

Kapitel 28

Anorganische chemische Erzeugnisse; anorganische oder organische Verbindungen von Edelmetallen, radioaktiven Elementen, Seltenerdmetallen oder Isotopen

Allgemeines

Vorbehältlich gegenteiliger Bestimmungen gehören zu Kapitel 28 nur isolierte chemische Elemente (Grundstoffe) oder isolierte chemisch einheitliche Verbindungen.

Eine isolierte chemisch einheitliche Verbindung ist ein Stoff, welcher aus einer bestimmten Molekülart besteht (kovalent oder ionisch) und dessen Zusammensetzung durch regelmässige Wiederholung seiner Elemente definiert wird und der durch ein einziges strukturelles Diagramm dargestellt werden kann. Im Kristallgitter entspricht die Molekülart einem sich wiederholenden Muster.

Die Elemente einer isolierten chemisch einheitlichen Verbindung liegen in charakteristischen Verhältnissen vor, gegeben durch die Wertigkeit der vorhandenen Atome und durch die Art der Atomverbindungen. Denn für jede Verbindung liegt jedes Element in konstantem und charakteristischem, dem sogenannten stöchiometrischen Verhältnis vor.

Die stöchiometrische Wiederholung gewisser Verbindungen ist manchmal durch Lücken und Einschlüsse im Kristallgitter leicht verändert. Diese quasi-stöchiometrischen Verbindungen können nur als isolierte chemisch einheitliche Verbindungen eingereiht werden, wenn diese Veränderungen nicht absichtlich vorgenommen wurden.

A) Chemisch einheitliche Verbindungen

(Anmerkung 1 zu diesem Kapitel)

Zu Kapitel 28 gehören chemisch einheitliche Verbindungen, auch wenn sie Verunreinigungen enthalten und sogar wässrige Lösungen solcher Verbindungen.

Der Begriff Verunreinigungen bezieht sich ausschliesslich auf Stoffe, deren Vorhandensein neben der bestimmten chemischen Verbindung sich ausschliesslich und unmittelbar aus dem Herstellungsprozess (einschliesslich der Reinigung) ergibt. Diese Stoffe können als Folge der mit der Herstellung verbundenen Faktoren auftreten; diese sind im Wesentlichen folgende:

- Nicht umgewandelte Ausgangsstoffe.
- In den Ausgangsstoffen enthaltene Verunreinigungen.
- Im Herstellungsprozess (einschliesslich der Reinigung) verwendete Reaktionskomponenten.
- Nebenerzeugnisse.

Es ist jedoch zu beachten, dass solche Stoffe nicht immer als durch die Anmerkung 1 a) zugelassene Verunreinigungen betrachtet werden dürfen. Wurden solche Stoffe absichtlich in dem Erzeugnis belassen, um es für einen bestimmten Verwendungszweck geeigneter zu machen als für den allgemeinen Gebrauch, gelten sie nicht als Verunreinigungen, deren Vorhandensein zulässig ist.

Zu Kapitel 28 gehören jedoch nicht andere als wässrige Lösungen solcher Verbindungen, es sei denn, dass die Aufmachung in derartigen Lösungen gebräuchlich und ausschliesslich aus Sicherheits- oder Transportgründen erforderlich ist, und dass ausserdem der Zusatz des Lösungsmittels das Erzeugnis nicht für bestimmte Verwendungszwecke geeigneter macht als für den allgemeinen Gebrauch.

So sind z.B. in Benzol gelöstes Kohlenstoffoxychlorid, in Alkohol gelöstes Ammoniak und Aluminium in kolloider Dispersion von Kapitel 28 ausgenommen; sie gehören zu Nr. 3824. Ausserdem gehören kolloide Dispersionen im Allgemeinen zu Nr. 3824, wenn sie nicht durch eine andere Nummer genauer erfasst werden.

Isolierte chemische Elemente und solche Verbindungen, die nach den vorstehenden Regeln als chemisch einheitlich betrachtet werden, können mit einem Stabilisierungsmittel versetzt sein, sofern dies zu ihrer Erhaltung oder zu ihrem Transport notwendig ist (z.B. bleibt mit Borsäure stabilisiertes Wasserstoffperoxid in Nr. 2847; aber Natriumperoxid, das mit Katalysatoren verbunden ist und zur Herstellung von Wasserstoffperoxid dient, ist dagegen von Kapitel 28 ausgenommen und gehört zu Nr. 3824).

Als Stabilisierungsmittel sind auch solche Stoffe anzusehen, die gewissen chemischen Erzeugnissen zugesetzt werden, um ihren ursprünglichen physikalischen Zustand zu erhalten, vorausgesetzt, dass die zugesetzte Menge weder das notwendige Mass überschreitet, das für den beabsichtigten Zweck erforderlich ist, noch den Charakter des chemischen Erzeugnisses verändert, und es insbesondere nicht für bestimmte Verwendungszwecke geeigneter macht als für den allgemeinen Gebrauch. Den Erzeugnissen dieses Kapitels können auch unter den vorgenannten Voraussetzungen Stoffe zugesetzt sein, die das Zusammenballen verhindern. Nicht hierher gehören dagegen Erzeugnisse, denen Stoffe mit hydrophoben Eigenschaften zugesetzt worden sind, weil diese Stoffe den Charakter der ursprünglichen Erzeugnisse verändern.

Ebenfalls unter der Voraussetzung, dass der Zusatz sie nicht für bestimmte Verwendungszwecke geeigneter macht als für den allgemeinen Gebrauch, können die Erzeugnisse dieses Kapitels auch enthalten:

- Antistaubmittel (z.B. ein Zusatz von Mineralöl zu bestimmten giftigen chemischen Erzeugnissen zum Verhindern der Staubentwicklung bei der Manipulation);
- Farbstoffe, die zur Kennzeichnung oder aus Sicherheitsgründen gefährlichen oder giftigen Stoffen (Bleiarsenat der Nr. 2842, insbesondere) zugesetzt werden, um Personen, die mit diesen Stoffen umgehen, Anhaltspunkte zu geben oder um sie zu warnen. Ausgenommen sind Erzeugnisse, denen Farbstoffe zu andern als den vorgenannten Zwecken zugesetzt wurden. Dies ist z.B. der Fall bei Silicagel, dem Kobaltsalze als Feuchtigkeitsindikator zugesetzt wurden (Nr. 3824).

B) Unterscheidung zwischen den Verbindungen der Kapitel 28 und 29

(Anmerkung 2 zu diesem Kapitel)

Von den Kohlenstoffverbindungen gehören nur die nachstehend genannten zu Kapitel 28 in die folgenden Nummern:

- 2811 - Kohlenoxide.
 Cyanowasserstoffsäure (Blausäure), Hexacyanoeisen(II)-säure und Hexacyanoeisen(III)-säure.
 Isocyansäure, Knallsäure, Thyocyanurwasserstoffsäure, Cyanomolybdänsäure und andere einfache oder komplexe Cyanowasserstoffsäuren.

