

Ammoniakgehalts einen erheblichen Unterschied zwischen dem Gesamtgehalt der Luft an Ammoniak und dem Kondensationskerne bildenden Anteil feststellen.

Als Beispiel für die Konzentrationen, in denen die angegebenen Stoffe auftreten, seien die Ergebnisse einiger Versuche mitgeteilt.

Es wurden gefunden in:

(Zahlen bedeuten mg in 1 l Wasser bzw. γ in 1 m³ Luft.)

1. dem während 2 Versuchen gefallenen Regen	2. dem während dieser Ver- suche gewonnenen Kondensat	3. 1 m ³ Luft (errechnet aus dem Gehalt des Kondensats und der absoluten Feuchtig- keit der Luft)
NH ₃ : 1. 1,5 2. 1,0	10,0 10,0	45,0 85,0
NO ₂ : 1. 0,35 2. 0,10	0,10 0,05	0,45 0,43
OP: 1. 1,5 2. 2,5	15,0 10,0	67,5 85,0
SO ₄ : 1. 3,0 2. 10,0	7,5 5,0	33,8 42,5
pH: 1. 4,9 2. 4,4	5,3 6,3	— —

Der pH-Wert der Kondensate, die wir bei zahlreichen Versuchen erhielten, lag meist in der Nähe von 5,0. Werte von 7,0 und höher haben wir noch nicht beobachtet.

Die hier erwähnten ständigen Luftbeimengungen zeigen, wenn sie auch fast nur in Spuren vorkommen, verhältnismäßig große Schwankungen ihrer Menge. Diese Schwankungen stehen häufig im Zusammenhang mit meteorologischen Vorgängen. Infolgedessen kann die Verfolgung dieser Schwankungen von Wichtigkeit für die Beobachtung meteorologischer Vorgänge, wie z. B. Niederschlags- und Wolkenbildung, sein und kann auch Bedeutung haben für die Erforschung klimatischer Faktoren¹³⁾.

Während für die Durchforschung der höchsten Luftschichten, aus denen Luftproben zur Ausführung einer chemischen Untersuchung nicht zu gewinnen sind, nur physikalische Arbeitsweisen in Frage kommen, können in den unteren Luftschichten von den Wetterwarten am Boden bis zu den mit Flugzeug oder Ballon erreichbaren Höhen chemische Untersuchungsverfahren die bisher fast ausschließlich benutzten physikalischen Methoden gut ergänzen. Denn neben physikalischen Vorgängen bestimmen chemische Reaktionen, wie Oxydation, Reduktion, Ozonbildung und -zerfall Art, Menge und Schicksal der Luftbeimengungen. Als Luftbeimengungen werden hier diejenigen in sehr geringer Konzentration vorhandenen Stoffe bezeichnet, die ihre Entstehung den gegenseitigen Einwirkungen der Luftbestandteile verdanken oder durch den Einfluß der Industrie¹⁴⁾ und auch der belebten Natur in die Atmosphäre gelangen. Da diese Beimengungen wahrscheinlich wesentlich an der Bildung von Kondensationskernen beteiligt sind, so werden sie auch für das Verhalten der Luftmassen, z. B. bei der Wolkenbildung, von erheblicher Bedeutung sein.

Regelmäßig festzustellen wären somit Art, Menge und Schwankungen der für die Bildung der Kondensationskerne vermutlich in Betracht kommenden Verbindungen, wie Ammoniak, Nitrite und Ozon. Zu prüfen wäre auch, wo und in welchem Umfange Wasserstoffsuperoxyd in der Atmosphäre auftritt und in welcher Weise sich ihr Chlorgehalt und auch ihr Jodgehalt verändern. Untersuchungen ähnlicher Art sind schon früher in Angriff genommen, aber nicht regelmäßig weitergeführt worden¹⁵⁾. Dazu wären noch durch regelmäßige chemische Untersuchungen der Luft Art und Menge der Stoffe zu ermitteln, welche ständig vom Meere, von Kratern, von Salinen usw. an die Atmosphäre abgegeben werden und in welcher Weise sie aus der Luft wieder verschwinden und in den Boden gelangen. In Kurorten¹⁶⁾ könnten solche Untersuchungen vielleicht Aufschlüsse darüber geben, welche örtlich bedingten Beimengungen der Luft — neben den öfter in wirksamer Menge vorhandenen radioaktiven Stoffen — zu den spezifischen Heilwirkungen der Orte beitragen. Regelmäßig durchgeführte Untersuchungen dieser Art sind schon von der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen in Breslau¹⁷⁾ in Angriff genommen worden. Auch für die Untersuchung des örtlich begrenzten Klimas der Großstädte und Industriegegenden ist die Anwendung chemischer Methoden von Wichtigkeit. Bis zu welcher Entfernung Stoffe, die durch industrielle Vorgänge in die Luft gelangt sind, sich gelegentlich noch nachweisen lassen, ist aus den von Cauer¹⁸⁾ mitgeteilten Versuchen über den Jodgehalt der Luft ersichtlich.

Schluß.

Die regelmäßig auszuführenden chemischen Luftuntersuchungen sind auf die Bestimmung einer kleinen Auswahl der Beimengungen zu beschränken, u. zw. des Ammoniaks, der Nitrite, der Chloride, der Jodide und der Sulfate. Diese sind mit Ausnahme der Jodide in dem Schmelzwasser des durch künstliche Kühlung gewonnenen Reifs zu ermitteln, zusammen mit dem pH-Wert dieses Schmelzwassers. Bei Bestimmung des Jodgehaltes würde man allerdings auf die Absorption mit Pottaschelösung angewiesen sein. Wünschenswert ist eine gleichzeitige Durchführung der Versuche in verschiedenen Höhenlagen. Diesen Luftuntersuchungen müssen sich regelmäßige chemische Untersuchungen aller Niederschläge anschließen (Regen, Schnee, Tau und Reif), damit man Vergleichsmaterial zu den Ergebnissen bei den künstlich gewonnenen Niederschlägen erhält.

Eine wissenschaftliche Auswertung solcher Untersuchungen ist aber auch nur möglich, wenn ihre Durchführung zu gleicher Zeit an zahlreichen Stellen und nach vereinbartem Plan erfolgt und die Ergebnisse an einer Stelle zusammengefaßt werden. Das Reichsamt für Wetterdienst wird demnächst die Organisation einer solchen Arbeit in die Wege leiten.

Eingeg. 11. September 1939. [A. 90.]

¹³⁾ H. Cauer, Möglichkeiten und Wege zum Studium chemisch-bioklimatischer Fragen, *Balneologie* 4, 286 [1937].

¹⁴⁾ W. Liesegang: Die Reinhaltung der Luft. Akadem. Verlagsges. Leipzig 1935.

¹⁵⁾ R. A. Smith: Air and Rain, London, Longmans Green 1872.

¹⁶⁾ H. Cauer, *Balneologie* 3, 555 [1936].

¹⁷⁾ H. Cauer, ebenda 4, 545 [1937]

¹⁸⁾ H. Cauer, diese Ztschr. 52, 625 [1939], sowie Beihft 34.

Bituminöse Schutzanstriche für Bauwerke*)

Von Dr. WALTER BECKER

Ebano Asphalt-Werke A.-G., Hamburg

Die bituminösen Schutzanstriche gehören zu den ältesten bekannten Anstrichstoffen; denn schon die Völker des Altertums verwendeten Bitumen und Asphalt, um Bauwerke gegen die Einwirkungen der Feuchtigkeit zu schützen. In einem Überblick über die Anstrichtechnik der Vorkriegszeit sagt Jordan¹⁾, daß man damals Kopale, Kolophonium, Leinöl, Schellack, Holzöl und ähnliche Naturstoffe kannte. „Damit strich man ungefähr alles an, was nicht mit Asphalt überzogen werden konnte.“ Seitdem sind neue Anstrichstoffe hinzugekommen, aber die auf bituminöser Basis aufgebauten Anstrichmittel behaupten für sich ein ganz bestimmtes Anwendungsfeld, das durch die besonderen Eigenschaften dieser Stoffe bedingt und auch begrenzt ist.

*) Vorgesehen als Vortrag auf der 52. Hauptversammlung des VDOh in Salzburg.
¹⁾ Farben-Ztg. 89, 1215 [1934].

Herstellung und Eigenschaften der Grundstoffe²⁾.

Unter „Bitumen“ sind natürlich vorkommende oder auch durch einfache Destillation aus Naturstoffen hergestellte flüssige oder feste, schmelzbare oder lösliche Kohlenwasserstoffgemische zu verstehen. Als „Asphalt“ bezeichnet man Mischungen von Bitumen mit Mineralstoffen, wie sie z. B. in der Natur als Trinidadasphalt und Asphaltkalkstein vorkommen oder künstlich hergestellt werden. Auch die harten, wenig Mineralstoffe enthaltenden Naturprodukte, wie der Gilsonit, werden zu den Asphalten gerechnet, nachdem sich im technischen Sprachgebrauch die Einschränkung herausgebildet hat, daß unter „Bitumen“ nur die aus Erdölen gewonnenen zähflüssigen bis festen, schmelzbaren und löslichen Produkte verstanden werden, die klebende Eigenschaften haben.

²⁾ S. A. W. Becker, Eigenschaften und Beurteilung der im Bauwesen verwendeten Bitumina, *Bitumen* 7, 177 [1937], und Die im Bautenschutz verwendeten Bitumina, *Bautenschutz* 9, 6 [1938].

