

Der derzeitige Kenntnisstand bei der Restaurierung von Metalldenkmälern

Vom 23.-25. Oktober fand am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege eine Tagung zum Thema „Metallrestaurierung“ mit 25 Beiträgen statt, die sich mit der Darstellung der Umweltsituation, mit Materialschäden an exponierten Objekten, Denkmälern und archäologischen Objekten, mit Korrosionsmechanismen, Meßmethoden und der Vorstellung neuer Restaurierungsprodukte bis hin zu einer Serie von Fallbeispielen auseinandersetzen und damit das Tagungsthema so umfassend und an Hand aktueller Beispiele behandelten, daß eine Betrachtung dieser Beiträge die geeignetste Grundlage zur Beschreibung des derzeitigen Kenntnisstandes bei der Restaurierung von Metalldenkmälern darstellt.

Von den 25 Beiträgen befaßten sich 23 mit der Untersuchung zum Verhalten und zur Restaurierung von Kupferlegierungen, zwei einleitende Vorträge gingen auf die allgemeine Umweltbelastung ein und lediglich Peter Mottner behandelte die Konservierung von Blei, Zink und Zinn. Diese Konzentration wissenschaftlicher und restauratorischer Bemühungen zur Erhaltung von Objekten aus Kupfer, die sich auch in den internationalen Bemühungen im Rahmen des Projektes COPAL (Copper Alloy Monuments) wiederfindet, ist bezeichnend für die besondere Beachtung von Objekten aus Kupferlegierungen durch Denkmalpflege und Denkmaleigner, während Denkmäler aus anderen Metallen, etwa solche aus Eisen, Zink oder Blei eine wesentlich geringere Aufmerksamkeit finden. Dieses befremdet insofern, als Eisen im 19. Jahrhundert ein vielverwendetes Material war. Nicht nur große Objekte, wie das Kreuzbergdenkmal in Berlin oder der gerade restaurierte 12 m hohe Eisenobelisk auf dem Löwenwall in Braunschweig bestehen aus Eisen, sondern auch eine Vielzahl kleinerer Skulpturen in Ortschaften und Gartenanlagen, ein Teil des Baudekors an Brückengeländern, Brunnen und Laternen, die das Bild intakter Städte bestimmen sowie die schmiedeeisernen Ziergitter von Gärten, Parks und Grabanlagen. Hier sollten auch technische Denkmäler des 19. Jahrhunderts, z. B. Markthallen oder Pfeiler von Bahnanlagen und schließlich die großen Industrieanlagen des 20. Jahrhunderts nicht vergessen werden. Sie alle verlangen als Zeugnisse der technischen Expansion nicht minder Schutz und Erhaltung als Denkmäler aus Bronze. Vom Zink wissen wir erst heute, daß es im 19. Jahrhundert in einem wesentlich größeren Umfang als bisher vermutet, zum Guß von Skulpturen und Architekturteilen Anwendung fand. Daß intensive denkmalpflegerische und restauratorische Bemühungen erforderlich sind, um auch diesen Teil unseres kulturellen Erbes zu bewahren, wie die Skulpturen der Parkanlagen in Linderhof und Herrenchiemsee, in Branitz bei Cottbus, in den Schlössern Glienicke in Berlin, in Neustrelitz, Schwerin, Putbus auf Rügen oder in Schloß Miramare bei Triest muß nicht eigens erwähnt werden. Metallrestaurierung und unsere Bemühungen zur Erhaltung von Metallsulpturen im Freien dürfen sich deshalb nicht allein auf Bronzedenkmäler konzentrieren, sondern auch auf kulturgeschichtliche Objekte aus anderen Metallen.

Auf der Tagung in München wurde mehrfach darauf hingewiesen, daß die Bemühungen um den Erhalt von Metallarbeiten im Freien bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts zurückgehen. In dieser Zeit gründete man, erschreckt durch eine rasch fortschreitende Schwärzung und Verschmutzung von Bronzedenkmälern, in Berlin eine „Patina-Kommission“ mit der Aufgabe, Ursachen solcher Veränderungen zu diskutieren. Die Kommission versuchte als erstes, die Ursache der Schäden an Skulpturen zu erkennen, wofür es äußerst gegensätzliche Meinungen gab. Vor allem die Einwirkung einer mit Schadstoffen belasteten Umwelt, die Art der Legierung, die Technik der Oberflächenbearbeitung und die Maßnahmen der Oberflächenpflege wurden als Ursache der Schäden angesehen und hierfür Beispiele gebracht. Es sei daran zu erinnern, daß bereits um 1860 Reihenanalysen der Legierungszusammensetzung von Bronzedenkmälern in Berlin, Potsdam, Nürnberg und München durchgeführt wurden, um einen Zusammenhang zwischen Korrosionsverhalten und Legierungstyp zu erkennen. In Berlin wurden in diesem Zusammenhang Testobjekte an unterschiedlich umweltbelasteten Plätzen exponiert und es wurde die Wirkung unterschiedlicher Reinigungs- und Beschichtungsverfahren in Hinblick auf die Erhaltung der Objekte untersucht. Unabhängig von der Diskussion der Schadensursachen wurden noch vor 1900 verschiedene Verfahren der Reinigung und Oberflächenpflege entwickelt und in größerem Umfang angewandt. Seither finden Bemühungen statt, durch Materialanalysen Schadensmechanismen zu erkennen und durch Arbeiten am Objekt Skulpturen und Denkmäler vor weiteren Schäden zu bewahren. Thomas Graedel wies in seinem Vortrag mehrmals nachdrücklich auf das Wirken von Vernon hin, der zwischen 1920 und 1930 das Verwitterungsverhalten von Kupfer unter verschiedenen Umgebungsbedingungen so umfassend darstellte, daß auch auf der Münchner Tagung kaum bessere Ergebnisse zu diesem Thema vorgelegt werden konnten. Vernon hatte 1928 eine Bibliographie mit über 3000 Titeln veröffentlicht, die bereits umfassend über die Korrosion von Metallen im Freien informieren. Mancher neuere Beitrag zu Schäden an Denkmälern könnte sich daher nach Kenntnisnahme der älteren Literatur erübrigen.