- 2812 - Kohlenwasserstoffoxyhalogenide.
- 2813 - Schwefelkohlenstoff.
- 2831 - Durch organische Stoffe stabilisierte Dithionite und Sulfoxylate.
- 2836 - Carbonate und Peroxocarbonate anorganischer Basen.
- 2837 - Einfache Cyanide, komplexe Cyanide und Oxycyanide anorganischer Basen (Hexacyanoferrate (II), Hexacyanoferrate (III), Nitrosylpentacyanoferate (II), Nitrosylpentacyanoferrate (III), Cyanomanganate, Cyanocadmiate, Cyanochromate, Cyanokobaltate, Cyanoniccolate, Cyanocuprate usw.).
- 2842 - Thiocarbonate, Seleniocarbonate und Tellurocarbonate; Seleniocyanate und Tellurocyanate; Tetrathiocyanodiamminochromate (Reineckate) und andere komplexe Cyanate anorganischer Basen.
- 2843 - Anorganische oder organische Verbindungen:
 - 1. der Edelmetalle;
 - 2. der radioaktiven Elemente;
 - 3. der Isotopen;
 - 4. der Seltenerdmetalle, des Ytriums und des Scandiums.
- 2847 - Wasserstoffperoxid, mit Harnstoff verfestigt, auch stabilisiert.
- 2849 - Carbide (binäre Borcarbide, usw.), ausgenommen Kohlenwasserstoffe.
- 2852 - Anorganische oder organische Verbindungen von Quecksilber, auch chemisch nicht einheitlich, ausgenommen Amalgame.
- 2853 - Kohlenstoffoxysulfid.
Thiocarbonylhalogenide.
Cyan und seine Halogenide.
Cyanamid und seine Metallderivate (ausgenommen Calciumcyanamid, auch rein - s. Kapitel 31).

Alle anderen Kohlenstoffverbindungen gehören nicht zu Kapitel 28.

C) Erzeugnisse, die zu Kapitel 28 gehören, auch wenn sie nicht Elemente oder chemisch einheitliche Verbindungen sind.

Von der Regel, dass Elemente und Verbindungen nur zu Kapitel 28 gehören, wenn sie chemisch einheitlich sind, gibt es einige Ausnahmen. Diese Ausnahmen, die sich aus der Nomenklatur selbst ergeben, betreffen insbesondere folgende Erzeugnisse:

- 2802 - Kolloider Schwefel.
- 2803 - Russ.
- 2807 - Oleum.
- 2808 - Nitriersäuren.
- 2809 - Polyphosphorsäuren.

- 2813 - Phosphortrisulfid.
- 2818 - Künstlicher Korund.
- 2821 - Farberden mit einem Gehalt an gebundenem Eisen, berechnet als Fe_2O_3 , von 70 Gewichtsprozent oder mehr.
- 2822 - Handelsübliche Kobaltoxide.
- 2824 - Mennige und Orangemennige.
- 2828 - Handelsübliches Calciumhypochlorit.
- 2830 - Polysulfide.
- 2831 - Durch organische Stoffe stabilisierte Dithionite und Sulfoxilate.
- 2835 - Polyphosphate.
- 2836 - Handelsübliches ammoniumcarbamathaltiges Ammoniumcarbonat.
- 2839 - Handelsübliche Silicate der Alkalimetalle.
- 2842 Aluminosilicate
- 2843 - Edelmetalle in kolloidem Zustand
 - Edelmetallamalgame
 - anorganische oder organische Verbindungen der Edelmetalle
- 2844 - Radioaktive Elemente, radioaktive Isotope oder Verbindungen (organische oder anorganische) sowie Mischungen, die solche Stoffe enthalten.
- 2845 - Andere Isotope und ihre organischen oder anorganischen Verbindungen.
- 2846 - Anorganische oder organische Verbindungen der Seltenerdmetalle, des Yttriums, oder des Scandiums oder Mischungen dieser Metalle.
- 2848 - Phosphide.
- 2849 - Carbide.
- 2850 - Hydride, Nitride, Azide, Silicide und Boride.
- 2852 - Anorganische oder organische Verbindungen von Quecksilber; ausgenommen Amalgame.
- 2853 - Flüssige Luft und komprimierte Luft.
Amalgame, ausgenommen solche von Edelmetallen (s. oben unter Nr. 2843).

D) Ausschluss gewisser chemischer Elemente und gewisser ungemischter anorganischer Verbindungen aus dem Kapitel 28.

(Anmerkungen 3 und 8 zu diesem Kapitel)

Gewisse chemische Elemente und gewisse isolierte chemisch einheitliche anorganische Verbindungen gehören stets, auch chemisch rein, zu anderen Kapiteln als zu Kapitel 28.

Folgende Beispiele sind zu nennen:

- 1) *Gewisse Erzeugnisse des Kapitels 25 (insbesondere Natriumchlorid und Magnesiumumoxid).*
- 2) *Gewisse anorganische Salze des Kapitels 31 (und zwar Natriumnitrat, Ammoniumnitrat, Doppelsalze von Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat, Ammoniumsulfat, Doppelsalze von Calciumnitrat und Ammoniumnitrat, Doppelsalze von Calciumnitrat und Magnesiumnitrat, Ammoniumdihydrogenorthophosphat und Diammoniumhydrogenorthophosphat (Mono- und Diammoniumphosphat) sowie Kaliumchlorid, das in gewissen Fällen in die Nrn. 3824 oder 9001 gehört).*
- 3) *Künstlicher Grafit der Nr. 3801.*
- 4) *Edelsteine, natürliche, synthetische oder rekonstituierte, auch in Pulverform des Kapitels 71.*
- 5) *Edelmetalle und unedle Metalle und ihre Legierungen der Abschnitte XIV und XV.*

Gewisse unvermischte anorganische Erzeugnisse, die an sich zu Kapitel 28 gehören, sind von diesem Kapitel ausgenommen, wenn sie besonders aufgemacht, in besondere Formen gebracht oder einer besonderen Behandlung unterworfen wurden, die ihre chemische Konstitution unverändert lässt ().*

Dies gilt für folgende Fälle:

- a) *Zu therapeutischen oder prophylaktischen Zwecken geeignete Erzeugnisse, die dosiert oder für den Einzelverkauf aufgemacht sind (Nr. 3004).*
- b) *Erzeugnisse, die als Luminophore verwendeten Art (z.B. Calciumwolframat), die behandelt worden sind, um sie leuchtend zu machen (Nr. 3206).*
- c) *Zubereitete Riechstoffe, Körperpflege- und Schönheitsmittel (z.B. Alaun), die für diese Zwecke für den Einzelverkauf aufgemacht sind (Nr. 3303 bis 3307).*
- d) *Zur Verwendung als Klebstoff geeignete Erzeugnisse (z.B. eine wässrige Lösung von Natriumsilicat), in Einzelverkaufspackungen mit einem Nettogewicht von nicht mehr als 1 kg, als Klebstoff aufgemacht (Nr. 3506).*
- e) *Erzeugnisse zu fotografischen Zwecken (z.B. Natriumthiosulfat), die hierzu dosiert oder für den Einzelverkauf aufgemacht sind (Nr. 3707).*
- f) *Insekticide (z.B. Natriumtetraborat), die hierzu geformt oder für den Einzelverkauf aufgemacht sind (Nr. 3808).*
- g) *Feuerlöschmittel (z.B. Schwefelsäure), aufgemacht als Ladungen für Feuerlöschgeräte oder als Feuerlöschgranaten oder -bombe (Nr. 3813).*
- h) *Chemische Elemente, wie Silicium und Selen, dotiert zur Verwendung in der Elektronik, in Form von Scheiben, Plättchen oder in ähnlichen Formen (Nr. 3818).*
- i) *Tintenentferner in Aufmachungen für den Einzelverkauf (Nr. 3824).*
- k) *Halogensalze der Alkali- und Erdalkalimetalle (z.B. Lithiumfluorid, Calciumfluorid, Kaliumbromid, Kaliumbromidjodid) in Form optischer Elemente (Nr. 9001), in Form künstlicher Kristalle mit einem Stückgewicht von 2,5 g oder mehr (Nr. 3824).*

(*) Diese Ausnahmen gelten nicht für Erzeugnisse, die normalerweise zu den Nrn. 2843 bis 2846 und 2852 gehören (Anmerkungen 1 und 2 zu Abschnitt VI).

**E) Erzeugnisse, für die zwei oder mehr Nummern
des Kapitels 28 in Betracht kommen**

Siehe die Erläuterungen zu Anmerkung 1 zu Abschnitt VI hinsichtlich der Erzeugnisse, für die:

- a) die Nr. 2844 oder 2845 und eine andere Nummer des Kapitels 28 in Betracht kommen;
- b) die Nr. 2843, 2846 oder 2852 und eine andere Nummer des Kapitels 28 (ausgenommen die Nrn. 2844 und 2845) in Betracht kommen.