„Teere und Peche“ sind bitumenähnliche Erzeugnisse, die bei der destruktiven Destillation organischer Stoffe, z. B. Kohle, anfallen. Den Worten „Teer“ und „Pech“ wird üblicherweise der Name des Stoffes, aus dem sie gewonnen wurden, vorangestellt. Man spricht also von Braunkohlenteeren, Steinkohlenteerpechen usw. Die letzteren spielen auch in der Anstrichtechnik eine gewisse Rolle, jedoch sollen in diesem Aufsatz hauptsächlich die aus Erdölen gewonnenen Bitumen Berücksichtigung finden.

Die Eigenschaften der Bitumina werden durch zwei Faktoren bestimmt, nämlich durch die Beschaffenheit des verwendeten Rohstoffes und durch das bei der Herstellung angewandte Verfahren.

Der Rohstoff ist in jedem Falle ein Roherdöl, in dem das Bitumen als schwerster, nicht überdestillierbarer Anteil zusammen mit den leichter und schwerer siedenden Anteilen — Benzin, Petroleum, Gasöl und Schmieröl — enthalten ist. Für die Gewinnung der Bitumina kommen hauptsächlich die asphaltbasierten, z. T. noch die paraffin-asphaltbasierten Erdöle in Frage, während die paraffinbasierten Öle überhaupt keinen Bitumengehalt aufweisen oder einen unbrauchbaren Rückstand ergeben.

Um das Bitumen als zähflüssigen oder festen Rückstand zu erhalten, ist es stets notwendig, die leichter siedenden Bestandteile durch Abdestillieren zu entfernen. Diese Gruppe der Bitumina bezeichnet man als Rückstandsbitumina oder destillierte Bitumina. Es ist leicht einzusehen, daß durch mehr oder weniger starken Entzug von Ölen Bitumina von verschiedenem Härtegrad hergestellt werden können. Der Härtegrad wird angegeben durch den Erweichungspunkt (Ring und Kugel oder nach Krümer-Sarnow), den Brechpunkt und die Eindringungstiefe, die in bestimmtem Verhältnis zueinander stehen.

Durch direkte Destillation nach der vorgeschriebenen Methode gewinnt man i. allg. nur weiche und mittelharte Bitumina mit Erweichungspunkten zwischen 20° und 60° nach K.-S. In der Industrie finden aber noch viel härtere Bitumina mit Erweichungspunkt bis 150° nach K.-S. Verwendung.

Die Herstellung dieser Bitumensorten kann auf verschiedene Art und Weise vor sich gehen und richtet sich nach dem Zweck, für die sie gebraucht werden.

Durch Anwendung von Hochvakuum kann man einem destillierten Bitumen noch weitere Mengen Schweröl entziehen und dadurch die Grundsubstanz des Bitumens weiter einengen. Man konzentriert sozusagen einen gelösten Körper durch Verdampfung des Lösungsmittels. Da durch die Menge der enthaltenen Öle die plastischen Eigenschaften der Bitumina, besonders die Dehnbarkeit und Biegsamkeit, in der Kälte bedingt sind, werden solche Bitumina von harter und spröder Beschaffenheit sein und nur dort Verwendung finden können, wo mechanische Beanspruchungen in der Kälte kaum zu erwarten sind. Da andererseits die hochmolekulare Grundsubstanz die dunkelste Farbe aufweist und chemisch am wenigsten reaktionsfähig ist, wird man derartige „Hochvakuumbitumina“ dort anwenden, wo auf diese Eigenschaften besonderer Wert gelegt wird, z. B. für Schutzanstriche von Eisenkonstruktionen.

Im allg. wird jedoch auch bei einem Bitumen mit hohem Erweichungspunkt eine gewisse Biegsamkeit und Dehnbarkeit in der Kälte verlangt werden. Solche Bitumina werden durch „Oxydation“ oder „Blasen“ hergestellt und geblasene Bitumina genannt. Man pumpt ein weiches Bitumen in eine beheizte Blase und bläst in die geschmolzene Masse Luft ein, wodurch der Erweichungspunkt infolge innerer Umwandlungen allmählich ansteigt, ohne daß wesentliche Mengen Öl entweichen. Dadurch wird erreicht, daß trotz des Anstiegs des Erweichungspunktes ein viel besseres Verhalten in der Kälte bestehen bleibt.

Aus Tabelle 1 gehen die Unterschiede in den Eigenschaften der geblasenen Bitumina und der Hochvakuumbitumina hervor.

Tabelle 1.
Vergleich der Eigenschaften von Hochvakuumbitumen und geblasenem Bitumen.

	Hochvakuumbitumen 60/70	Geblasenes Bitumen		Hochvakuumbitumen 80/90	Geblasenes Bitumen	
		60/70	60/70 S		80/90	80/90 S
Tropfpunkt Ubbelohde	94,5	100	99	115	115	127
Erw.-Punkt Ring und Kugel ..	82	85	86	100	101	113
Erw.-Punkt Krümer-Sarnow ..	63	64	64	82	83	89
Brechpunkt nach Fraass	+3	-8	-22	+13	-3	-14
Penetration bei 25°	12	22	32	4,5	15	15
Duktilität bei 25°	5	4,5	5	0	3,5	3,5
Spanne						
Tropfpunkt/Brechpunkt ...	97,5	108	121	102	118	141
Spanne						
Tropfpunkt/Erw.-P. K.-S. .	31,5	36	35	33	32	38

Einem Hochvakuumbitumen 60/70 und 80/90 sind jeweils zwei geblasene Bitumina mit ungefähr gleichen Erweichungspunkten gegenübergestellt. Man vergleiche die Lage der Brechpunkte und die Größe der Spanne zwischen Tropfpunkt und Brechpunkt sowie das Verhältnis von Eindringungstiefe zum Erweichungspunkt. Die Eigenschaften der geblasenen Bitumina lassen sich im Fabrikationsbetrieb weitgehend beeinflussen, u. zw. durch die Art des Blasens

(Temperatur, Luftmenge, Zeitdauer) oder des zur Herstellung verwendeten Weichbitumens.

Durch Auswahl zwischen destilliertem Bitumen einschließlich Hochvakuumbitumen und geblasenem Bitumen ist der Verbraucher also in der Lage, stets für einen bestimmten Verwendungszweck das richtige Bitumen zu finden.

Die für das Anstrichwesen bedeutungsvollste Eigenschaft der Bitumina und Asphalte ist ihre Wasserunempfindlichkeit und Wasserundurchlässigkeit, die bei allen Gruppen dieser Stoffklasse vorhanden ist. Dazu kommt eine weitgehende Unempfindlichkeit gegen chemische Angriffe durch Säuren, Laugen und Salzlösungen. Bituminöse Anstriche können auf Holz, Metall und Mauerwerk aufgestrichen werden und besitzen auf allen diesen Unterlagen eine genügende Haftfestigkeit.

Über die Wasserdurchlässigkeit von Anstrichfilmen sind in letzter Zeit verschiedene Untersuchungen durchgeführt worden. Die Bestimmungen erfolgten in der Weise, daß die Filme zwischen Druckringe über Metallbecher gespannt wurden, in denen eine bestimmte Wassermenge enthalten ist. Die Becher wurden bei konstanter Temperatur in Behälter mit CaCl₂ oder einem ähnlichen Stoff gestellt und die Wasserverluste durch Wägung fortlaufend gemessen. Wegen der experimentellen Einzelheiten muß auf die Originalliteratur verwiesen werden. Bei Untersuchungen von H. F. Payne u. W. H. Gardner²⁾ ergab sich folgende Reihenfolge für die Durchlässigkeit von Wasser: Leim, Gelatine, Nitrolack, Leinöl, Alkydharz, Kautschuk, Kolophonium, Phenolharzlack, Schellack und Paraffin.

Die Wasserdampfdurchlässigkeit einiger organischer Werkstoffe geht aus Tabelle 2 hervor, die einer Arbeit von Badum³⁾ entnommen wurde.

Tabelle 2.
Wasserdampfdurchlässigkeit organischer Werkstoffe*).

	D · 10 ⁻⁸		D · 10 ⁻⁸
Cellulosetriacetat mit Weichmacher	326	Kautschuk, vulkanisiert	
Cellophan	200	ohne Füllstoffe	8
Celluloseacetat	160	mit 25 Vol.-% Ruß OK 3	8
Celluloseacetat	84	mit 25 Vol.-% Talkum	2,5
Igelit MP mit Weichmacher	22	Polystyrol	3,8
Igelit POU mit Weichmacher	20	Styrollex	2,7
Stabel (Polyacrylsäureester)	16	Hartgummi	1,5
Buna S, vulkanisiert		Guttapercha	1,5
ohne Füllstoffe	11	Cellophan „wetterfest“	1,5
mit 25 Vol.-% Ruß OK 3	10	Asphalt	1,4
Perduren, je nach Mischung	2..11	Igelit PO	1,1
Benzylcellulose	8..10	Igelit POU	0,8

* Sämtliche Messungen wurden bei 25° ± 1° durchgeführt.

Es wird auch eine Zahl für „Asphalt“ (allerdings ohne nähere Bezeichnung) angegeben. Man sieht, daß die Diffusionskonstante mit $1,4 \cdot 10^{-8}$ äußerst günstig ist und durch andere organische Werkstoffe kaum übertroffen wird.

Tabelle 3.

