Jahre 800 a.Chr. Die Herstellung von Pergament war somit bereits bekannt, als Eumenes I. König in Kleinasien und Ptolemäus Epiphanes in Alexandria im 3. Jahrhundert a.Chr. regierten. Plinius, der Geschichtsschreiber, berichtet von dem Wettfeifer, der zwischen den beiden Höfen herrschte, sich gegenseitig bei der Vergrößerung ihrer Bibliotheken zu übertreffen[4]. Da die Ägypter nicht gerne sahen, daß zu Pergamo eine so ansehnliche Bibliothek wuchs, verbot Ptolemäus Epiphanes kurzerhand die Ausfuhr von Papyrus. Aus dieser Notlage heraus wurde unter Eumenes I. die bekannte Kunst der Pergamentherstellung verfeinert und ganz besonders die Kunst der Glätte, Geschmeidigkeit und Haltbarkeit der Tierhaut zur Blüte gebracht. Die Erweiterung des römischen Imperiums nach Osten, Westen und Norden brachte es mit sich, daß das Pergament und die Kunst seiner Herstellung auch bei uns eingeführt und im Laufe der Jahrhunderte heimisch wurde. Im Mittelalter erreichte die Kunst auf Pergament ihre höchste Blüte in Europa.

### 3.2 Historisches zur Herstellung von Pergament

Robert Fuchs<sup>4</sup> beschreibt die mittelalterliche Herstellung von Pergament [5] folgendermaßen: Pergament ist eine spannetrocknete, das heißt enthaarte und auf einem Spannrahmen getrocknete, nicht gegerbte Haut verschiedener Tiere. Sie wird aus den Fellen von Kälbern, Schafen, Ziegen und anderen Tieren gewonnen, indem man sie je nach Jahreszeit, im Sommer etwa drei und im Winter etwa sechs Wochen, in eine 5-10% Kalklauge legt, damit sich die Haare und Fleischreste besser lösen. Das alkalische Calciumhydroxyd löst zuerst die Epidermis auf, wodurch sich die Haare aus den Haarwurzeln leicht entfernen lassen. Das Äschern der Häute erfanden wahrscheinlich die Araber, denn in allen bekannten früheren Rezepten zum Enthaaren nahm man immer saure pflanzliche Medien zum Beispiel Mehl, Gerste, Getreidehülsen, Halme und Blätter. Dann schabt man mit einem gebogenen Messer über einem Holzbock die Fleisch- und Haarreste ab. Die Haut wird gewaschen und noch naß in einen rechteckigen oder runden Rahmen gespannt. Dies geschieht, indem man den Rand der Haut über ein Steinchen legt, um diese Verdickung eine Schnur knüpft und deren anderes Ende mit etwas Zug am Rahmen festbindet. Die gleichmäßige Spannung der Haut verhindert, daß sie durchsichtig wird. Beim Trocknen der Haut unter Spannung reorganisiert sich das teilweise denaturierte Fibernetzwerk. Die Gewebsfasern werden dabei in die beiden Richtungen der Rahmenebene auseinandergezogen. Die Fibern richten sich in einer Richtung aus und werden durch das Trocknen fixiert. Es entstehen laminaire Schichten von Gewebslagen. Das ist auch der Grund, warum man ein fertiges Pergament relativ leicht in dünnere Schichten spalten kann. Bei der Reorganisation und dem Trocknen entstehen größere Hohlräume im Pergament, die sich mit Luft füllen. Da die Luft einen anderen, niedrigeren optischen Brechungsindex hat als die im Gewebe vorhandene Flüssigkeit, erscheinen diese Stellen opak. Befeuchtet man ein Pergament und läßt es anschließend an der Luft trocknen so fühlt sich das Pergament steif, hart und

rauh an, da die Luftpolster, die in der spannetrockneten Haut für Elastizität sorgen, nicht mehr vorhanden sind. Daraus ergibt sich einer der wichtigsten Grundsätze in der Pergamentrestaurierung, wonach die Haut nach jedem Anfeuchten gut gespannt werden muß. Im nächsten Arbeitsgang wird die gespannte Haut mit einem sichelförmigen Messer, dem Symbol der Pergamentierzunft auf die gewünschte Dicke geschabt. Zum Beschreiben muß die Oberfläche des Pergamentes noch vorbereitet werden. Glatte und fette Stellen reibt man mit Bimsstein und Kreide ein und raute so die Schreibfläche fein auf. Der natürliche Bimsstein war oft zu grob und so verwendeten die Mönche in den Schreibschulen eine Poliermasse aus Bimsstein, Glaspulver und zerriebenen Muschelschalen. Manchmal strich man das Pergament mit einer dünnen Eiweißlösung ein, damit die Tinte und die Farben von der Schreiboberfläche besser aufgenommen wurden und die aufstehenden Fasern des Pergamentes sich wieder glatt anlegten.

### 3.3 Pergamentherstellung heute

Manfred Wildbrett<sup>5</sup> Inhaber der Spezialfabrik für echtes Hautpergament beschreibt die heutige Pergamentherstellung im Pergamentband [6] von Peter Rück<sup>6</sup> mit folgenden Worten: Als Rohmaterial dienen die Felle von Kälbern, Ziegen, Schafen und Schweinen, wobei nur ungespaltene Häute verarbeitet werden, um die beste Qualität und die natürliche Festigkeit zu erhalten. Nach dem Wässern der getrockneten oder gesalzenen Felle folgt das Äschern in einer Kalkbrühe, wobei sich innerhalb von vier bis sechs Wochen die Haarwurzeln in der Haut lockern und die Haut gleichzeitig gegen Fäulniskeime präpariert wird. Wie früher werden auch heute noch in reiner Handarbeit die gelockerten Haare zusammen mit der Oberhaut mit einem stumpfen, leicht gebogenen Messer mit zwei Griffen, Haareisen genannt, auf dem Baum abgestreift. Zum Entfernen der Unterhaut mit den Fleischresten dient ein ähnliches Werkzeug, der Scherdegen, diesmal aber scharf geschliffen. Übrig bleibt die Lederhaut, die der Fachmann Blöße nennt. Bis hierher sind die Arbeitsprozesse denen der Ledergerbung gleich. Doch während bei Leder nun der Gerbprozeß folgt, bleibt echtes Hautpergament frei von Gerbstoffen. Nach den eben erwähnten Vorarbeiten wird die nasse Haut zum Spannen in den Rahmen vorbereitet. Hier beginnt die Arbeit, zu der Gefühl und Erfahrung nötig ist, denn bis zur endgültigen Fertigstellung bleibt die Haut in diesem gespannten Zustand. Je nach Temperatur und Luftfeuchtigkeit trocknet die Haut innerhalb von zwei bis vier Tagen, wobei es darauf ankommt, daß sie immer wieder gleichmäßig nachgespannt wird. Dann wird mit einem scharfen Halbrundeisen, dem Schabeisen, die Haar- und Narbenseite geschabt. Es ist nicht nur eine anstrengende Arbeit, sondern auch eine Tätigkeit, die Gefühl und einen guten Blick für die Schönheit des Materials verlangt; denn hier bestimmt der Pergamentler, wie intensiv die Tönung beziehungsweise Aderung sichtbar wird. Mit dem gleichen Halbrundeisen wird anschließend die Fleischseite geschabt, um die Haut in der Dicke auszugleichen. Die Spuren des Schabeisens wurden früher mittels eines Bimssteins beseitigt, während sich der Pergamentler heute einer Schleifmaschine bedient. Je nach

