

## Aluminium und Aluminiumlegierungen in der chemischen und ihr verwandten Industrie.

Von Dr. J. DORNAUF, Frankfurt a. M.]

(Eingeg. 18. Mai 1928.)

Die metallischen Baustoffe, die uns die Erde in unbegrenzter Menge gibt und die in der industriellen Verwertung eine bedeutende Rolle spielen, wie z. B. Eisen, Zink, Nickel, Blei und in jüngster Zeit das Aluminium, gehören zur unedlen Metallgruppe. Für die unedlen Metalle ist der reine Metallzustand nur erzwungen, weshalb sie mit zunehmendem unedlen Charakter immer mehr dazu neigen, in eine stabilere Form ihrer Oxyde oder sonstigen Salzverbindungen überzugehen. Diese Zustandsänderung bezeichnet man, soweit sie nicht absichtlich herbeigeführt wird, als Korrosion.

Einen systematischen Überblick über den physischen Zustand der einzelnen Metalle gibt die elektrische Spannungsreihe, die in Tabelle 1 die wichtigsten Metalle enthält:

Tabelle 1.

Metalle	Ion	N-Volt	
Kalium . . . . .	K I	- 2,925	unedle Metalle
Natrium . . . . .	Na I	- 2,715	
Magnesium . . . . .	Mg II	- 1,800	
Aluminium . . . . .	Al III	- 1,300	
Mangan . . . . .	Mn II	- 0,921	
Zink . . . . .	Zn II	- 0,770	
Cadmium . . . . .	Cd II	- 0,420	
Chrom . . . . .	Cr II	- 0,400	
Eisen . . . . .	Fe II	- 0,340	
Kobalt . . . . .	Co II	- 0,230	
Nickel . . . . .	Ni II	- 0,200	
Zinn . . . . .	Sn II	- 0,146	
Blei . . . . .	Pb II	- 0,132	
Wasserstoff . . . . .	H I	± 0,000	
Kupfer . . . . .	Cu II	+ 0,346	edle Metalle
Silber . . . . .	Ag I	+ 0,799	
Platin . . . . .	Pt IV	+ 0,865	
Gold . . . . .	Au III	+ 0,990	

Die Kenntnis der Spannungsreihe ist von praktischer Bedeutung, indem sie die chemische Reaktionsfähigkeit der Metalle bis zu einem gewissen Grad wiedergibt. Ähnlich wie beim Eintauchen eines Metalles in die Lösung eines edleren Metalles letzteres metallisch abgeschieden wird, und das unedle in Lösung geht, verlaufen auch viele Korrosionsprozesse. In Metallen und Legierungen befinden sich metallische oder nichtmetallische Bestandteile, die sich mehr negativ oder mehr positiv, also edler oder unedler als das Grundmetall verhalten und dadurch, entsprechend ihrer elektromotorischen Kraft, zu galvanischen Reaktionen führen, deren elektrochemischer Verlauf durch die Spannungsreihe festgelegt ist.

Obwohl fast bei allen Korrosionserscheinungen Elektrolyte vorhanden sind, so ist dennoch die Korrosion kein rein elektrolytisches Phänomen. Zahlreiche Faktoren, die die Korrosionsgeschwindigkeit beeinflussen, treten in Erscheinung, die von U. R. Evans in „The Corrosion of metals“, 189, zusammengefaßt wurden. Als korrosionsbeeinflussend gelten: die Natur des vorherrschenden Metalles; die Temperaturen; die Anwesenheit im Metall von Körnern, die sich physikalisch von der Mehrzahl der Körner unterscheiden, obwohl sie chemisch

mit diesen übereinstimmen; das Vorhandensein innerer Spannungen im Metall; die Natur der in fester Lösung enthaltenen Verunreinigungen und die Konzentration jeder dieser Verunreinigungen; die Natur der als besondere Phasen vorhandenen Verunreinigungen, deren Gesamtmenge und die Verteilung jeder Art im Material; die Natur anderer mit dem geprüften Gegenstand in Berührung stehender Metalle und das Verhältnis der von beiden dargebotenen Oberflächen; die Geschwindigkeit, mit der Sauerstoff zu der Metalloberfläche dringen kann und — falls diese nicht gleichförmig ist — die Verteilung der Sauerstoffkonzentration an verschiedenen Stellen; die Natur und Konzentration der in der Flüssigkeit enthaltenen Salze; die Wasserstoffionenkonzentration der Flüssigkeit; die Konzentration von Stoffen, die die Passivierung zu fördern oder zu hindern neigen.

Von diesen Punkten, die in dem Buch von Evans eingehend behandelt werden, sei nur einiges über die Passivitätserscheinungen, die für manche Baustoffe von besonderem Wert sind, hervorgehoben. Einige unedle Metalle, wie Chrom und Eisen, haben infolge ihrer Passivität oft geringere Lösungspotentiale, wie die in der Spannungsreihe festgelegten. Infolgedessen ist auch die Korrosion von den in inaktivem Zustand befindlichen Metallen und Legierungen eine geringere, als man ihren Normalpotentialen entsprechend annehmen sollte. Besonders bei Aluminium, das durch seine schützende Oxydhaut sehr oft passiv wird, ist diese Erscheinung für das korrosionschemische Verhalten von größter Bedeutung. Potentialmessungen mit Aluminium und Aluminiumlegierungen in 3%iger Kochsalzlösung zeigen z. B. gewöhnlich infolge der Passivität ein Potential von nur 0,3 bis 0,4 Volt. Dadurch kommt es vor, daß Metalle, wie z. B. Cadmium mit einem Normalpotential von 0,42 Volt, in einer Kombination mit Aluminium sich unedler verhalten und daher als Korrosionsschutz für Aluminium Verwendung finden können<sup>1</sup>).

Leider lassen sich auch die Passivitätserscheinungen nicht gesetzmäßig erfassen. Da eine große Zahl von Einwirkungen besteht, können leicht Veränderungen im chemischen Verhalten der passivierten Werkstoffe auftreten, so daß diese ihre volle Aktivität wieder erhalten. Die sich widersprechenden Literaturangaben über gleiche Korrosionsvorgänge sind zum größten Teil auf solche Fälle zurückzuführen.

Die Korrosionsforschungen sind infolge dieser vielen Einwirkungsmöglichkeiten auf die rein empirischen Ergebnisse angewiesen, die aus der Praxis stammen oder durch Lösungsversuche im Laboratorium ermittelt wurden. Die Untersuchungen über das Verhalten von Aluminium und Aluminiumlegierungen in der chemischen und ihr verwandten Industrie zu sammeln und auszuwerten, soll Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein.

Reinaluminium wird als 98-, 99- und 99,5%iges Metall in der chemischen Industrie verwandt. Seine Korrosionsfestigkeit ist abhängig von dem Reinheitsgrad, so

<sup>1</sup>) J. Dornauf, Cadmium als Korrosionsschutz für Leichtmetalle, Korrosion u. Metallschutz 4, 97 [1928].

daß zwischen dem 98- und 99,5%igen Metall ein beachtenswerter Korrosionsunterschied besteht. Das Metall enthält Verunreinigungen an Silicium und Eisen, von denen hauptsächlich das letztere die chemische Beständigkeit zu beeinflussen vermag. Für Gußstücke wird das Reinaluminium kaum benutzt, da es sehr schlechte Gießeigenschaften und geringe technologische Werte hat (Tabelle 19). Die Walz- und Preßfabrikate des Reinaluminiums finden dagegen in der chemischen und ihr verwandten Industrie viel Verwendung, da sie technisch leicht herzustellen sind und infolge des Knetvorganges günstigere mechanische Eigenschaften erhalten.