Komplexe Säuren, die aus einer nichtmetallischen Säure des Unterkapitels II und einer Metallsäure des Unterkapitels IV bestehen, gehören zu Nr. 2811 (Anmerkung 4 zu Kapitel 28) (s. auch die Erläuterungen zu dieser Nummer).

Anderweit weder genannte noch inbegriffene Doppel- oder Komplexsalze gehören zu Nr. 2842 (s. Anmerkung 5 zu Kapitel 28 und die Erläuterung zu Nr. 2842).

Unterkapitel I

Chemische Elemente

Allgemeines

Die chemischen Elemente oder Grundstoffe stellen Nichtmetalle oder Metalle dar. Im Allgemeinen sind diese Nichtmetallelemente in diesem Unterkapitel erfasst, zumindest in einigen ihrer Erscheinungsformen, während eine Reihe von Metallen anderweit genannt sind: Unter ihnen die Edelmetalle (Kapitel 71 oder Nr. 2843), die unedlen Metalle (Kapitel 72 bis 76 und 78 bis 81), die radioaktiven chemischen Elemente und radioaktiven Isotope (Nr. 2844), die stabilen Isotope (Nr. 2845).

Nachstehend folgt die Liste der verschiedenen bekannten Elemente in alphabetischer Reihenfolge ihrer chemischen Bezeichnung mit Angabe ihrer Einreihung. Einige Elemente, wie das Antimon, weisen gleichzeitig gewisse metallische als auch nichtmetallische Eigenschaften auf; auf ihre Einreihung in die Nomenklatur wird aufmerksam gemacht.

Element	Symbol	Atomzahl	Einreihung
Actinium	Ac	89	Radioaktives Element (2844).
Aluminium	Al	13	Unedles Metall (Kapitel 76).
Americium	Am	95	Radioaktives Element (2844).
Antimon	Sb	51	Unedles Metall (8110).
Argon	Ar	18	Edelgas (2804).
Arsen	As	33	Nichtmetall (2804).
Astatin	At	85	Radioaktives Element (2844).
Barium	Ba	56	Erdalkalimetall (2805).
Berkelium	Bk	97	Radioaktives Element (2844).
Beryllium	Be	4	Unedles Metall (8112).
Blei	Pb	82	Unedles Metall (Kapitel 78).

Bor	B	5	Nichtmetall (2804).
Brom	Br	35	Nichtmetall (2801).
Cadmium	Cd	48	Unedles Metall (8107).
Caesium	Cs	55	Alkalimetall (2805).
Calcium	Ca	20	Erdalkalimetall (2805).
Californium	Cf	98	Radioaktives Element (2844).
Cer	Ce	58	Seltenes Erdmetall (2805).
Chlor	Cl	17	Nichtmetall (2801).
Chrom	Cr	24	Unedles Metall (8112).
Curium	Cm	96	Radioaktives Element (2844).
Dysprosium	Dy	66	Seltenes Erdmetall (2805).
Einsteinium	Es	99	Radioaktives Element (2844).
Eisen	Fe	26	Unedles Metall (Kapitel 72).
Erbium	Er	68	Seltenes Erdmetall (2805).
Europium	Eu	63	Seltenes Erdmetall (2805).
Fermium	Fm	100	Radioaktives Element (2844).
Fluor	F	9	Nichtmetall (2801).
Francium	Fr	87	Radioaktives Element (2844).
Gadolinium	Gd	64	Seltenes Erdmetall (2805).
Gallium	Ga	31	Unedles Metall (8112).
Germanium	Ge	32	Unedles Metall (8112).
Gold	Au	79	Edelmetall (7108).
Hafnium	Hf	72	Unedles Metall (8112).
Helium	He	2	Edelgas (2804).
Holmium	Ho	67	Seltenes Erdmetall (2805).
Indium	In	49	Unedles Metall (8112).
Iridium	Ir	77	Edelmetall (7110).
Jod	J	53	Nichtmetall (2801).
Kalium	K	19	Alkalimetall (2805).
Kobalt	Co	27	Unedles Metall (8105).
Kohlenstoff	C	6	Nichtmetall (2803) s. Nr. 3801 für künstl. Grafit.
Krypton	Kr	36	Edelgas (2804).
Kupfer	Cu	29	Unedles Metall (Kapitel 74)
Lanthan	La	57	Seltenes Erdmetall (2805).
Lawrencium	Lr	103	Radioaktives Element (2844).
Lithium	Li	3	Alkalimetall (2805).
Lutetium	Lu	71	Seltenes Erdmetall (2805).
Magnesium	Mg	12	Unedles Metall (8104).

Mangan	Mn	25	Unedles Metall (8111).
Mendelevium	Md	101	Radioaktives Element (2844).
Molybdän	Mo	42	Unedles Metall (8102).
Natrium	Na	11	Alkalimetall (2805).
Neodym	Nd	60	Selenes Erdmetall (2805).
Neon	Ne	10	Edelgas (2804).
Neptunium	Np	93	Radioaktives Element (2844).
Nickel	Ni	28	Unedles Metall (Kapitel 75).
Niob	Nb	41	Unedles Metall (8112).
Nobelium	No	102	Radioaktives Element (2844).
Osmium	Os	76	Edelmetall (7110).
Palladium	Pd	46	Edelmetall (7110).
Phosphor	P	15	Nichtmetall (2804).
Platin	Pt	78	Edelmetall (7110).
Plutonium	Pu	94	Radioaktives Element (2844).
Polonium	Po	84	Radioaktives Element (2844).
Praseodym	Pr	59	Selenes Erdmetall (2805).
Promethium	Pm	61	Radioaktives Element (2844).
Protactinium	Pa	91	Radioaktives Element (2844).
Quecksilber	Hg	80	Metall (2805).
Radium	Ra	88	Radioaktives Element (2844).
Radon	Rn	86	Radioaktives Element (2844).
Rhenium	Re	75	Unedles Metall (8112).
Rhodium	Rh	45	Edelmetall (7110).
Rubidium	Rb	37	Alkalimetall (2805).
Ruthenium	Ru	44	Edelmetall (7110).
Samarium	Sm	62	Selenes Erdmetall (2805).
Sauerstoff	O	8	Nichtmetall (2804).
Scandium	Sc	21	Den Metallen der seltenen Erden gleichgestellt (2805).
Selen	Se	34	Nichtmetall (2804).
Silber	Ag	47	Edelmetall (7106).
Silicium	Si	14	Nichtmetall (2804).
Schwefel	S	16	Nichtmetall (2802). s. Nr. 2503 für rohen Schwefel.
Stickstoff	N	7	Nichtmetall (2804).
Strontium	Sr	38	Erdalkalimetall (2805).
Tantal	Ta	73	Unedles Metall (8103).
Technetium	Tc	43	Radioaktives Element (2844).

Tellur	Te	52	Nichtmetall (2804).
Terbium	Tb	65	Seltenes Erdmetall (2805).
Thallium	Tl	81	Unedles Metall (8112).
Thorium	Th	90	Radioaktives Element (2844).
Thulium	Tm	69	Seltenes Erdmetall (2805).
Titan	Ti	22	Unedles Metall (8108).
Uran	U	92	Radioaktives Element (2844).
Vanadium	V	23	Unedles Metall (8112).
Wasserstoff	H	1	Nichtmetall (2804).
Wismut	Bi	83	Unedles Metall (8106).
Wolfram	W	74	Unedles Metall (8101).
Xenon	Xe	54	Edelgas (2804).
Ytterbium	Yb	70	Seltenes Erdmetall (2805).
Yttrium	Y	39	Den Metallen der seltenen Erden gleichgestellt (2805).
Zink	Zn	30	Unedles Metall (Kapitel 79).
Zinn	Sn	50	Unedles Metall (Kapitel 80).
Zirkon	Zr	40	Unedles Metall (8109).