Bezeichnung	Erweichungspunkt °C		Tropfpunkt Ubbelohde °C	Penetration	Brechpunkt Fraass °C	Paraffin (DIN) %
	R. u. K.	K.-S.				
1	55,5	41,5	68,8	43	-12	0,85
2	72,1	56,9	86,0	13	-1	0,90
3	69,0	50,5	80,0	31	-13	0,75
4	87,0	67,0	98,0	21	-9	0,80
5	83,0	62,0	96,0	35	-20	0,75
6	116,0	96,0	130,0	14	-10	0,85
7	135,5	110,0	151,0	7	+11	0,90
8	76,0	60,0	90,0	24	-8	5,36
9	46,5	33,5	53,0	64	-8	9,34
10	71,0	56,0	80,0	13	-5	2,60

Die Bitumina 1—7 wurden aus mexikanischem Rohöl hergestellt. Hiervon sind Nr. 1—2 Rückstandsbitumina, während Nr. 3—7 durch Blasen gewonnen wurden. Nr. 8 und 10 sind aus paraffinbasierten deutschen Ölen durch Destillation hergestellt, Nr. 9 ist ein gleiches Bitumen polnischer Herkunft.

Tabelle 4.

Bezeichnung	Temperatur °C	Membranstärke cm	Wasserdurchlässigkeit 10 ⁻⁸ g/h, cm ²	Diffusionskonstante D · 10 ⁻⁸ g/h, cm ² mm Hg	
				Einzelwert	Mittel
1	17,0	0,0112	1,76	1,36	1,36
	20,2	0,0826	0,61	1,12	
		0,0085	2,12	1,02	1,05
2		0,0086	2,08	1,00	
	25,1	0,0826	0,92	1,25	1,27
		0,0086	3,60	1,30	
3	23,4	0,0080	3,90	1,44	1,44
	17,0	0,0109	2,00	1,50	1,54
		0,0076	3,00	1,57	
4	22,0	0,0109	3,20	1,75	1,64
		0,0076	4,00	1,53	
5	20,0	0,0072	5,30	2,18	2,18
6	17,0	0,0080	4,40	2,42	2,42
7	20,4	0,0082	4,40	2,03	2,03
8	20,3	0,0080	2,80	1,25	1,25
9	20,0	0,0076	2,08	0,90	0,90
10	20,2	0,0085	1,72	0,83	0,85
		0,0076	2,00	0,86	

¹⁾ Ind. Engng. Chem. 29, 8 [1937].

²⁾ Kautschuk 14, 291 [1938].

In unserem Laboratorium wurden weitere Untersuchungen über die Wasserdampfdurchlässigkeit verschiedener Bitumina angestellt, über die Grader⁵⁾ berichtet hat. Die Kennzahlen der verwendeten Bitumina enthält Tabelle 3, die Ergebnisse Tabelle 4.

Die von Badum angegebene Zahl wird also der Größenordnung nach bestätigt. Die Rückstandsbitumina verhalten sich etwas günstiger als die geblasenen Bitumina, und die aus paraffin-basischen Ölen hergestellten Sorten ergeben etwas niedrigere Zahlen als die Bitumina, die aus asphaltischen Ölen gewonnen wurden. Es wurde dann noch die Wirkung einiger Zusätze untersucht (Tabelle 5). Weichparaffin, Montanwachs und Chlorkautschuk verbessern die Diffusionskonstante, bei Zusatz von Ceresin und Al-Naphthenat ist dies nicht der Fall.

Tabelle 5.

Bezeichnung	Temperatur °C	Membran- stärke cm	Wasser- durch- lässigkeit 10 ⁻² g/h, cm ²	Diffusionskonstante D · 10 ⁻⁹ /h, cm ² mm Hg	
				Einzelwert	Mittel
Nr. 4 + 5%	20,3	0,0088	1,20	0,59	0,63
Weichparaffin		0,0070	1,72	0,67	
Nr. 3 + 5%	20,3	0,0075	4,00	1,68	1,68
Ceresin					
Nr. 3 + 5%	20,0	0,0079	2,36	1,06	0,94
Montanwachs		0,0073	2,00	0,83	
Nr. 2 + 5%	20,2	0,0080	2,64	1,19	1,28
Al-Naphthenat		0,0083	2,92	1,37	
Nr. 1 + 5%	20,0	0,0077	1,80	0,79	0,89
Chlorkautschuk		0,0083	2,12	1,00	

Begrenzt ist das Anwendungsgebiet der bituminösen Anstriche durch die durchgängig schwarze Farbe; die neuere Technik hat allerdings Mittel und Wege gefunden, um auch hellfarbige und bunte Anstriche auf Bitumenbasis herzustellen (s. u.). Eine weitere Begrenzung ist durch eine gewisse Lichtempfindlichkeit der Bitumenanstriche gegeben. Jedoch bestehen auch hier Möglichkeiten, durch Auswahl der geeigneten Bitumina und durch Zusätze Verbesserungen zu erzielen und zu brauchbaren Anstrichen zu kommen.

Die Arten der Schutzanstriche.

Die Anwendung der bituminösen Schutzanstriche erfolgt in Form von

1. Bitumenlösungen,
2. Bitumenemulsionen und
3. Heißenstrichstoffen.

Zur Lösung von Bitumen steht eine große Anzahl Lösungsmittel zur Verfügung, deren Lösungsfähigkeit jedoch sehr unterschiedlich ist.

Vellinger, Radulesco u. Pico⁶⁾ haben hierüber Untersuchungen angestellt, indem sie 60% eines bestimmten Bitumens in verschiedenen Lösungsmitteln lösten und die Viskosität bestimmten (s. Tabelle 6).

Tabelle 6.

60% Bitumen 40% Lösungsmittel	Viskosität cP bei 20°	Ansteigen der Viskosität	
		nach 14 Tagen %	nach 150 Tagen %
Schwefelkohlenstoff	28	—	—
Chloroform	68	—	—
Benzol	89	6,2	22,0
Chlorbenzol	93	—	—
Toluol	95	7,7	16,1
Xylol	107	10,5	11,1
Nitrobenzol	256	—	—
Tetrachlorkohlenstoff	288	10,8	57,0
Tetralin	381	—	—
Cyclohexan	576	15,1	20,9

Die beste Lösungsfähigkeit zeigt Schwefelkohlenstoff. CS₂ kommt jedoch aus bekannten Gründen für Anstrichzwecke nicht in Frage, worauf nur deshalb besonders hingewiesen werden soll, weil vor einiger Zeit derartige Lösungen für Bautenschutzanstriche in Vorschlag⁷⁾ gebracht wurden. Gute und brauchbare Lösungsmittel für Bitumen sind die Benzolkohlenwasserstoffe, die auch tatsächlich bei der Herstellung vielfach verwendet werden. Die Tabelle zeigt noch, daß die Viskosität der Lösungen sich im Laufe der Zeit z. T. stark verändert. Bei den gut lösenden Flüssigkeiten ist die Verdickung jedoch am geringsten.

In Tabelle 6 ist eine wichtige Gruppe von Lösungsmitteln nicht enthalten, nämlich die Benzine, die mehr oder weniger gut lösende Eigenschaften haben. Im allg. lösen Benzinkohlenwasserstoffe Bitumen um so besser, je höher sie siedeten. Niedrig siedende Benzine wirken sogar ausflockend auf die hochmolekularen Anteile (Hartasphalte oder Asphaltene) der Bitumina, wovon analytisch Gebrauch gemacht wird. (Bestimmung der Hartasphalte mit Normal-

benzin.) Tabelle 7 zeigt, daß die Lösungsfähigkeit der Benzinkohlenwasserstoffe zwischen Benzol und den gechlorten Kohlenwasserstoffen liegt; außerdem geht daraus die Abhängigkeit des Lösungsvermögens vom Aromatengehalt hervor.

Tabelle 7.
Löslichkeit von Hochvakuumbitumen 60/70 im Verhältnis 1:1

Lösungsmittel	Aromaten- gehalt	Engler-Viskosität bei 20°		
		Anfang	n. 20 Tagen	n. 2 Mon.
Benzin T d = 0,775	25%	15,4	48,9	
Benzin X d = 0,776	15%	19,2	63,3	
Benzin D d = 0,782	7%	55,0	155,1	228
Benzol		14,8		40,8
Amylacetat		28,4		55,3
Trichloräthylen		103,4		zu dick
Tetralin		254,1		640,0

Bei der Auswahl der Lackbenzine ist also darauf Wert zu legen, daß besonders aromatenreiche Benzine zur Anwendung kommen. Von der besseren Lösungsfähigkeit der aromatischen Lösungsmittel wird in der Praxis in der Weise Gebrauch gemacht, daß Mischungen von Lackbenzin und Schwerbenzol bzw. Solventnaphtha zur Verwendung kommen, sofern dieses für den betr. Verwendungszweck möglich ist. Die gechlorten Kohlenwasserstoffe allein oder im Verschnitt mit Benzinen kommen zur Anwendung, wenn man nicht brennbare Lösungen erhalten will. Für bestimmte Anstriche, z. B. Trinkwasserbehälter, dürfen jedoch nur Benzin-kohlenwasserstoffe verwendet werden.

Tabelle 8.

Löslichkeit von Hochvakuumbitumen 80/90 in Schwerbenzol und Lackbenzin

	50	50	50	50	50	50
Hochvakuum- bitumen 80/90 ..	—	10	20	30	40	50
Schwerbenzol ..	—	10	20	30	40	50
Lackbenzin D ..	50	40	30	20	10	—
Viskosität Engler 20°						
Anfang	133,5	112,8	68,9	49,9	46,2	23,5
nach 1 Woche ..	296,3	195,4	95,3	60,2	71,7	29,8
nach 2 Wochen zu dick	287,2	139,5	85,4	65,7	29,0	
nach 3 Wochen zu dick	146,5	92,6	78,1	38,6		
nach 4 Wochen zu dick	192,6	95,6	83,6	43,5		

Der Lösungsmittelbedarf ist weiterhin abhängig von dem Härtegrad des zu lösenden Bitumens. Härtere Bitumina erfordern zur Erzielung eines Anstriches mit gleichem Flüssigkeitsgrad mehr Lösungsmittel als weichere Sorten, und die geblasenen Bitumina benötigen wiederum mehr Lösungsmittel als die Rückstandsbitumina oder Hochvakuumbitumina. Auch die Art der Herstellung ist von Einfluß auf die Viskosität und besonders auf das Viskositätsverhalten bei Lagerung. Kalt gelöste Anstriche verhalten sich ungünstiger als heiß gelöste. Alle diese Zusammenhänge gehen aus Tabelle 9 hervor.