In der Aluminium verarbeitenden Industrie werden hauptsächlich drei Typen von Aluminium-Gußlegierungen und zwei Typen von thermisch vergütbaren Preß- und Walzlegierungen hergestellt, die sich jede nach ihrer Art gut verarbeiten lassen und gute technologische Werte haben. Es handelt sich um folgende Gußlegierungen:

Aluminium-Silicium-Legierung SILUMIN, 13% Si, Rest Al,  
Al-Cu-Legierung, amerikanische Legierung, 8% Cu, Rest Al,  
Al-Zn-Cu-Legierung, deutsche Legierung, 8 bis 10% Zn,  
2 bis 4% Cu, Rest Al,

sowie um die Walzlegierungen:

Al-Cu-Mg-Legierung Duralumin, 2,7% Cu, 0,4% Mn, 0,5% Mg,  
Rest Al,  
Al-Cu-Si-Legierung Lautal, 4,4% Cu, 2,3% Si, Rest Al.

Die metallischen Zustände haben jedoch, wie schon darauf hingewiesen wurde, einen erheblichen Einfluß auf die chemische Widerstandsfähigkeit einer Legierung, und es gibt für Aluminium nur wenige Legierungskomponenten, wie etwa Silicium, Mangan und Antimon, die die Korrosion nicht fördern. Wie aber aus der vorstehenden Aufzählung der gebräuchlichsten Aluminiumlegierungen ersichtlich ist, finden Kupfer- und Zinkzusätze am meisten Anwendung, da durch diese Legierungsbildner gute technologische Werte erzielt werden. Über die Korrosionseigenschaften dieser Legierungen wird im nachfolgenden kurz ein systematischer Überblick gegeben.

Eine besonders gute Legierung stellt die binäre Aluminium-Siliciumlegierung Silumin dar, die außer ihren hohen mechanischen Eigenschaften auch noch die gute chemische Widerstandsfähigkeit von 99,5%igem Aluminium besitzt. Der metallographische Aufbau des Silumins ist folgender. Aluminium löst bei normaler Abkühlung etwa 0,5% Silicium; der Rest des Siliciums, etwa 12%, besteht aus einer eutektischen Mischung von Aluminium- und Siliciumkristallen. Es ist durchaus nicht nötig, die eutektische Konzentration der Legierung genau einzuhalten, da sowohl die untereutektische Legierung mit ihren Aluminiumdendriten wie die übereutektische mit ihren Siliciumausscheidungen keine besonderen Lokalelemente zwischen den einzelnen Kristallarten ausbildet. Der untereutektischen Struktur wird jedoch der Vorzug gegeben.

Ganz gleich, in welcher Form nun das Silicium vorhanden ist, seine charakteristischen chemischen und physikalischen Eigenschaften kommen doch voll zur Geltung. Silicium ist in starken und schwachen Mineralsäuren, ausgenommen Flußsäure, fast unlöslich. Gegen die Einwirkung von Atmosphärrillen, Salzlösungen und organischen Säuren ist es absolut beständig. Es ist weiterhin wie Graphit nur ein Halbleiter der Elektrizität, wodurch der Spannungsunterschied zwischen Aluminium und Silicium sich wesentlich weniger auswirkt, als wenn Silicium die Leitfähigkeit eines Metalls hätte. Die Passivierung des Aluminiums wird durch die Anwesenheit von Silicium beständiger. Die Arbeiten von

Richardson<sup>2)</sup> haben ergeben, daß Silicium bei hochsiliciertem Eisen einen ähnlichen Passivitätseffekt auszuüben vermag. Lösungsversuche von Reinaluminium und Silumin in verschiedenen Säuren haben oft gezeigt, daß Reinaluminium aktiv wird, während sich Silumin passiv verhält (s. Tabellen 2—5).

V. 250. Silumin.

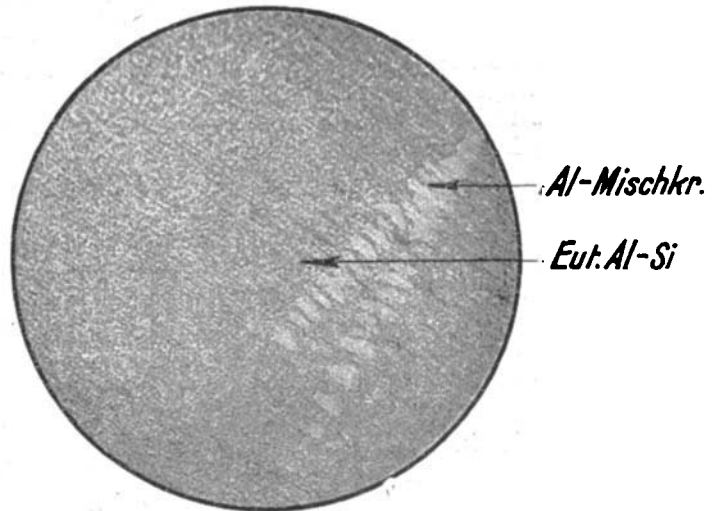


Abb. 1.

Die Verunreinigung des technischen Aluminiums besteht in der Hauptsache aus Eisen, von dem auch Silumin etwa 0,6% enthält. Im Reinaluminium tritt das Eisen an den Korngrenzen als  $Al_3Fe$ -Kristallart auf und kann dadurch das zwischenkristalline Vordringen der Oxydation fördern. Im Silumin ist das Eisen als ternäre  $AlSiFe$ -Kristallart im Eutektikum eingelagert, so daß seine korrosionschemische Wirkung stark gemildert wird. Ferner haben Silumin-Gußstücke, auch wenn sie noch so kompliziert sind, keine nennenswerten inneren Spannungen, durch die bekanntlich auch die Korrosion gefördert wird. Das Gefüge der Legierung ist dicht und daher bei entsprechenden Wandstärken für Gase und Flüssigkeiten undurchlässig. Für die chemische und besonders für die pharmazeutische und Lebensmittelindustrie ist es bemerkenswert, daß Silumin keinerlei gefärbte und gesundheitsschädliche Korrosionsprodukte ausbildet.

Die Aluminium-Kupferlegierung, auch amerikanische Legierung genannt, eignet sich als weiterer Repräsentant einer binären Aluminiumlegierung besonders gut, dem Siluminotypus gegenübergestellt zu werden. Unter normalen Abkühlungsverhältnissen gehen bei Aluminiumsandguß etwa 1—2% Cu in feste Lösung, während sich die übrigen Kupfermengen als  $Al_2Cu$ -Verbindungen ausscheiden. Die Untersuchungen von Desch<sup>3)</sup> haben an 4% AlCu-Legierungen örtliche Anfressungen (pittings) festgestellt, die an den  $Al_2Cu$ -Kristallen aufgetreten sind, und es hat sich deutlich gezeigt, daß dieser Kristallart die Eigenschaften von Lokalelementen zukommen. Die in der Praxis benutzten Aluminium-Kupferlegierungen haben infolge des hohen Kupfergehaltes von etwa 8% keine guten korrosionschemischen Eigenschaften.

Die Aluminium-Kupfer-Zinklegierung, deutsche Legierung, ist ebenfalls eine oft gebrauchte Gußlegierung. Zink bildet mit Aluminium Mischkristalle. Obwohl diese

<sup>2)</sup> Richardson, Trans. Amer. electrochem. Soc. 38, 265 [1920].

<sup>3)</sup> G. W. Desch, Trans. Faraday Soc. 11, 202 [1915].

Metall in der Spannungsreihe neben dem Aluminium steht und an und für sich genügend korrosionsfest ist, wirkt es auf die chemische Beständigkeit der Legierung ungünstig. Es scheint, als ob Zink im Gegensatz zu Silicium die Passivität des Aluminiums stark vermindert. Das Kupfer der deutschen Legierung findet sich teils gelöst, teils wie bei der amerikanischen Legierung als Al<sub>2</sub>Cu-Kristallart vor.