Verwendungszweck wird die Haut auf beiden Seiten samtartig belassen oder aber einbeziehungsweise beidseitig abgewaschen, wenn sie glatt sein soll. Nach dem Trocknen ist das Pergament fertig. Es wird aus dem Rahmen geschnitten und mit dem Planimeter vermessen.

### 3.4 Struktur des Pergaments

Die Haut besteht aus mehreren Schichten[7], die im Querschnitt von außen nach innen folgendermaßen beschrieben wird: die Oberhaut oder Epidermis, die Lederhaut oder Dermis und die Unterhaut oder Subcutis. Die Epidermis ist aus dem Eiweißstoff Keratin aufgebaut. Die Epidermis erneuert sich bei lebender Haut durch Zellteilung ununterbrochen, wobei die alten abgestorbenen Zellen in Form von Schuppen abgestoßen werden. Die Dermis unterteilt man in die Papillarschicht und die Lederhaut. Die Papillarschicht liegt unterhalb der Epidermis. Die Haarschäfte, Papillen genannt, die Haarmuskeln und die Talgdrüsen sind darin eingelagert. Diese Schicht wird beim fertigen Pergament die Narbenmembran genannt und ist für das spezifische Oberflächenmuster der einzelnen Tierarten verantwortlich. Man kann die Tierart eines Pergamentes an Hand der Narbenmembran bestimmen. Die zweite Schicht der Dermis ist die Lederhaut. Sie besteht zum größten Teil aus Kollagenfasern, die zu einem festen Faservlies verbunden sind und den Hauptteil am Pergament bilden. Unter der Dermis befindet sich die Subcutis, in der die Blutgefäße, die Muskeln und die Fetteinlagerungen liegen. Für die Pergamentherzeugung wird nur die Dermis genutzt. Es ist ganz selbstverständlich, daß sich die Haut von Tier zu Tier unterscheidet. Ferner sieht die Haut eines Schafes, das auf grünen fetten Weiden in England aufgewachsen ist, anders aus, als diejenige einer Ziege, die sich von Kräutern in einer kargen Gegend ernähren muß. Alle diese Eigenschaften wirken sich auf die Qualität des Pergamentes aus. Besonders sollten wir an die unterschiedlichen Klima- und Futterbedingungen denken, wenn es um die Lagerung von Pergamenten geht. Pergament besteht aus Kollagen.[8] Das Kollagen gehört zur Gruppe der Proteine. Proteine sind Biopolymere, die aus Aminosäuren aufgebaut werden. Als Grundbausteine für das Kollagen dienen drei Aminosäuren nämlich Glycin, Prolin und Hydroxyprolin. Die Aminosäuren sind über eine Amidbindung miteinander verknüpft, es entsteht also ein kettenartiges Molekül. Dieses langkettige Molekül hat die Eigenschaft gerichtet zu sein, da sich am einen Ende eine freie Aminogruppe und am anderen Ende eine freie Säuregruppe befindet. Drei solcher Ketten lagern sich über Wechselwirkungen der Aminosäureseitenketten zu einem grösseren Baustein zusammen, der als Tripelhelix bezeichnet wird. Die Tripelhelices lagern sich selbst wiederum über hydrophobe Wechselwirkungen zu stapelartigen grösseren Strukturen zusammen. Diese Zusammenlagerung geschieht aber nicht exakt auf Stoß, sondern zeigt an den Enden eine treppenartige Versetzung. Wie wir uns erinnern war ja der Grundbaustein; die Aminosäurekette, ein gerichtetes Molekül mit zwei unterschiedlichen Enden. Eine Aminogruppe auf dem einen, eine Säuregruppe an dem anderen Ende. Das gleiche trifft natürlich auch für diese grössere Struktur zu. Die unterschiedlichen Enden der

Stapel gestatten eine Zusammenlagerung derselben zum fertigen Kollagen und zwar über Coulombsche Wechselwirkungen. Dieser letzte Bindungsbereich ist stark polar und besitzt eine amorphe Struktur. Im Unterschied zu allen anderen Bereichen des Kollagens, die hydrophober Natur sind, bietet gerade dieser Bindungsbereich auf Grund seiner Polarität dem Wasser die Möglichkeit ins Kollagen einzudringen. Wie bei der Cellulosefaser reagieren auch beim Kollagen die amorphen Bereiche beim Eindringen von Wasser oder Schadstoffen als erstes und am stärksten. In diesem Bereich finden die Schwellungen oder gar die Brüche statt.

## 4 Naturwissenschaftliche Untersuchungen des Baurisses des Nordturmes

Der Turmbauriß wurde am Institut für Farbenchemie und Farbenlehre der Akademie der bildenden Künste Wien fotografisch dokumentiert.[9]. In der UV-Fluoreszenzaufnahme fallen besonders die orangefarbenen Höfe um die großen Flecken im unteren Teil auf, was auf Mikroorganismen hindeutet. Ferner wurden für die Tinte, für den Goldrand und für den grünen Rand Röntgenfluoreszenzanalysen am Institut für Farbenchemie und Farbenlehre gemacht.[10]

- Die Spektren der Tinten weisen nur einen kleinen Anteil von Eisen auf. Da das Spektrum des Pergamentes den gleichen Anteil an Eisen enthält, folgt daraus, daß es sich um eine Rußtinte handelt.
- Das Spektrum des gold erscheinenden Randes ergab einen hohen Peak bei Kupfer und Zinkgehalt. Es handelt sich um eine Schlagmetallvergoldung aus Messing, eine sog. Mixtionsvergoldung. Die Eisenspitze im Messing-Spektrum stammt vom Poliment, das Kalzium vom Pergament, das Wolfram aus der Röntgenröhre und das Brom aus dem Styropor, das hinter dem Pergament lag.
- Das Spektrum des grünen Randes ergab einen hohen Kupfergehalt, es handelt sich folglich um eines der zwei Kupfergrün, das basische Kupfercarbonat oder Kupferacetat.

