

# Latexschwämme

## Material, Herstellung und Eignung für die trockene Reinigung

*Latexschwämme werden in verschiedenen Restaurierungsbereichen immer häufiger für die trockene Reinigung von Oberflächen verwendet. Die verwirrende Vielfalt der Handelsnamen, die bisher durchgeführten Untersuchungen der Latexschwämme, Inhaltsstoffe und Bezugsquellen werden referiert. Die Begriffe und die Herstellung von Latex, Kautschuk, Gummi, Schwammgummi, synthetischer Kautschuk und Faktis werden erläutert. Ein kurzer Einblick in die Geschichte dieser Materialien wird gegeben, zu der auch die Entdeckung der Verwendbarkeit des Kautschuks als Radiergummi zählt. Darüber hinaus werden die Anwendungsmöglichkeiten und die besonderen Reinigungseigenschaften der Latexschwämme dargestellt und ein kurzer Vergleich zu den in der Papierrestaurierung lange weit verbreiteten „Wishab“-Schwämmen vorgenommen.*

*Latex sponges are increasingly used in various conservation disciplines. These sponges are sold under a confusing variety of trade names which is featured. The composition of latex sponges is discussed. Relevant research is reviewed and current suppliers are listed. Terms such as latex, caoutchouc, rubber, rubber sponge, synthetic caoutchouc and factis are explained and their manufacture is described. The article also contains a short history concerning these materials, including the discovery of caoutchouc as an eraser material. Furthermore it is explained how latex sponges can be used and what their particular cleaning capabilities are. A short comparison to “Wishab” Sponges is made which have widely been used in paper conservation for quite a long time.*

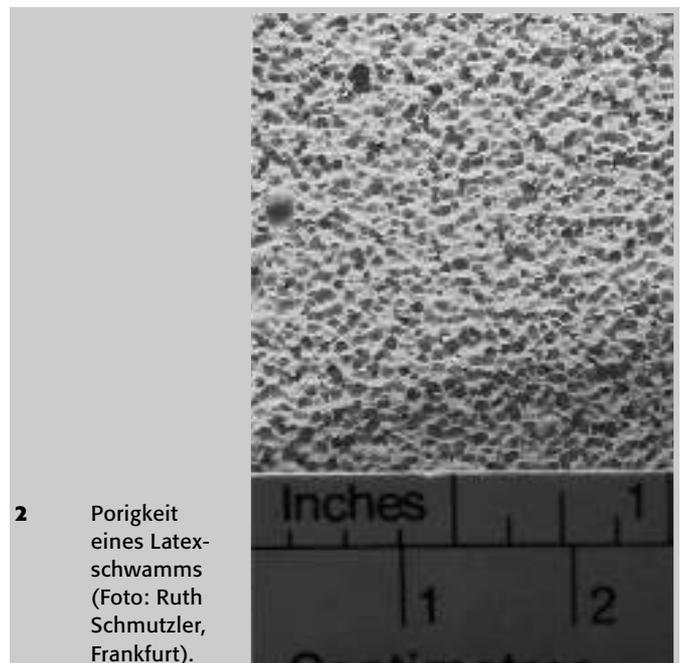
Latexschwämme sind elastische, feinporige, weiche, beige-farbene Schwämme aus reinem vulkanisiertem und aufgeschäumtem Naturlatex. Immer häufiger werden sie in unterschiedlichen Restaurierungsbereichen, z.B. Foto-, Gemälde-, Leder-, Papier-, Pergament- und Textilrestaurierung, für die trockene Reinigung angewendet. Schon seit über 30 Jahren werden diese Schwämme von Reinigungsunternehmen benutzt, um rußverschmutzte Wände, Tapeten, Möbel und Ähnliches zu säubern. Die Firma The Quality Rubber Co. bejubelt ihren Schwamm mit dem schönen Satz: „Cleans like magic without water.“ Von deutschen Firmen werden die Schwämme auch als „Rußfresser“ bezeichnet.

Vor etwa 10 Jahren begannen amerikanische und englische KollegInnen, diese Schwämme in der Papierrestaurierung anzuwenden (Mowery 1991: 120; Moffatt et al. 1992 c: 9).

Die Vielzahl der Namen, unter denen Latexschwämme im

Handel vertrieben werden und in der Conservation DistList im Internet diskutiert wurden, ist äußerst verwirrend (Conservation DistList Archive 1993, 1995, 1997, 1999). Im Folgenden nur eine Auswahl der anzutreffenden Handelsnamen: „Dry Chem“, „Industrial Cleaning“, „Quality Rubber“, „Rosco“, „Smoke“ oder „Smoke-off“, „Wonder“ oder „Gonzo Wonder“, „Sootmaster“, „Dry Wall“ und „Wallmaster Sponge“.

Die Lieferanten waren zumeist nicht bereit, ihre Bezugsquellen zu offenbaren, daher ließ sich nicht endgültig klären, ob es nur einen oder mehrere Produzenten gibt. Es weist allerdings vieles darauf hin, daß all diese Schwämme aus ein und derselben Quelle stammen. Sechs Schwämme von verschiedenen Firmen [1] unterscheiden sich weder in ihrer Farbe, Form, Elastizität und Konsistenz, noch in ihrem Geruch oder der Art der Aufschäumung, soweit dies optisch, haptisch und olfaktorisch feststellbar ist (Abb. 1). Einzig der Zuschnitt, d.h.



das Außenformat, variiert (vgl. Bezugsquellen und Hersteller im Anhang). Außerdem gab die Firma The Quality Rubber Co. (USA) die Auskunft, daß sie die einzigen Produzenten dieses Produkts in Nordamerika seien [2] und die Firmen Prochem (GB) und Reinline (D) gaben an, ihre Schwämme aus Amerika zu beziehen. Kleine Unterschiede in der Porigkeit können bei ein und derselben Lieferung einer Firma auftreten (Abb. 2).

Der englische Überbegriff „Chemical Sponge“, „chemischer Schwamm“, für Latexschwämme ist laut Mowery darauf zurückzuführen, daß die Schwämme ursprünglich chemisch imprägniert waren (Mowery 1991: 120). Heute ist diese Bezeichnung eher irreführend. Laut Katalogtext von Lascaux (1999) bzw. Deffner & Johann (2001) „bestehen die Schwämme aus 100 % reinem weichem Naturlatex und enthalten weder Chemikalien noch Lösungsmittel oder andere Zusätze“. Diese Beschreibung entspricht auch den Angaben der englischen und amerikanischen Lieferanten. Nur Conservation Resources (General Catalogue 1997/98) erwähnen einen äußerst geringen Anteil einer milden Seife von 0,006 % für ihren „Smoke Sponge“.