2801. Fluor, Chlor, Brom und Jod

Hierher gehören die Nichtmetallelemente, die als Halogene bezeichnet werden, ausgenommen das Astatin (Nr. 2844).

A. Fluor

Fluor ist ein schwach grünlichgelb gefärbtes, ätzendes Gas von stechendem Geruch, dessen Einatmung gefährlich ist, weil es die Schleimhäute reizt. In verdichtetem Zustand wird es in Stahlbehältern aufbewahrt. Es ist ein sehr aktives Element, das organische Stoffe entzündet, insbesondere Holz, Fette und Gewebe.

Es wird zum Herstellen bestimmter Fluoride und organischer Fluorverbindungen verwendet.

B. Chlor

Chlor wird heute überwiegend durch Elektrolyse der Alkalichloride, insbesondere des Natriumchlorids, gewonnen.

Chlor ist ein grünlichgelbes, erstickend riechendes, ätzendes Gas, das zweieinhalbmal so schwer wie Luft, leicht löslich in Wasser und leicht zu verflüssigen ist. Es wird meist in Stahlflaschen, Tanks, Zisternenwagen oder Lastschiffen befördert.

Es zerstört Farbstoffe und organische Stoffe; es wird zum Entfärben pflanzlicher Fasern (jedoch nicht tierischer Fasern) und bei der Holzzellstoffgewinnung verwendet. Da es desinfizierend und keimtötend wirkt, dient es dazu, Wasser keimfrei zu machen (chlorieren).

Schliesslich wird es in der Metallurgie von Gold, Zinn und Cadmium, zum Herstellen der Hypochlorite, der Metallchloride, des Kohlenoxichlorids (Phosgen) sowie in der organischen Synthese (künstliche Farbstoffe, künstliche Wachse, Chlorkautschuk usw.) verwendet.

C. Brom

Brom gewinnt man durch Einwirkung von Chlor auf Alkalibromide, die in den Salinen-Mutterlaugen enthalten sind, oder auch durch Elektrolyse von Bromiden.

Brom ist eine dunkelrötliche oder dunkelbraune, ätzende Flüssigkeit von hoher Dichte (3,18 bei 0° C). Auch in der Kälte entwickelt es rote, erstickende Dämpfe, die die Augen reizen. Es greift die Haut unter gleichzeitiger Gelbfärbung an und entzündet organische Stoffe, z.B. Sägemehl; es ist in Behältern aus Glas oder aus Steingut aufgemacht. In Wasser ist es sehr wenig löslich. Lösungen von Brom in Essigsäure gehören zu Nr. 3824.

Brom findet Verwendung bei der Herstellung von Medikamenten (z.B. Beruhigungsmittel), organischen Farbstoffen (Eosine, Bromderivate des Indigo usw.), fotografischen Erzeugnissen (Silberbromid), in der Metallurgie, zur Erzeugung von Tränengas (Bromaceton) usw.

D. Jod

Jod wird entweder aus den Mutterlaugen der natürlichen Natriumnitrate, die mit Schwefel-dioxid oder mit Natriumhydrogensulfit behandelt werden, oder aus Meeresalgen durch Trocknen, Veraschen und chemische Behandlung der Asche gewonnen.

Jod ist ein spezifisch sehr schwerer, fester Stoff (Dichte 4,95 bei 0° C), dessen Geruch gleichzeitig an Chlor und Brom erinnert; das Einatmen von Joddämpfen ist gefährlich. Es sublimiert bei Zimmertemperatur und färbt eine Stärkelösung blau. In unreinem Zustande ist es krümelig oder ein grobkörniges Pulver (rohes Jod); durch Sublimieren gereinigt bildet es dagegen gräuliche, glänzende Schuppen oder prismenförmige Kristalle mit metallischem Glanz (sublimiertes oder resublimiertes Jod); es wird dann in der Regel in gelben Glasgefässen aufbewahrt.

Jod wird in der Medizin, in der Fotografie, zum Herstellen von Jodiden, von Farbstoffen (z.B. Erythrosin), zur Herstellung von Medikamenten, als Katalysator in der organischen Synthese, als Reagens usw. verwendet.

2802. **Schwefel, sublimiert oder gefällt; kolloider Schwefel**

A. Sublimierter und gefällter Schwefel

Zu diesen beiden Gruppen gehörender Schwefel hat im Allgemeinen einen Reinheitsgrad von etwa 99,5 %.

Sublimierter Schwefel oder Schwefelblüte wird durch langsame Destillation eines rohen oder unreinen Schwefels und nachfolgende Kondensation in fester Form (Sublimation) als feine, sehr leichte Teilchen gewonnen. Er wird im Weinbau, in der chemischen Industrie und zum Vulkanisieren von hochwertigem Kautschuk verwendet.

Hierher gehört auch der gewaschene sublimierte Schwefel, der mit Ammoniakwasser zwecks Entfernung von Schwefel-dioxid behandelt ist und in der Pharmazie verwendet wird.

Der hierher gehörende gefällte Schwefel wird ausschliesslich durch Ausfällen einer Schwefellösung oder eines Alkali- oder Erdalkalipolysulfids mittels Salzsäure gewonnen. Er ist feiner verteilt und von hellerem Gelb als sublimierter Schwefel. Sein Geruch erinnert etwas an den von Schwefelwasserstoff. Er verändert sich mit der Zeit und wird fast nur in der Medizin gebraucht.

Gefällter Schwefel dieser Nummer darf nicht mit gewissen wiedergewonnenen Schwefelarten (zermahlen oder mikronisiert) verwechselt werden, die als gefällt bezeichnet werden und zu Nr. 2503 gehören.

B. Kolloider Schwefel

Kolloider Schwefel wird erhalten, indem man Schwefelwasserstoff auf eine gelatinehaltige Lösung von Schwefeldioxid einwirken lässt. Man kann ihn auch durch Einwirkenlassen einer Mineralsäure auf Natriumthiosulfat oder durch kathodische Zerstäubung erhalten. Er stellt ein weisses Pulver dar, das mit Wasser eine Emulsion bildet. Schwefel ist in diesem Zustand nur durch Zusatz von Schutzkolloiden (Albumin oder Gelatine), beständig, jedoch auch dann nur für eine beschränkte Zeit. Eine so präparierte kolloide Lösung fällt auch unter diese Nummer. Wie alle kolloiden Dispersionen besitzt eine solche Schwefeldispersion eine grosse freie Oberfläche, die daher Farbstoffe zu adsorbieren vermag; sie wird auch als sehr wirksames Antiseptikum in der Medizin zur innerlichen Anwendung gebraucht.

Obwohl sie zuweilen einen hohen Reinheitsgrad besitzen, gehören roher Schwefel aus dem Frasch-Verfahren sowie gereinigter Schwefel (Nr. 2503) nicht hierher.

2803. Kohlenstoff (Russ und andere Formen von Kohlenstoff, anderweit weder genannt noch inbegriffen)

Kohlenstoff ist ein festes Nichtmetallelement.

Hierher gehören die andern Arten des Kohlenstoffes.

Russ entsteht durch unvollständiges Verbrennen oder durch Kracken (durch Erhitzen oder mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens oder Funkens) kohlenstoffreicher organischer Stoffe, z.B.:

- 1) natürlicher Gase wie Methan (Gasruss), Acetylen und anthrazenhaltiger Gase (mit Anthrazen vermischt Gase); der sehr feine und reine Acetylenruss entsteht durch plötzliche Zersetzung komprimierten Acetylens, die durch einen elektrischen Funken ausgelöst wird;
- 2) von Naphthalin, Harzen oder Ölen (Lampenruss).