Erst im Querschliff konnte das muschelartige Pigment des Malachits festgestellt werden.[11] Ein weiterer Querschliff gab Auskunft über den Aufbau der Vergoldung. Unter dem Messing und dem Malachit war ein Poliment, das Leim als Bindemittel hatte. Weitere Proben wurden am Institut für Biochemische Technologie und Mikrobiologie der Technischen Universität Wien<sup>7</sup> auf Pilzbefall untersucht. Im Bereich der braunen Flecken ist das Pergament von Pilzhyphen durchwachsen. Der Zustand der Hyphen und das Auftreten von Chlamydozysten läßt bei geeigneten Wachstumsbedingungen, z.B. hoher Luftfeuchtigkeit, eine weitere Ausbreitung der Flecken befürchten. Chlamydozysten sind Dauersporen, die lange Zeit im Zustand des latenten Lebens verharren und bei geeigneten Bedingungen jederzeit wieder keimen können. Der Rathausbauriß wurde keinen naturwissenschaftlichen Untersuchungen unterzogen.

## 5 Die Restaurierung des Baurisses des Nordturmes

### 5.1 Reinigung

Die Restaurierung stand unter dem Motto "gleiches mit gleichem". Das heißt es sollte nach Möglichkeit keine artfremden Substanzen in das Pergament eingebracht werden bei der Konservierung. Das Pergamentvlies reagiert auf Fremdstoffen gerne nach einem längeren Zeitpunkt mit Falten und Verwerfungen. Die Pergamentoberfläche wurde beidseits mit Draft Clean Powder sanft abgerieben und der schmutzige Gummstaub mit dem Rasierpinsel sorgfältig entfernt. Das Draft Clean Powder hat den großen Vorteil, daß es die dreidimensionale Oberfläche des Pergamentes nicht verändert. Bleiben trotz wiederholtem Bürsten kleine Teile des Draft Clean Powders in der zerklüfteten Oberfläche hängen, liegen sie nur lose in den Vertiefungen und fallen früher oder später heraus. Oberflächenvergleiche nach der Reinigung haben gezeigt, daß z.B. der Knetgummi die feinen Fasern in eine Richtung preßt, der Radiergummi, der Glasfaserstift oder gar das Skalpell die feinen Fasern abreißt, das Wischpulver hart kaum sichtbare Plastikrückstände hinterläßt und das Reinigen mit wässrigen Medien, wie z.B. ein Ethanol-Wassergemisch die kleinen Fasern durch die Adhäsionskräfte der Flüssigkeit niederdrückt. Zudem quillt die kleinste Kollagenfaser bei jeder Berührung mit wässrigen Lösungen. Es ist besser einen kleinen Schmutz zu belassen, als die schöne samtige dreidimensionale Oberfläche des Pergamentvlieses zu zerstören.

### 5.2 Entfernung des Malachit- und Messingrandes

Die Kupferionen [12] bei der Mixtionsvergoldung wirken unter Zusatz von Feuchtigkeit als Katalysator und beschleunigen den Abbau des Pergamentvlieses. Schon eine einfache Berührung des Randes genügt um Einrisse zu erzeugen. Wie aus dem Querschliff des gold-grünen Randes hervor geht, lag unter dem Messing ein Poliment, das mit Leim gebunden war und wie wir alle wissen ist der Leim mit Feuchtigkeit quellbar. An eine Entfernung der Mixtionsvergoldung mit Lösungsmitteln ist beim Pergament nicht anwendbar. Um so wenig wie möglich freies Wasser ins Pergament zu bringen, wurde der Goldrand auf ein Gore-tex-Sandwich [13] gelegt<sup>8</sup> und verblieb dort 2-3 Stunden. Befeuchtung mit Pinsel und Wasser hätte den Rand sehr steif gemacht, da es unmöglich war, den Bauriß durch seiner Größe anschließend an die Befeuchtung zu spannen. Je stärker die Schädigung des Pergamentrandes war, umso schneller drang die Feuchtigkeit in das Pergamentvlies. Sobald der Leim gequollen war, wurde er unter dem Mikroskop sorgfältig mit dem Skalpell weggekratzt und unmittelbar darauf wurde der Rand am Mikroskop, einem Saugtisch, getrocknet. Auf diese Art und Weise vermied man die Bildung eines Schmutzrandes durch die Feuchtigkeit. Nach dem vollständigen Entfernen des gold-grünen Randes, wurde von hinten, um die Oberflächenercheinung nicht zu stören, ein Gemisch aus reinem Pergamentleim [14]<sup>10</sup> und Magnesiumbicarbonat<sup>11</sup> eingestrichen. Nach einiger Zeit stellte sich ein pH-Wert von 8 ein. Die Hoffnung mit

diesem Gemisch die restlichen schädigenden Säuren im Pergament abpuffern zu können, ist nicht groß, da das Pergament laut Prof. Stachelberger<sup>12</sup> das Magnesiumbicarbonat nicht wie das Papiervlies zwischen den Faserketten anlegt.

### 5.3 Schließen der Risse

Die vorwiegend aus Papier bestehenden Hinterklebungen wurden mit wenig Feuchtigkeit entfernt. Die restlichen Kleisterstellen mehrmals sehr sorgfältig weggekratzt, um später Spannungen zu verhindern. Das gleiche erfolgte beim 75cm langen Riß, der mit einem großen sehr starken Pergament hinterklebt war. Hier war es besonders wichtig die alten Stärkekleisterreste zu entfernen, denn die Hinterklebung verursachte Falten und Knickungen. Die kleinen Risse und Fehlstellen wurden mit Kalbspergament und selbsthergestelltem Pergamentleim hinterklebt. Die Klebestelle blieb zwischen zwei Holytextstreifen und Kartonvierecken beschwert bis sie trocken war. Als Beschwerung diente ein kleiner Stein. Für die Flicker ist das neue Pergament dünn geschliffen oder mit dem Skalpell gespalten worden [15][16]. An den Rändern wurde es ausgedünnt. Das Pergament läßt sich einfach mit einem Schleifbohrer, wie man ihn beim Hobby-Flugzeugbau verwendet, ausdünnen. Selbstverständlich kann man auch Schleifpapiere verschiedener Körnung verwenden. Man muß sie dazu nur auf einen runden Stab kleben. In Anlehnung an historische Praktiken beschloß man, den großen Riß nicht wieder zu hinterkleben, sondern ihn zu nähen [17]. Gemäß dem Motto „gleiches mit gleichem“ nahm man einen ganz dünnen Streifen von Kalbspergament als Faden. Der Faden wurde an einem Ende spitz zugeschnitten. Seitlich des Risses wurden versetzt ganz kleine Schnitte angebracht und durch diese wurde der Faden einmal von vorne und einmal von hinten durchgezogen (Abb.1).