### Materialien: Herstellung und Geschichte

#### Naturlatex und -kautschuk

Naturlatex ist der Milchsafte von kautschukliefernden Pflanzen, der natürliche Rohstoff für die Gummierstellung. Der wässrige Milchsafte enthält den Kautschuk, der darin in feinen Tröpfchen emulgiert ist. Chemisch gesehen ist Kautschuk ein hochmolekularer Kohlenwasserstoff, cis-1,4-Polyisopren mit der Summenformel  $(C_5H_8)_n$ , der im Milchsafte von etwa 500 Pflanzenarten enthalten ist. Die wirtschaftlich wichtigste Kautschukpflanze ist der Parakautschukbaum (*Hevea brasiliensis*), ein bis zu 30 Meter hoher Baum mit einem Durchmesser bis zu einem Meter.

Kautschukprodukte und den Parakautschukbaum lernten die Europäer mit der Entdeckung und Eroberung Amerikas kennen. Bereits sehr lange verwendeten die Einwohner Mittel- und Südamerikas den Kautschuk zur Herstellung von elastischen und unzerbrechlichen Flaschen, Spielbällen und

Fackeln. Sie gewannen den Rohstoff dafür aus dem Milchsafte des „weinenden Baumes“, Ca-Hu-Chu, wie sie ihn nannten. Datierungen des Gebrauchs von Kautschuk in Mexico reichen bis ins erste Jahrtausend vor Christus zurück (Loadman 1993: 75). Bildschriften der Azteken aus dem 6. Jahrhundert nach Christus zeigen, daß Naturkautschuk sogar als Zahlungsmittel von Abgaben verwendet wurde (Loadman 1995: 32).

Der Parakautschukbaum wurde 1876 durch Samenschmuggel aus dem Amazonasgebiet Brasiliens über England nach Ceylon, dem heutigen Sri Lanka, verpflanzt und wird mittlerweile auch in Malaysia, Indonesien, Thailand, Vietnam, Indien, Myanmar (Burma) und im tropischen Afrika in Plantagen angebaut.

Ende des 18. Jahrhunderts begannen Chemiker sich intensiv mit diesem Stoff zu beschäftigen. Eine der ersten Entdeckungen war, daß Kautschuk als Radiergummi verwendet werden kann, um damit Bleistiftstriche durch Reiben zu entfernen. Dies wurde erstmals 1770 von dem englischen Naturforscher Joseph Priestley (1733–1804) in seinem Buch „Familiar Introduction to the Theory and Practice of Perspective“ erwähnt (Petroski 1995: 175). Hier liegt auch der Ursprung des englischen Begriffs „Rubber“ für Kautschuk (to rub = reiben). Priestley selbst lernte den Radiergummi bei dem in London lebenden Instrumentenbauer Edward Nairne kennen (Speter 1929: 2271).

Latex wird durch Anzapfen der Kautschukbäume gewonnen (Abb. 3) und hat folgende Zusammensetzung: 60–65 % Wasser, 30–35 % Kautschuk, 1,5–2 % Harze und Fettsäuren, 1,5–2 % Proteine, 0,5–1 % Mineralstoffe.

Latex als wässrige Dispersion stellt ein ziemlich labiles System dar, da es zur vorzeitigen Koagulation neigt. Es muß daher gleich vor Ort weiterverarbeitet werden.

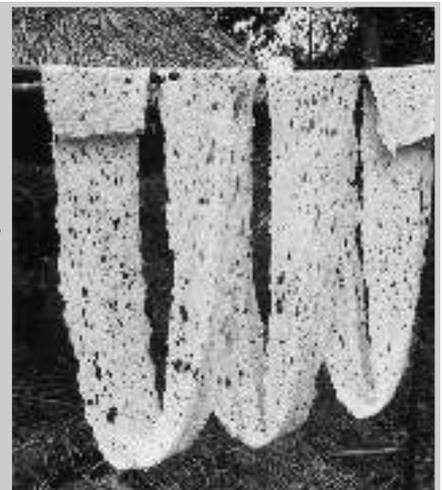
Die Aufbereitung der Latexmilch zu Kautschuk geschah ursprünglich durch Gerinnen über stark rauchendem Feuer. Heute kommen verschiedene andere Verfahren zum Einsatz.

Latex wird mit Ameisen- oder Essigsäure koaguliert, wodurch sich der Kautschuk an der Oberfläche absetzt. Der entstehende Kuchen, das Koagulat, wird zu elastischen Fellen aufgearbeitet, entweder zu sogenannten „Crepe“, ca. 1,5 mm starken ausgewalzten und getrockneten Fellen (Abb. 4), oder

3 Zapfen eines Kautschukbaumes zur Gewinnung des Latex (aus Giersch/Kubisch 1995: 85).



4 Trocknen eines gewaschenen Kautschukfelles an der Luft, wobei „Crepe“ entsteht (aus Giersch/Kubisch 1995: 45).



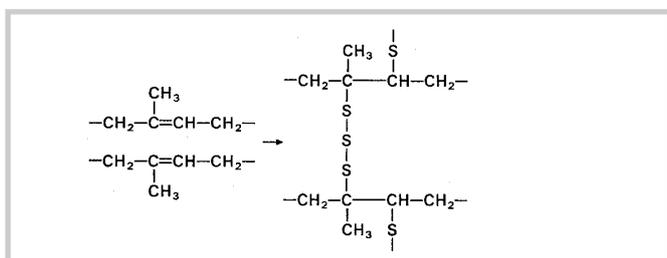
„Sheets“, auch „Smoked Sheets“ genannt, ca. 3 mm starken gewalzten und geräucherten Fellen. In den Handel kommen sie in zusammengepreßten Ballen von etwa 100 kg.

„Sprüh-Kautschuk“, auch „rubber powder“ genannt, wird durch Einsprühen des Latex in eine durch Heißluft beheizte Kammer hergestellt. Der so gewonnene Kautschuk ist besonders haltbar und widerstandsfähig.

Beim sogenannten „Latexkonzentrat“ wird der Latex durch eine Zugabe von ca. 0,5 % Ammoniak am Koagulieren gehindert und durch Zentrifugieren auf eine 60%ige Konzentration gebracht und kann in dieser Aufbereitung flüssig transportiert werden.

## Gummi

Industrielle Bedeutung erlangte Kautschuk erst 1839, als der Amerikaner Charles Goodyear (1800–1860) das Vulkanisieren des Kautschuks erfand. Durch das Vulkanisieren des Kautschuks entsteht Gummi. Goodyear bezeichnete seine Methode als Vulkanisation, weil er dabei Schwefel und Hitze einsetzte, zwei Attribute die Vulkanen bzw. Vulcanus, dem römischen Gott des Feuers, zugeordnet werden (Langer 1998: 68; Jentzsch 1994: 316). Hierdurch wird der vorwiegend plastische Kautschuk in ein elastisches Material umgewandelt. Bei der Vulkanisation wird Kautschuk mit Schwefel durchsetzt und erhitzt, dies ist die technisch gebräuchlichste Form der Vulkanisation. Hierbei werden die Polyisoprenketten des Kautschuks durch Schwefelbrücken dreidimensional quervernetzt:



Wird Kautschuk 3–5 % Schwefel zugesetzt, entsteht Weichgummi. Bei der Verwendung größerer Schwefelmengen geht die Elastizität verloren. Ein Schwefelzusatz von 5–20 % liefert lederartige Gummiqualitäten. Werden 25–40 % Schwefel verwendet, entsteht hornartiger Hartgummi (Ebonit), den man schneiden, sägen und polieren kann.