In Deutschland wird seit 1965 intensiv über Schäden an Metallsulpturen, ihre Ursachen und Beseitigung gearbeitet, seitdem die Deutsche Forschungsgemeinschaft, die Stiftung Volkswagenwerk (seit 1975) und die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (seit 1990) diese Arbeiten unterstützen. Erst zu dieser Zeit begann man sich auch um die Erhaltung anderer Metalle im Freien zu kümmern. Bis 1960 wurden die häufig vorkommenden Skulpturen aus Eisen oder Zink, wenn man sich ihrer überhaupt annahm, von Metallhandwerkern repariert. Bis 1965 fanden sie nur nebenher Beachtung, um 1980 setzten erste Bemühungen zu ihrer Erhaltung ein und erst um 1990 begann man, auch diesen Materialien die notwendige Pflege zukommen zu lassen. Die wenigen Bleiobjekte fanden jedoch kaum besondere Aufmerksamkeit.

Ungefähr seit 1990 sind jedoch Denkmäler, Skulpturen und Architekturteile aus Kupfer, Kupferlegierungen, Eisen, Zink und Blei in so großer Zahl restauriert worden, daß es sinnvoll erscheint, rückblickend eine Bilanz über den derzeitigen Stand der Techniken als Basis für alle weiteren Arbeiten zu ziehen.

Die Erkennung der Schadensursachen als Basis für sachgemäße Erhaltungsarbeiten

1884 war in Berlin die „Patina-Kommission“ mit dem Ziel gegründet worden, die Ursachen der augenfälligen Veränderung an Bronzedenkmälern im Freien zu erforschen. So kontrovers diese Diskussion auch verlief, führte sie doch zur Erkenntnis, daß Schädigungen mit der Ablagerung von Schadstoffen auf der Oberfläche von Skulpturen zusammenhängen. So wurden Verfahren zur Reinigung und zum Schutz der Oberfläche entwickelt und von nun an in größerem Maße eingesetzt. Die Untersuchungen von Schadensmechanismen wurden bis in unsere Zeit fortgesetzt. Die Erfahrungen aus der Technik ließen sich auf alle kulturgeschichtlich bedeutungsvollen Metallobjekte übertragen.

Die 3000 Veröffentlichungen, die Vernon 1928 zitierte, sind inzwischen auf weit über 10.000 angewachsen und die Zahl der Veröffentlichungen, die sich direkt mit der Beschreibung der Korrosion von Metallsulpturen befassen, liegen bei weit über 1000; die Ursachen der Korrosion von Metallsulpturen sind somit erschöpfend behandelt. Es kann deshalb auf vorhandene Erfahrungen zurückgegriffen werden, wenn der Erhaltungszustand eines Denkmals oder die Ursachen seines Zustandes beschrieben werden sollen.

Der Befund der Schadensdiagnose wirkt sich allerdings nur in geringem Maß auf die Art der Restaurierung aus: Für die Wahl des Reinigungsverfahrens oder des Beschichtungsmaterials war bisher kaum ausschlaggebend, ob ein Objekt aus Kupfer, Bronze oder Messing besteht, ob es gegossen, getrieben oder mit galvanischen Techniken hergestellt ist, ob eine Sulfat- oder Chloridpatina vorliegt oder ob das Objekt in einem industriellen, städtischen oder ländlichen Bereich aufgestellt ist.

Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Erhaltung von Metallsulpturen in unserer Zeit

Die Ergebnisse der 150jährigen intensiven Auseinandersetzung mit den Ursachen der Verwitterung von Bronzedenkmälern im Freien und das Wissen um ihre Erhaltung nach neuestem Stand zeigen, daß die Verwitterung der Oberfläche von Bronzedenkmälern im europäischen Klimabereich – von wenigen Ausnahmen abgesehen – nach dem gleichen Schema verläuft. Diese Erkenntnis wurde letztlich bestätigt durch die umfassenden Forschungsprojekte in der Art von COPAL und durch neuerliche Restaurierungen folgender Einzelobjekte: der Braunschweiger Löwe, der Augustusbrunnen in Augsburg, die Reiterstatue Friedrich Wilhelms IV. in Berlin, die Renaissancesulpturen in Florenz, der Marc Aurel in Rom und die Freiheitsstatue in New York. Aufgrund der hieraus hervorgehenden Informationen könnte in Zukunft auf alle weiteren breit angelegten Schadensdokumentationen verzichtet werden. Es erübrigen sich weitere Wiederholungen über Analysenbefunde zur Patina, über das Vordringen der Patina entlang vorgegebener Schwächezonen, über Phänomene elektrochemischer Reaktionen an Kontaktstel-

len zwischen Eisen und Kupfer sowie über das Auftreten grüner und schwarzer Zonen in Abhängigkeit von der Bewitterung.

Aber wo liegt dann die Aufgabe des Naturwissenschaftlers bei zukünftigen Metallrestaurierungen, wenn alles schon bekannt ist und in jedem noch so speziellen Fall mit den gleichen, altbewährten Mitteln kuriert wird?

Auf diese Frage gab das Symposium in München eine überzeugende Antwort: es werden Naturwissenschaftler für Analytik und Korrosionsforschung in besonderem Maße gefordert:

- a. durch den Einsatz neuer Technologien, um den Korrosionsmechanismus besser zu verstehen,
- b. um auf neue Situationen besser und rascher reagieren zu können,
- c. um neue Ansätze zum Schutz unserer Metallsulpturen zu verwirklichen,
- d. um herkömmliche Verfahren und Produkte zu verbessern oder neu zu entwickeln,
- e. um für technische Zwecke entwickelte Industrieprodukte für Restaurierungen zu modifizieren,
- f. um vergleichende Untersuchungen zur Bewährung verschiedener Produkte durchführen zu können.

Zum Einsatz neuer Analysen- oder Untersuchungstechniken lieferte Bruno Stöckle hier überzeugende Beispiele, wo es mit Hilfe neuer Verfahren zur Bestimmung der Korrosionsintensität, der Farbe und Rauigkeit gelungen war, die Unterschiede des Verhaltens der Probekörper unter verschiedenen Umwelteinwirkungen zuverlässig zu dokumentieren und sichere Aussagen zur Wirkung der Umweltfaktoren zu machen. Vielfältig waren auch die Berichte über den Einsatz analytischer Verfahren zur Identifizierung und Charakterisierung der Korrosionsprodukte oder zur Darstellung des Korrosionsfortschritts, die uns neue Wege eröffnen, um die Gefährdung eines Objekts abzuschätzen und entsprechend darauf reagieren zu können. In den meisten Fällen bezogen sich die Aussagen auf die Untersuchung von Testkörpern und ihre von Ort zu Ort unterschiedlich starken Korrosionserscheinungen, während man der systematisch vergleichenden Untersuchung gleichartiger Objektgruppen, zum Beispiel den überall in großem Umfang ersetzten, aber mancherorts noch aus dem 18. Jahrhundert stammenden Kupferdächern, bisher wenig Beachtung schenkte. Eine Dokumentation der Korrosion von Kupferdächern unterschiedlichen Alters aus verschiedenen Gebieten könnte unsere aus Bewitterungsversuchen gewonnenen Erfahrungen über Korrosionsraten entscheidend ergänzen.

Der zweite Punkt, die Notwendigkeit, rechtzeitig auf neue Situationen zu reagieren, kam ebenfalls mehrfach zur Sprache. Bei den einleitenden Vorträgen wurde der deutliche Rückgang der Schwefeldioxidkonzentration betont, die für die Bildung von Sulfaten verantwortlich ist, die auch in Küstenbereichen an den Denkmälern in Schweden und Norwegen, an den Kaiserstatuen am Hamburger Rathaus – an denen nur Brochantit und Antlerit vorkamen – oder an der Freiheitsstatue in New York, die Art der Korrosionsprodukte bestimmt. Chloride wurden an Denkmälern oder auf Kupferdächern nur untergeordnet beobachtet.