Tabelle 9.

Löslichkeit verschiedener Bitumen in Lackbenzin

Viskosität Engler 20°	55% R-Bit. (50° K.-S.) 45% Lackbenzin D		49% Hochvakuum- bitumen (80° K.-S.) 51% Lackbenzin D		41% gebl. Bitumen (80° K.-S.) 59% Lackbenzin D	
	heiß gelöst		heiß gelöst		heiß gelöst	
	kalt gelöst	kalt gelöst	kalt gelöst	kalt gelöst	kalt gelöst	kalt gelöst
Anfang	25,9	27,2	25,5	35,1	25,6	103,1
nach 3 Tagen ..	30,0	30,4	36,9	40,9	42,2	133,8
nach 7 Tagen ..	30,6	30,9	41,6	45,0	48,9	220,0
nach 14 Tagen ..	33,6	34,7	54,7	58,6	73,4	373,1

An die Anstrichmittel wird die Forderung gestellt, daß sie in möglichst kurzer Zeit genügend aufdunsten und bei Erwärmung nicht wieder erweichen. Es dürfen daher nicht zu hoch siedende Lösungsmittel, die vielleicht sogar nicht verdunstbare Anteile enthalten, verwendet werden. Andererseits dürfen die Lösungsmittel aber auch nicht zu schnell verdunsten, um Rißbildungen, Runzeln und Blasen zu vermeiden. Auch aus diesen Gründen werden deshalb vielfach Lösungsmittelgemische angewandt, bei denen die Verdunstungseigenschaften entsprechend abgestimmt sind. Der Gehalt an Bitumen, ebenso wie der Härtegrad des enthaltenen Bitumens richten sich nach dem Verwendungszweck. Für „Voranstrichmittel“ werden weichere Bitumensorten und mehr Lösungsmittel, für „Deckaufstriche“ härtere Bitumina und geringere Mengen Lösungsmittel gewählt.

Als besondere Abart sind noch die „pastenförmigen Dichtungsaufstriche“, auch „Spachtelmassen“ genannt, zu erwähnen. Sie unterscheiden sich durch einen geringeren Gehalt an Lösungsmittel und einen Zusatz von Gesteinsmehlen und Asbestfasern. Infolge ihrer Konsistenz können sie nicht mit dem Pinsel verstrichen, sondern müssen mit dem Spachtel aufgetragen werden. Für diese Dichtungspasten werden gern auch geblasene Bitumina verwendet, während für die dünnflüssigen Bitumenlösungen nur die Rückstandsbitumina und in besonderen Fällen, z. B. bei Außenanstrichen, bei denen eine weitgehende Licht- und Wetterbeständigkeit verlangt wird, auch die Hochvakuumbitumina in Frage kommen.

⁵⁾ Asphalt u. Teer 39, 467 [1939].

⁶⁾ Ann. Office nat. Combustibles liquides 13, 459 [1938].

⁷⁾ Haupt, Verbesserungsvorschläge für Abdichtungen von Brücken, Bautechnik 13, 286 [1935].

Die Schlußfolgerungen, die aus den in Tabelle 7, 8 und 9 zusammengefaßten Untersuchungen zu ziehen sind, führen zu der Erkenntnis, daß bei richtiger Auswahl des Lösungsmittels und der Bitumenart sich daraus für alle Verwendungszwecke entsprechende Bitumenlösungen herstellen lassen.

Bisher war nur von den Grundstoffen „Bitumen“ und „Lösungsmittel“ die Rede. Dazu kommen die verschiedenartigsten Zusätze, die, in kleinerer und größerer Menge zugegeben, die Eigenschaften in ganz bestimmter Richtung beeinflussen können.

Durch Zusatz fetter Öle wird die Elastizität und Wetterbeständigkeit verbessert. Sind größere Mengen fetter Öle und auch noch Harze enthalten, so erhält man einen stetigen Übergang zu den richtigen Öllacken mit deren Vor- und Nachteilen⁸⁾. Eine geringprozentige Beimischung von Montanwachs setzt offensichtlich die Oberflächenspannung herab; denn solche Anstriche haften besser auf feuchten Flächen, eine Erkenntnis, die auch von dem im Straßenbau verwendeten Verschnittbitumen hergeleitet werden kann, da dieses, wenn es Montanwachs enthält, feuchte Gesteine besser umhüllt und bessere Haftfähigkeit aufweist. Ähnlich wirken aromatische und aliphatische Amine, kurz gesagt alle Stoffe, die polare Gruppen enthalten. Chlorkautschukzusatz verbessert die Eigenschaften in bezug auf Wasserdurchlässigkeit (Tabelle 5) und verringert nach den Untersuchungen von Asse⁹⁾ die Neigung zu Rißbildungen. Dasselbe wird erreicht, wenn man das Bitumen durch Zusatz von Schwefel oder die Bitumenlösungen durch Zusatz von Chlorschwefel „vulkanisiert“. Kunstharzzusätze scheinen die Wetterbeständigkeit zu verbessern und auch die Beständigkeit gegen verdünnte Säuren und aggressive Wässer. Die Zugabe von Antioxydantien (z. B. 0,5% Hydrochinon und β -Naphthol) hat sich vorteilhaft erwiesen hinsichtlich Glanz-erhaltung und Lichtbeständigkeit bei bituminösen Außenanstrichen¹⁰⁾. Durch Übertragung der Erfahrungen aus anderen Industrien und anderen Zweigen der Anstrichtechnik und durch systematische Untersuchungen können auf dem Gebiet der Zusätze sicher noch manche Erfolge erzielt werden, da die Möglichkeiten bei weitem noch nicht zur Genüge ausgenutzt sind.

Eingangs war erwähnt worden, daß die Anwendung der bituminösen Anstriche durch die schwarze Farbe in vielen Fällen begrenzt ist. Durch Pigmentierung der Anstriche sind hier schon beachtliche Fortschritte gemacht worden, wobei man zunächst von besonders aufgehellten Bitumensorten, den sog. Albinoasphalten, denen die dunklen, färbenden Anteile entzogen sind, ausging. Inzwischen hat man aber erkannt, daß auch die normalen Bitumina eingefärbt werden können; rote, grüne, braune und sogar beigefarbene Anstriche lassen sich erzielen.

Mit Rücksicht darauf, daß die zugegebenen Mineralstoffe den Anstrichfilm stark magern, müssen hierbei weichere Bitumensorten bis zur Eindringungstiefe 300 Verwendung finden. Die auf anderen Gebieten der Anstrichtechnik gesammelten Erfahrungen über das Verhalten der Pigmente, z. B. das Kreiden von Titanoxyd, müssen auch bei den pigmentierten bituminösen Anstrichen beachtet und gegebenenfalls ausgenutzt werden. Gegen die Einwirkung der Sonnenstrahlen schützt besonders ein Zusatz von Aluminiumpulver, der eine helle, das Licht reflektierende Oberfläche ergibt. Da die organischen Lösungsmittel die Schwimmfähigkeit der Aluminiumbronze binnen kurzer Zeit ungünstig beeinflussen, soll die Zugabe erst kurz vor dem Verstreichen erfolgen, oder das Aluminiumpulver wird erst nachträglich auf den fertig gestrichenen schwarzen Anstrich aufgespritzt.

Bitumenlösungen ergeben nur auf trockenem Untergrund eine gute Haftfähigkeit. Man hat schon versucht, die Streichfähigkeit und Haftfestigkeit auf feuchtem Untergrund von der Lösungsmittelseite her zu beeinflussen, indem man Spiritus und höhere Alkohole zusetzte. Noch bessere Erfolge werden aber erzielt durch Anwendung von Bitumenemulsionen.

Daß sich das an und für sich wasserunlösliche Bitumen durch Zusatz geeigneter Emulgatoren in Wasser emulgieren läßt, ist seit langem bekannt, und derartige Emulsionen finden im Straßenbau umfangreiche Verwendung. Jedoch sind diese meist mit Seifen unter Verwendung weichen Bitumens hergestellten Emulsionen für Anstrichzwecke wenig geeignet, da sie schon beim Verstreichen im Pinsel brechen und dann keinen zusammenhängenden Film ergeben. Geeignet sind vielmehr nur die sog. Dispersionen, deren Zerfall lediglich durch Verdunsten des Wassers erfolgt. Sie werden unter Verwendung wasserunlöslicher fester Stoffe (Bentonit, pulverisierte Braunkohle u. a.) nach besonderem Verfahren hergestellt, lassen sich mit Wasser in jedem Verhältnis verdünnen

und können sowohl mit dem Pinsel verstrichen als auch durch Spritzen aufgetragen werden. Besonders wichtig ist, daß sich nach diesem Verfahren auch härtere Bitumina ohne Schwierigkeiten verarbeiten lassen. Für Voranstriche werden i. allg. füllstofffreie, oft noch mit Wasser verdünnte Bitumenemulsionen verwendet, während man bei Deckaufstrichen zur Erzielung einer größeren Schichtstärke Füllstoffe, sog. Stellmittel, zusetzen kann. Hierbei wird auch Zement verwendet, dessen hydraulische Erhärtung man ausnutzt. Für die Herstellung farbiger Bitumenanstriche sind die Emulsionen besser geeignet als die Lösungen, da die Farbwirkung der Pigmente hierbei stärker in Erscheinung tritt.