Je nach Art der Herstellung wird Gasruss auch als Tunnel-Russ oder Ofen-Russ bezeichnet.

Russ kann ölige Stoffe als Verunreinigung enthalten.

Russ dient als Pigment bei der Herstellung von Anstrichfarben, Druckfarben, Schuhcreme usw.; er wird ferner zum Herstellen von Kohlepapier und als Füllstoff in der Kautschukindustrie verwendet.

Hierher gehören nicht:

- a) Natürlicher Grafit (Nr. 2504).

- b) *Natürliche Kohlen in Form fester Brennstoffe (Anthrazit, Steinkohle, Braunkohle), Koks, Briketts und Retortenkohle (Kapitel 27).*
- c) *Gewisse schwarze mineralische Pigmente der Nr. 3206 (Aluminiumschwarz, Schiefer-schwarz, Kieseladerdeschwarz usw.).*
- d) *Künstlicher Grafit und kolloider Grafit oder halb- kolloidaler Grafit (insbesondere Nr. 3801).*
- e) *Aktivkohle und tierisches Schwarz (Beinschwarz usw.) (Nr. 3802).*
- f) *Holzkohle (Nr. 4402).*
- g) *Kristallisierter Kohlenstoff in Form von Diamant (Nrn. 7102 oder 7104).*

2804.

Wasserstoff, Edelgase und andere nichtmetallische Elemente

A. Wasserstoff

Wasserstoff wird durch Elektrolyse des Wassers oder auch aus Wassergas, Koksofengas oder Kohlenwasserstoffen gewonnen.

Dieses Element wird im Allgemeinen als Nichtmetall angesehen. In komprimiertem Zustand wird er in dickwandigen Stahlflaschen aufbewahrt.

Wasserstoff wird zur Hydrierung von Ölen (Herstellung gehärteter Fette), zum hydrierenden Kracken, zur Ammoniaksynthese, zum Schneiden und Schweißen von Metallen (autogenes Schweißen) usw. verwendet.

Deuterium (ein stabiles Isotop des Wasserstoffs) gehört zu Nr. 2845, Tritium (ein radioaktives Isotop des Wasserstoffs) zu Nr. 2844.

B. Edelgase

Als Edelgase oder indifferente Gase bezeichnet man die folgenden Elemente, welche durch das Fehlen chemischer Affinität und durch ihre elektrischen Eigenschaften bemerkenswert sind; bei Hochspannungsentladungen senden sie farbige Lichtstrahlen aus und werden daher namentlich für Leuchtröhren verwendet:

- 1) Helium (nicht brennbar, wird z.B. für Ballonfüllungen verwendet).
- 2) Neon (gelb-orange-rötliches Licht, und, mit Quecksilberdämpfen, Tageslicht).
- 3) Argon (farbloses und geruchloses Gas; es dient zur Füllung von Glühbirnen als inerte Atmosphäre zur Vermeidung des Vakuums).
- 4) Krypton (die gleiche Verwendung wie Argon, gibt fahlviolette Licht).
- 5) Xenon (blaues Licht).

Edelgase werden durch Fraktionierung flüssiger Luft und Helium auch durch Behandlung von Erdgasen gewonnen. Sie kommen meist in komprimiertem Zustand in den Handel.

Radon ist ein radioaktives inertes Gas, das sich während der Zersetzung von Radium bildet und gehört zu Nr. 2844.

C. Andere Nichtmetallelemente

Die andern zu dieser Tarifnummer gehörenden Nichtmetallelemente sind die folgenden:

- 1) Stickstoff

Stickstoff ist ein weder brennbares noch die Verbrennung unterhaltendes Gas, das brennende Stoffe auslöscht. Er wird durch fraktionierte Destillation flüssiger Luft gewonnen und in komprimiertem Zustand in Stahlflaschen aufbewahrt.

Er dient insbesondere zur Herstellung von Ammoniak oder von Calciumcyanamid sowie für inerte Füllungen (z.B. Glühbirnen).

2) Sauerstoff

Dies ist ein Gas, das die Verbrennung unterhält und das hauptsächlich durch fraktionierte Destillation flüssiger Luft gewonnen wird.

Er kommt meist in komprimiertem Zustand in den Handel und wird in Stahlflaschen oder zuweilen verflüssigt in Behältern mit Doppelwänden aufbewahrt.

Komprimierter Sauerstoff wird zum Schweißen (autogenes Schweißen) und zum Schneiden oxidierbarer Metalle (wie Eisen) mit Knallgas- oder Acetylengasgebläsen verwendet. Man gebraucht ihn auch in der Eisenverhüttung und in der Medizin (Inhalationen).

Hierher gehört auch Ozon, eine in der Molekularstruktur abweichende Art des Sauerstoffes, das durch die Einwirkung von elektrischen Funken oder elektrischen Entladungen entsteht. Es wird zum Keimfreimachen von Wasser (Ozonisation), zur Oxidation trocknender Öle, zum Bleichen von Baumwolle, als Antiseptikum oder in der Therapie verwendet.

3) Bor

Bor ist ein meist pulverförmiger, kastanienbrauner, fester Stoff. Es wird in der Metallurgie und zum Herstellen von Wärmeregulern und sehr empfindlichen Thermometern verwendet.

Wegen seines sehr hohen Absorptionsvermögens für langsame Neutronen verwendet man Bor auch in reinem Zustand oder als Legierung (Borstahl) zum Herstellen von beweglichen Regulier- oder Kontrollstäben für Kernreaktoren.

4) Tellur

Dies ist ein fester Stoff (Dichte: 6,2), der amorph oder kristallin ist. Tellur ist ein guter Wärme- und Elektrizitätsleiter, in gewissem Umfang hat es metallische Eigenschaften. Es wird zu bestimmten Legierungen verwendet, z.B. Tellurblei, und dient als Vulkansationsmittel.

5) Silicium

Silicium wird fast ausschließlich durch thermischen Reduktion von Siliciumoxid durch Kohlenstoff in elektrischen Lichtbogenöfen erzeugt. Es ist ein schlechter Wärme- und Elektrizitätsleiter und härter als Glas, es kommt als kastanienbraunes Pulver, meist jedoch in Stücken vor. Es kristallisiert in grauen Nadeln von metallischem Glanz.

Silicium ist eines der wichtigsten in der Elektronik verwendeten Materialien. Sehr reines Silicium, z.B. durch Ziehen von Kristallen erhalten, liegt in rohen gezogenen Formen, Zylindern oder Stäben vor; dotiert mit Bor, Phosphor usw. wird es z.B. zum Her-

stellen von Dioden, Transistoren, anderen Halbleiterelementen und Solarzellen verwendet.

Silicium wird auch in der Metallurgie und in der Eisenhüttenindustrie (z.B. für Metall- oder Aluminiumlegierungen) und in der chemischen Industrie zum Herstellen von Siliciumverbindungen (z.B. für Siliciumtetrachlorid) verwendet.

6) Phosphor

Phosphor ist ein weicher und biegsamer fester Stoff, den man aus mit Sand und Kohle gemischten mineralischen Phosphaten im elektrischen Ofen gewinnt.

Es gibt zwei wichtige Handelsformen des Phosphors:

- a) Weisser Phosphor, der durchscheinend und gelblich, giftig, gefährlich beim Handhaben und leicht entflammbar ist; er kommt in gegossenen Stäben in den Handel, die in Behältern aus schwarzem Glas, aus Steinzeug oder sehr oft aus Metall aufbewahrt werden; diese Behälter werden mit Wasser gefüllt; sie sind vor Frost zu schützen.
- b) Roter, amorpher Phosphor, der jedoch auch kristallisiert sein kann; dies ist ein nicht durchscheinender, ungiftiger, nicht phosphoreszierender, spezifisch schwerer fester Stoff, weniger aktiv als der weisse Phosphor. Roter Phosphor dient zum Herstellen von Zündholzmassen, in der Feuerwerkerei und als Katalysator (z.B. bei der Chlorierung acyclischer Säuren).