Nimmt nun die Schwefeldioxidkonzentration der Luft ab, kann sich auch bei uns – ebenso wie aus Portugal berichtet wurde – anstelle der Sulfatpatina eine Chloridpatina bilden, deren Wirkung wir heute noch nicht mit Sicherheit in ihrem vollen Ausmaß beurteilen können und deren schädigende Reaktion zur Zeit noch sehr kontrovers beurteilt wird. Während in Deutschland ausgeprägte Chloridpatina nur in Ausnahmefällen, etwa an Bronzen in Kontakt mit gechlortem Schwimmbadwasser, festgestellt und eher als harmlos beurteilt wurde, befürchten die

portugiesischen Kollegen eine Schädigung von Denkmälern nach Art der Bronzkrankheit bei archäologischen Objekten und raten aus diesem Grund zu vollständiger Entfernung der Patina. Als neue Situation sind auch die von Martin Mach beschriebenen Phänomene von extremem Lochfraß an Bronzeskulpturen in Sachsen und Sachsen-Anhalt anzusehen, die auf eine besonders hohe Belastung der Luft mit Schadstoffen zurückzuführen sind. Hierfür müssen eigene Restaurierungstechniken entwickelt werden, die sich nur in begrenztem Umfang auf Erfahrungen mit der Restaurierung von Bronzen in Gebieten mit reinerer Luft stützen können. Die Notwendigkeit, auf neue Situationen reagieren zu müssen, gilt auch für neue Gußwerkstoffe. So werden zum Guß von Bronzeskulpturen heute mehr und mehr Siliciumbronzen verwendet, über deren Korrosionsverhalten noch keine Erfahrungen vorliegen.

Als neuer Ansatz zur Erhaltung unserer Metalldenkmäler können die Arbeiten von Hanns Klewe-Nebenius angesehen werden, der eine Reihe zerstörungsfreier Untersuchungsverfahren zur Erfassung von Erhaltungszuständen oder Schädigung von Bronzeskulpturen entwickelt hat, so daß rechtzeitig Maßnahmen der Restaurierung und Konservierung eingeleitet werden können.

Den Schutz von Bronzedenkmälern durch Beschichtung kennt man seit 1850, die Technik wurde seither weiterentwickelt. Dieses wurde auf der Tagung in München erstens am Beispiel der Wachse deutlich, bei denen man vom säurehaltigen und eher korrosionsanregenden Bienenwachs zu synthetischen Wachsen kam, aus deren Vielfalt besonders schützende Sorten ausgewählt wurden, zweitens durch die Entwicklung neuer Beschichtungsmaterialien in der Art der Ormocere, die herkömmlichen Kunstharzlacken durchaus ebenbürtig sind.

Eine wichtige Aufgabe der Naturwissenschaften auf diesem Gebiet ist die Prüfung der von der Industrie angebotenen Beschichtungsmaterialien, die (für andere Zwecke entwickelt) für den Denkmalschutz von höchstem Interesse sein können.

Mit Recht fragen Auftraggeber und Restaurator, ob die Industrieprodukte, seien es Wachse oder Lacke, für transparente Beschichtungen, die Anstriche für Zink oder Eisen, die Korrosionsinhibitoren oder die Reinigungsmittel, die bei einer Restaurierung verwendet werden, für das Objekt unschädlich und dauerhaft sind. Hier sind wieder Materialanalysen gefragt, erstens die vergleichende Bewitterung im Freien, zweitens die Prüfung durch Schnelltestverfahren im Labor, drittens die Beobachtung an restaurierten Objekten.

Die Langzeit- oder Kurzzeitbewitterung vermitteln nützliche Informationen, wenn es darum geht, das Verhalten von Restaurierungsmaterialien vergleichend zu betrachten, um ihre Beständigkeit gegen Witterungseinwirkungen, ihre Schutzwirkung oder ihr Abbauverhalten zu überprüfen. Offen ist dabei die Frage, wie realitätsnah Schnellbewitterungsversuche im Labor sind und die Frage, ob sich gewonnene Erkenntnisse, durch die Bewitterung von Produkten auf idealen Testkörpern auf die komplexen Verhältnisse am Objekt anwenden lassen. Da restauratorische Maßnahmen zum Schutz von Metalloberflächen im Freien ohnehin nur von sehr begrenzter Dauer sind, erscheint die dritte Möglichkeit einer Beurteilung des Verhaltens von Restaurierungsprodukten am restaurierten Objekt sinnvoller. Hierauf beruhen im allgemeinen die von Restauratoren vorgeschlagenen Maßnahmen und die Entscheidungen der Auftraggeber. Der kontinuierlichen Dokumentation von Oberflächen restaurierter Denkmäler, der Anwendung aussagekräftiger Beurteilungskriterien und der Entwicklung und dem Einsatz sinnvoller

Meßverfahren zur Beschreibung des Zustandes restaurierter Oberflächen kommt deshalb besondere Bedeutung zu.

Der Fortschritt der Technik, sei es in der Analysen- und Meßtechnik zur Beschreibung der Korrosion, sei es in der Produktentwicklung, erfordert einen permanenten und engagierten Einsatz der naturwissenschaftlichen Forschung, um sicherzustellen, daß zur Untersuchung der Denkmäler und zu ihrer Restaurierung und Konservierung optimale Verfahren und Produkte zum Einsatz kommen.