Der Zusatz von Aluminiumpulver kann bei den Bitumenemulsionen im Gegensatz zu den Bitumenlösungen schon bei der Anlieferung erfolgen, da die „Politur“ der Bronze durch das wässrige Medium nicht angegriffen und die Schwimmfähigkeit infolgedessen nicht aufgehoben wird. Nach anfänglichen Schwierigkeiten ist die Entwicklung der bituminösen Anstrichmittel auf Emulsionsbasis heute zu einem gewissen Abschluß gekommen; die deutsche Reichsbahn hat nach umfangreichen Versuchen die Bitumenemulsionen für Abdichtungszwecke zugelassen und vorläufige Richtlinien für deren Beschaffenheit aufgestellt¹¹⁾.

Über die Heißanstrichstoffe ist verhältnismäßig wenig zu sagen, in den meisten Fällen können die von der Bitumenindustrie gelieferten Erzeugnisse ohne weitere Verarbeitung gebraucht werden. Bei der Auswahl ist lediglich darauf zu achten, daß ein Bitumen zur Anwendung kommt, das unter Berücksichtigung der erwarteten höchsten Wärmebeanspruchung den richtigen Tropfpunkt und unter Berücksichtigung der tiefsten Kältebeanspruchung den richtigen Brechpunkt aufweist.

In letzter Hinsicht dürfen die Anforderungen aber nicht übertrieben werden, da die Heißanstriche meistens auf starrer Unterlage aufgetragen sind und nicht auf Biegung beansprucht werden. Bei mechanischen Beanspruchungen durch Schlag und Stoß, auch in der Kälte, haben sich Beimischungen von anorganischen Füllstoffen in Form von Gesteinsmehlen und Asbestfasern bewährt. Hierdurch wird der Erweichungspunkt in die Höhe getrieben und der Brechpunkt herabgesetzt, kurz gesagt, die für die Beurteilung eines bituminösen Stoffes wichtige Spanne Erweichungspunkt-Brechpunkt erweitert. Es muß aber darauf geachtet werden, daß mit den Gesteinsmehlen nicht quellfähige Stoffe in die Anstrichmittel gelangen, die die Wasserfestigkeit herabsetzen.

Die Herstellung besonders hochwertiger, gefüllter Heißanstrichstoffe erfordert große Erfahrungen, und die Zusammensetzung ist oft ein Fabrikationsgeheimnis der einschlägigen Unternehmungen. Für Unterwasseranstrichmittel kommen unter dem Namen „Bitumenemallen“ Mischungen zur Anwendung, die außer Bitumen und Füllstoffen auch Teerpeche enthalten, oder es

Tabelle 10.

	Anstriche	Bitumen			Sonstige Bestandteile	Vorschriften
		Art	R. u. K. °C	Gehalt %		
Für Betonbauwerke	1. Lösungen					
	a) Voranstrich . .	R	55–70	30–45	organische Lösungsmittel	AIBL
	b) Deckanstrich	R	60–85	50–80	organische Lösungsmittel	AIBL
	c) pastenförmig .	R u. G	60–100	über 50	unter 35% Asbestfasern und Steinhohl. Rest organische Lösungsmittel	AIBL
	2. Emulsionen					
	a) Voranstrich . .	R	55–70	über 90	Wasser, Emulgator	AIBEm
	b) Deckanstrich	R	55–85	über 45	Wasser, Emulgator und bis 8% Mineralstoffe	AIBEm
	c) pastenförmig .	R	45–90	über 30	Wasser, Emulgator und bis 20% Mineralstoffe	AIBEm
	3. Heißstoffe					
Für Stahlbauwerke	a) heißflüssig . . .	R u. G	50–85	80–100	bis 20% Steinhohl. zulässig	AIBL
	b) pastenförmig .	R u. G	60–85	über 60	unter 40% Asbestfasern und Steinhohl.	AIBL
	1. Lösungen					
	a) Innenanstriche	R	50–70	über 55	organische Lösungsmittel	RoSt
	b) Außenanstriche	HVB	70–110	über 50	organische Lösungsmittel	—
	2. Heißstoffe	R u. G	60–120	60–100	unter 40% Asbestfasern und Steinhohl. Weichmacher	—
		R = Rückstandsbitumen HVB = Hochvakuumbitumen G = Geblasenes Bitumen AIBL = Vorläufige technische Lieferbedingungen für Abdichtungszwecke zu Ingenieurbauwerken AIBEm = Vorläufige Richtlinien für die Beschaffenheit von Bitumen-Emulsion für Abdichtungszwecke RoSt = Technische Vorschriften für den Rostschutz von Stahlbauwerken				

⁸⁾ J. V. Blom, Erfahrungen mit Bitumenanstrichen, Bitumen 4, 98 [1934].

⁹⁾ E. Asse, Zeitfragen industrieller Anstrichtechnik, Bücher der Anstrichtechnik II, Berlin 1937, S. 23 u. 29.

¹⁰⁾ H. Walther, Über die chemischen Vorgänge bei der Oxydation von Bitumen, Mitt. Dachpappenind. 1938, S. 135.

¹¹⁾ Druckschrift 835 06, Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin.

wird eine Mischung verwendet, die geblasenes Spezialbitumen, Füllstoffe und Vaseline (Mischung von Proto-Paraffinen und schwerem Mineralöl) als Weichmacher enthält. Einzelheiten gehen aus der Literatur, vor allem zahlreichen Patentanmeldungen hervor.

Tabelle 10 enthält, möglichst unter Berücksichtigung bestehender Vorschriften, für alle Schutzanstricharten Angaben über die zu verwendende Bitumenart, den Erweichungspunkt des Bitumens, den Gehalt an Bitumen und die sonstigen Bestandteile.

Anwendung und Verarbeitung.

Es kommen in erster Linie zwei Anwendungsgebiete in Frage, nämlich der Schutz von Betonbauwerken und der Schutz von Stahlbauten. Entsprechend den spezifischen Eigenschaften dieser Anstrichmittel handelt es sich in den meisten Fällen um Bauwerksteile, die im Erdreich oder unter Wasser liegen, also um Grundmauern, Stützmauern, Widerlager von Brücken, Unterführungen und ähnliche Bauten aus Beton und anderem Mauerwerk, die gegen Feuchtigkeit und aggressive Wasser (Meerwasser) geschützt werden müssen. Dazu kommen als oberirdische Bauwerke Wasserbehälter und Silos, bei denen der Schutzanstrich entweder einen Flüssigkeitsverlust oder einen Angriff des Betons, z. B. bei Grünfuttersilos durch die bei der Gärung zugesetzten oder entstehenden Säuren verhindern soll. Bei Stahlbauten sind es insbes. Walzenwehre, Schleusentore und Spundwände, die durch einen Anstrich gegen Korrosion zu schützen sind, ferner Feuchtigkeit und schädlichen Gasen ausgesetzte Stahlkonstruktionen, die aus den gleichen Gründen mit einem bituminösen Überzug versehen werden.

Bei Betonbauwerken muß der Beton vor dem Aufbringen des Schutzanstrichs vollkommen abgebunden und erhärtet sein. Die Flächen sind vor dem Streichen gründlich von Staub, Sand und sonstigen losen Bestandteilen zu reinigen. Bei Verwendung von Bitumenlösungen muß der Beton trocken sein und ist gegebenenfalls vor dem Aufbringen durch Aufstellen von Kokskörben oder mit der Lötlampe zu trocknen. Bei Bitumenemulsionen ist es nicht notwendig, daß der Beton trocken ist, vielmehr soll die Oberfläche einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen, so daß gegebenenfalls mit Wasser vorher angefeuchtet werden muß. Die Oberfläche des Bauwerks muß vor dem Aufstreichen entsprechend vorbereitet werden. Sie darf nicht zu rauh, aber auch nicht zu glatt sein. Unebenes Mauerwerk ist auszufugen und mit einem Putz zu versehen. Dieser soll glattgestrichen, aber nicht geglättet sein, da an einem etwas rauheren Putz die Anstrichmittel viel besser haften. Bei Grünfuttersilos wird von den Dienststellen des Reichsnährstandes ein glattgebügelter Putz für notwendig gehalten, vielleicht deshalb, weil hier der Putz schon vollkommen wasserdicht ist und der Anstrich den Beton lediglich gegen die Einwirkungen von Säuren schützen soll. Dazu kommt, daß bei derartigen Silobauten nur kaltflüssige Schutzanstriche angewendet werden, die immer einen glatteren Putz erfordern. Rauer Beton und unverputztes, unebenes Mauerwerk können mit dünnflüssigen Bitumenlösungen überhaupt nicht abgedichtet werden. Hierbei sind immer entweder Spachtelmassen oder Heißanstriche zu verwenden. Es versteht sich von selbst, daß mit steigender Beanspruchung die Stärke bzw. die Anzahl der Anstriche erhöht werden muß.

Platzmann¹²⁾ gibt für Bitumenlösungen Verbrauchsmengen an. Aus Tabelle 11 geht weiter hervor, welche effektiven Bitumenmengen und Schichtstärken bei den einzelnen Anstrichen aufgebracht werden.

Tabelle 11.