Die Vulkanisation unter ausschließlicher Verwendung von Schwefel läuft sehr langsam ab und führt zu schlechten Produktqualitäten, daher erfordert sie spezielle Zusatzstoffe: Beschleuniger, Aktivoren, Streckmittel, Weichmacher, Füllstoffe, Alterungsschutzmittel und eventuell Farbstoffe. Durch diese Zusatzstoffe lassen sich die Eigenschaften des Endprodukts variieren. Außerdem gibt es eine Vielzahl an Vulkanisationsverfahren: unter Druck oder drucklos, kontinuierliche und diskontinuierliche, im Flüssigkeitsbad mit Salzgemischzusatz, als Heißluftvulkanisation, mit Mikrowellen-Aufheizung oder durch Strahlenvernetzung etc. (Limper et al. 1989: 85–91). Verfahrensart und Vulkanisationstemperatur sind ebenfalls entscheidend für die Eigenschaften des entstehenden Gummiprodukts.

Nicht vulkanisierter Kautschuk ist in einigen organischen Lösungsmitteln löslich (z.B. Benzin, Benzol, Chloroform). Vulkanisierter Kautschuk, also Gummi, ist hingegen wegen der Vernetzung in diesen unlöslich und quillt durch sie nur auf.

Für die Herstellung von Schwammgummi wird Latex aufgeschäumt. Zu diesem Zweck wird die Latexmilch vor dem Vulkanisieren zusätzlich mit chemischen Verbindungen vermischt, die sich beim Erwärmen unter Gasabspaltung zersetzen. Das Prinzip dieses Treibverfahrens kann mit dem Backen eines Kuchens mit Backpulver verglichen werden (Lehnen 1983: 43). Hierfür sind stickstoffzeugende Verbindungen gebräuchlich, zum Beispiel Azobisdiisobutyronitril (AZDN) (Kaufmann 1970: 125). Durch das Aufschäumen entstehen die Poren, die beim Schwamm die saugende Wirkung erzielen, außerdem wird eine größere Oberfläche und zusätzliche Elastizität geschaffen.

## Synthetischer Latex und Synthesekautschuk

Durch die 1890 beginnende Automobilproduktion stieg der Bedarf an Naturkautschuk für die Reifenproduktion sehr stark an. Naturkautschuk wurde zu einem wichtigen Spekulationsobjekt an den Börsen und war bis in die 1960er Jahre ein Anzeiger für wirtschaftliche und politische Krisen in der Welt.

Zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts versuchten Chemiker, Gummi künstlich herzustellen. Die Synthese des Kautschuks gelang 1909 F. Hofmann und C. Harries durch Polymerisation des Isoprens  $C_5H_8$ , eines Methylbutadiens, der mit dem natürlichen fast identisch ist. Ab 1927 wurde von der IG-Farbenindustrie die großtechnische Herstellung eines Synthesekautschuks, Buna genannt (Butadien polymerisiert mit Natrium), aufgenommen. In den 1930er Jahren wurden in fast allen Industrieländern neue Synthesekautschuke entwickelt und auch großtechnisch hergestellt (Jentzsch 1994: 315f.). Mittlerweile gibt es über dreißig synthetische Kautschukarten. Auch synthetischer Kautschuk muß vulkanisiert werden.

Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), der die Basis einiger Radiermaterialien darstellt, ist, bezogen auf die eingesetzte Menge, der bedeutendste Synthesekautschuk. SBR weist gegenüber Naturkautschuk (NR) einen besseren Abriebwiderstand, bessere Hitze- und Alterungsbeständigkeit, aber niedrigere Elastizität auf (Hoffmann Gummilexikon).

## Faktis

Faktisse sind vulkanisierte, d.h. mit Schwefel bzw. Schwefelverbindungen vernetzte Öle und dienen als Zusatz- und Ersatzstoffe für Kautschuk. Sie sind ebenfalls in verschiedenen Radiermaterialien enthalten. Weißer Faktis entsteht durch Behandeln halbtrocknender Fettöle, bevorzugt Rüböl, mit Schwefelchlorid. Im weißen Faktis werden 6–12 % Schwefel und 5–8 % Chlor gefunden. Brauner Faktis wird durch Erwärmen verschiedener Öle mit Schwefel auf 160 °C hergestellt. Faktis ist ein knetbarer elastischer Stoff, ähnlich dem Linoxyn, einem festen Oxydations- und Polymerisationsprodukt des Leinöls. Er ist an Elastizität dem Kautschuk unterlegen.

Faktis wird bis zu 50 % dem Naturkautschuk als Streckmittel zugesetzt oder auch, vermischt mit Füllstoffen und Schleifmitteln, als Radierer verwendet (Ost 1942: 859, 847; Kadmer 1948: 106).

### Radiermaterialien aus Latex

Der für die trockene Reinigung verwendete Latexschwamm ist ein Naturgummischwamm, der durch Aufschäumen und Vulkanisieren aus Latex hergestellt wird. Die Bezeichnung Latexschwamm ist, wie bei Latexmatratzen oder Kunstwerken aus Latex, nicht auf das Endprodukt, sondern auf das Ausgangsmaterial bezogen.

Knetgummi – klebrig und plastisch – wie der „Groom Stick“ sind ebenfalls aus Latex hergestellt. Auch der harte „Rubber Cement Radierer“, der zur Abnahme der Klebstoffreste von Selbstklebebandern geeignet ist, besteht aus Naturkautschuk.

Die Konsistenz und die Eigenschaften von Radiermaterialien, deren Ausgangsstoffe Naturkautschuk bzw. -latex sind, hängen entscheidend davon ab, wie Latex bzw. Kautschuk verarbeitet wird, welche Zusätze, welche Mischungsverhältnisse, Verfahren und Temperaturen dabei verwendet werden. Verwirrung im Umgang mit den Begriffen Latex und Kautschuk entsteht häufig durch die chemische Übereinstimmung der Grundbausteine, des Isoprens, jedoch tauchen gravierende Unterschiede bei der Weiterverarbeitung auf (Langer 1998: 70).