Der Nutzen des Beitrags der Naturwissenschaften für die Restaurierung

In der Regel reichen berufliche Erfahrungen aus, um die Restaurierung eines Metalldenkmals erfolgreich zu Ende zu bringen, da die Gegebenheiten des zu behandelnden Objekts – wie oben ausgeführt – im allgemeinen ähnlich sind, ob es sich dabei um die Art der Legierung handelt, die sich kaum auf die Restaurierung auswirkt oder um die Herstellungstechnik, um die Art der Patina oder die der Schmutzkruste. Die Beteiligung an der Denkmalrestaurierung bedeutet für den Naturwissenschaftler in erster Linie Begleitung der Arbeiten mit dem Ziel, Erfahrungen zu sammeln, um für die oben beschriebenen Aufgaben verbesserte Verfahren zu entwickeln und auf besondere Situationen kompetent und schnell reagieren zu können. Erst die breite Basis von Erfahrungen über Veränderungen der Oberfläche von Metalldenkmälern, über Zusammenhänge der Patinabildung, über den Einfluß der Zusammensetzung und die Verarbeitung eines Metalls auf das Verwitterungsverhalten wird für den Naturwissenschaftler Voraussetzung sein, Techniken der Reinigung oder des Oberflächenschutzes zu entwickeln, um gemeinsam mit dem Kunsthistoriker und dem Denkmalpfleger die neuen Techniken in die Praxis umzusetzen und damit zum Fortschritt der Restaurierungstechnologien beitragen zu können.

Die Reinigung von Metalldenkmälern

Dieses Zusammenwirken von Kunsthistoriker, Naturwissenschaftler und Restaurator wird bei der Diskussion der Reinigung von Bronzedenkmälern und von Metalldenkmälern im allgemeinen besonders deutlich. Denn es ist eine kunsthistorischdenkmalpflegerische Entscheidung, wie ein Denkmal nach der Restaurierung auszusehen hat, wobei es regional durchaus unterschiedliche Auffassungen geben kann. In Deutschland wird die eigentliche Patina, also bei Bronzen die Schicht aus rotem Kupferoxid und grünen Kupfersulfaten- oder Chloriden, als ein Teil der originalen und deshalb zu erhaltenden Substanz angesehen; in den Vereinigten Staaten betrachtet man die Patina als ein sekundäres Produkt, welches das vom Künstler oder vom Auftraggeber bestimmte Erscheinungsbild verändert, verfälscht und somit zu entfernen ist. Jan Gullmann hat diese Auffassung am Beispiel schwedischer Skulpturen dargestellt, die durch Sandstrahlen von allen entstellenden fleckigen oder streifigen Patinastrukturen befreit wurden und durch Neupatinierung das vom Künstler gewollte Aussehen wieder erhielten.

Umgekehrt verhält man sich in Deutschland bei der Reinigung von Zinkskulpturen, deren früherer und damit originaler Anstrich entfernt und das Objekt anschließend mit einem neuen Anstrich versehen wird, um der Zinkskulptur – ähnlich wie in den USA den Bronzen – das ursprüngliche vom Künstler vorge-

sehene Aussehen wieder zu verleihen (nicht so bei galvanisch verkupferten Skulpturen). In Italien ist man hingegen bemüht, den Oberflächenzustand, der sich im Laufe der Zeit herausgebildet hat, mit allen Resten der originalen Substanz zu erhalten. Diesen Vorgaben entsprechend kann der Naturwissenschaftler Reinigungsverfahren vorschlagen, wobei die vollständige Entfernung der Patina an Bronzeskulpturen oder der Fassung von Zinkobjekten keine technischen Probleme bereitet. Hierfür hat sich in den USA das Mikropartikelverfahren mit Glaskügelchen durchgesetzt, in Schweden das technische Strahlgerät mit Sand als Strahlmittel, in Deutschland und anderen europäischen Ländern, wo die Patina erhalten werden soll, wird die Schmutzkruste mechanisch bis zur Patina abgetragen. Hierbei gilt die Arbeit mit dem Skalpell als am schonendsten. Kerstin Brendel und Cornelia Höhne haben dieses Vorgehen am Beispiel der Restaurierung der Augsburger Bronzen überzeugend dargestellt und begründet. Da bei großen Objekten diese Art der Reinigung sehr zeitaufwendig ist, dauert sie, wie z. B. beim Braunschweiger Löwen, wo man konsequent bei dieser Methode blieb, mitunter Jahre. Muß aus zeitlichen oder finanziellen Gründen rascher gearbeitet werden, können der Feinarbeit mit dem Skalpell effektivere Reinigungstechniken vorausgehen, etwa der Einsatz rotierender Bürsten, Ultraschallmeißel oder Mikrosandstrahlen. Die Praxis hat gezeigt, daß nicht selten die dunklen Schichten direkt auf dem Metall oder in einzelnen Fällen auch auf einer farbintensiven roten Kupferoxidschicht liegen, so daß Konflikte über das Ausmaß des Abtrags von Oberflächenschichten entstehen können, die sich jedoch kaum auf das Reinigungsverfahren auswirken. Neuere Untersuchungen, Bronzen mit Laser zu reinigen, waren nicht so erfolgreich wie bei Steinskulpturen. Bei vergoldeten Oberflächen wurde jedoch versucht, mit der punktuell arbeitenden Laser-Methode die noch vorhandene Goldschicht zu erhalten. Mauro Matteini erwähnte in seinem Vortrag den Einsatz von Komplexbildnern, im Fall der Restaurierung der Paradiestür von Ghiberti in Florenz das Rochelle-Salz, ein Natriumtartrat, mit dem die grünen Korrosionsprodukte des Kupfers entfernt werden können, wobei weder das Metall noch die Kupferoxidschicht angegriffen werden. In Deutschland wurden vereinzelt Pasten zur Reinigung von Bronzeoberflächen vor allem zur Auflockerung der schwarzen Krusten eingesetzt, welche Komplexbildner in der Art von Komplexon oder EDTA enthielten. Hierbei wurde jedoch die grüne Patina so stark in Mitleidenschaft gezogen, daß ein Nachpatinieren erforderlich wurde und die Produkte heute kaum noch Verwendung finden. Das Reinigen verschmutzter Denkmaloberflächen mit Laugen, vor allem mit Natronlauge oder Kalilauge, womit um 1900 aufsehenerregende Reinigungserfolge erzielt wurden (z. B. am Großen Kurfürsten in Berlin, von dem beschrieben wird, daß mit Kalilauge die schwarzen Oberflächenschichten vollständig entfernt werden konnten und eine vollständig erhaltene grüne Patina zum Vorschein kam), wird heute nicht mehr angewandt, weil sich die Methode als schädigend erwiesen hat (vgl. den Aufsatz über die Reinigung der Paradiestüren von Matteini).