Phosphorverbindungen werden zum Herstellen von Ersatzarzneimitteln verwendet (z.B. von Phosphorlebertran). Man gebraucht Phosphor auch als Rattengift und zum Herstellen von Phosphorsäuren, Phosphinaten (Hypophosphiten), Calciumphosphid usw.

7) Arsen

Arsen ist ein fester Stoff, den man aus arsenhaltigen Pyriten gewinnt.

Es kommt in zwei Hauptformen in den Handel:

- a) Gewöhnliches, sog. metallisches Arsen, in rhomboedrischen, glänzenden Kristallen von stahlgrauer Farbe, spröde, wasserunlöslich;
- b) gelbes Arsen, in Würfeln kristallisiert, wenig stabil.

Arsen wird zum Herstellen von Arsendisulfid, Schrotblei, harten Bronzen und verschiedenen anderen Legierungen (Zinn-, Kupfer- usw.) verwendet.

8) Selen

Selen, das dem Schwefel sehr nahe steht, kommt in mehreren Formen in den Handel:

- a) Amorphes Selen in rötlichen Flocken (Selenblüte).
- b) Glasiges Selen, ein schlechter Wärme- und Elektrizitätsleiter, mit glänzendem Bruch, braun oder rötlich.
- c) Kristallisiertes Selen als graue oder rote Kristalle; ein Wärme- und Elektrizitätsleiter, besonders bei Belichtung. Selen dient zum Herstellen von fotoelektrischen Zellen, dotiert zum Herstellen von Halbleiter-Elementen. Man verwendet es auch

in der Fotografie und, in pulverförmigem Zustand (Rotes Selen), in der Kautschukindustrie und bei der Herstellung von Spezialgläsern, etc.

Selen in kolloider Suspension, das in der Medizin gebraucht wird, gehört zu Kapitel 30.

Antimon gilt in der Nomenklatur als ein Metall (Nr. 8110).

Für die Verwendung in der Elektronik können gewisse Elemente dieser Gruppe (insbesondere Silicium und Selen) mit z.B. Bor, Phosphor usw., in der Größenordnung von 1 Teil je Million, gedopt sein. Diese bleiben hier eingereiht, wenn sie in rohen gezogenen Formen, Zylindern oder Barrenform aufgemacht sind. In Scheiben, Plättchen oder ähnlicher Form zugeschnitten, gehören sie zur Nr. 3818.

2805. Alkali- oder Erdalkalimetalle; Seltenerdmetalle, Scandium und Yttrium, auch untereinander gemischt oder legiert; Quecksilber

A. Alkalimetalle

Die Alkalimetalle sind weiche, ziemlich leichte Stoffe, welche auch in der Kälte lebhaft mit Wasser reagieren und sich an der Luft unter Bildung von Hydroxiden zersetzen. Es gibt fünf Alkalimetalle, die nachstehend beschrieben sind.

1) Lithium.

Lithium ist das leichteste (Dichte: 0,54) und das am wenigsten weiche Alkalimetall. Es wird in Mineralöl oder inerten Gasen aufbewahrt.

Mit Lithium lassen sich die Eigenschaften von Metallen verbessern; es wird deshalb zu verschiedenen Legierungen verwendet, z.B. zum Herstellen von Lagermetallen. Wegen seiner grossen Affinität zu anderen Elementen kann man es u.a. zur Gewinnung reiner Metalle und in verschiedenen anderen Fabrikationsverfahren gebrauchen.

2) Natrium.

Natrium ist ein festes Metall mit metallischem Glanz (Dichte: 0,97), dessen Schnittfläche in kurzer Zeit matt anläuft. Es wird in Mineralöl oder in luftdicht verloteten Behältnissen aufbewahrt.

Natrium wird durch Elektrolyse von geschmolzenem Natriumchlorid oder geschmolzenem Ätznatron gewonnen.

Man verwendet es besonders zum Herstellen von Natriumperoxid (oder Dioxid), Natriumcyanid, Natriumamid usw., ferner zum Herstellen von synthetischem Indigo und von Sprengstoffen (chemische Zünder), zum Polymerisieren von Butadien und zur Herstellung von Lagermetallen sowie bei der Titan- und Zirkonmetallurgie etc.

Natriumamalgam gehört zu Nr. 2853.

3) Kalium.

Kalium ist ein silberweisses Metall (Dichte: 0,85), das man mit einem einfachen Messer schneiden kann. Es wird in Mineralöl oder in luftdicht verschlossenen Ampullen aufbewahrt.

Es dient insbesondere zum Herstellen gewisser fotoelektrischer Zellen und von Lagermetallen.

4) Rubidium.

Rubidium ist ein silberweisses, festes Metall (Dichte: 1,5), das leichter schmelzbar als Natrium ist. Es wird in luftdicht verschlossenen Ampullen oder in Mineralöl aufbewahrt.

Wie Natrium dient es zum Herstellen von Lagermetallen.

5) Caesium.

Caesium ist ein silberweisses oder gelbliches Metall (Dichte: 1,9), das sich an der Luft selbst entzündet. Es ist das am leichtesten oxidierbare Metall und wird in luftdicht verschlossenen Ampullen oder in Mineralöl aufbewahrt.

Francium, radioaktives Alkalimetall, ist ausgeschlossen (Nr. 2844).

B. Erdalkalimetalle

Die drei Erdalkalimetalle sind verformbar. Sie zersetzen ziemlich leicht kaltes Wasser und verändern sich in feuchter Luft.

1) Calcium.

Calcium wird durch aluminothermische Reduktion von Calciumoxid oder durch Elektrolyse von geschmolzenem Calciumchlorid erhalten. Es ist ein weisses Metall (Dichte: 1,57). Es dient zum Reinigen von Argon, zum Reinigen von Kupfer und Stahl, zum Gewinnen von Zirkon, Calciumhydrid (Hydrolith), zum Herstellen von Lagermetallen usw.

2) Strontium.

Strontium ist ein dehnbare, weisses oder blassgelbes Metall (Dichte: 2,5).

3) Barium.

Barium ist ein weisses Metall (Dichte: 4,2). Es wird insbesondere zum Herstellen von gewissen Lagermetallen und von zubereiteten Absorbentien zur Vakuumherzeugung in elektrischen Röhren und Ventilen (Nr. 3824) verwendet.

Hierher gehören nicht: Radium, ein radioaktives Element (Nr. 2844), Magnesium (Nr. 8104) und Beryllium (Nr. 8112), die in einigen ihrer Eigenschaften den Erdalkalimetallen entsprechen.

C. Seltenerdmetalle, Scandium und Yttrium, auch untereinander gemischt oder legiert

Zu den Seltenerdmetallen (der Name seltene Erden bezeichnet ihre Oxide) oder den Lanthaniden gehören die Elemente mit den Ordnungszahlen (**) 57 bis 71 des Periodischen Systems der Elemente:

(**) Die Ordnungszahl eines Elements entspricht der Elektronenzahl im Atom.

Cer-Gruppe	Terbium Gruppe	Erbium Gruppe
57 Lanthan	63 Europium	66 Dysprosium
58 Cer	64 Gadolinium	67 Holmium
59 Praseodym	65 Terbium	68 Erbium
60 Neodym		69 Thulium
62 Samarium		70 Ytterbium
		71 Lutetium

Dagegen gehört Promethium, (Element 61), ein radioaktives Element, zu Nr. 2844.

Diese Metalle haben im Allgemeinen eine gräuliche oder gelbliche Farbe und lassen sich ziehen und auswalzen.