V. 256. Deutsche Legierung.

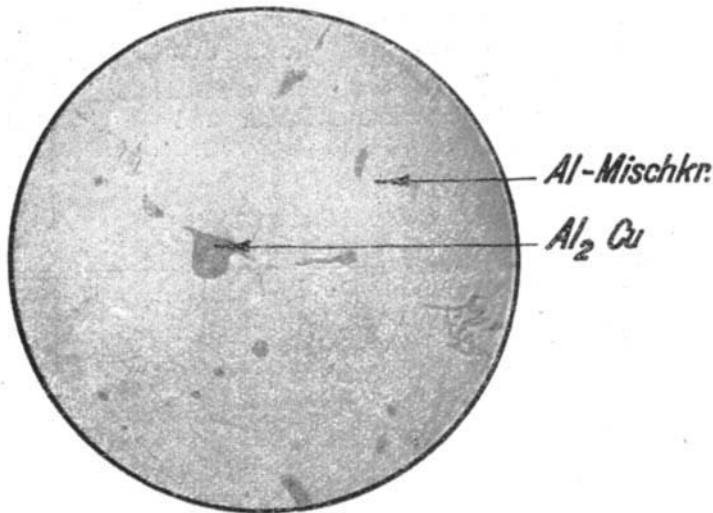


Abb. 2.

V. 250. Amerikanische Legierung.

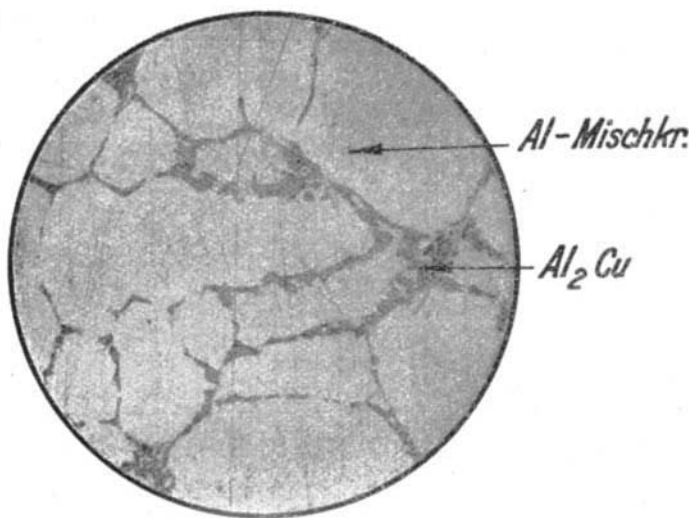


Abb. 3.

Von diesen drei in der Technik am meisten gebrauchten Gußlegierungen besitzt die deutsche Legierung schlechte chemische Qualitäten, die amerikanische mittlere, während die binäre Aluminium-Siliciumlegierung die gute Qualität des Reinaluminiums aufweist.

Die Bestrebungen, Aluminiumlegierungen mit einer höheren chemischen Beständigkeit wie das Grundmetall, ähnlich den Eisen-Chromlegierungen, zu schaffen, führten zu der KS-Seewasserlegierung<sup>\*)</sup>. Wenn auch diese Legierung in chemischer und technologischer Hinsicht noch nicht ganz das Ziel erreicht hat, so ist doch ein beachtenswerter Erfolg in dieser Richtung zu verzeichnen, der eine besondere Eignung der Legierung für die chemische Industrie erwarten läßt. Die KS-Seewasserlegierung enthält: etwa 0,5% Antimon, 3% Mangan und

<sup>\*)</sup> R. Sterner-Rainer, Die Legierung KS-Seewasser, Ztschr. Metallkunde 7, 282 [1927].

2,5% Magnesium. Dem Antimon schreibt man einen Teil der Schutzwirkung zu, was jedoch noch nicht ganz feststeht. Das Antimon soll sich in chlorhaltigen Lösungen in Antimonchlorid umsetzen, das allmählich in Antimonoxychlorid übergeht und einen Schutzfilm bildet. Bei oxydierenden Angriffen findet wahrscheinlich eine Umlagerung in Antimonoxyd statt, das ebenfalls eine Schutzwirkung ausüben soll. Korrosionschemisch günstig wirkt sich noch Mangan, das als MnAl<sub>3</sub> in der Legierung vorkommt, aus, da diese Kristallart mit dem Grundmetall keine großen Spannungsunterschiede aufweist. Das Magnesium in der Legierung als Magnesium-Aluminium-Mischkristall im Verein mit dem unvermeidlichen Mg-Si-Eutektikum hat mehr technologischen als korrosionschemischen Einfluß.

In den nachfolgenden Tabellen werden Korrosionsversuche mit Aluminium-Gußlegierungen wiedergegeben. Vergleichsweise ist auch noch Gußeisen hinzugezogen worden, um das Verhalten dieses wichtigen Werkstoffes den Aluminiumlegierungen gegenüberstellen zu können. Die Probekörper waren in Abmessungen von 20×70×3 mm gegossen, die Prüfung erfolgte durch Bestimmung des Gewichtsverlustes.

Tabelle 2.

Schwefelsäure, konz. (spez. Gew. 1,84).  
Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	190	450	690	980	} Aluminium
g/qm	21	47	196	203	
Std.	190	450	690	980	} Silumin
g/qm	22	38	147	182	
Std.	190	450	690	980	} Amerik. Leg.
g/qm	14	59	273	332	
Std.	190	450	690	980	} Deutsch. Leg.
g/qm	16	39	448	483	
Std.	190	450	720	800	} Gußeisen
g/qm	24	45	75	96	

Tabelle 3.

Salpetersäure, konz. (spez. Gew. 1,4).  
Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	190	450	690	980	1170	} Aluminium
g/qm	96	527	566	878	1274	
Std.	190	450	690	980	1170	} Silumin
g/qm	71	227	257	399	510	
Std.	190	450	690	980	1170	} Amerik. Leg.
g/qm	97	365	413	667	916	
Std.	190	450	690	980	1170	} Deutsch. Leg.
g/qm	260	1005	1038	1299	1713	
Std.	190	380	720	800		} Gußeisen
g/qm	1721	5067	6055	6825		

Tabelle 4.

Essigsäure, 5%ig.  
Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	200	350	440	600	740	} Aluminium
g/qm	1	1,7	3	4	6	
Std.	200	350	520	600	800	} Silumin
g/qm	0,6	1,7	2,6	3,5	4,8	
Std.	200	350	520	610	740	} Amerik. Leg.
g/qm	2	6	12	20	30	
Std.	200	350	440	600	740	} Deutsch. Leg.
g/qm	9	15	28	41	55	
Std.	190	380	720	1000	1170	} Gußeisen
g/qm	1039	3286	5354	7267	8226	

Tabelle 5.  
Milchsäure, 5%ig.

Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	200	280	440	600	800	} Aluminium
g/qm	0,8	1,4	2,7	4	5,3	
Std.	200	350	440	610	800	} Silumin
g/qm	1,4	1,8	3,2	4,7	5,4	
Std.	200	380	440	600	800	} Amerik. Leg.
g/qm	2	3,4	7,8	12	17	
Std.	200	380	440	600	800	} Deutsch. Leg.
g/qm	6	14	27	44	65	
Std.	190	380	720	1000	1170	} Gußeisen
g/qm	1037	1929	2955	3817	4700	

In Tabelle 6 ist das Verhalten von Reinaluminium in Salpetersäure verschiedener Konzentration bei höheren Temperaturen wiedergegeben, woraus hervorgeht, daß auch selbst in aggressiven Lösungen, die den passiven Zustand des Reinaluminiums beseitigen, oft mit einem günstigeren Verhalten des Silumins gerechnet werden kann.

Tabelle 6.

Lösungsversuche von Aluminium und Silumin in HNO<sub>3</sub> verschiedener Konzentration bei höheren Temperaturen.

25%ige Salpetersäure bei 40° C.  
Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden.