Die Verwendung von Korrosionsinhibitoren zum Schutz der Oberflächen von Metalldenkmälern

Bei Denkmälern aus Kupfer und Kupferlegierungen gilt das Benzotriazol als ein geeigneter Korrosionsinhibitor, dessen Wirkungsweise theoretisch wohl begründet ist und bei der vergleichenden Bewitterung unbehandelter und mit Benzotriazol

behandelter Testkörper auch in der Praxis des Korrosionsschutzes als wirksam anerkannt ist. Bronzedenkmäler wurden vor dem Auftrag einer Schutzschicht vereinzelt mit Benzotriazol behandelt, wobei schwer zu beurteilen ist, ob hierdurch der Oberflächenschutz nennenswert verlängert wurde. Auch beim Incralac, einem der gängigen Acrylatüberzüge oder dem in Italien üblichen mikrokristallinen Wachs Soter, mit Beimischung von Benzotriazol, ist nicht gesichert, ob die ausgezeichnete Beständigkeit dieses Überzugs auf die Anwesenheit des Korrosionsinhibitors zurückzuführen ist. Negative Auswirkungen einer Benzotriazolbehandlung sind bisher nicht bekannt geworden. Auch für die anderen metallischen Werkstoffe liegen keine, auf die Erhaltung von Metallskulpturen anwendbaren Erkenntnisse vor, obwohl Maurizio Marabelli in seinem Referat darauf hinwies, daß bei der Restaurierung des Marc Aurel in Rom dem Paraloid der Vorzug gegenüber dem benzotriazolhaltigen Incralac gegeben wurde, da negative Auswirkungen auf die Vergoldung denkbar sind. Peter Mottner berichtete über Untersuchungen zum Nutzen der aus dem technischen Bereich bekannten Korrosionsinhibitoren für Zink in Hinblick auf die Erhaltung von Zinksulpturen.

Der Schutz der Oberflächen von Bronzeskulpturen im Freien durch Überzüge

Das schwächste Glied in der Reihe restauratorischer Maßnahmen bei der Pflege von Bronzeobjekten im Freien ist nach wie vor die Art des Überzugs, der eine Einwirkung der Witterung und damit eine Korrosion verhindern soll, da die dafür zur Verfügung stehenden Materialien nur über kurze Zeiträume wirksam sind und bei einigen der beständigeren Materialien Schwierigkeiten bei der später erforderlichen Neubehandlung zu befürchten sind.