Der Vorteil des Nähens eines Risses ist, daß die Naht beweglich bleibt, sich den Dehnungen und Schrumpfungen des Pergamentes anpaßt. Es kommt dabei zu keiner Faltenbildung wie bei einer Hinterklebung. Damit die Naht sich beim Aufrollen nicht auf das nächste anliegende Pergamentblatt durchdrückt oder reibt, wurde das Genähte mit einem ganz feinen Schmiergelpapier abgeschmiergelt. Der Anfang und das Ende der Pergamentfäden wurden auf der Rückseite verklebt. Anschließend wurde der Faden auf die Farbe des Baurisses mit Aquarellfarben der Firma Schmincke auf der vorderen Seite eingefärbt. Die Fehlstellen bei den Rissen wurden ebenfalls mit Aquarellfarben von vorne retouchiert. Anschließend rollte man das Pergament wieder wie gewohnt ein. Um die Umweltbedingungen zu verbessern wurde für die Pergamentrolle eine Kassette aus säurefreiem Karton, Papier und Kleister gebaut<sup>13</sup>. Die Rolle liegt eingeschlagen in Molinostoff<sup>14</sup> in der Kassette. So kann man den gotischen Bauriß herausheben ohne ihn berühren zu müssen. Mit einer Ethylenoxidvergasung hätte man die Pilzsporen im Pergament abtöten können, doch lehne ich diese Begasung ab. Das Gas geht mit dem Pergament komplexe Verbindungen ein und verflüchtigt sich nur sehr langsam aus dem Pergamentvlies. Zudem ist das Ethylenoxidgas krebserregend und umweltbelastend. Ich hoffe auf Eurocare,

daß diese Vereinigung von Wissenschaftlern uns bald ein weniger belastendes Mittel zum Abtötung der Pilzsporen finden wird. Da das Pergament in einem kontrollierten Klima aufbewahrt wird, kann man mit einer Vergasung zuwarten.



Abb. 1 Schematische Darstellung der Pergamentnaht

## 6 Restaurierung des Rathausbaurisses

Der Rathausbauriß war extrem wellig. Er war aus 5 Pergamentblättern zusammengesetzt. Die einzelnen Pergamentblätter wurden überlappend zusammengeklebt und von diesen Überklebungen, die mit der Zeit geschrumpft waren, gingen große Faltenbildungen aus. Wie beim Bauriß des Nordturmes wurde die Oberflächen des Rathausriß mit Draft Clean Powder gereinigt. Anschließend wurde der Fassadenriß in die einzelnen Pergamentblätter zerlegt. Die Klebenähte wurden wieder mit Gore-tex-Sandwich-Streifen befeuchtet. Dabei quoll der Stärkekleister soweit, daß man die Blätter trennen konnte. Der Kleister wurde anschließend mehrere Male mit geringen Mengen von Wasser ganz sorgfältig mit dem Skalpell entfernt.

### 6.1 Spannen

Die einzelnen Pergamentblätter wurden auf dem Gore-tex-Sandwich entspannt bis sie sich weich anföhlten. Noch auf dem Gore-tex liegend setzte man am Rand eine Bulldogklammer<sup>15</sup> neben die andere auf allen vier Seiten. Die Klammern sind innen mit Filz überzogen, damit sie am Pergament keine Druckspuren hinterlassen. Das entspannte Pergament mit den Klammern wird auf eine Dämmplatte gelegt. Durch die Ösen der Klammern werden Stahlspieße in die Platte gestoßen und zwar in folgender Reihenfolge: man geht wie beim Spannen von Bildern vor. Man beginnt mit dem ersten Spieß in der Mitte einer Seite, der zweite Spieß folgt in der Mitte der gegenüberliegenden Seite.

Der dritte Spieß wird wieder in der Mitte der freien Seite angebracht und zuletzt folgt gegenüber dem 3. Spieß der 4. Im zweiten Arbeitsgang sticht man die Spieße durch die Klammern links und rechts der ersten Mittelklammer fest, dann folgt die gegenüberliegende Seite und so fort bis zu den Ecken hinaus. Sind alle vier Seiten auf der Dämmplatte befestigt, so beginnt mit dem langsamen Trocknen des Pergamentes das Spannen. Je nach der relativen Feuchtigkeit des Raumes geht das Trocknen schneller oder langsamer. Es ist immer zu empfehlen das Spannen langsam und kontrolliert vorzunehmen, denn beim Auftrocknen der Haut wirken starke Kräfte auf die Membran. Durch das Niederklammern kann sich die Haut nicht zusammenziehen und wird dabei gedehnt. Da eine Haut kein homogenes Gebilde ist, gibt es immer schwache gefährdete Stellen. Ungefähr nach 20-30 Min. müssen die Klammern um eine halbe Klammerbreite verschoben werden, ansonst erzeugt man einen Knick zwischen den Klammern im Pergament, den man beim trockenen Pergament immer sieht. Das Auftrocknen der Haut geschieht nicht einheitlich, daher muß die Spannung laufend kontrolliert werden. Stehen einzelne Partien nicht mehr unter Spannung, spannt man gezielt einzelne Klammern nach. Man läßt das Pergament cirka eine halbe Stunde abtrocknen, spannt dann ab. Legt es zwischen Löschkartons und Filze und beschwert es leicht. Die Löschkartons werden täglich gewechselt bis sie sich trocken anföhlen. Durch das langsame Austrocknen stellt sich ein Gleichgewicht zwischen dem Pergament und der relativen Luftfeuchtigkeit des Raumes her. Sind nach dem Spannen noch Falten vorhanden, kann man den ganzen Vorgang wiederholen.