Std.	10	20	30	50	} Aluminium
g/qm	82	200	386	691	
g/qm	101	191	334	557	} Silumin

35%ige Salpetersäure bei 90° C.  
Gewichtsabnahme in g/qm in Stunden.

Std.	5	15	20	} Aluminium
g/qm	840	1610	3050	
Std.	5	15	20	} Silumin
g/qm	781	1124	2430	

25%ige Salpetersäure bei 60° C.  
Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden.

Std.	10	20	30	50	} Aluminium
g/qm	570	1070	1910	2440	
g/qm	319	525	968	1254	} Silumin

68%ige Salpetersäure bei 90° C.  
Gewichtsabnahme in g/qm in Stunden.

Std.	5	15	25	} Aluminium
g/qm	394	1302	2372	
g/qm	244	618	1134	} Silumin

Die Tabellen 7 und 8 zeigen weiter das günstige Verhalten von Aluminium, Silumin sowie der deutschen und amerikanischen Legierung bei der Einwirkung von Naßdampf und Sattdampf. Diese Versuche sind für den Apparatebau, in dem mit diesen Einwirkungen oft gerechnet werden kann, besonders interessant.

Tabelle 7.

Naßdampf, 1 Atm. abs. ca. 100° C.  
Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	400	600	800	1000	} Aluminium
g/qm	+ 4,3	+ 4	+ 4	+ 4	
Std.	400	600	800	1000	} Silumin
g/qm	+ 2,8	+ 2,5	+ 2,5	+ 2,8	
Std.	400	600	800	1000	} Amerik. Leg.
g/qm	+ 6,3	+ 6,3	+ 7,2	+ 7,2	
Std.	400	600	800	1000	} Deutsch. Leg.
g/qm	+ 12	+ 11,7	+ 13,2	+ 13,2	

Tabelle 8.

Sattdampf, 13 Atm. abs. ca. 200° C.  
Gewichtsabnahme i. g/qm Oberfläche i. Std. b. Zimmertemperatur.

Std.	20	60	100	140	200	} Aluminium
g/qm	+ 1,9	+ 2,8	+ 3,4	+ 3,7	+ 4,6	
Std.	20	60	100	140	200	} Silumin
g/qm	+ 0,3	+ 0,3	+ 2,4	+ 2,7	+ 0,8	
Std.	20	60	100	140	200	} Amerik. Leg.
g/qm	+ 3,8	+ 4,9	+ 15	+ 17,5	+ 16	
Std.	20	60	100	140	200	} Deutsch. Leg.
g/qm	+ 12	+ 25	+ 47	+ 47	+ 37,2	

Nachfolgend sind noch einige Korrosionsversuche mit verschiedenen Lösungsmitteln von Bedeutung wiedergegeben, in denen Reinaluminium und auch Silumin nicht merklich der Zerstörung unterworfen sind.

Tabelle 9.

Schwefelsäure, 5%ig.  
Gewichtsabnahme i. g/qm Oberfläche i. Std. b. Zimmertemperatur.

Std.	140	290	440	600	800	} Aluminium
g/qm	18	100	273	510	721	
Std.	140	280	440	600	900	} Silumin
g/qm	21	100	245	476	690	
Std.	140	280	440	600	800	} Amerik. Leg.
g/qm	19	73	191	384	504	
Std.	140	280	440	600	800	} Deutsch. Leg.
g/qm	23	83	230	510	791	
Std.	190	380	720	800		} Gußeisen
g/qm	2724	5583	5900	9756		

Tabelle 10.

Schwefelsäure, 25%ig.  
Gewichtsabnahme i. g/qm Oberfläche i. Std. b. Zimmertemperatur.

Std.	140	290	440	600	800	} Aluminium
g/qm	71	248	538	893	1038	
Std.	140	280	440	600	800	} Silumin
g/qm	65	205	744	1485	2182	
Std.	190	450	690	980		} Amerik. Leg.
g/qm	192	1237	1647	1968		
Std.	190	450	690	980		} Deutsch. Leg.
g/qm	370	1479	2206	2283		
Std.	190	380	720	Nach 800 Std. vollständig aufgelöst		} Gußeisen
g/qm	3860	10 000	17 000			

Tabelle 11.

Salpetersäure, 5%ig.  
Gewichtsabnahme i. g/qm Oberfläche i. Std. b. Zimmertemperatur.

Std.	140	280	440	600	800	} Aluminium
g/qm	46	241	442	814	1160	
Std.	140	280	440	600	800	} Silumin
g/qm	76	355	647	1033	1416	
Std.	140	280	440	600	800	} Amerik. Leg.
g/qm	676	755	814	1527	2242	
Std.	140	280	440	600	800	} Deutsch. Leg.
g/qm	285	590	709	1229	1620	
Std.	190	380	720	800		} Gußeisen
g/qm	12 855	14 183	14 371	15 630		

Tabelle 12.

Salpetersäure, 25%ig.  
Gewichtsabnahme i. g/qm Oberfläche i. Std. b. Zimmertemperatur.

Std.	140	280	440	600	800	} Aluminium
g/qm	140	500	800	1200	1500	
Std.	140	280	440	600	800	} Silumin
g/qm	108	249	420	628	800	
Std.	140	Probe nach 280 Std. vollständig aufgelöst				} Amerik. Leg.
g/qm	2090					
Std.	140	Probe nach 280 Std. vollständig aufgelöst				} Deutsch. Leg.
g/qm	1780					
Std.	190	380	720	Nach 800 Std. vollständig aufgelöst		} Gußeisen
g/qm	2954	9770	18860			

Tabelle 13.

Sodalösung, 5%ig.

Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	48	190	350	520	780	} Aluminium
g/qm	56	61	114	156	192	
Std.	170	340	500	660	900	} Silumin
g/qm	33	33	58	72	86	
Std.	48	190	350	520	780	} Amerik. Leg.
g/qm	41	39	54	67	70	
Std.	48	190	350	520	760	} Deutsch. Leg.
g/qm	14	17	33	59	69	
Std.	170	340	500	670		} Gußeisen
g/qm	+0,2	+0,4	+0,7	+0,7		

Tabelle 14.

Natronlauge, 5%ig.

Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	2	5	11	33	Probe	} Aluminium
g/qm	111	506	1324	3080	aufgelöst	
Std.	2	5	11	33	81	} Silumin
g/qm	124	318	673	1370	2223	
Std.	2	5	11	33	81	} Amerik. Leg.
g/qm	157	521	1339	2773	3046	
Std.	2	5	11	33	81	} Deutsch. Leg.
g/qm	86	246	687	2212	3195	
Std.	190	380	720	1000	1170	} Gußeisen
g/qm	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	

Tabelle 15.

Weinsäure, 5%ig.

Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	300	450	600	800	900	} Aluminium
g/qm	0,5	1,4	1,5	1,9	2	
Std.	310	450	610	800	900	} Silumin
g/qm	0,9	1,4	2	2,8	3,2	
Std.	200	450	600	800	900	} Amerik. Leg.
g/qm	1	1,3	3,9	6	7,5	
Std.	310	450	600	800	900	} Deutsch. Leg.
g/qm	1,5	5,8	10	14	19	
Std.	190	380	720	1000	1170	} Gußeisen
g/qm	313	680	1086	1384	1754	

Tabelle 16.

0,2% Wasserstoffsperoxyd + 1% Kochsalz-lösung.

Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

Std.	50	145	240	360	430	} Aluminium
g/qm	1,8	5,1	9,5	12,6	15,6	
Std.	50	145	240	360	430	} Silumin
g/qm	5,6	18,4	36,2	45	54	
Std.	50	145	240	360	430	} Amer. Leg.
g/qm	71,8	102	167	210	250	
Std.	50	145	240	360	430	} Deutsch. Leg.
g/qm	89,7	165	237,8	340	416	
Std.	50	145	240	360	430	} Gußeisen
g/qm	47	78	115	175	212	

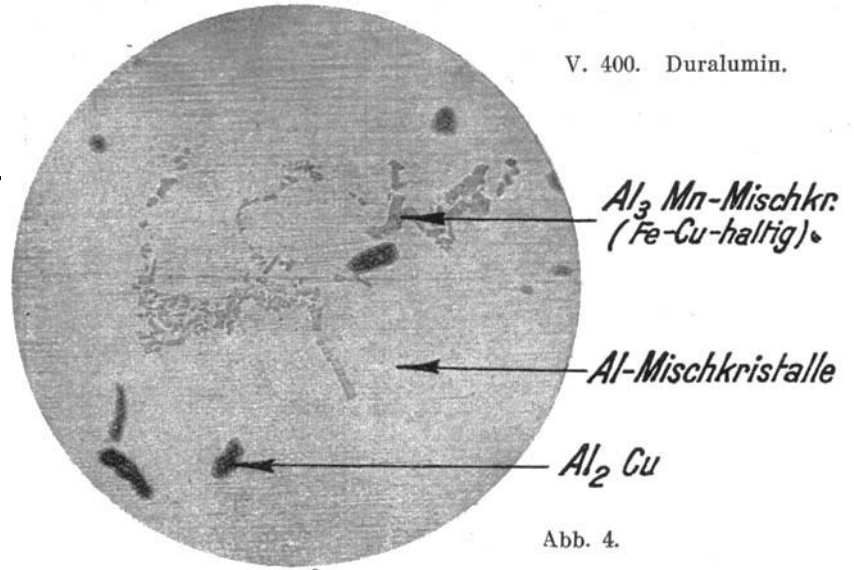
Tabelle 17.

Mischsäure, 10% Schwefelsäure + 80% Salpetersäure.

Gewichtsabnahme in g/qm Oberfläche in Stunden bei Zimmertemperatur.

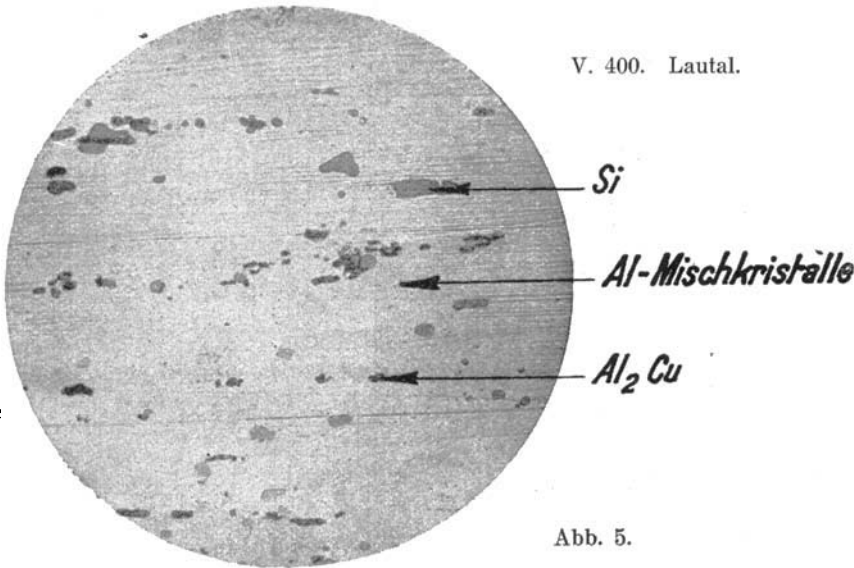
Std.	200	392	590	790	950	} Aluminium
g/qm	5	9	12	13	15	
Std.	200	390	590	790	950	} Silumin
g/qm	2,5	6,2	9	11	13	

Die Walz- und Preßmaterialien haben gegenüber dem Guß, von den technologischen Werten zunächst abgesehen, eine glatte, dichte Oberfläche, auf der sich die Korrosionsprodukte weniger festsetzen können als bei rauen Sandgußflächen. Die Unterschiede zwischen harter und weicher Qualität machen sich korrosionschemisch bemerkbar<sup>5)</sup>, und zwar pflegt in der Regel das weiche Material, das ohne innere Spannung ist, sich günstiger zu verhalten. Bei den knetbaren Leichtmetallen unterscheidet man solche ohne thermische Vergütung, wie Reinaluminium und Silumin, und solche mit thermischer Veredelung, zu denen vor allem Duralumin und



V. 400. Duralumin.

Abb. 4.



V. 400. Lautal.

Abb. 5.

Lautal gehören. Das chemische Verhalten von Aluminium und Silumin ist schon bei den Gußlegierungen behandelt worden, so daß nur noch einige Lösungsversuche mit Blechen weicher und harter Qualität wiedergegeben sind. Duralumin und Lautal enthalten Komponenten, die in erster Linie auf die technologische Wirkung abgestimmt sind.

Der Kupfergehalt beider Legierungen ist, wie schon bei der amerikanischen und deutschen Legierung beschrieben, korrosionsfördernd. Die verschiedenen

<sup>5)</sup> E. Heyn u. O. Bauer, Zersetzungserscheinungen an Aluminium und Aluminiumgeräten, Mitt. Materialprüf.-Amt Berlin-Dahlem, Heft 1 u. 2 [1911].

Kristallarten, wie sie aus den Mikrobildern zu ersehen sind, haben eine solche chemische Aktivität, daß die Legierungen gegenüber Reinaluminium und Silumin beträchtlich an Korrosionsfestigkeit einbüßen.

Der Typus der deutschen und amerikanischen Legierung hat schlechte Kneteeigenschaften bei nur geringer Steigerung der physikalischen Werte, so daß diese Legierungen keine Verwendung als Walz- und Preßmaterialien finden.

Als Korrosionsprüfmethode für Blechlegierungen wurde eine neue Bestimmungsart gewählt, bei welcher der Festigkeitsverlust ermittelt wurde\*). Der Angriff an diesen Blechen ist durch die Korrosionsgeschwindigkeit festgelegt, und zwar wurde die Korrosionsgeschwindigkeit V in mm/100 Tage an 1-mm-Blechen nach 100 Tagen Versuchsdauer aus der Abnahme der Festigkeit ermittelt.

Tabelle 18.

Nr.	Material	Korrosionsgeschwindigkeit	
		durch Atmosphäre	Sprühkorrosion mit 3%iger Kochsalzlösung
1	Aluminium 99,5% weich . . .	0,014	0,032
2	" 99,5 " hart . . .	0,007	0,011
3	" 99 " weich . . .	0,016	0,037
4	" 99 " hart . . .	0,08	0,012
5	Silumin weich . . .	0,09	0,018
6	" hart . . .	0,010	0,066
7	Duralumin veredelt . . .	0,019	0,362
8	thermisch vergütete Al-Cu-Legierung . . .	0,021	0,190
9	Eisen . . .	0,046	0,086

Die besondere Eignung des Reinaluminiums und des Silumins für die chemische Industrie ist aus diesen Zahlenwerten ersichtlich.

Die physikalischen und technologischen Daten der Guß- und Knetlegierungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengefaßt.

Tabelle 19.