Zum Oberflächenschutz von Bronzen im Freien gibt es drei Ansätze, erstens den Schutz durch Kunstharzlacke und verwandte Produkte, zweitens den Auftrag von Wachsen, drittens die kombinierte Verwendung von Lack und Wachs. Gängiger Kunstharzlack ist der Incralac, ein Acrylharzlack, der um 1965 in Gebrauch kam. Er wurde in den USA bei mehreren hundert Denkmälern verwendet und bewährte sich, weil seine Schutzwirkung über 10-15 Jahre gesichert ist. Erfahrungen über die Neubehandlung von Skulpturen, die vor längerer Zeit mit Incralac behandelt wurden, liegen nicht vor, theoretische Überlegungen gehen jedoch davon aus, daß eine einfache Entfernung, etwa durch die Anwendung von Lösungsmitteln, kaum denkbar ist. Neben dem Incralac kommen in Deutschland auch kommerzielle Acrylharzlacke zum Einsatz, vor allem zum Oberflächenschutz neu gegossener Objekte mit blanker Oberfläche, wie an den Skulpturen von Henry Moore. Als zweite Gruppe von Kunstharzlacken haben sich Systeme auf der Basis von Polyurethanen bewährt, die der Beständigkeit der Acrylharze kaum nachstehen. In jüngster Zeit sind die für den Bronzeschutz entwickelten Ormocere am Fraunhofer-Institut für Silikatforschung in Würzburg hervorgegangen, über die Hannelore Römich in ihrem Referat berichtete. Die ersten vergleichenden Untersuchungen mit anderen Lacksystemen verliefen erfolgreich, so daß dieses Material jetzt auf seine Bewährung am Objekt wartet. Mit den Kunstharzlacken konkurrieren die Schutzwachse, wobei sich die Gruppe der mikrokristallinen Wachse besonders bewährt hat, die von verschiedenen Herstellern angeboten werden und verbreitet im Einsatz sind. Sie sind zwar weniger dauerhaft, lassen sich aber sehr einfach entfernen

und erneuern, so daß diese Art des Schutzes dem Gedanken der dauerhaften Erhaltung eines Denkmals durch eine kontinuierliche Überwachung und Pflege sehr nahe kommt. Die Art der Anwendung dieser Wachse wurde von Wolfgang Conrad am Beispiel einer großen Zahl selbst-restaurierter Bronzeskulpturen vor allem aus Sachsen-Anhalt und benachbarten Gebieten, sowie von Kerstin Brendel und Cornelia Höhne am Beispiel der Augsburger Brunnen vorgestellt und erläutert, wobei auf die Notwendigkeit einer regelmäßigen Erneuerung der Wachsschicht hingewiesen wurde.

In der Diskussion wurde bemerkt, daß Schmutzpartikel von der Wachsschicht festgehalten werden oder in sie einsinken könnten, was aber nach den bisherigen Erfahrungen bei der Wahl geeigneter Wachssorten, die bei üblichen Temperaturen nicht weich werden, kaum der Fall ist. Im Zusammenhang mit der Verwendung der mikrokristallinen Wachse zum Oberflächenschutz von Bronzen wurde darauf hingewiesen, daß sich die zur Verfügung stehenden Sorten in ihren Eigenschaften unterscheiden und, je nach Gegebenheit, am Objekt ein unterschiedliches Verhalten zeigen, so daß Vorversuche mit verschiedenen Wachsen oder bereits vorhandene Erfahrungen über die Wahl der Wachssorte entscheiden. Neben der alleinigen Anwendung von Lacken und Wachsen wurden in Deutschland einzelne Objekte auch durch einen kombinierten Auftrag von Lack und Wachs geschützt, etwa das Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. in Berlin, wodurch ein verzögerter Abbau der schützenden Lack-schicht erreicht wird und der in der Anfangszeit auffällige Lack-glanz auf der Metalloberfläche gemildert wird. In Italien ist die kombinierte Anwendung von Kunstharz- und Wachsüberzügen weit verbreitet. Sie wurde am Istituto Centrale di Restauro in Rom entwickelt, kam u. a. auch beim Marc Aurel zum Einsatz und wurde von Maurizio Marabelli mehrfach vorgestellt.

Der Ersatz der Stützkonstruktion

Nicht selten wird die Stabilität einer Metallskulptur durch eine innere Stützkonstruktion gewährleistet, die in der Regel aus Eisen besteht und aufgrund der ungünstigen klimatischen Bedingungen im Inneren der Skulptur, vor allem durch Kondensfeuchtigkeit, rasch korrodiert, so daß sie in vielen Fällen ihre Funktion nicht mehr erfüllt. Wenn geklärt ist, ob die Stützkonstruktion als Teil des Originals erhalten werden kann (was anzustreben ist) oder teilweise oder ganz ersetzt werden muß, stehen für Erhalt und Ersatz zuverlässige Verfahren zur Verfügung: entweder ein langdauernd wirksamer Korrosionsschutz mit modernen Technologien für die zu erhaltende Konstruktion – im anderen Fall die Verwendung nichtrostender Stähle anstelle der zu ersetzenden Konstruktion. Peter Mottner hat Beispiele neuer Stützgerüste für Skulpturen aus Zinkguß vorgestellt. In Berlin wurde kürzlich der restaurierte „Betende Knabe“ des Antikenmuseums gezeigt, für den Rohnstock ein gut durchdachtes Stützgerüst entwickelt hat, womit deutlich wird, daß wir heute technische Möglichkeiten haben, auch hier wirksam vorzugehen. Gabor Buza hat, um das Problem einer elektrochemischen Reaktion zwischen Bronze und Eisen, bzw. den Aufwand einer trennenden Isolierung zu vermeiden, die bisher restaurierten Skulpturen des Millennium-Denkmal mit einem Stützgerüst aus Bronze versehen. Denselben Weg ging man auch bei der Restaurierung des Marktbrunnens aus Blei in Braunschweig, dessen eiserne Innenkonstruktion die Bleistruktur gesprengt hatte; sie wurde durch eine Bronzearmierung ersetzt.