Cer ist das wichtigste dieser Metalle. Man gewinnt es aus Monazit (einem Phosphat seltener Erden) oder Thorit (einem Silicat der seltenen Erden), aus denen man vorher Thorium ausgeschieden hat. Durch metallthermische Reduktion mit Hilfe von Calcium- oder Lithiumhalogeniden oder durch Elektrolyse von geschmolzenem Chlorid gewinnt man Cer-Metall. Dieses ist ein graues, dehnbares Metall, etwas härter als Blei; beim Reiben an einer rauen Oberfläche gibt es Funken.

Lanthan, das in Cersalzen als Verunreinigung vorkommt, wird zum Herstellen blauer Gläser verwendet.

Zu der Gruppe der Seltenerdmetalle rechnet man Scandium und Yttrium, die diesen Metallen sehr nahe stehen. Scandium nähert sich auch den Metallen der Eisengruppe. Das Mineral dieser beiden Metalle ist Thortveitit, ein Silicat des Scandiums, das Yttrium und andere Elemente enthält.

Diese Elemente gehören auch dann zu dieser Nummer, wenn sie untereinander gemischt oder legiert sind. So gehört insbesondere das im Handel unter der Bezeichnung "Mischmetall" bekannte Erzeugnis hierher, eine Legierung aus 45 - 55 % Cer, 22 - 27 % Lanthan, anderen Lanthaniden und Yttrium sowie bestimmten Verunreinigungen (höchstens 5 % Eisen, Spuren von Silicium, Calcium, Aluminium). Es wird hauptsächlich in der Metallurgie sowie zum Herstellen von Zündsteinen verwendet. Ist das "Mischmetall" mit mehr als 5 % Eisen oder mit Magnesium oder anderen Metallen legiert, gehört es zu anderen Nummern. Insbesondere zu Nr. 3606, wenn es den Charakter einer pyrophoren Legierung besitzt.

Die Salze und Verbindungen der Seltenerdmetalle, des Yttriums und des Scandiums gehören zu Nr. 2846.

D. Quecksilber

Quecksilber ist das einzige bei Zimmertemperatur flüssige Metall.

Es wird durch Rösten des natürlichen Quecksilbersulfids (Zinnober) gewonnen. Man trennt es von den anderen im Erz enthaltenen Metallen (Blei, Zink, Zinn, Wismut) durch Filtrieren, Destillieren im Vakuum und Behandeln mit verdünnter Salpetersäure.

Quecksilber ist eine stark silberglänzende, schwere (Dichte: 13,59) und giftige Flüssigkeit, die Edelmetalle angreift. Reines Quecksilber verändert sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht, während unreines sich an der Luft mit einer bräunlichen Quecksilberoxidschicht überzieht. Es wird in eisernen Spezialbehältern (Flaschen) versandt.

Quecksilber dient zum Herstellen von Amalgamen der Nrn. 2843 oder 2853. Es wird in der Metallurgie von Gold und Silber, zum Vergolden und Versilbern sowie zum Herstellen von Chlor, Ätznatron und Quecksilbersalzen, insbesondere von Zinnober und Fulminaten verwendet. Man braucht es auch zum Herstellen von Quecksilberdampflampen und verschiedenen physikalischen Instrumenten, in der Medizin usw.

Unterkapitel II

Anorganische Säuren und anorganische Sauerstoffverbindungen der nicht metallischen Elemente

Allgemeines

Säuren sind Verbindungen, die Wasserstoff enthalten, der ganz oder teilweise durch ein Metall (oder ein Ion mit entsprechenden Eigenschaften, z.B. Ammoniumion NH_4^+) ersetzt werden kann, wobei sich Salze bilden. Sie reagieren mit Basen, wobei sich ebenfalls Salze bilden, und mit Alkoholen, wobei Ester entstehen. In flüssigem oder gelöstem Zustand sind sie Elektrolyte, die Wasserstoff an der Kathode abscheiden. Werden ihnen ein oder mehrere Wassermoleküle entzogen, so ergeben die sauerstoffhaltigen Säuren (Oxosäuren) Anhydride. Die meisten Oxide der nichtmetallischen Elemente sind Anhydride.

Zum Unterkapitel II gehören einerseits alle anorganischen Oxide der nichtmetallischen Elemente (Anhydride und andere), andererseits die anorganischen Säuren, deren Anodenradikal nicht metallisch ist.

Dagegen gehören diejenigen Anhydride und Säuren, die durch Metalloxide und - hydroxide gebildet werden, in der Regel zu Unterkapitel IV (Oxide, Hydroxide und Peroxide von Metallen) - z.B. die Anhydride und Säuren des Chroms, Molybdäns, Wolframs und Vanadiums - und in bestimmten Fällen zu den Nrn. 2843 (Verbindungen der Edelmetalle), 2844 und 2845 (Verbindungen der radioaktiven Elemente und der Isotopen) oder 2846 (Verbindungen der Seltenerdmetalle, des Yttriums und des Scandiums).

Die Sauerstoffverbindungen des Wasserstoffs sind in den Nrn. 2201 (Wasser), 2845 (schweres Wasser), 2847 (Wasserstoffperoxid) und 2853 (destilliertes Wasser, Leitfähigkeitswasser oder Wasser von gleicher Reinheit, einschliesslich des mit Ionenaustauschern behandelten Wassers) erfasst.

2806. Chlorwasserstoff (Salzsäure); Chloroschwefelsäure

A. Chlorwasserstoff (Salzsäure)

Chlorwasserstoff (HCl), geruchlos, rauchend, mit stechendem Geruch, wird durch Einwirkung von Wasserstoff auf Chlor oder durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Natriumchlorid gewonnen.

Sie ist ein unter Druck leicht verflüssigbares und in Wasser gut lösliches Gas, das verflüssigt unter Druck in Stahlflaschen aufbewahrt wird. Sie wird auch als konzentrierte wässrige Lösung (im Allgemeinen 28 bis 38 %) (Salzsäure, Acidum Muriaticum, Chlorwasserstoffsäure), in Glas- oder Steinzeugbehältern, in Zisternenwagen oder in innen mit Kautschuk ausgekleideten Kesselwagen versandt. Diese Lösungen mit stechendem Geruch sind gelblich, wenn sie Verunreinigungen enthalten (Eisen(III)-chlorid, Arsen, Schwefeldioxid, Schwefelsäure), andernfalls farblos. Konzentrierte Salzsäuren verbreiten an feuchter Luft weisse Dämpfe.

Die Verwendung ist sehr verschieden: Entzündern (Dekapieren) von Eisen, Zink und anderen Metallen; Trennung der Gelatine von den Knochen; Reinigung von tierischem Schwarz; Gewinnung von Metallchloriden usw. Bei organischen Synthesen verwendet man hauptsächlich den gasförmigen Chlorwasserstoff, bei der Herstellung von Chloroprenkautschuk, Kautschukchlorhydrat, Vinylchlorid, künstlichem Kampfer usw.

B. Chlorschwefelsäure (Chlorsulfonsäure)

Chlorschwefelsäure, im Handel als Chlorsulfonsäure (Monochlorhydrinschwefelsäure) bezeichnet, mit der chemischen Formel CISO_2OH entsteht durch trockene Reaktion von Chlorwasserstoffgas mit Schwefeltrioxid oder Oleum.

Sie ist eine farblose oder bräunliche, stark ätzende, stechend riechende, an der Luft rauhende Flüssigkeit, die durch Wasser und Wärme zersetzt wird.

Sie wird insbesondere bei organischen Synthesen verwendet (Herstellung von Saccharin, Thioindigo, Indigosolen usw.).

Unterchlorige Säuren, Chlorsäure, Perchlorsäure gehören zu Nr. 2811. Ebenfalls ausgenommen ist Schwefeldioxydchlorid (Sulfurylchlorid) (Nr. 2812) manchmal auch unrichtigerweise als Chlorschwefelsäure bezeichnet.