Material	Zustand	spez. Gewicht	Festigkeit	Dehnung	Härte
		kg/dm <sup>3</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	%	Brinell
Reinaluminium . . .	gegossen	2,7	10	1 6	20
Silumin . . .	"	2,65	18-23	5-10	60
Deutsche Legierung . . .	"	2,9	12-17	2-4	55
Amerik. Legierung . . .	"	2,9	12-15	1-2	60
Aluminiumblech 1 mm . . .	hart	—	17	5	—
Aluminiumblech 1 mm . . .	weich	—	10	35	—
Aluminiumstangen 20 mm . . .	"	—	10	35	20
Siluminblech 1 mm . . .	hart	—	25	5	—
Siluminblech 1 mm . . .	weich	—	16	25	—
Siluminstangen 20 mm . . .	weich	—	16	16	40-50
Duralumin . . .	veredelt	2,8	38-41	18-21	115
Lautal . . .	"	2,75	38-42	18-25	90-110

Für die chemische Industrie sind Aluminium und Silumin auch als Walzfabrikate von besonderem Interesse, da sie von den besprochenen Aluminiumlegierungen die beste chemische Widerstandsfähigkeit besitzen. Silumin kann in vielen Fällen Aluminium gegenüber der Vorzug gegeben werden, da seine Festigkeit und auch seine Härte durchschnittlich 50-80% höher liegen, so daß man, wenn Reinaluminium mit Silumin ersetzt wird, durch die erhöhte Festigkeit eine entsprechende Materialersparnis erzielen kann. Da Aluminium und

Silumin keinen thermischen Vergütungsprozeß durchmachen, können beide Metalle ohne Schwierigkeit autogen geschweißt werden. Als Zuführungsmetall bei Silumin dient reines Silumin, damit die Korrosion der Schweißnähte vermieden wird. Selbst die kompliziertesten Schweißungen reißen beim Silumin nicht und können sofort großen Temperaturschwankungen ausgesetzt werden. Durch mechanische Bearbeitung der Schweißnaht kann diese verdichtet und die physikalischen Werte dadurch verbessert werden. Ein weiterer Vorteil des Silumins gegenüber dem Aluminium besteht in dem geringeren spezifischen Gewicht und dem kleineren Wärmeausdehnungskoeffizienten von nur 0,000 022, während der des Reinaluminiums 0,000 025 beträgt.

Nachdem nun das chemische Verhalten der einzelnen Leichtmetall-Legierungen gezeigt wurde und damit die Eignung der Leichtmetalle für die chemische Industrie festgelegt ist, folgt eine Sammlung von Beobachtungen und Erfahrungen aus der Praxis, die man mit Reinaluminium gemacht hat und die auch für Silumin gelten können. Es bedarf nach dem eingangs Gesagten keiner näheren Erklärung, daß die tabellarischen Angaben nur als Richtlinien zu gelten haben. Die Tabellen sollen dem Ingenieur und dem Chemiker die Bedeutung des Aluminiums als Baustoff in der chemischen Industrie vor Augen führen und die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten zeigen.

Die Zusammenfassung enthält zahlreiche Versuche auf dem Gebiet der anorganischen und organischen Chemie, die in vielen Literaturstellen zerstreut sind. Soweit genaue, zahlenmäßige Ergebnisse vorlagen, sind diese angeführt, weniger präzise Angaben sind in Gruppen mit der Bezeichnung I bis V zusammengefaßt worden. Besondere Verwendung haben folgende Literaturstellen gefunden:

Mitteilungen der Al.-Beratungsstelle: Chem.-Ztg. 1924, 65, 90, 941; 1925, 571, 915. — How Metals Stand up against Corrosion: Chem. metallurg. Engin. 1924, vol. 31/2. — Ergebnisse der Untersuchungen über die Angreifbarkeit des Aluminiums durch chemische Agenzien. W. C. Heraeus, Hanau, Abt. Aluminium. — Korrosionsuntersuchungen an Leichtmetallen. Forschungslaboratorium der Metallbank u. Metallurgischen Gesellschaft A.-G., Frankfurt a. M.

1. Anorganische Gruppe.

Bezeichnung des Angriffes:

1. 0 g Gewichtsverlust bedeutet . . . . . I
2. 0,001-0,009 g Gew.-Verlust auf qm bedeutet . . . II
3. 0,01-0,09 g " " " " " III
4. 0,1-0,9 g " " " " " IV
5. 1 g und mehr " " " " " V

Name	Versuch		Gew.-Verlust g/m <sup>2</sup>	Verwendungsgebiet
	t°	Zeit		
Alaun-Lauge . . . . .	—	—	V	Eindampf-apparate
Ammoniumhydroxyd . . . . .	—	14 J.	I	Rohrleitungen, Apparate zur Fabrikation, Heizschlangen
Ammoniak-Luftgemisch . . . . .	300	—	II	Rohrleitungen
Ammoniumnitrat . . . . .	—	—	II	Apparate zur Fabrikation
Ammoniumnitratlauge . . . . .	heiß	—	II	Kühlanlagen
Ammoniumchlorid 20% und 50% . . . . .	20	41 Tage	3,9	
Bariumchlorid:				
1% . . . . .	20	18 h	14	
10% . . . . .	20	18 h	94	
konz. . . . .	20	18 h	21	

\*) J. Czochralski u. E. Schmid, Neue Wege der Korrosionsforschung, Ztschr. Metallkunde, Heft 1 [1928].

Name	Versuch		Gew.-Verlust g/m <sup>2</sup>	Verwendungs- gebiet	Name	Versuch		Gew.-Verlust g/m <sup>2</sup>	Verwendungs- gebiet
	t <sup>o</sup>	Zeit				t <sup>o</sup>	Zeit		
Bariumhydroxyd	20	6 Wch.	4,7	Trockenkästen	Salpetersäure:				
konz.	20	15 "	23,3		5%	20	96 h	5,2	
Borsäure	—	—	III		192 h			10,8	
Brom	—	—	V		288 h			17,7	
Calciumchlorid-Lösung	—	—	III		384 h			22,7	
Calciumsulfat-Lösung	—	—	III		60	96 h	110	164,3	
Calciumcarbonat-Lösung	—	—	III		192 h				
Calciumhydroxyd-Lösung	20	3 Wch.	10,6		10%	20	96 h	13,5	
konz.	20	15 "	62,8		192 h			22,5	
Chlor	—	—	V		288 h			39,7	
Chromoxyd	—	—	II		384 h			45	
Eisensulfat:					60	96 h	143,3	239,1	
1%	20	24 h	0,7		192 h				
10%	20	24 h	2		25%	20	96 h	9,1	
konz.	20	24 h	2,1		192 h			30,1	
1% sied.	—	1 h	0,2		288 h			62,6	
10%	—	1 h	2,8		384 h			88,6	
konz.	—	1 h	12		60	96 h	334	597	
Flußsäure	—	—	V		192 h				
Jod	—	—	V		50%	20	96 h	30	
Kaliumcarbonat	—	—	III		192 h			79	
Kaliumsulfat	—	—	III		288 h			114,7	
Kaliumchlorid	—	—	V		384 h			148	
Kaliumnitrat	—	—	I		60	96 h	511	990	
Kaliumchlorat	—	—	I		192 h				
Kalilauge:					60%	20	96 h	33	
0,01 n	20	3 Wch.	17,8		192 h			61	
0,01 n	20	15 "	38,7		288 h			126	
Kohlensäure	—	—	I		384 h			169	
Kupferchlorid	—	—	IV		60	96 h	583	1081	
Kupfersulfat	—	—	IV		192 h				
Magnesiumchlorid	—	14 Tage	0,2		70%	20	96 h	30	
Natriumcarbonat					192 h			76	
0,5 und 2%	20	8 "	3,9-10		288 h			130	
10%	20	8 "	45		384 h			167	
feuchtes Salz	20	8 "	45		60	96 h	492	966	
Natriumbicarbonat					192 h				
0,5, 2 u. 10%	20	8 "	1,3		85%	20	96 h	44,7	
feuchtes Salz	20	8 "	3,9		192 h			84	
Natriumchlorid					288 h			97	
2%, 5%	20	8 "	3,9		384 h			147	
10%	20	8 "	7		60	96 h	495	983	
feuchtes Salz	20	8 "	7		konz. spez. Gew. 1,39	20	96 h	27,4	
Natriumnitrat	—	—	I		192 h			66	
Natronlauge	20	3 Wch.	6,2		288 h			96	
0,01 n	—	15 "	31,2		384 h			143	
Nitrosegase trocken		3 J.	II		60	96 h	372	776	
Nitrosegase feucht		3 J.	II		192 h				
Nitriersäure	80 ü. 80	—	II IV		Rohrleitungen, Bleche, Kühlrohre, Druckkessel	Salzsäure	—	V	
Phosphorsäure					Tanks für Kesselwagen, Wiegegefäße	1 n	20	3 Wch.	21,1
0,1-1% konz.	20	—	II IV		Waschgefäße I. Nitrocellulose	1 n	20	15 "	105,5
Quecksilbersalze	—	—	V		Schwefel	175	24 h	I	
Salpetersäure:					Schwefelammonium	heiß	—	I	
1%	20	96 h	3,6		Schwefeldioxyd	200	—	I	
192 h			6,7		Schwefl. Säure:				
288 h			10,6		0,2%	20	10 Tage	6	
384 h			14,9		3%	20	10 "	8	
60	96 h		31,4		5%	20	10 Tage	9	
192 h			40		10%	20	10 "	8	
3%	20	96 h	4,6		Schwefelsäure:				
192 h			9,6		konz.	—	—	IV	
288 h			15,2		0,1 n	—	3 Wch.	14,4	
384 h			20,4		0,1 n	—	15 "	72,2	
60	96 h		78,5		Schwefelwasserstoff	—	—	I	
192 h			114,5		Stickstoff	—	—	I	
					Wasser	sied.	—	I	
					Wasser, kohlen- säurehaltig	—	—	II	Misch- und Ab- füll-Apparate
					Wasserdampf:				
					Trockendampf	—	9 Tage	I	
					Sattdampf	—	9 "	0,8	