### Alterung von Gummi

Entscheidend für die Alterung von Gummi sind primär Sauerstoff und Ozon, sekundär UV-Strahlen. Licht allein verursacht keine Oxidation des Gummis, Sauerstoff muß präsent sein. Licht übt lediglich eine katalytische Wirkung auf die Oxidation aus. Der Effekt variiert je nach Wellenlänge, am gefährlichsten sind UV-Strahlen. Die am wenigsten schädigenden Wellenlängen liegen im rot-orangen Bereich des sichtbaren Lichtes (Loadman 1993: 85). Die Aufnahme von Sauerstoff bewirkt entweder einen Kettenabbruch (Erweichen) oder eine Vernetzung (Verhärtung). Beide Reaktionen verlaufen gleichzeitig. In der Anfangsphase überwiegt die Molekülspaltung und damit zunächst ein Erweichen des Materials. Mit fortschreitender Alterung nehmen jedoch Spannung und Härte zu, die Zerreißfestigkeit und Bruchdehnung ab (Langer 1998: 85). Der Gummi bekommt Risse, wird spröde und krümelig. Übergangsmetallionen wie Kupfer-, Eisen- und Manganionen wirken ebenfalls katalysierend auf den Alterungsprozeß, sie werden deshalb auch als „Gummigifte“ bezeichnet.

### Untersuchungsergebnisse zu Latexschwämmen

Im Bereich der Papierrestaurierung liegen bisher Untersuchungen zu Latexschwämmen vom Canadian Conservation Institute (CCI) und von Sterlini vor (Moffatt 1986–1992b; Moffatt et al. 1992c: 9–10; Sterlini 1995a: 3–7), für die Textilrestaurierung eine Untersuchung von Hackett (Hackett 1999: 63–69). Dies scheinen die einzigen publizierten Untersu-

chungen der Latexschwämme und ihrer Auswirkungen im Bereich der Papier- und Textilrestaurierung zu sein [3].

### CCI 1986, 1991 und 1992

Das CCI analysierte vier Latexschwämme, „Wallmaster Chemical Sponge“, „Quality Rubber Sponge“, „Smoke-Off Sponge“ und „Rosco Sponge“, mittels Fourier Transform Infrarotspektroskopie (FTIR) und Rasterelektronenmikroskopie/Energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse (REM/EDX), um zu klären, ob sie für die Reinigung von Museumsobjekten geeignet sind. Bei den Analysen des CCI stellte sich heraus, daß die vier getesteten Schwämme in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich bzw. möglicherweise identisch sind. Sie bestehen alle aus vulkanisiertem cis-1,4-Polyisopren, d.h. reinem Naturkautschuk, mit Calciumcarbonat als Füllstoff. Es konnten minimale Spuren von Schwefel, Aluminium, Silikon, Eisen und Zink nachgewiesen werden, auch eine sehr kleine Menge von Öl (weniger als 1 %) wurde extrahiert. Die nachgewiesenen minimalen Zusätze sind herstellungsbedingte Hilfsmittel für die Vulkanisation. Sicherlich ist zu bedenken, daß die Untersuchungen des CCI zwischen 1986 und 1992 durchgeführt wurden und sich die Zusammensetzung der Schwämme seitdem geändert haben könnte [4].

Das CCI kam zu dem Schluß, daß sich die Latexschwämme für die trockene Reinigung von Museumsobjekten eignen. Voraussetzung ist allerdings, daß eventuell abgeriebene Schwammartikel nach der Bearbeitung sorgfältig entfernt werden. Das als Füllstoff verwendete Calciumcarbonat und die geringe Menge an Öl wurden nicht als problematisch angesehen (Moffatt et al. 1992c: 10).

### Sterlini 1995

Sterlini untersuchte mittels Rasterelektronenmikroskopie/Energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse (REM/EDX) den Einfluß verschiedener Radiermittel auf Papier. Sie untersuchte die PVC-Radierer „Staedtler Mars Plastic“ und „Magic Rub“, desweiteren Radiermaterialien aus Faktis, Naturkautschuk oder synthetischem Kautschuk: „Art Gum“, „Groom Stick“, „Skum-X Powder“, „Draft Cleaning Powder“, „Wis-hab“ und „Chemical Sponge“ (Sterlini 1995a: 3–7) [5].

Sterlini kam zu dem Ergebnis, daß Papiere, die mit dem Latexschwamm gereinigt wurden, deutlich weniger aufgeraut wurden als Papiere, die mit PVC-Radierern oder Faktis-Radiermaterialien bearbeitet wurden. Auch konnten nach dem Reinigen keine Rückstände des Latexschwamms nachgewiesen werden.

### Hackett 1999

Für den Bereich der Textilrestaurierung wurden sechs Latexschwämme vom Museum of Fine Arts, Boston, mittels FTIR untersucht (Hackett 1999: 67). Auch diese sechs Schwämme bestanden aus cis-1,4-Polyisopren mit Calciumcarbonat als Füllstoff in nahezu identischer Zusammensetzung.

Hackett selbst untersuchte mittels des sogenannten „Oddy Tests“ [6] Baumwollgewebestreifen, die mit dem „Wonder

Sponge“ behandelt wurden, um festzustellen, ob bei dem Gebrauch von Latexschwämmen Rückstände auf Textilien verbleiben (Hackett 1999: 67) [7]. Unbehandelte und behandelte sowie nach der Behandlung abgesaugte Textilstreifen zeigten keine Unterschiede. Ein möglicher geringer Rückstand konnte bei behandelten und danach nicht abgesaugten Teststreifen beobachtet werden. Hackett gibt zu bedenken, daß der „Oddy Test“ kein sehr empfindlicher Test sei und die Probenmengen gering waren. Unter REM konnte Hackett keine Unterschiede und auch keine Rückstände feststellen.

Für die Foto-, Gemälde-, Leder- und Pergamentrestaurierung scheinen keine Untersuchungen vorzuliegen.

### Reinigungseigenschaften und Handhabung

Mit dem Latexschwamm lassen sich Papieroberflächen äußerst schonend, effektiv und gleichmäßig reinigen. Der weiche Schwamm wird sanft über die Papieroberfläche geführt und nimmt dabei lose Oberflächenverschmutzungen aufgrund seiner Porigkeit und Elastizität leicht auf. Daher ist er sehr gut für großflächige Reinigungen geeignet. Bemerkenswert ist, mit wie wenig Druck auf die Papieroberfläche ein sehr hoher Reinigungseffekt erzielt werden kann. In seiner Reinigungsintensität ist er zwischen den Radierkrümeln und den Radierern in Blockform einzureihen.

Bei sehr empfindlichen Papieroberflächen kann er in kleine Stücke oder Rollen geschnitten und dann tupfend oder rollend verwendet werden, womit ein Reiben auf der Papieroberfläche so gut wie ganz vermieden wird und eine äußerst gezielte, partielle Reinigung möglich ist (Abb. 5/6) [8].