Das Verbinden von Metallteilen durch Schweißen

Als in den Vorträgen von Gabor Buza im Zusammenhang mit der Restaurierung des Millennium-Denkmal in Budapest und von Jan Gullman über Restaurierungsarbeiten an schwedischen Skulpturen vom Schweißen als Technik für die Verbindung von Bronzeteilen gesprochen wurde, entwickelte sich eine Diskussion über mögliche Schäden am Metallgefüge durch die hohen Temperaturen an den Schraubverbindungen, über die Georg Haber in Zusammenhang mit dem kürzlich restaurierten Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. in Berlin berichtete. Andererseits wurde durch den Vortrag von Cornelia Höhne über geschweißte Partien bei früheren Restaurierungen des Merkur am Augsburger Brunnen deutlich, daß Schweißnähte auch nach längerer Zeit noch intakt sein können und lediglich durch eine andersartige Patina auffallen.

Die Ausführung von Ergänzungen

Georg Haber ging in seinem Beitrag eingehender auf die Ausführung von Ergänzungen ein, die bei der Reiterstatue Friedrich Wilhelms IV., die zahlreiche Kriegsschäden aufwies, ausgeführt werden mußten. Die Ergänzungen wurden in einer, dem restaurierten Objekts ähnlichen Legierung gegossen, wobei je nach Größe der Ergänzung unterschiedliche Formtechniken zum Einsatz kamen. Die Anbringung großer Ergänzungen, z. B. größere Partien des Pferdeschweifs, erforderte besondere Maßnahmen, um Schäden durch eine erhöhte Gewichtsbelastung zu vermeiden.

Der Ersatz der Originale durch Kopien

Die Türen des Baptisteriums in Florenz, die Reiterstatue des Marc Aurel in Rom, die Figuren des Augustus und des Merkur der Augsburger Brunnen wurden inzwischen durch Kopien ersetzt, ähnlich wie schon zuvor der Braunschweiger Löwe oder die Mars-Venus-Gruppe von Hubert Gerhard. Die Originale wurden als museale Objekte in Innenräume versetzt. Bei der Tagung in München wurde ebenfalls über diese Art der Bewahrung von Bronzeskulpturen gesprochen, die akzeptiert werden muß, wie z. B. bei den vergoldeten Paradiestüren in Florenz, um eine elektrochemische Korrosion zu unterbinden oder um der Instabilität des I166 – nach einem noch nicht sehr vollkommenen Gußverfahren – hergestellten Braunschweiger Löwen Rechnung zu tragen. Unsere Bemühungen sollten aber doch auf den Erhalt der Originale an ihrem originalen Platz hinzielen, zum einen aus ideellen Gründen, zum andern aber auch wegen der hohen Kosten, die die Herstellung von Kopien mit sich bringt.

Zusammenfassung

Die Tagung über Metallkonservierung im Oktober 1997 in München mit Schwerpunkt auf dem Gebiet der Restaurierung von Bronzedenkmälern hat gezeigt,

a. daß, aufbauend auf einer seit 150 Jahren andauernden Auseinandersetzung mit der Korrosion von Bronzedenkmälern im Freien, umfassende Kenntnisse über den Mechanismus der Korrosion erarbeitet wurden, die eine ausreichende Grundlage für Restaurierungsmaßnahmen darstellen,

- b. daß dennoch mit neuen und verbesserten Untersuchungsverfahren vertiefte Erkenntnisse über die Korrosion von Bronzen zu erarbeiten sind, um differenzierter auf besondere Gegebenheiten am Objekt oder in seiner Umgebung eingehen zu können als bisher,
- c. daß weiter an der Verbesserung von Restaurierungsverfahren, vor allem der Dauerhaftigkeit von Schutzbeschichtungen zu arbeiten ist, da, wie wir hörten, mancherorts dramatische Schäden an Metallskulpturen vorkommen, kontinuierliche

Restaurierungen oder kurzfristige Wiederholung von Pflegemaßnahmen aber nicht realisierbar sind,

- d. daß schließlich mit den zur Verfügung stehenden Materialien und Arbeitstechniken gelungene Restaurierungen von Metallskulpturen durchgeführt werden konnten, deren Qualität aber entscheidend auf die Erfahrung und Kompetenz der Restauratoren zurückzuführen ist. Die Ausbildung zukünftiger Restauratoren sollte daher ein wichtiges Anliegen unserer Zeit sein.