### 6.2 Zusammensetzen der Pergamentblätter

Beim Zusammenkleben der Pergamentblätter zeigte es sich bei den langen Nähten, daß der selbstgekochte Pergamentleim eine zu starke Zugkraft hatte und es kam zu Schrumpfungen. Verschiedene Verdünnungsreihen des Leimes wurden durchprobiert, wobei der Leim zuerst mit Wasser verdünnt wurde. Als der Leim keinen falschen Zug mehr ausübte, klebte er auch nicht mehr gut. Erst das Gemisch Leim mit Cellulose<sup>16</sup> brachte ein befriedigendes Ergebnis. Die trockenen Pergamentteile wurden nur bei der Naht mit dem Leim-Cellulosegemisch eingestrichen und zusammengeklebt. Die Naht wurde über Nacht zwischen Holtexvlies und Kartonstreifen mit einem Sandsack beschwert. Leider konnte der Bauriß auf diese Art nicht vollständig zusammengesetzt werden, denn die Teile paßten mit der feinen Zeichnung oft bis zu einem Zentimeter nicht zusammen. Hier zeigte sich, daß das einzelne Spannen der Blätter zu unterschiedlichen Dehnungen geführt hatte. Es handelte sich um die drei Pergamentblätter des Haupthauses des Rathauses. Der Turmbauriß des Rathauses machte keine Schwierigkeiten. Das Problem wurde auf folgende Weise gelöst. Die drei Pergamentblätter wurden wieder auf dem Gore-tex-Sandwich entspannt. Im entspannten Zustand konnte man die Fassadenzeichnung schön zusammenfügen. Jetzt wurden nur die Nähte wie oben beschrieben geklebt, beschwert und getrocknet. Die restlichen Teile der Blätter trockneten ohne Beschwerung und konnten so nach allen Richtungen nachgeben. Somit standen auch die Nähte nicht unter

Spannung. Natürlich traten jetzt wieder Wellen im Fassadenteil auf. Um alles in eine Ebene zu bringen, wurden die drei zusammengesetzten Teile gemeinsam nach der bewährten Art auf dem Gore-tex-Sandwich entspannt. Die Befeuchtungszeit war kürzer als bei den vorhergegangenen Entspannungen, damit sich die bereits geklebten Nähte nicht wieder trennen. Die Spanklammern wurden wieder auf allen vier Seiten angebracht und wie oben beschrieben gespannt. Die Nähte klebten fest trotz des Spannens. Nach dem Austrocknen war der Fassadenteil schön gespannt und glatt.

### 6.3 Anfertigung eines Passepartout für den Rathausbauriß

Die Länge des Fassadenrisses von 231 cm überschritt die üblichen Masse von säurefreiem Passepartoutkartons, die am Markt angeboten werden. Verschiedene Aufbewahrungssysteme von großen Objekten wurden durchbesprochen. In Anlehnung an die Textilrestaurierung dachte man zuerst an eine Aufhängung über einer dicken gepolsterten Rolle. Das Kupferstichkabinett der Akademie der bildenden Künste besitzt 20 Pergamentbaurisse von diesen Ausmaßen. Papier und Karton sind hydrophile Materialien und haben den großen Vorteil, gegenüber modernen Werkstoffen, wie z.B. Foamplatten, daß sie eine gewisse Speicherkapazität für Feuchtigkeit besitzen. Der Karton kann Feuchtigkeit absorbieren oder abgeben, sollte einmal das umgebende Klima zusammenbrechen. Die Gefahr der Taubildung an der Oberfläche ist kleiner, da das Material Feuchtigkeit aufnehmen kann. Diese Eigenschaft führt auch zu einem Verzögerungseffekt, da das Papier gegenüber Klimaspitzen eine gewisse Zeit wie ein Puffer wirkt. Dieser Effekt ist beim Pergament erwünscht, da die Haut stets auf geringste Veränderungen des Klimas reagiert. Am besten wird ein Pergamentblatt aufgehoben, wenn es an allen Seiten leicht unter Spannung steht[18]. Um diesen Forderungen gerecht zu werden, wurde die Lösung des vierteiligen Passepartouts gewählt.(Abb.2). Es wurde dazu ein kreuzverleimter Wellkarton<sup>17</sup> mit den Massen 122x244 cm verwendet. Dieser Karton wird für den Museumsbereich erzeugt und hat folgende Eigenschaften: keine RecyclingAnteile, lichteicht, 100% gereinigte Baumwollfaser, keine optischen Aufheller, holz- und ligninfrei, Polymerklebstoff neutral, kalziumgepuffert, bei diesem Karton 3,1 % Calcium und pH 8,3. Am Bauriß wurden auf allen Seiten mit Pergamentleim Japanstreifen Kozi Shi<sup>18</sup> angeleimt. Der Umriss des Fassadenrisses wurde aus zwei Lagen Wellkarton herausgeschnitten. Aus optischen Gründen wurden die Wellkartons beidseitig und die Schnitte mit säurefreiem beigen Papier<sup>19</sup> überzogen. Die Japanstreifen wurden am freien Ende mit Weizenkleister auf das Passepartout geklebt. Der zweite ausgeschnittene Karton wurde darübergelegt und nur an den vier Seiten außen mit einem Streifen Papier zusammengeklebt. So kann man das doppelseitige Passepartout jederzeit leicht auseinandernehmen. Unten und oben fügte man mit Buchbinderleinen als Schutz einen Wellkarton hinzu.(Abb.3+4)

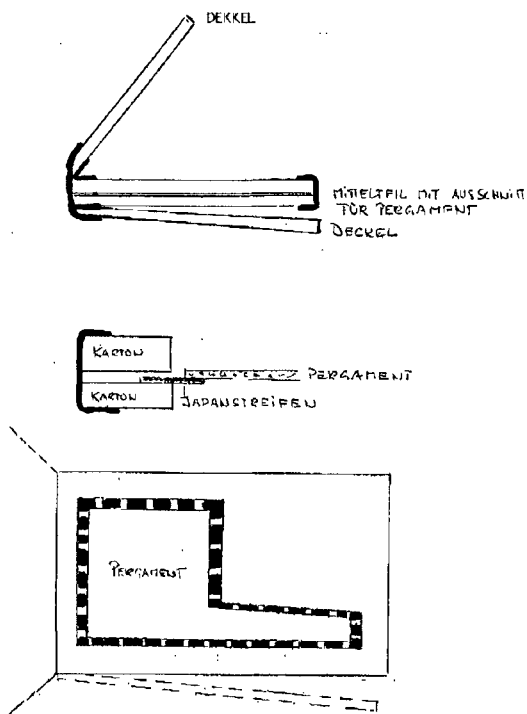


Abb. 2 Vierteiliges Passepartout für den Bauriß des Rathauses

### 7 Referenzuntersuchungen an neuem Kalbspergament

Die Frage ob Essig bei der Pergamentrestaurierung verwendet werden darf, war von großem Interesse. Zu diesem Zwecke wurde eine Kalbspergamenthaut<sup>20</sup>, von gleicher Dicke wie die Haut des Turmbaurisse, gekauft. Das Kalbsfell war mit Kochsalz konserviert worden, ansonst wurde das Pergament nach dem klassischen Rezept hergestellt und war ungebleicht. Für die Proben wurde das Pergament in 5,5 cm x 11 cm große Vierecke geschnitten. Die Versuchsstücke immer drei Proben wurden in Lösungen nach folgenden Rezepten getaucht. Die Proben blieben 1 Min. in der Lösung und wurden anschließend über Nacht an der Luft getrocknet.