Solange der Schwamm neu ist, nutzt er sich nicht ab und hinterläßt keine Krümel. Erst wenn der Schwamm älter ist, fängt er an, beim Gebrauch eventuell kleine Partikel zurückzulassen. Sollten Krümel entstehen, müssen diese sorgfältig entfernt werden. Latexschwämme reagieren sensibel auf UV-Strahlen in Kombination mit Sauerstoff und zu trockener Umgebung. Die Schwämme können austrocknen und mit der Zeit verspröden. Daher ist es wichtig, daß die Latexschwämme

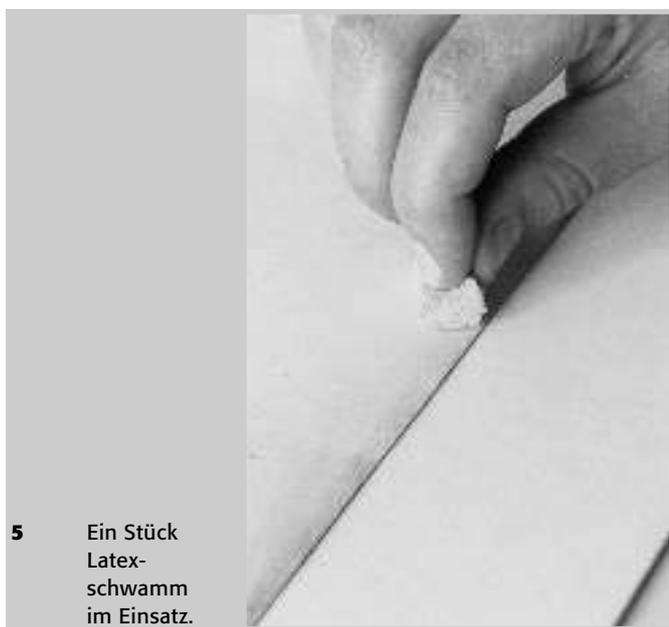
im Dunkeln und in einer Plastiktüte oder ähnlichem aufbewahrt werden.

Die Lieferanten geben an, man könne den verschmutzten Schwamm auswaschen und nach dem Trocknen wieder verwenden. Die Schwämme werden nach meiner Erfahrung allerdings nie ganz sauber, mit der Zeit klebrig und nehmen den Schmutz nicht mehr so gut auf. Ich schneide die verschmutzten Kanten mit der Schere oder einem Messer ab und verwende die Schwämme weiter. Die Lagerbestände der Schwämme sollten aufgrund der bedingten Alterungsbeständigkeit – man kann nur von ein paar Jahren ausgehen – möglichst klein gehalten werden. Preisvergleiche der Schwämme lohnen sich, da die Preise sehr variieren.

### Verwendung für Fotografien

Aufgrund der, wenn auch sehr geringen, Spuren von Schwefel und eventuellen Resten von Öl und Calciumcarbonat sollten diese Schwämme vorsichtshalber nicht für die Reinigung von Fotografien verwendet werden. Dies trifft allerdings auch auf andere Radiermittel aus Naturkautschuk, synthetischem Kautschuk und Faktis zu, da diese ebenfalls Schwefelverbindungen enthalten (Burgess 1986; Norris 1999: 98; Gerlach 2001: 15; Noehles 2002: 24–26) [9].

Allerdings konnten weder von Sterlini noch von Hackett Rückstände des Latexschwamms auf behandelten Papier- bzw. Gewebeoberflächen, auch kein Schwefel, nachgewiesen werden (Sterlini 1995a: 4; Hackett 1999: 67). Norris weist darauf hin, daß der Schwamm von einigen FotorestauratorInnen für die Reinigung von Albuminpapier und Trägermaterialien von Fotografien verwendet wird (Norris 1999: 98). Eine Untersuchung über die Auswirkungen der Latexschwämme auf Fotografien wäre äußerst wünschenswert, wobei nicht nur die chemischen, sondern auch die physikalischen Auswirkungen beachtet werden müssen. PVC-Radierer zeigten unter REM deutliche Reib- bzw. Kratzspuren auf fotografischen Gelatineoberflächen (Luzecy, Brückle 1999: 36).



5 Ein Stück Latexschwamm im Einsatz.



6 Abnahme einer Staubschicht mit einem Stück Latexschwamm.

### Vergleich mit „Wishab“-Schwämmen

Der seit den 70er Jahren häufig für die trockene Reinigung benutzte Tapetenreiniger „Wishab“ besteht aus einem blauen Griffkörper aus Polyurethanester und einem darauf aufgeschäumten, gelb eingefärbten Reinigungsschwamm [10]. Letzterer besteht aus linoxynartigem Faktis, gebundenem Mineralöl und chemisch gebundenen Vulkanisier- und Geliermitteln (Eipper 1997: 81 + 1998: 41; Wehlte 1971) bzw. aus Styrol-Butadien-Kautschuk und Faktis (Roelofs et al. 1999: 132, 136) [11].

„Wishab“ wird bei der Reinigung am blauen Griffkörper festgehalten und mit dem gelben Teil über die Oberfläche geführt, wobei sich Krümel bilden, die dann entfernt werden müssen. Im Unterschied zum Latexschwamm saugt der „Wishab“-Schwamm die Verschmutzungen nicht auf, sondern reibt sie ab. Diese befinden sich nach der Bearbeitung vor allem in bzw. an den Krümeln. „Wishab“-Schwämme gibt es in drei Härtegraden, auch „Wishab“-Pulver sind erhältlich. Nur der weiche Schwamm kommt für die trockene Reinigung von Papieroberflächen in Frage.

„Wishab“ wurde bereits 1988 in einer Untersuchung des CCI für die Oberflächenreinigung von Buch- und Archivmaterial als nicht empfehlenswert eingestuft, da ein undefinierbarer gelber klebriger Bestandteil aus dem „Wishab“-Schwamm extrahiert werden konnte (Miller 1988). Sterlini konnte bei den mit „Wishab“ behandelten Proben selbst nach der Naßbehandlung beträchtliche Rückstände nachweisen. Die Papierfasern waren nach der Behandlung mit „Wishab“ deutlich aufgeraut, sogar teilweise gebrochen (Sterlini 1995a: 4; 1995b). Das Instituut Collectie Nederland (ICN, Amsterdam) hat vom Gebrauch von „Wishab“ und „Groom Stick“ abgeraten, da Flecken entstehen, die nach der künstlichen Alterung (18 Tage bei 90 °C und 35–80 % RF) verbräunen und unter UV-Strahlung fluoreszieren (Roelofs et al. 1999: 135). Aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse ist die Verwendung von „Wishab“ für die trockene Reinigung zumindest in der Papierrestaurierung kaum empfehlenswert.

Verwunderlich ist die Ansicht von Eipper, der „Wishab“ für die Reinigung von Gemälden empfiehlt, da bei der Verwendung von Latexschwämmen und von PVC-Radierern höhere Reibungskräfte und damit ein auffallender Glanz entstünde, was bei Wishab nicht der Fall sei (Eipper 1997: 81–82; 1998: 41–42).