	Bitumenlösung g/m ²	Bitumenmenge g/m ²	Schichtstärke mm
1. Einmaliger Anstrich:			
a) Eisen oder Metall	150	75	0,075
b) Zementglattstrich	200	75	0,100
c) Rauhstrich	250	125	0,125
d) Rauhbeton	350	175	0,175
2. Zweimaliger Anstrich:			
a) Eisen oder Metall	200	100	0,100
b) Zementglattstrich	250	125	0,125
c) Rauhstrich	300	150	0,150
d) Rauhbeton	400	200	0,200
3. Zweimaliges Spritzen:			
a) Eisen oder Metall	175	87,5	0,087
b) Zementglattstrich	225	122,5	0,122
c) Rauhstrich	275	137,5	0,137
d) Rauhbeton	400	200	0,200

Die Zahlen entsprechen den von den Lieferfirmen i. allg. angegebenen Mengen. Auch bei zweimaligem Anstrich werden nur geringe Schichtstärken erzielt, besondere Schutzwirkungen können damit nicht erreicht werden. Es ist deshalb von Grün¹³⁾

¹²⁾ Asphalt u. Teer 39, 129 [1939].

¹³⁾ E. Grün, Schutz von Beton im Meerwasser, Tonind.-Ztg. 59, 1185, 1202, 1213 [1935].

schon wiederholt darauf hingewiesen worden, daß zur Erzielung eines dichten Anstrichs drei Schutzanstriche notwendig sind. Bei stärkeren Beanspruchungen, besonders wenn das Wasser größere Mengen betonschädigende Bestandteile enthält, oder wenn mit mechanischen Beschädigungen gerechnet werden muß, genügen kaltflüssige Schutzanstriche nicht mehr. In diesen Fällen sind mehrere Heißaufstriche aufzubringen oder es wird eine Schicht kalt zu verarbeitender Dichtungspaste aufgespachtelt. Hierdurch werden bei einem Verbrauch von 2 kg/m² ungefähr 2 mm starke Schutzschichten erhalten.

Zuerst ist immer ein dünnflüssiger Voranstrich aufzubringen, der in die Poren des Mauerwerks eindringt und eine gute Haftung der späteren Anstriche bewirkt. Folgen weitere kaltflüssige Anstriche, so soll zwischen den einzelnen Anstrichen eine Trockenzeit von mindestens 24 h, besser 3–4 Tagen, liegen. Dasselbe gilt für den Voranstrich vor Aufbringen des ersten Heißaufstrichs, während der zweite Heißaufstrich sofort nach dem vollständigen Erkalten aufgebracht werden kann. Heißanstriche ohne Voranstrichmittel aufzubringen, ist falsch, da jedes Mauerwerk Spuren von Feuchtigkeit enthält, die beim Auftrag der heißen Masse verdampft und ein Dampfpolster bildet, wodurch Blasenbildungen und Ablösungen der Schutzschicht hervorgerufen werden. Betonschutzanstriche werden i. allg. mit dem Pinsel oder dem Schrubber von Hand aufgebracht. Der Voranstrich ist kräftig einzubürsten, eine Vorschrift, die besonders für diejenigen Anstriche gilt, die infolge des entsprechend gewählten Lösungsmittels auch bei feuchtem Beton angewandt werden können. Bei größeren Bauvorhaben ist das Spritzverfahren vorzuziehen, da hierbei größere Flächen in der Zeiteinheit behandelt werden können und ein gleichmäßiger Auftrag erzielt wird. Es ist mit besonderen Maschinen in letzter Zeit auch gelungen, heißflüssige Bitumenmassen mit Füller- und sogar mit Faserzusatz aufzuspritzen.

In geschlossenen Räumen darf nicht gespritzt werden. Vor allem bei den dünnflüssigen Voranstrichen ist wegen der bestehenden Explosionsgefahr größte Vorsicht geboten. Damit die organischen Lösungsmittel schnell verdunsten können, soll für eine gute Belüftung von Innenräumen Sorge getragen werden.

Bei Verwendung von Bitumenemulsion muß darauf geachtet werden, daß der Beton zwar etwas feucht sein kann, aber nicht vollständig naß sein darf. Vor allem darf nicht auf von innen durchfeuchteten Beton gestrichen werden, weil dann die Anstriche auch nach längerer Trockenzeit nicht haften. Emulsionsanstriche sind besonders sorgfältig und kräftig aufzubürsten. Damit die Emulsion nicht schon im Pinsel bricht, soll immer mit sattem Pinsel (also mit Emulsionsüberschuß) gestrichen werden. Emulsionen erfordern verhältnismäßig lange Trockenzeiten, besonders wenn die Luft stark mit Feuchtigkeit gesättigt ist. In feuchten Räumen, die stets vollständig feuchtigkeitsgesättigte Luft enthalten, können deshalb Bitumenemulsionen überhaupt nicht verwendet werden. Auch nach längerer Trockenzeit enthalten die Emulsionsanstriche immer noch Spuren von Wasser. Es sollen deshalb auf Emulsionsvoranstriche nie Heißbitumenmassen aufgebracht werden, da es hierbei vorkommen kann, daß diese sich zusammen mit dem Emulsionsvoranstrich wie eine Haut abziehen lassen, weil infolge der Dampfbildung keine Haftung vorhanden ist. Außer Emulsionsdeckenstrichen können auch Bitumenlösungen und Spachtelmassen auf Lösungsmittelbasis verwendet werden. In der Anwendung dieser Kombination dürfte sogar ein gewisser Vorteil liegen, da dann auf feuchten Beton gestrichen werden kann und die Bitumenlösung für eine vollkommene Dichtung von oben her sorgt.

Bei Frostwetter darf mit Emulsionen nicht gearbeitet werden, es sei denn, daß die Emulsionen durch besondere Zusätze, z. B. Alkohol, frostsicher gemacht worden sind. Trotzdem muß berücksichtigt werden, daß bei kaltem Wetter die Verdunstung des Wassers sehr langsam vor sich geht, so daß warmes und trockenes Wetter für die Arbeiten mit Emulsionen besonders günstig ist. Gegen Schlagregen müssen frische Emulsionsanstriche geschützt werden. Gegebenenfalls sind abgewaschene Stellen bei Eintritt trockener Witterung nachzustreichen.

Ganz allgemein ist es bei allen Arten von bituminösen Anstrichen erforderlich, nach der Fertigstellung eine sorg-

fältige Überprüfung nach Fehlstellen durchzuführen. Diese sind dann auszubessern, da die kleinsten Fehler die Wirkung des gesamten Schutzanstrichs aufheben können. Bei Heißaufstrichen wird oft in der Weise vorgegangen, daß man alle undichten Stellen noch einmal mit der Lötlampe aufwärmt und auf diese Weise verschmilzt.

Die im Erdreich liegenden Anstriche werden nach der Fertigstellung hinterfüllt. Diese Arbeiten sind jedoch erst auszuführen, wenn der Anstrich vollkommen durchgetrocknet und erhärtet ist. Besonders lange Erhärtungszeiten erfordern die Spachtelmassen mit Lösungsmittelzusatz. Für die Hinterfüllung sollen nur Sand und feinkörniger Kies, nie aber scharfkantige Steinbrocken Verwendung finden, da diese sich leicht in den Schutzanstrich eindrücken und ihn auf diese Weise beschädigen. Auch lehmhaltiger Bodenaushub ist ungeeignet, da er den Wasserabfluß erschwert. Wird mit einer Steinpackung hinterfüllt, so sind die einzelnen Steine vorsichtig aufzuschichten, um eine Beschädigung der Anstriche durch die Ecken und Kanten zu vermeiden.

Bei sorgfältiger Arbeit und Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln kann mit den verschiedenen Arten von Bitumenanstrichen eine vollkommene Abdichtung von Bauwerken aus Beton oder anderem Mauerwerk gegen Feuchtigkeit erreicht werden. Vor allem gelingt es, den Beton und den Putz vor der Zerstörung durch chemische Angriffe zu schützen, so daß er die ihm gestellte Aufgabe erfüllen kann¹⁴⁾.

Wenn man Bauwerke gegen hydrostatisch drückendes Grundwasser abdichten will, genügen Anstriche allerdings nicht. Hier müssen wasserdruckhaltende Dichtungen nach DIN 4031 verwendet werden, die aus mehreren Lagen Bitumenpappe bestehen, die mit Bitumenklebmasse verklebt sind. Derartige Dichtungen können infolge ihrer Dehnfähigkeit auch Risse im Bauwerk überbrücken. Auf diese Art der Abdichtung näher einzugehen, würde aber über den Rahmen dieser Arbeit hinausführen.

Die im vorigen Abschnitt behandelten Arbeitsregeln für Betonschutzanstriche gelten sinngemäß auch für den Anstrich von Stahlbauwerken. Dazu kommen weitere Maßnahmen, die durch den beim Schutz von Eisen und Stahl vorliegenden besonderen Zweck, nämlich die Verhinderung der Rostbildung, bedingt sind.

Alle Stahlteile müssen vor dem Anstreichen von Schmutz, Staub und Rost, bei Erneuerungsanstrichen auch von verwitterten Resten des alten Anstrichs, gründlich gereinigt werden. Bei neuen Bauteilen soll nach den heutigen Erfahrungen¹⁵⁾ auch die Walzhaut vollständig entfernt werden, da zu befürchten ist, daß die Schicht nicht überall vollständig festsetzt und dann an diesen Stellen Unterrostungen auftreten. Man läßt infolgedessen Stahlbauteile vielfach zunächst einige Zeit im Freien liegen, bis durch den natürlichen Rostprozeß die Walzhaut so weit gelockert ist, daß sie leicht entfernt werden kann. Die Entrostung erfolgt entweder von Hand oder auf maschinellen Wege mit Sandstrahlgebläse oder rotierenden Hämmer und Bürsten. Bei kleineren Gegenständen kann die Entrostung auch auf chemischem Wege durch Säurebäder, Nachbehandlung mit Kalkmilch und Abspülen mit Wasser vorgenommen werden.