2. Organische Gruppe.

Bezeichnung des Angriffes:

1. 0 g Gewichtsverlust bedeutet . . . . . I
2. 0,001—0,009 g Gew.-Verlust auf qm bedeutet II
3. 0,01—0,09 g . . . . . III
4. 0,1—0,9 g . . . . . IV
5. 1 g und mehr . . . . . V

N a m e	Versuch		Gew.-Verlust g/m <sup>2</sup>	Verwendungsgebiet
	t <sup>o</sup>	Zeit		
Acetanilid . . . . .	114	10 h	I	Dest. Kessel Horden
Acetessigester . . . . .	181	10 h	II	
Aceton . . . . .	56	10 h	I	
Alkohole . . . . .	—	—	I	
Alkaloide . . . . .	—	—	I	
Äther . . . . .	35	10 h	I	
Äthylalkohol:				
2% . . . . .	20	211 Tg.	0,9	
5% . . . . .	20	211 "	0,5	
20% . . . . .	20	211 "	0,15	
40% . . . . .	20	211 "	0,3	
75% . . . . .	20	211 "	0,4	
100% . . . . .	20	211 "	1,4	
Äthylenbromid . . . . .	20	10 "	I	
Äthylenchlorid . . . . .	20	10 "	I	
sied. . . . .	60-70	10 "	I	
sied. . . . .	10	"	I	
Ameisensäure:				
3% . . . . .	20	6 Wch.	7	
10% . . . . .	20	6 "	9	
20% . . . . .	20	6 "	10	
50% . . . . .	20	18 Tage	15	
Ameisensaure Tonerde . . . . .	—	—	II	
Amylacetat:				
+ 50% Wasser . . . . .	20	8 Wch.	I	
+ 50% Benzin . . . . .	20	8 "	I	
+ 90% Benzin . . . . .	20	8 "	I	
Amylalkohol . . . . .	130	10 h	IV	
Anilin . . . . .	185	10 h	III	
sied. . . . .	—	—	IV	
Acid s. Bleiacid . . . . .	—	—	IV	
Baldriansäure:				
10% . . . . .	18	7 Tage	0,39	
25% . . . . .	18	7 "	1,3	
50% . . . . .	18	7 "	1,5	
konz. . . . .	18	7 "	0,35	
10% . . . . .	60	7 "	3,9	
25% . . . . .	60	7 "	3,5	
50% . . . . .	60	7 "	7	
konz. . . . .	60	7 "	1,3	
Benzol . . . . .	—	—	I	
Benzaldehyd 1—50% . . . . .	100	10 h	IV	
Bernsteinsäure 1—50% . . . . .	100	10 h	III	
Blausäure . . . . .	—	—	I	
Bleiacid . . . . .	—	—	II	
Buttersäure:				
10% . . . . .	18	7 Tage	0,52	
25% . . . . .	18	7 "	0,52	
50% . . . . .	18	7 "	1,3	
konz. . . . .	18	7 "	3,9	
10% . . . . .	60	7 "	1,3	
25% . . . . .	60	7 "	2,6	
50% . . . . .	60	7 "	7,8	
konz. . . . .	60	7 "	10,4	
Butylalkohol . . . . .	100	10 h	I	
Campher . . . . .	175	10 h	I	
Carbolsäure s. Phenole . . . . .	—	—	—	
Chloräthyl . . . . .	18	250 h	IV	
Ceresin s. Wachs . . . . .	—	—	—	
Citronensäure:				
1—50% . . . . .	100	20 h	III	
konz. . . . .	—	—	II	
Copale . . . . .	—	—	II	
Essigsäure:				
1% . . . . .	20	4 Wch.	2	
3% . . . . .	20	4 "	2	
5% . . . . .	20	4 "	2	
10% . . . . .	20	4 "	2	
25%, 50%, 60%, 70%, 85%, 96% . . . . .	20	4 "	2	

N a m e	Versuch		Gew.-Verlust g/m <sup>2</sup>	Verwendungsgebiet	
	t <sup>o</sup>	Zeit			
Essigsäure:					
1%, 3%, 5% . . . . .	sied.	24 h	30—40		
10%, 25%, 50% . . . . .	"	24 h	20—30		
60%, 70% . . . . .	"	24 h	10		
85% . . . . .	"	24 h	5		
Essigsäure:					
1 n . . . . .	18	3 Wch.	19,5	Appar.z. Fabrik.	
1 n . . . . .	18	15 "	95		
Eisessig . . . . .	sied.	48 h	2		
" . . . . .	"	72 h	3		
" . . . . .	"	96 h	4		
" . . . . .	"	120 h	5		
Essigäther, konz., etw. Essig- und Schwefel- säure anwesend . . . . .	—	—	II		
Essigsäure Tonerde . . . . .	—	—	II		
Fruchtessig: . . . . .	kalt	—	I		
99% (22,5% Säure) . . . . .	sied.	—	I		
Sprittessig wie Essigsäure. Farbstoffe . . . . .	—	—	II		
Ferro-Cyankalium . . . . .	100	10 h	I	Bleche, Horden	
Ferri-Cyankalium, 10 bis 15% W.-Lsg. . . . .	100	10 h	I		
Fettsäure:					
1—99% . . . . .	—	—	I	Trockenbottiche Montejus, Über- steigrohre, Kondens. Schlangen	
100% . . . . .	—	—	II		
Fettsäurelösung . . . . .	—	—	II	Bottiche, Filter- pressen, Dest.- Kessel	
Formaldehyd . . . . .	100	3 Mt.	I		Transportbehält.
Gallusgerbsäure 1—50% . . . . .	100	10 h	III		
Gelatine . . . . .	15	—	I		
Glycerin . . . . .	100	10 h	I		
Harnstoff . . . . .	—	—	I		
Harze . . . . .	—	—	I	Wasserdampf- dest. Destill. Gefäße	
Ketone . . . . .	—	—	I		
Krapplack, etw. Phosph- säure enthaltend . . . . .	—	14 J.	II	Appar.z. Fabrik.	
Kresole, konz. . . . .	—	—	I		
Kümmelöl . . . . .	100	10 h	I	Appar.z. Fabrik.	
Leinölfirnis . . . . .	—	—	II		
Margarinsäure . . . . .	—	—	I		
Methylalkohol . . . . .	100	10 h	I		
2% . . . . .	20	211 Tg.	0,45		
5% . . . . .	20	211 "	0,6		
20% . . . . .	20	211 "	0,2		
40% . . . . .	20	211 "	0,7		
75% . . . . .	20	211 "	3,2		
100% . . . . .	20	211 "	1,6		
Milchsäure 0,4%, 0,5%, 2%, 3%, 5%, 10%, 25% . . . . .	30	14 "	I	Gefäße	
Naphthol: 1—99% . . . . .	100	10 h	I		
konz. . . . .	100	10 h	II		
Naphthylamine . . . . .	50	10 h	II		
Nitrocellulose . . . . .	—	—	II		
Nitrobenzol . . . . .	15	—	II		
Olivöl . . . . .	100	10 h	II		
Ölsäure . . . . .	100	10 h	III		
Oxalsäure:					
1—60% W.-Lsg. . . . .	—	—	III		
1 n . . . . .	18	3 Wch.	13,3		
1 n . . . . .	18	15 "	66,7		
Oxalsäureäthylester . . . . .	186	10 h	I		
Palmitinsäure 100% . . . . .	70	—	I		
Paraffin . . . . .	—	—	II	Appar.z. Fabrik.	
Paraldehyd, etw. Essigs- u. Schwefelsäure enth. . . . .	—	—	I		
Phenole:					
Carbolsäure konz. . . . .	102	—	II	Appar.f. Formal- dehyd - Carbolsäure- Gemisch, Feindest. - Apparate	
1%, 3%, 10%, 50% . . . . .	18	2 J.	II		
1%, 3%, 10%, 50%, 75% . . . . .	70	10 "	I		
konz. . . . .	70	10 "	I		
konz. . . . .	70	10 "	I		