- 5% Essigsäure<sup>21</sup>
- 5% Essigsäure in deion. Wasser und Ethanol<sup>22</sup> 1:1
- 2% Essigsäure
- 2% Essigsäure in deion. Wasser und Ethanol 1:1
- 1% Essigsäure
- 1% Essigsäure in deion. Wasser und Ethanol 1:1
- 10% Harnstoff<sup>23</sup>
- 10% Harnstoff in deion. Wasser und Ethanol 1:1
- 5% Harnstoff
- 5% Harnstoff in deion. Wasser und Ethanol 1:1

Anderntags legte man an drei Seiten dünne Plastikschienen über die Ränder der Proben, an der vierten Seite wurde ein Nylonfaden für die Befestigung durchgezogen. Die Essiglösungen waren nach dem Tauchen alle trübe und je nach Essigkonzentration waren sie mehr oder weniger bräunlich. Die Lösungen



wurden mit dem Ninhydrin-test<sup>4</sup> auf freie Aminosäuren untersucht. Der Test war für alle Essigsäurelösungen negativ. Daraus kann man den Schluß ziehen, daß bei der Anwendung einer 5% Essigsäure am Pergament, die Essigsäure sehr wohl das Kollagengebilde abbaut aber nicht bis zu den freien Aminosäuren. Für den Restaurator bedeutet dies, daß man in besonderen Fällen die Essigsäure anwenden kann.

#### 7.1 Künstliche Alterung

Die getauchten und getrockneten Proben wurden in der Klimakammer<sup>55</sup> an der Höheren Graphischen Versuchs- und Lehranstalt Wien bei Prof. Dr. W. Sobotka gealtert. Sie wurden mit dem Nylonfaden an einem Rost festgebunden und hingen frei in der Klimakammer. Die Alterung dauerte 6 Wochen, wobei Museumstage nachgeahmt wurden. Alternierend wurden die Temperatur oder die Luftfeuchtigkeit um 12 Stundenrhythmus gewechselt. Eine Woche wechselte die Temperatur von 18°C auf 32°C bei gleichbleibender