Akademie, der Hersteller von „Wishab“, hat aufgrund der negativen Untersuchungsergebnisse des ICN mittlerweile neue (weiße) „Wishab“-Produkte entwickelt. Diese neuen Produkte wurden vom ICN untersucht (Brokerhof et al. 2002).

### Resümee

Jedes Radiermittel, das für die trockene Reinigung benutzt wird, birgt ein gewisses Schadenspotential für das Objekt, sei es durch noch so kleine, zurückbleibende Partikel oder durch die mechanische Beanspruchung der Oberfläche. Es ist im allgemeinen für jeden Einzelfall zu entscheiden, ob man überhaupt trocken reinigt bzw. reinigen kann und welche Radiermaterialien und Hilfsmittel verwendet werden sollten. Die

Auswirkungen dieser grundlegenden Tätigkeit sind lange unterschätzt und zu wenig beachtet worden.

Die hier besprochenen Latexschwämme sind sicherlich eine bemerkenswerte Ergänzung bzw. Alternative zu den traditionell verwendeten Radiermaterialien, besonders für große Formate und für empfindliche Oberflächen, da mit ihnen Papieroberflächen sehr sanft, effektiv und gleichmäßig gereinigt werden können. Ihre porige Struktur und Elastizität erzielt bei minimalem Druck auf die Papieroberfläche einen sehr hohen Reinigungseffekt, wobei keine oder so gut wie keine Krümel entstehen. Die Untersuchungsergebnisse von Sterlini zeigten, daß Papiere, die mit dem Latexschwamm gereinigt wurden, deutlich weniger aufgeraut waren als Papiere, die mit PVC-Radierern oder faktishaltigen Radiermaterialien bearbeitet wurden.

Bedenklich zu sein scheint, daß der Latexschwamm, wie auch Radiermittel aus Faktis und synthetischem Kautschuk, geringe Anteile an herstellungsbedingten schwefeligen Bestandteilen aufweisen. Eine sorgfältige Entfernung eventuell abgeriebener Partikel ist somit grundlegend, was allerdings gleichermaßen auf PVC-haltige Radiermittel zutrifft. Bei den Untersuchungen von Sterlini und Hackett konnten jedoch keine schwefeligen Rückstände des Latexschwamms auf behandelten Papier- bzw. Gewebeerflächen nachgewiesen werden, daher ist die Empfehlung der Latexschwämme sicherlich möglich.

Weitergehende Untersuchungen der chemischen als auch mechanischen Auswirkungen von Radiermaterialien wären äußerst wünschenswert.

### Dank

Ganz herzlich möchte ich Silke Koreck, mit der ich 1998 zusammen die Recherchen zu den Latexschwämmen begann, für ihr Engagement und die inspirierende und produktive Zusammenarbeit danken. Außerdem möchte ich mich bei meiner Freundin Ulrike Prange herzlich bedanken, die mich bei meiner „schwammigen Arbeit“ in den letzten drei Jahren immer unterstützt hat. Weiterhin danke ich Therese Bossotto (Lascaux Colours & Restauro, Büttisellen/Schweiz), Irene Brückle (Buffalo State College, Buffalo), Heather Edwards (London Record Office), Joanne Hackett (Fine Arts Museums of San Francisco), Birgit Harand (Historisches Museum Frankfurt/M.), Barbara Hassel (Nidderau), Renate van Issem (Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen), Mogens Koch (Konservatorskolon Kopenhagen), Ulrich Lang (Museum für Moderne Kunst, Frankfurt/M.), John A. Lindstrom (The Quality Rubber Co., Sedalia/USA), Beatrix Loew (Frankfurt/M.), Elizabeth Moffatt (Canadian Conservation Institute, Ottawa), Birgit Reißland (Instituut Collectie Nederland, Amsterdam), Elvira Schmidt (Frankfurt/M.) und Ruth Schmutzler (Städelsches Kunstinstitut Frankfurt/M.) für ihre Unterstützung und Hinweise.

### Anmerkungen

- [1] Die sechs verglichenen Schwämme sind: „Smoke Sponge“ von Conservation Resources (GB); „Wallmaster“ von GMW Kleindorfer, der von Unger bezogen wird; „Wallmaster-Trockenreinigungsschwamm“ von Lascaux (CH); „Smoke Sponge – Dry Wall Sponge“ von The Quality Rubber Co. (USA); „Wallmaster Drychem Sponge“ von Prochem (GB) und „Wallmaster Chemieschwamm“ von Reinline (D).