N a m e	Versuch		Gew.-Verlust g/m <sup>2</sup>	Verwendungsgebiet
	t <sup>o</sup>	Zeit		
Propionsäure . . . . .	—	—	I	Kesseleinsätze, Gießpfannen
Propylalkohol . . . . .	100	10 h	I	
Pyrogallol . . . . .	100	10 h	I	
Resorcin . . . . .	100	10 h	I	
Rhodankalium . . . . .	100	10 h	I	
Rhodanammonium . . . . .	100	10 h	I	
Ricinusöl . . . . .	100	10 h	I	
Rüböl . . . . .	100	10 h	I	
Seife . . . . .	—	—	I	
Stearinsäure . . . . .	70	—	I	
Sulfonal . . . . .	125	10 h	I	
Tanninsäure s. Gallusgerbsäure.	—	—	I	
Teeröl, rein . . . . .	—	—	I	
„ phenolhaltig . . . . .	—	—	III	
Terpentinöl . . . . .	100	10 h	I	
Tetrachlorkohlenstoff . . . . .	18	2 Mt. sied. 2 „	I	
Traubenzucker 10—60% W.-Lsg. . . . .	100	10 h	I	
Trichloräthylen, etw. Essigs. u. Schwefels. enth. Weinsäure: . . . . .	—	—	II	
1—60% . . . . .	10	480 h	III	
1 n . . . . .	18	3 Wch.	0,9	
1 n . . . . .	15	„	4,7	
Wachs (Dämpfe) . . . . .	—	—	I	
Zuckerlösungen . . . . .	—	—	II	

3. Sonstiges.

Bezeichnung des Angriffes:

1. 0 g Gewichtsverlust bedeutet . . . . . I
2. 0,001—0,009 g Gew.-Verlust auf qm bedeutet II
3. 0,01—0,09 g „ „ „ „ III
4. 0,1—0,9 g „ „ „ „ IV
5. 1 g und mehr „ „ „ „ V

N a m e	Gew.-Verlust g/m <sup>2</sup>	Verwendungsgebiet
Beton, 4 Wochen bei 18° . . . . .	2—3,5	Rost- und Hochofen-Windformen
Bremsflüssigkeit: 58% Glycerin, 20% Kaliumchromat } 4 Wochen lang	I	
0,1% Natronlauge NaOH	4,8	
Hochofengase . . . . .		
Kokslaugen, konz., 1 Monat bei 20° . . . . .		

N a m e	Gew.-Verlust g/m <sup>2</sup>	Verwendungsgebiet
Kühlflüssigkeiten:		
33% Magnesiumnitrat	28	3 Tage bei 20°
24% Magnesiumchlorid		
29% Magnesiumnitrat		
+5% Calciumcarbonat	3,1	6 Wochen bei 20°
20% Magnesiumnitrat		
+20% Calciumcarbonat	14	6 Wochen bei 20°
20% Natriumsulfatlösung		
25% Ammoniumnitratlösung	0,7	6 Wochen bei 20°
40% Natriumnitratlösung		
25% Natriumchlorid	11,8	6 Wochen bei 20°
45% Calciumchlorid		
Aetherische Oele . . . . .	I	Dest. Blasen, Flaschen
Aktivin zur Desinfektion von Brauereitanks . . . . .	I	Gärbottiche, Lagertanks, Kellereigeräte, Mannlochringe
Bier (keine Beeinflussung des Geschmacks) . . . . .	I	
Fruchtsäure . . . . .	II	Fässer
Jauche . . . . .	II	
Liköre (keine Beeinflussung des Geschmacks) . . . . .	II	Milchtanks, Milchkannen, Käseform.
Milch . . . . .	II	
Rübenlaugenzucker . . . . .	IV	Kellereigeräte, Transportfässer, Passiermaschine, Trommeln, Abläufe, Schutzbleche, Pfannen, Kessel, Konservendosen
Wein (keine Beeinflussung des Geschmacks) . . . . .	II	
Konservenfabrikation . . . . .	II	
Kunstseidenindustrie . . . . .	II	Spinntöpfe, Spulen, Leisten, Schutzbleche
Zahnärztliche Materialien . . . . .	II	

Apparate für die chemische Industrie.

Autoklaven	Gärbottiche	Mulden
Becher	Hähne	Ölbäder
Behälter	Heber	Salpetersäurearmatur.
Beizkörbe	Horden	Sandbäder
Bottiche	Hohlmasse	Schmelzkessel
Bottich-Deckel	Kannen	Schutzdeckel
Destillationskolonnen	Kessel	Schöpflöffel
Destillationskessel	Klammern	Töpfe
Einkochkessel	Klärkessel	Transportbehälter
Fassungen f. Thermometer	Kühltanks	Trichter
Filterpressen	Kristallisierschal.	Trommeln
Filterrahmen	Kübel	Ventile
Flaschenkapseln	Kühler	Vorratsbehälter
	Lagerfässer	Zentrifugen.

[A. 129.]

## Über das Verhalten von Lignin und Chlorlignin bei der Herstellung von Zellstoff mittels Chlor.

(II. Mitteilung.)

Von Prof. Dr. P. WAENTIG, Dresden.

(Eingeg. 2. Juli 1928.)

(Fortsetzung von S. 980.)

In den hier folgenden Zahlentafeln X und XI und XII sind nun eine Anzahl Versuche zusammengestellt, die die Wirkung der Extraktion mit Alkohol bei verschiedener Vorbehandlung und an verschiedenem Untersuchungsmaterial darstellen. Auch hier wurden die Versuchsbedingungen so gewählt, daß ein gut bleichbarer Zellstoff erhalten wurde.

Die Chlorierung geschah auch hier unter Verwendung von Kühlflüssigkeit, und zwar wurde hierzu ein-

mal Wasser, das andere Mal 15%ige Salzsäure angewandt, letztere wiederum, um die Verhältnisse kennenzulernen, die bei einer HCl-Anreicherung in der Kühlflüssigkeit zu erwarten sind. Durch diese Arbeitsweise, die bei ligninreichem Fasermaterial zur Erzielung einer intakten Faser kaum zu umgehen sein dürfte, wird schon ein Teil des Lignins in die wässrige Flüssigkeit übergeführt, der keineswegs unbedeutend ist. Von