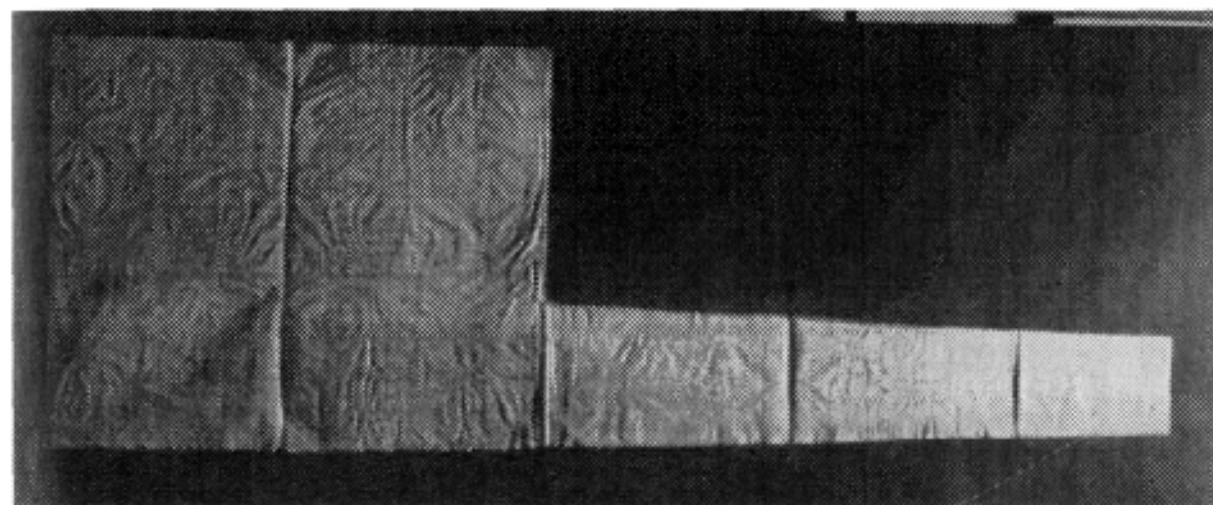


Abb. 3 Rathausbauriß vor der Restaurierung, seitlich beleuchtet

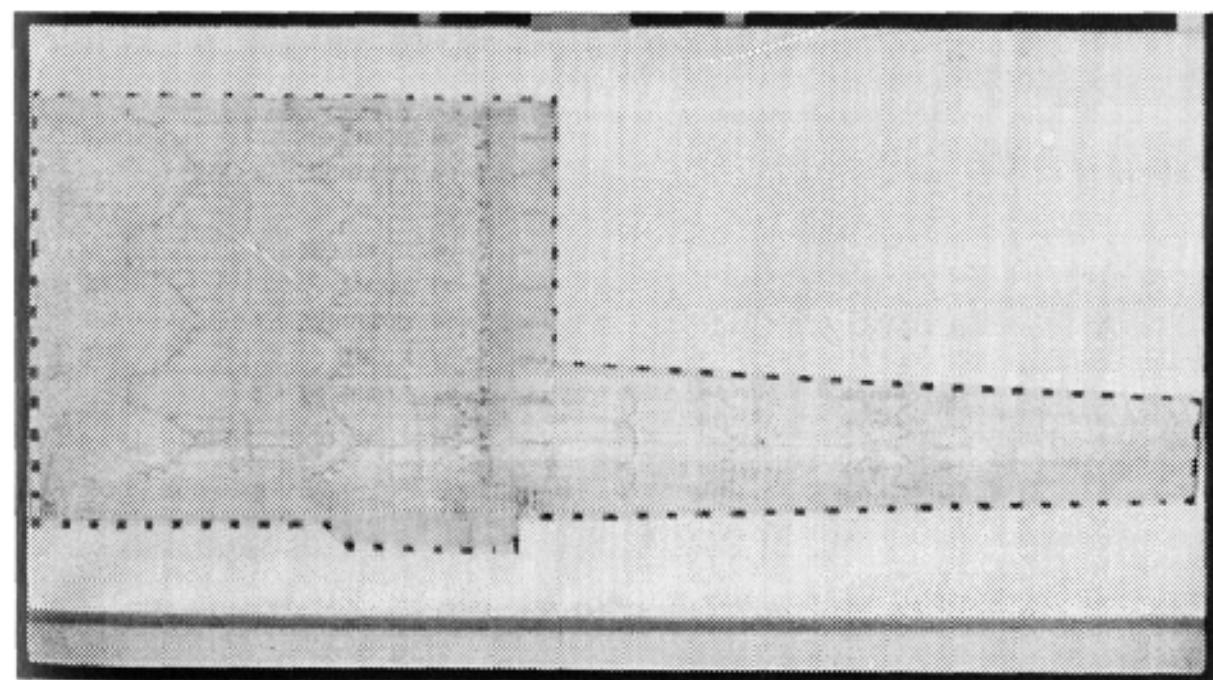


Abb. 4 Rathausbauriß nach der Restaurierung mit Passepartout

relativer Luftfeuchtigkeit. In der anderen Woche wechselte die relative Luftfeuchtigkeit von 30% - 75% bei gleichbleibender Temperatur von 20°C. Bei diesem Versuch wurden extreme Bedingungen geschaffen. Selbstverständlich wird kein Restaurator ein Objekt in diese Lösungen tauchen. Der Versuch ergibt aber zwei interessante Resultate. Erstens gibt man den anzuwendenden Lösungen Ethanol bei, so dringen sie besser in die Haut ein, es ist weniger freies Wasser in den Lösungen und daher quillt das Pergament weniger, daraus folgt, daß man keine Verwölbungen bekommt.

Zweitens die Anwendung von Harnstoff sollte für das Weichmachen unterlassen werden, da der Harnstoff zu großen Schrumpfungen führt. Wie aus den Aufnahmen des Rasterelektronenmikroskopes hervorgeht, quillt der Harnstoff die einzelne Kollagenfaser sehr stark auf, was zu Verkürzungen führt.

#### 8 Schlußfolgerungen

Pergament ist ein inhomogenes Material, das auf alle Umwelteinflüsse reagiert. Es quillt bei kleinsten Zu-

gaben von Wasser und muß immer danach gespannt werden. Die restauratorischen Eingriffe, sollten so klein wie möglich sein, um die Dreidimensionalität der Oberflächen zu erhalten. Die Haut erträgt kaum Chemikalien und sie sind schwer wieder zu entfernen. Für die Lagerung ist ein gleichbleibendes Klima wichtig, denn das Pergament reagiert auf kleinste Veränderungen von Luftfeuchtigkeit und Temperatur.

## Literatur

- [1] Österreichische Kunsttopographie: Geschichte und Beschreibung des St. Stephandoms in Wien, Dr. Renno Filser Verlag GmbH, Wien 1931, Bd. XXXIII, S. 34 ff.
- [2] Koepf Hans: Die gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen, Böhlau Verlag, Wien, Köln, Graz 1969, S. 4 ff
- [3] Ryder, Michael: The Biology and History of Parchment, in Pergament Hrsg. Rück, Peter, Jan Thorbecke Verlag Sigmaringen 1991, S. 25 ff
- [4] Wildbrett, Manfred und Edith: Hautpergament-Ein Naturprodukt von erlesener Schönheit, in Pergament Hrsg. Rück, Peter, Jan Thorbecke Verlag Sigmaringen 1991, S. 359 ff
- [5] Fuchs, Robert: Des Widerspenstigen Zähmung. Pergament in Geschichte und Struktur, in Pergament Hrsg. Rück, Peter, Jan Thorbecke Verlag Sigmaringen 1991, S. 263 ff
- [6] Wildbrett, Manfred und Edith siehe 4
- [7] Moog, Gerhard: Häute und Felle zur Pergamentherstellung, in Pergament Hrsg. Rück, Peter, Jan Thorbecke Verlag Sigmaringen 1991, S. 171 ff
- [8] Stachelberger H., Banik G., Haberditzl A.: Naturwissenschaftliche Untersuchungen zum Pergament: Methoden und Probleme in Pergament Hrsg. Rück, Peter, Jan Thorbecke Verlag, Sigmaringen 1991, S. 183 ff
- [9] Mairinger, Franz: Untersuchungen von Kunstwerken, Institut für Farbenlehre und Farbenchemie an der Akademie der bildenden Künste in Wien, 1977, S. 9 ff
- [10] Restauratorenblätter Bd.14 1994 S. 43-56  
Schreiner, Manfred, Mantler, Michael: A new instrument for Pixel by Pixel analysis of objects of art and archaeology by energy dispersive x-ray fluorescence analysis. 4. Internationale Konferenz zur zerstörungsfreien Untersuchung an Kunst- und Kulturgütern, Berlin 1994, Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung, Berichtband 45, Teil 1, S. 221-230
- [11] Schramm, Hans, Hering, Bernd: Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung. Akademische Druck- und Verlagsanstalt Graz 1988, S. 60 ff
- [12] Haberditzl, Anna Therese: Untersuchungen über Abbauprozesse an Pergament, Dissertation an der Technischen Universität Wien, 1987
- [13] Flamm V., Hofmann C., Dobruskin S., Banik G.: Conservation of Tracing Papers, ICOM Committee for Conservation, Preprints 9th Triennial Meeting, Dresden 1990, S. 465-567
- [14] Cains, Anthony: Repair treatments for vellum manuscripts, The Paper Conservator Vol. 7, 1982/83, S. 15-23
- [15] Wächter, Otto: Restaurierung und Erhaltung von Büchern, Archivalien und Graphik, Böhlau-Verlag Wien, Köln, Graz 1975
- [16] Quandt, Abigail: The Conservation of a 12th Century illuminated Manuscript on vellum, AIC-Preprints Meeting Chicago Ill. May 1986, S. 97-113
- [17] Pickwoad, Nicholas: Alternative Methods of Mounting Parchment for Framing and Exhibition, The Paper Conservator, Vol. 16 1992, S. 78-85
- [18] Clarkson, Christopher: Preservation and Display of Single Parchment Leaves and Fragments: Binding, Handling and Display of Vellum, Conference of Library and Archive Materials and the Graphic Arts, Cambridge 1980, S. 113-119