- [2] John A. Lindstrom, Präsident der Firma The Quality Rubber Co., teilte in einem Brief vom 12. Aug. 1998 mit, daß seine Firma der einzige Produzent dieses Produkts in Nordamerika ist und die Schwämme seit 1986 nach derselben patentrechtlich geschützten Rezeptur und dem gleichen Verfahren hergestellt werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß sie noch an anderen Orten bzw. in einem anderen Land produziert werden.
- [3] Derzeit werden die Auswirkungen von Radiermitteln bei der trockenen Reinigung von Patricia Engel, Fachhochschule Hildesheim, Holzminden (D), untersucht. In diese Untersuchungen wird der Latexschwamm mit einbezogen. Die Ergebnisse zum Latexschwamm waren bisher äußerst positiv, wie Patricia Engel mir mitteilte (mdl. Mitteilung von Patricia Engel, Dez. 2000). Die Latexschwämme wurden in die Untersuchung des Instituut Collectie Nederland, ICN, Amsterdam (NL), nicht mit einbezogen, da diese Untersuchungen ihren Schwerpunkt bei den Radierpulvern hatten (Roelofs et al. 1999).
- [4] Vgl. Anm. [2].
- [5] Diese Untersuchung wurde von Sterlini im Rahmen einer MA-Abschlußarbeit im Camberwell College of Art, London (GB), durchgeführt.
- [6] Der „Oddy Test“, ein künstlich beschleunigter „Korrosionstest“, wird in Museen herangezogen, um die Eignung von Materialien zum Bau von Vitrinen und Depotbehältnissen zu prüfen. Der standardisierte Oddy Test erfordert einen speziellen Versuchsaufbau, wobei drei korrosive Metalle - Silber, Kupfer und Blei - in Kontakt mit den zu testenden Materialien kommen (Bamberger et al. 1999: 90). Bei Emission von schädlichen Substanzen werden farbige Reaktionsprodukte an den Metalloberflächen geformt.
- [7] Diese Untersuchung wurde von Hackett während ihres Studiums an der University of Delaware, Program in Art Conservation, Winterthur (USA), durchgeführt.
- [8] Für empfindliche Papieroberflächen werden in den USA Latexschwämme aus der Kosmetikindustrie (Make Up-Schwämme) verwendet, deren weiße Oberfläche viel feinporiger ist, als die der herkömmlichen Latexschwämme. Ihre Effektivität bei der Schmutzabnahme ist allerdings als deutlich geringer einzuschätzen (mdl. Mitteilung von Birgit Reißland, ICN, Amsterdam [NL], Okt. 2001). Unter Umständen würden kleine Stücke von Latexmatratzen die gleiche Dienste tun, da diese auch feinporiger und weicher sind als Latexschwämme. Erste Versuche zeigten hier gute Ergebnisse.
- [9] Schwefelverbindungen haben eine hohe Affinität zu Silber. Durch schwefelhaltige Ablagerungen von Radiermitteln kann das Bildsilber in Silbersulfid umgewandelt werden, was eine Verfärbung der Fotografie zur Folge hätte. Bei versilberten Tapeten ist vor dem Gebrauch von Latexschwämmen und anderen schwefelhaltigen Radiermitteln zur Oberflächenreinigung ebenfalls äußerste Vorsicht geboten.
- [10] Wishab-Schwämme werden zwar als „Schwämme“ bezeichnet, sie sind jedoch nur bedingt weich und elastisch. Außerdem erfüllen sie die wesentlichen Eigenschaften eines Schwamms, porös, saugfähig sowie abriebfest zu sein, nicht.
- [11] Diese teilweise differierende Aussage konnte nicht geklärt werden.
- Conservation DistList Archive (CoOL) (1993): Chemical Sponges. (1995): Erasers. (1997): Sootmaster sponge. (1999): Dry cleaning sponge > <http://palimpsest.stanford.edu/byform/ mailing-lists/cdl/>.
- Eipper, Paul-Bernhard (1997): Vier Künstlerfarbenhersteller zwischen 1900 und 1970. Die Reinigung von Gemäldeoberflächen mit wässerigen Systemen. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt, hier: V.1. Anhang 1: Latex-Schwämme zur trockenen Oberflächenreinigung, S. 81–83.
- Eipper, Paul-Bernhard (1998): Latex-Schwämme zur trockenen Oberflächenreinigung von Ölfarben. In: Arbeitsblätter für Restauratoren, Heft 2, Gruppe 27 Gemälde, S. 41–43.
- Gerlach, Carola (2001): Reinigung einer craquelierten Emulsionsschicht (I). In: Rundbrief Fotografie, N.F. 30, S. 13–17.
- Hackett, Joanne (1999): Observations on soot removal from textiles. In: The Textile Specialty Group Postprints, Vol. 8, American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, S. 63–69.
- Luzekyj, Tamara; Brückle, Irene (1999): Immediate and long-term effects of the treatment of silver mirroring on the surface of photographs. In: Topics in Photographic Preservation, Vol. 8, AIC, Photographic Materials Group, S. 31–42.
- Miller, J. (1988): Wishab. CCI Analytical Report, ARS No. 2688, Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Moffatt, E. A.; Shaw, P. J.; Sirois, P. J. (1986): Smoke-Off Sponge. CCI Analytical Report, ARS No. 2445, Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Moffatt, E. (1991): Rosco Sponge. CCI Analytical Report, ARS No. 2928, Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Moffatt E. (1992a): Wallmaster Chemical Sponge. CCI Analytical Report, ARS No. 3100.1 (originally issued as ARS 4000.1), Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Moffatt, E. (1992b): Quality Rubber Sponge. CCI Analytical Report, ARS No. 3100.2 (originally issued as ARS 4000.2), Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Moffatt, Elizabeth; Dignard, Carole; Graham, Fiona (1992c): Analysis of „Chemical“ Sponges used by the commercial fire clean-up industry to remove soot from various surfaces. In: IIC Bulletin, Vol. 17, No. 3, S. 9–10.
- Mowery, Frank (1991): Chemical Sponges. In: Abbey Newsletter, Vol. 15, No. 7, S. 120.
- Noehles, Martina (2002): Die Kunst des Radierens: Radiermittel im Überblick. In: PapierRestaurierung, Vol. 3, No. 1, S. 22–28.
- Norris, Debra Hess (1999): Surface cleaning of damaged photographic materials: current practice and concerns. In: Care of photographic moving image & sound collections, Conference Papers ed. by Susie Clark, York: Institute of Paper Conservation, S. 96–101.
- Paper Conservation Catalog, part 14 (1992): Surface Cleaning. 8. Ed. Washington: American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Book and Paper Group, by Susan Duhl; Nancy Nitzberg; Kimberly Schenck.
- Roelofs, Wilma G. Th.; Groot, Susan de; Hofen de Graaff, Judith H. (1999): Die Auswirkung von Radierpulvern, Knetgummi und Radiergummi auf Papier. In: IADA-Preprints, Kopenhagen, S. 131–135.
- Sterlini, Philippa (1995a): Surface cleaning products and their effects on paper. In: Paper Conservation News, No. 76, S. 3–7.
- Sterlini, Philippa (1995b): Unveröffentlichter Brief an Heather Edwards, London Records Office, vom 19. März 1995.
- Wehlte, Kurt (1971): Trockenreiniger für Tafelgemälde und Wandmalereien, Maltechnik Nr.1, Sonderdruck der akachemie.

## Literatur

### Restaurierungsliteratur zur trockenen Reinigung

Bokerhof, Agnes W.; Groot, Suzan de; Pedersoli, José Luiz. jr.; Keulen, Henk van; Reißland, Birgit; Ligterink, Frank (2002): Dry Cleaning: The Effects of New Wishab Spezialschwamm und Spezialpulver on Paper. In: PapierRestaurierung, Vol. 3, No. 2, S. 13–19.

Burgess, Helen (1986): Unveröffentlichter Brief an Harold Holland, Provincial Archives of New Brunswick, vom 24. Jan. 1986.

## Literatur zu Latex, Kautschuk, Gummi, Radiergummi und Untersuchungsmethoden

Bamberger, Joseph A.; Howe, Ellen G.; Wheeler, George (1999): A variant oddy test procedure for evaluating materials used in storage and display cases. In: *Studies in Conservation*, Vol. 44, S. 86–90.

Das Sintetica Kunststoff-Lexikon > [http://sintetica.de/SERVICE/body\\_service.html](http://sintetica.de/SERVICE/body_service.html).

Dunbrook, Raymond F. (1995): Rubber. In: *Colliers Encyclopedia*, Vol. 20, New York, Toronto, Sydney: P.F. Collier & Son Limited, S. 253–265.

Franke, Gunther (1975): *Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen*. Band I, Genußmittelliefernde Pflanzen, Kautschuk- und gummiliefernde Pflanzen, Öl- und fettliefernde Pflanzen, Knollen- und Wurzelfrüchte, Zuckerliefernde Pflanzen, 2. Aufl., Leipzig: S. Hirzel Verlag.

Giersch, Ulrich; Kubisch, Ulrich (1995): *Gummi die elastische Faszination*. Berlin: Nicolaische Verlagsbuchhandlung Beuermann GmbH.

Hilfsprodukte für Latex – Herstellung und Verarbeitung von Latexmischungen. I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Frankfurt (Main) 20.