Vor dem Aufbringen des Deckaufstrichs werden i. allg. ein oder zwei Grundanstriche mit Bleimennige aufgetragen. Die Reichsbahn schreibt für die Oberflächen der Fahrbahnlagenträger, Buckelbleche und Eisenteile, die mit der Bettung in Berührung kommen, eine zweimalige Grundierung mit Bleimennige vor. Bei Unterwasseranstrichen zum Schutz von Schleusentoren und Wehren wird eine Mennigegrundierung nicht von allen Fachleuten für notwendig gehalten¹⁶⁾. Auf jeden Fall ist ein Grundanstrich mit Mennige überflüssig, wenn die Stahlteile mit einem Heißbitumenanstrich versehen werden. Kommen Bitumenlösungen zur Anwendung, ist es bestimmt das beste, wenn zwei Mennigevoranstriche angewandt werden. Es dürfen aber nur magere, ölarme Mennigefarben zur Anwendung kommen, da der Grundanstrich vollkommen durchgetrocknet sein muß, bevor die bituminösen Deckaufstriche aufgebracht werden. Unter günstigen Witterungsverhältnissen dürften Trockenzeiten von 3–4 Wochen ausreichend sein. Neuerdings sind schnelltrocknende Spezialfabrikate und sog. bitumenfeste Mennige entwickelt worden, die Trockenzeiten von nur wenigen Tagen, ja sogar Stunden benötigen¹⁷⁾. Nicht durchgetrocknete Mennigeanstriche werden nämlich von den Bitumenlösungen an-

gegriffen, indem die Lösungsmittel das Leinöl erweichen, wodurch Rißbildungen hervorgerufen werden. Besonders ist dies der Fall, wenn Benzolkohlenwasserstoffe als Lösungsmittel für das Bitumen Verwendung fanden. Da die Benzine ein wesentlich geringeres Lösungsvermögen haben, sollten für Anstriche auf Mennigegrundierung hauptsächlich benzinhaltige Bitumenlösungen genommen werden. Noch günstiger verhalten sich natürlich Anstriche mit Bitumenemulsionen, die überhaupt keine Lösungsmittel enthalten. Blom¹⁸⁾ berichtet über sehr gute Erfahrungen mit Bitumenemulsionen bei Unterwasseranstrichen sowohl bei dauernder Bewässerung als auch bei pendelnder Beanspruchung, auch wenn die Bitumenemulsionen ohne Grundierung direkt auf das Eisen aufgestrichen wurden.

Selbstverständlich müssen bei Anwendung von Bitumenlösungen und Bitumenheißstoffen die zu streichenden Eisenteile vollständig trocken sein. Die Eigenart der Eisenwasserbauwerke, bei denen die Notwendigkeit besteht, die Anstriche in den Monaten aufzutragen, in denen die Schifffahrt ruht, bringt in dieser Hinsicht vielfach große Schwierigkeiten mit sich. Man hat sich in einigen Fällen in der Weise geholfen, daß man bei Wehranlagen das Walzeninnere elektrisch heizte und die Walze von außen mit einem Holzgerüst abdeckte¹⁹⁾. Der Vorteil der Bitumenemulsionen, die auch bei feuchter Unterlage angewandt werden können, tritt hier wieder klar zutage.

Wegen der starken mechanischen Beanspruchung durch die Strömung und durch Treibeis finden bei Wasserbauwerken in immer größerem Umfang Heißanstriche Verwendung, die 2–5 mm stark gehalten werden. Wie schon oben erwähnt, ist eine Mennigegrundierung in diesem Fall nicht notwendig. Auf jeden Fall muß aber ein Voranstrich mit Bitumenlösung aufgebracht werden, um eine gute Haftung zwischen Untergrund und Anstrich zu erhalten. Die Verarbeitung der heißflüssigen, meistens füllhaltigen Bitumenmassen erfolgt entweder von Hand oder mit Spritzmaschinen. Das letztere Verfahren verdient den Vorzug, wenn große, glatte Flächen zu bearbeiten sind. Bei stark gegliederten Bauwerken ist es nur möglich, mit Bürsten von Hand zu arbeiten. Auf die Notwendigkeit einer zweckmäßigen Konstruktion, bei der alle Teile für die Bearbeitung gut zugänglich sind, soll auch an dieser Stelle hingewiesen werden.

Besondere Sorgfalt erfordert die Konservierung bereits stark korrodierter Stahlbauwerke. Hierüber hat die Emscher-Genossenschaft, Essen, umfangreiche Versuche angestellt, über die Wendigsen²⁰⁾ berichtet hat.

Werden bituminöse Schutzstoffe für den Außenanstrich von Stahlteilen verwendet, wie es in umfangreichem Maße der Fall ist, so ist zunächst eine Mennigegrundierung vorzunehmen, auf die dann nach dem Austrocknen der „Eisenlack“ in zwei- oder dreimaligem Auftrag gestrichen wird. Für derartige Anstriche sind mit Rücksicht auf die Lichtbeständigkeit Lösungen harter Rückstandsbitumina bzw. Hochvakuumbitumina anzuwenden.

Normen und Vorschriften.

Für die Normung von bituminösen Schutzanstrichen, insbes. Betonschutzanstrichen, sind schon frühzeitig Anregungen gegeben worden. Es ist das unbestrittene Verdienst von R. Grün²¹⁾, als erster auf die Notwendigkeit der Prüfung und die Ausarbeitung von Prüfverfahren hingewiesen und praktische Vorschläge gemacht zu haben. Als Grün dann später seine Prüfverfahren durch „Leitsätze für den Schutz von Beton gegen aggressive Einwirkungen durch Anstrich“²²⁾ ergänzte, waren die Grundlagen für zwei Normenentwürfe gegeben, die unter der Bezeichnung DIN DVM 3301 (Gütevorschriften) und DIN DVM 3302 (Prüfverfahren) im November 1930 erschienen, aber bis heute leider noch nicht zur Erledigung gekommen sind.

Als erste Behörde hat die Deutsche Reichspost Vorschriften für Bitumenanstrichmittel in eine ihrer Lieferbedingungen, die „Technischen Bedingungen für Kabelformstücke (KF) — DIN 457 und 1049 — und Abzweigkasten (AK)“ vom Mai 1928, aufgenommen. Die Prüfungen sollen nach den Vorschlägen von Grün durchgeführt werden. Im Jahre 1931 erschienen dann von der Deutschen Reichsbahn die „Vorläufige Anweisung für Abdichtung von Ingenieurbauwerken (AIB)“, die „Vorläufigen technischen Lieferbedingungen für Abdichtungsstoffe zu Ingenieurbauwerken (AIBL)“ und die „Technischen Vorschriften für den Rostschutz von Stahlbauwerken (Ro St)“. Die beiden ersten Vorschriften enthalten, wie bereits eingehend erwähnt, genaue Angaben über die Beschaffenheit, Prüfung und Verarbeitung von bituminösen Schutzmitteln für Betonbauwerke, die letztere für Stahlbauwerke. Eine Ergänzung der AIBL wurde 1939

¹⁴⁾ H. Marquardt, Unter welchen Voraussetzungen ist ein Betonschutzanstrich eine zuverlässige Abdichtung?, Bautenschutz 9, 105 [1936].

¹⁵⁾ E. Burkhardt, Neuere Arbeiten über Unterwasseranstriche von Stahlbauteilen, Der Rhein 1935, 34.

¹⁶⁾ E. Kändler, Der Unterwasseranstrich von Stahlteilen der Wasserbauten, Bitumen 5, 69 [1935].

¹⁷⁾ E. Meier, Problem des Eisenanstrichs. Bücher der Anstrichtechnik I, S. 24 (VDI-Verlag/Verlag Chemie, Berlin 1936).

¹⁸⁾ Bull. Schweizer. Elektrotechn. Vereins 1934, Heft 14.

¹⁹⁾ Bitumen 7, 53 [1937].

²⁰⁾ Tonind.-Ztg. 51, 1247 [1927].

²¹⁾ Ebenda 52, 824 [1928].

durch Herausgabe der „Vorläufigen Richtlinien für die Beschaffenheit von Bitumenemulsionen für Abdichtungszwecke“ vorgenommen.

In jüngster Zeit haben der Reichsnährstand und das Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft „Vorläufige Lieferungs- und Prüfungsbedingungen für säurefeste Schutzanstrichmittel zu Gärfutterbehältern“ herausgebracht. Diese Vorschriften, die sich auf die sog. Siloanstriche zum Schutz von Gärfutterbehältern und Kartoffeleinsäuerungsbehältern beziehen, wofür hauptsächlich bituminöse Anstrichmittel verwendet werden, lehnen sich ebenfalls an die Grün-schen Prüfvorschläge für Betonschutzanstriche an und berücksichtigen darüber hinaus die bei derartigen Bauten auftretenden besonderen Beanspruchungen²²⁾.

Während die Entwürfe von Grün und die Lieferbedingungen der Reichsbahn und Reichspost nur laboratoriums-mäßige Prüfungen kennen, wird bei den Vorläufigen Lieferungs- und Prüfungsbedingungen des Reichsnährstandes auch eine praktische Dauerprüfung über 3–5 Monate im Gärfutterbehälter durchgeführt, die entscheidend für die Zulassung ist.