## Kurzfassung

Dieser Vortrag behandelt die Restaurierung von zwei gotischen Baurissen auf Pergament. Nach der Einleitung über Geschichte und Herstellung des Pergaments wird der Zustand der beiden Baurisse im Detail beschrieben. Bei der Restaurierung stand der konservatorische Gesichtspunkt im Vordergrund, wobei der Eingriff in die Originalsubstanz so klein wie möglich gehalten wurde. Beim Nordturmbauriß von Sankt Stephan in Wien mußte ein Schlagmetallrand, der das Pergament schädigte, entfernt werden und ein langer Riß geschlossen werden. Dabei wurde der 5 m lange Bauriß nicht in seine einzelnen Teile zerlegt. Der Rathausbauriß war extrem wellig und faltig und mußte sehr behutsam geglättet werden. Dieser 2.30 m lange Bauriß zerlegte man für die Restaurierung in seine Einzelteile. Beim Zusammensetzen der konservierten Pergamentteile, war es besonders schwierig, die durchgehenden feinen Rußtintenlinien des Planes wieder in Deckung zu bringen, da die einzelnen Teile ihre Ausdehnung bei der Restaurierung unterschiedlich veränderten. Das Zusammensetzen erfolgte in mehreren Schritten, wobei zuerst die Nähte geklebt wurden. Schließlich wird eine Methode zur Lagerung großformatiger Objekte aus Pergament unter strengen konservatorischen Gesichtspunkten vorgeschlagen insbesondere das Anfertigen eines großflächigen Passepartouts. Um Aufschluß über die Langzeitfolgen verschiedener Restaurierrezepte zu erhalten, wurden Referenzuntersuchungen mit geläufigen Pergamentrezepturen vorgenommen und an den Proben eine künstliche Alterung durchgeführt.

## Reference:

- [1] Franz Jäger II (1780 - 1839) war Architekt, Hofsteinmetz der k.k. Akademie und Kunstsammler in Wien.



- [2] Hans Zierholt, auch Zierolt genannt, war Steinmetz im 16. Jahrhundert.
- [3] Hans Tietze, geboren am 1.3.1880 in Prag, gestorben am 11.4.1954 in New York, war Kunsthistoriker und Univ.Prof. in Wien und New York. Er leitete die Neuordnung der Wiener Museen. 1938 emigrierte er nach USA.
- [4] Dr. Robert Fuchs, Fachhochschule Köln, Restaurierung und Konservierung von Schriftgut, Graphik und Buchmalerei, Claudiusstr. 1, D 5000 Köln 1
- [5] Älteste Spezialfabrik für echtes Hautpergament in Deutschland, D-86399 Bobingen 1/Augsburg, Waldstr. 20
- [6] Univ. Prof. Dr. Peter Rück, Direktor des Instituts für historische Hilfswissenschaften und Archivwissenschaft und des Lichtbildarchivs älterer Originalurkunden bis 1250, Philipps-Universität Marburg, Wilhelm-Röpke-Str. 6C, D-3550 Marburg/Lahn
- [7] Univ. Prof. Dr. Kurt Meßner, Getreidemarkt 9/172, 1060 Wien
- [8] Aufbau: von unten nach oben, Melinexfolie, feuchter Löschkarton, Gore-tex-Membran, Objekt, Holytextfolie und Wollfilz
- [9] Mitkatisch: Einzelanfertigung für die Meisterschule für Restaurierung und Konservierung der Akademie der bildenden Künste Wien, von Herrn Mitka, Konservatorskolen, Det Kongelige Danske Kunstakademi, Esplanaden 34, DK 1263 Kopenhagen
- [10] Herstellung von Pergamentleim: Man zerschneidet Pergament in kleine Schnipsel und läßt sie im Verhältnis 1:4, ein Teil Pergament, vier Teile Wasser über Nacht stehen und anquellen. Am anderen Tag erwärmt man dieses Gemisch im Wasserbad auf 50°C-60°C und läßt es für 24 Std. bei dieser Temperatur ziehen. Das Wasser, das verdunstet, wird immer wieder ersetzt, sodaß die Mengenangabe von 1:4 erhalten bleibt und danach wird das Gemisch abgeseiht.
- [11] Es wurden 8g Magnesiumbicarbonat auf 1000 ml deionisiertes Wasser mit  $CO_2$ -Zusatz verwendet
- [12] Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Herbert Stachelberger, Vorstand am Institut für Angewandte Botanik, Technische Mikroskopie und Organische Rohstofflehre der Technischen Universität Wien
- [13] Museumskarton der Fa. Hahnemühlen, Importeur für Österreich: Fa. Japico, Staudgasse 83, 1180 Wien.
- [14] 100% unbehandelter, ungebleichter Baumwollstoff, auch Nessel genannt, Fa. F. Tüchler, Abelegasse 10, 1160 Wien.
- [15] Bulldogklammer auch Papierklammer genannt. Sie werden in verschiedenen Breiten erzeugt. Bezugsquelle: Lehrmittelstelle Pokorny Akademie der bildenden Künste, Schillerplatz 3, 1010 Wien
- [16] 3 Teile Pergamentleim, 1 Teil Tylose MH 1000, Flucka-Chemie. Die Tylose wird 15g auf 1000ml angesetzt
- [17] Fa. Weissenberger Rahmen, Staatsstr. 119, CH 9445 Rebstein.
- [18] Gewicht: 23g/qm, von der Fa. Japico.
- [19] Fa. Hahnemühlen, Bezugsquelle Fa. Japico, Staudg. 83, 1180 Wien.
- [20] Fa. Carl Wildbrett, D-86399 Bobingen 1, Waldstr. 20
- [21] Essigsäure, Riedel-de-Haen coz. min. 99,8% in deionisiertem Wasser
- [22] Ethanol pur analysis von Mercks
- [23] Harnstoff pro analysis von Mercks
- [24] 1.2.3.-Indantrionhydrat, 1.2.3.-Triketohydrindenhydrat es ist ein wichtiges Reagenz zum allgemeinen Nachweis von -Aminosäuren, Peptiden und Proteinen. Ninhydrintest: 0,3g Ninhydrin werden in 100 ml l-Butdanol gelöst und mit 3 ml Eisessig versetzt. Auf 110°C erhitzen bis zur optimalen Farbentwicklung des Gemisches.
- [25] Heraeus-Vötsch Type VTRK 150.