Hoffmann Gummilexikon: Was sie schon immer über Gummi wissen wollten > <http://www.hofftech.com/main/gummi.html>.

Jentzsch, Joachim (1994): Gummi – elastische Materialien aus Natur- und Synthesekautschuk: Herstellung, Eigenschaften, Erhaltung. In: *Restauro*, Nr. 5, S. 314–319.

Kadmer, Erich (1948): *Fettöle, Wachse, Harze und ihre Verarbeitungsprodukte*. Bücher der Technik, hrsg. v. A. Kuhlenkamp, Wolfenbüttel und Hannover: Wolfenbütteler Verlagsanstalt.

Kaufmann, Morris (1970): *Riesenmoleküle: Kunststoffe verändern unsere Welt*, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.

Langer, Martin (1998): Die Latex-Skulpturen der deutsch-amerikanischen Künstlerin Eva Hesse (1936–1970): Technologische Betrachtungen mit einem Ausblick zur Erhaltung, dargestellt am Beispiel „Testpiece for Repetition Nineteen II, 1967–68“. Diplomarbeit an der Fachhochschule Hildesheim/Holzminde, Studiengang Restaurierung (unveröffentlicht).

Langer, Martin (2001): Die Latex-Skulpturen der deutsch-amerikanischen Künstlerin Eva Hesse (1936–1970). In: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Restaurierung*, Jg. 15, H. 2, S. 285–337.

Lehnen, Josef P. (1983): *Kautschukverarbeitung: von der Kautschukmischung zum Endprodukt*. 1. Aufl., Würzburg: Vogel.

Limper, Andreas; Barth, Peter; Grajewski, Franz (1989): *Technologie der Kautschukverarbeitung*. München, Wien: Hanser.

Loadman, M. J. R. (1993): Rubber: Its History, Composition and Prospects for Conservation. In: *Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials*, Proceedings of a Conference: Symposium, Ottawa, 15-20 Sep. 1991, S. 59–80.

Loadman, John (1995): Der Baum, der weint – Vom Blutgummi zum Plantagekautschuk. In: *Gummi – die elastische Faszination*, hrsg. v. U. Giersch und U. Kubisch, Berlin: Nicolaische Verlagsbuchhandlung Beuermann GmbH, S. 32–47.

Ost, Hermann (1942): *Lehrbuch der chemischen Technologie*. 23. Aufl., Leipzig: Dr. Max Jänecke Verlagsbuchhandlung.

Peemöller, Andrea: *Starker Abrieb – Der Radiergummi*. In: *Gummi – die elastische Faszination*, hrsg. v. U. Giersch und U. Kubisch, Berlin: Nicolaische Verlagsbuchhandlung Beuermann GmbH, S. 32–47.

Petroski, Henry (1995): *Der Bleistift: Die Geschichte eines Gebrauchsgegenstands*. Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser.

Quye, Anita; Williamson, Colin ed. (1999): *Plastics – Collecting and Conserving*. Edinburgh: National Museum of Scotland Publish.ing Limited, S. 8–10.

Rudolph, Joachim (1971): *Knaurs Buch der modernen Chemie*. München/Zürich: Droemersch Verlagsanstalt Th. Knauer Nachf.

Speter, Max (1929): Wer hat zuerst das Kautschuk als Radiergummi verwendet? In: *Gummi-Zeitung*, 43, S. 2270–2271.

## Bezugsquellen und Hersteller

- > akachemie Albert Kauderer GmbH, Zeppelinstr. 10-12, D-73235 Weilheim/Teck, Tel. +49-7023-2021, Fax +49-7023-4330 („Wishab-Schwämme und -Pulver“)
- > Conservation Resources (U.K.) Ltd., Units 1,2&4, Pony Road, Horspath Industrial Estate, Cowley, GB-Oxfordshire OX4 2RD, Tel. +44-1865-747755, Fax +44-1865-747035 („Smoke Sponge“, Größe: ca. 152 x 76 x 19 mm lt. Katalog [tatsächlich: 150 x 75 x 17] oder 152 x 76 x 44 mm).
- > GMW Gabi Kleindorfer, Aster Str. 9, D-84186 Vilsheim, Tel. +49-8706-1094, Fax +49-8706-559 („Wallmaster-Schwamm“, Größe: ca. 155 x 75 x 45 mm).
- > Lascaux Colours & Restauro, Alios K. Diethelm AG Farbenfabrik, CH-8306 Brüttisellen, Tel.+41-1-8330786, Fax +41-1-8336180; Vertrieb in Deutschland: deffner & Johann, Mühlacker Str. 13, D-97520 Röhlein, Tel. +49-9723-2044, Fax +49-9723-4889 („Wallmaster-Trockenreinigungsschwamm“, Größe: ca. 155 x 70 x 50, [früher 150 x 75 x 45 mm]).
- > Prochem Professional Chemical & Equipment Company LTD, Oakcraft Road, Chessington, GB-Surrey, KT9 1RH, Tel. +44-181-974-1515, Fax +44-181-974-1511 („Wallmaster Drychem Sponge“, Größe: ca. 147 x 71 x 42 mm).
- > The Quality Rubber Co., 200 Mitchell Road, P.O. Box 71, Sedalia, MO 65302-0071, USA, Tel. +1-816-8264641, Fax +1-816-8270713 („Dover Dry Wall Sponge“, auch „Smoke Sponge“ genannt, Größe: ca. 152 x 89 x 38, 152 x 76 x 44, 127 x 95 x 44, 178 x 95 x 44, 229 x 76 x 38 mm).
- > Reinline J. Lynes, Am Knick 7, D-22113 Oststeinbek bei Hamburg, Tel +49-40-714866-0 oder +49-800-73465463 („Wallmaster Chemieschwamm“, Größe: ca. 160 x 75 x 55 mm lt. Reinline [tatsächlich 155 x 73 x 45 mm]).
- > Henry M. Unger GmbH, Lotharstr. 7–9, D-42655 Solingen, Tel. +49-212-22070, Fax +49-212-2207222 („Rußfresser“, Größe: ca. 155 x 75 x 45 mm).

## Autorin

- > Martina Noehles ist freiberufliche Graphik- und Buchrestauratorin in Mühlheim am Main. Ihre Grundausbildung in der Buch- und Papierrestaurierung erhielt sie 1980 bis 1983 in der Restaurierungswerkstatt der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen unter der Leitung von Günter Brannahl. 1988 absolvierte sie die Meisterprüfung im Buchbinderhandwerk. Von 1983 bis 1988 war sie Leiterin der Restaurierungswerkstatt des Freien Deutschen Hochstifts/Frankfurter Goethemuseums in Frankfurt am Main. Seit 1989 ist sie freiberuflich tätig.

Martina Noehles, *Atelier Carta*, Zimmer Str. 44 A, D-63169 Mühlheim/Main, Tel. +49-6108-77337, Fax +49-6108-991661, [MNoehles@aol.com](mailto:MNoehles@aol.com).