²²⁾ P. Moldrick, Bitumen 9, 116 [1939]

Mittel, bei denen der Anstrich und der Putz angegriffen werden oder bei denen das Futter anklebt, scheiden aus und werden nicht anerkannt²³⁾. Die Verarbeitung der Anstrichmittel erfolgt bei dieser Prüfung nach den Angaben der Lieferfirmen. Anforderungen an den Erweichungspunkt des Bitumens und an die Zusammensetzung werden nicht gestellt. Hier besteht ein grundsätzlicher Unterschied zu den AIB-Vorschriften der Reichsbahn, in denen derartige Bestimmungen enthalten sind, die aber keine praktische Prüfung kennen. Es sollte das Ziel weiterer Untersuchungen sein, klarzustellen, welche Anforderungen in bezug auf Beschaffenheit des Bitumens und Bitumengehalt bei Siloanstrichen gestellt werden müssen, damit bei einer endgültigen Herausgabe der Lieferbedingungen auf die praktische Prüfung verzichtet werden kann. Notwendigenfalls sind die Prüfvorschriften durch Arbeitsvorschriften zu ergänzen, denn grundsätzlich sollen Normen und Lieferbedingungen so beschaffen sein, daß bei ihrer Erfüllung eine praktische Bewährung, in diesem Falle ein hinreichender Schutz der Bauwerke, gewährleistet ist.

Eingeg. 29. September 1939. [A. 103.]

²³⁾ Hildebrandt, Säureschutz bei Gärfutterbehältern, Technik in der Landwirtschaft 20, 112 [1939].

Über eine Sammlung technischer Rezepte aus dem 16. Jahrhundert

Von Dr. W. GANZENMÜLLER, Tübingen

Zu den wichtigsten Quellen für die Geschichte der angewandten Chemie gehören die am Ende des Mittelalters und in der Renaissancezeit aufkommenden Kunstbücher. Man versteht darunter Sammlungen von technischen Anweisungen aus allen möglichen Gebieten. Erst wenige davon sind gedruckt worden¹⁾, und eine umfassende Bearbeitung des Gegenstandes fehlt noch ganz. Sie wäre auch auf Grund der Drucke allein gar nicht möglich, da diese nur einen geringen Teil des vorhandenen Stoffs umfassen. Zuerst müßte einmal eine Übersicht über das vorhandene Material geschaffen werden, was nur auf Grund eingehender Durchsicht der in zahlreichen Bibliotheken befindlichen Handschriften möglich ist²⁾. Die Auswertung dieser gewaltigen Stoffmenge kann natürlich nur in Gemeinschaftsarbeit erfolgen, da ein solches Kunstbuch meist Rezepte aus den verschiedensten Gebieten bringt, so daß zahlreiche Sachkenner zu seiner Bearbeitung erforderlich sind. Eine besondere Schwierigkeit ergibt sich aus dem Umstand, daß man in vielen Fällen sich mit der bloßen Abschrift der Rezepte begnügt hat, ohne ihren Wert durch eigene Versuche festzustellen. Das ist besonders in alchemistischen Kreisen häufig der Fall gewesen, wo sich in der zweiten Hälfte des Mittelalters mehr und mehr eine Stubengelehrsamkeit breit machte, die ihre Aufgabe in der Sammlung möglichst zahlreicher Vorschriften erblickte, dabei aber äußerst unkritisch zu Werke ging. Hierher gehören u. a. die seit dem Altertum immer wieder aufgetischten Rezepte zur Erweichung von Glas und Kristall mit Bocksblut und ähnlichen Mitteln. Will man sichere Ergebnisse über das praktische Verfahren einer bestimmten Zeit gewinnen, so muß man sich auf Quellen stützen, die zuverlässige Angaben über die Herkunft der einzelnen Rezepte enthalten oder mit Rücksicht auf die Person des Sammlers vertrauenswürdig erscheinen. Auf eine solche, bis jetzt fast unbekannt gebliebene Sammlung dieser Art soll im folgenden hingewiesen werden.

Zusammengebracht wurde sie von dem Tegernseer Mönch **Wolfgang Sedelius** in den Jahren 1540–1558. Sie füllt zwei stattliche Quartbände mit 375 bzw. 247 Blatt und befindet sich heute in der Bayerischen Staatsbibliothek in München, der ich für die Erlaubnis zur Benutzung an meinem Wohnort zu besonderem Dank verpflichtet bin³⁾.

Beide Bände enthalten im Vorderdeckel ein Exlibris, ein Wappenschild mit einem aus zwei nach oben geöffneten Zirkeln gebildeten W, darunter ein S, darüber ein sechsstrahliger Stern, das Ganze um-

rahmt von einem Renaissanceportal mit der Jahreszahl 1545. Außerdem steht auf der ersten Seite jedes Bandes der Vermerk: „Ego sum fratris Wolfgangi Sedelii monachi tegriensis“ bzw. „Fratris Wolfgangi Sedelii ego sum“.

Ggm. 4117 begann ursprünglich mit der Überschrift: „Von mancherlai Hanndwerckskunsten das Ander Buech.“ Ob ein erstes Buch verlorengegangen oder ob von einer älteren Sammlung nur das zweite Buch abgeschrieben worden ist, läßt sich zunächst nicht entscheiden. Voraus gehen einige Eintragungen, die wohl von Sedelius selbst herrühren⁴⁾, auf den beiden Vorsatzblättern die Anweisung „Ein durchsichtig materi zu machen gleich wie ein schons Horn“ und auf der Rückseite des Titelblatts (lv) die Bemerkung „vom jungen thomen giesser zu münchen durch den Bischoff von Freising“, nebst Hinweis auf eine vom Schreiber begangene Auslassung auf Blatt 37. Von derselben Hand finden sich zahlreiche Randbemerkungen und Nachträge durch beide Bände hindurch. Der Text selbst, von einer flüssigen Schreiberhand, besteht aus zwei sehr ungleichen Teilen. Der erste enthält 10 Kapitel (1. wie man etlichen metallen pössere farb geben soll; 2. wie man Etzen soll auf eisen, Holtz vnd Andere; 3. wie man allerlai leim, kütten vnd lot machen soll; 4. wie man dem wachs manigerlay farb geben soll; 5. wie man etlich Hörte Corpora waich machen vnd ain tail giessen soll; 6. wie man ein massam oder taig machen soll zwe Helffen-bein, Corallen pildwerckh Opperiment, augstein vnd sand; 7. wie man waich metall hart machen soll als Stahel Eisen Zin vnd allerlay waffen. Die Herstellung des Scheidewassers wird durch eine rohe Federzeichnung verdeutlicht.

Der zweite Teil enthält nur ein einziges Kapitel: die Herstellung von Metallspiegeln aus verschiedenen Legierungen, wobei auch Antimon (d. h. Spießglanz) Verwendung findet. Hierzu Bl. 36 v von anderer Hand die Randbemerkung: „Antymonium gibt ein kunigl (= Regulus!) wen manñ flüssig macht cum sale communi allein, sagt Bartlme schobinger.“

Bl. 37 beginnt ein neuer Abschnitt mit der Überschrift: „Volgen etliche stuckh von Gießwerckh von dem . . fürsten vnd Herren . . Philipsen Bischouen zw Freising“ gegeben anno 1540 den 21. februarj. Er enthält allerlei Vorschriften über Formen und Abgießen in Gips, Zubereitung des Sandes zum Gießen, ferner „wie man silber vnd wismat zubereit; Lutum sapientie (Kunstlehm, mit dem die Alchemisten ihre Gefäße bestreichen, um das Springen im Feuer zu verhindern); ad fundendum medaio; zin oder pley zugießen; zwei Rezepte zum Gießen von Kristall. Herstellung besonders harter Formen, Färben von Gips, Impressio lapidis; ligni impressio und zuletzt „Ein pulver zw Messing oder kupffer zegiessen, von Hörtzog Otto Hainrich“.

Weitere Rezepte hat Sedelius von Bartholomäus Schobinger erhalten, dem bekannten Kaufmann aus St. Gallen, der durch

¹⁾ Ernst Darmstadt-er, Berg-Prober- und Kunstbüchlein München, 1926.

²⁾ Eine solche Durchsicht nimmt zurzeit im Auftrag der Redaktion des Gmelin-Handbuchs der Verfasser vor mit dem Ziel, einen Überblick über das in den deutschen Bibliotheken vorhandene handschriftliche Material zur Geschichte der Chemie zu gewinnen und in einer Kartei niederzulegen, die in den Räumen der Gmelin-Redaktion, Berlin W 35, Tiergartenstr. 10, den Fachgenossen zur Benutzung zur Verfügung steht. Vgl. E. Pietsch, Sinn und Aufgaben der Geschichte der Chemie, diese Ztschr. 50, 939 [1937].

³⁾ Cod. germ. (Ggm) 4117 und 4118. Näheres über die Person des Sedelius (Seidl?) s. P. Lindner, Familia St. Quirini, Oberbayr. Arch. 50.

⁴⁾ Es ist dieselbe Hand, von der auch die eben erwähnten Eigentumsvermerke herrühren. Diese sowie die zahlreichen Randbemerkungen können nur von Sedelius selber stammen. Dem widerspricht allerdings, daß Ggm 4118 Bl. 132 ein Eintrag von anderer Hand sich findet, der mit der Bemerkung schließt: W. S. 1551 propria manu scripsit, was doch wohl als Wolfgang Sedelius aufzulösen ist. Dann müßten aber die Eigentumsvermerke und die zahlreichen Verbesserungen am Rand und im Text von einem anderen stammen, was doch nicht anzunehmen ist. Ich möchte daher eher vermuten, daß ein Ungenannter den Eintrag nach einer Notiz des Sedelius gemacht hat, die mit den Worten schloß: W. S. propria manu scripsit.

⁵⁾ Meichelbeck's Historia Frisingensis weiß allerdings von einer besonderen Vorliebe dieses Bischofs für derartige Arbeiten nichts zu sagen.