2807. Schwefelsäure; Oleum

A. Schwefelsäure

Schwefelsäure (Vitriol) (H_2SO_4) wird im Bleikammerverfahren gewonnen, aber hauptsächlich dadurch, dass Sauerstoff und Schwefeltrioxid über einen Katalysator (Platin, Ferrioxid, Vanadiumpentoxid usw.) geleitet werden. Zur Beseitigung ihrer Verunreinigungen (stickstoff-, arsen- oder selenhaltige Verbindungen, Bleisulfat) behandelt man sie mit Schwefelwasserstoff oder Ammoniumsulfid.

Schwefelsäure ist eine sehr stark korrosive Flüssigkeit. Sie ist von hoher Dichte, ölig, farblos (wenn sie keine Verunreinigungen enthält) oder gelb bzw. braun (im entgegengesetzten Falle). Sie reagiert heftig bei der Berührung mit Wasser und zerstört die Haut und die meisten organischen Stoffe, indem sie dieselben verkohlt.

Handelsübliche Schwefelsäure enthält 77 bis 100 % H_2SO_4 . Sie wird in Behältern oder Korbflaschen aus Glas, Stahlfässern, Zisternenwagen, Kesselwagen oder Zisternenschiffen versandt.

Diese Säure wird in sehr vielen Industrien eingesetzt: Sie dient hauptsächlich zur Herstellung von Düngern, Sprengstoffen und anorganischen Pigmenten und, unter anderem, in der petrochemischen und Stahlindustrie.

B. Oleum

Oleums (rauchende Schwefelsäuren) sind Schwefelsäuren, die einen Überschuss (bis zu 80 %) an Schwefeltrioxid enthalten. Oleum ist flüssig oder fest, intensiv braun gefärbt, reagiert heftig bei der Berührung mit Wasser, greift die Haut und die Kleidung an und bildet durch Freiwerden von Schwefeltrioxid Dämpfe, deren Einatmen gefährlich ist. Es wird in Behältern aus Glas, Steinzeug oder Eisenblech versandt.

Oleum wird in der organischen Chemie weitgehend zur Sulfurierung verwendet (Herstellung von Naphthalinsulfonsäure, Oxyanthrachinon, Thioindigo, Alizarinderivaten usw.).

Hierher gehören nicht:

- a) *Chlorschwefelsäure (Monochlorhydrinschwefelsäure) und Nitriersäure, die von den Nrn. 2806 und 2808 erfasst werden.*
- b) *Schwefeltrioxid, Schwefelwasserstoff, Peroxoschwefelsäuren (Porschwefelsäuren), Sulfaminsäure und die mineralischen Säuren der Thioreihe (Thioschwefelsäuren oder Polythionsäuren) (Nr. 2811).*
- c) *Thionyl- und Sulfurylchloride (Nr. 2812).*

2808. Salpetersäure; Nitriersäuren

A. Salpetersäure

Salpetersäure (HNO_3) wird überwiegend durch Oxidation von Ammoniak in Gegenwart eines Katalysators (Platin, Oxide des Eisens, Chroms, Wismuts, Mangans usw.) gewonnen. Man kann auch Stickstoff und Sauerstoff unmittelbar in einem Lichtbogenofen miteinander reagieren lassen und das so gewonnene Stickoxid weiter oxidieren. Schliesslich kann man Schwefelsäure (allein oder zusammen mit Natriumdisulfat) auf natürliches Natriumnitrat einwirken lassen. Die Verunreinigungen (Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure, salpetrige Dämpfe) werden durch Destillation und Durchleiten heißer Luft abgetrennt.

Salpetersäure ist eine farblose oder gelbliche, giftige Flüssigkeit. Konzentriert (rauchende Salpetersäure oder Salpetersäuremonohydrat) gibt sie salpetrige Dämpfe als gelblichen Rauch ab. Die Säure greift die Haut an und zerstört organische Stoffe; sie ist ein kräftiges Oxidationsmittel. Sie wird in Gefässen aus Glas oder Steinzeug oder in Aluminiumbehältern versandt.

Salpetersäure dient insbesondere zum Herstellen von Nitraten (Silber-, Quecksilber-, Blei-, Kupfer- usw. nitrat), von organischen Farbstoffen, von Sprengstoffen (Nitroglycerin, Schiessbaumwolle, Pikrinsäure, Trinitrotoluol, Quecksilberfulminat usw.), als Mittel zum Abbeizen (insbesondere von Gusseisen), zum Gravieren von Kupferplatten (Gravieren mit Scheidewasser), zum Reinigen von Gold und Silber usw.

B. Nitriersäuren

Nitriersäuren sind Gemische von bestimmten Teilen (z.B. gleichen Teilen) konzentrierter Salpetersäure und konzentrierter Schwefelsäure. Sie sind dickflüssige, stark ätzende Flüssigkeiten, die meist in Fässern aus Eisenblech aufbewahrt werden.

Man verwendet sie insbesondere zum Nitrieren organischer Verbindungen, zum Herstellen synthetischer Farbstoffe, in der Sprengstoffindustrie, zum Herstellen von Nitrocellulose usw.

Hierher gehören nicht:

- a) *Aminosulfonsäure (Sulfaminsäure) (Nr. 2811), die nicht mit den Nitriersäuren wechselt werden darf.*
- b) *Stickstoffwasserstoffsäure, salpetrige Säure und die Säuren der verschiedenen Stickstoffoxide (Nr. 2811).*

2809. Diphosphorpentoxid; Phosphorsäure; Polyphosphorsäure, auch chemisch nicht einheitlich

Hierher gehören Diphosphorpentoxid, Phosphorsäure, (Orthophosphorsäure oder gewöhnliche Phosphorsäure) sowie Pyrophosphorsäuren (Diphosphorsäuren) Metaphosphorsäuren und andere Polyphosphorsäuren.

A. Diphosphorpentoxid

Diphosphorpentoxid (Phosphoroxid (V), Phosphorpentoxid, Phosphorsäureanhydrid) (P_2O_5) entsteht durch Verbrennung des aus natürlichen Phosphaten gewonnenen Phosphors in trockener Luft. Es ist ein weisses, stark ätzendes, sehr begierig Wasser anziehendes Pulver, das in luftdicht verschlossenen Behältern befördert wird. Es dient zum Trocknen von Gasen und bei org. Synthesen.

Diphosphorpentoxid kommt in kristalliner, amorpher und glasiger Form vor. Die Mischung dieser drei Arten ergibt den Phosphorschnee, der hier eingereiht wird.

B. Phosphorsäure

Phosphorsäure (Orthophosphorsäure, gewöhnliche Phosphorsäure) (H_3PO_4) wird mit Hilfe von Schwefelsäure aus natürlichen Tricalciumphosphaten gewonnen. Die so gewonnene Säure des Handels enthält als Verunreinigungen Diphosphorpentoxid, Calciumdihydrogenorthophosphat, Schwefeltrioxid, Schwefelsäure, Kieselfluorwasserstoffsäure usw. Reine Phosphorsäure entsteht beim Umsetzen von Wasser mit Diphosphorpentoxid.

Phosphorsäure kann in zerfliessenden, prismatischen Kristallen in den Handel kommen. Ihre feste Form ist schwer beständig. Sie ist deshalb meist als wässrige Lösung im Handel (65 %, 90 % usw.). Die konzentrierte Lösung, die bei Zimmertemperatur übersättigt bleibt, heisst auch sirupöse Säure.

Sie wird insbesondere zum Herstellen angereicherter Superphosphate, in den Textilindustrien und als Mittel zum Entzundern (Entrostern) verwendet.

Die mit hoher Temperatur kondensierte Phosphorsäure ergibt mehrere polymere Säuren: Pyrophosphorsäure (Diphosphorsäure), Metaphosphorsäuren und andere Polyphosphorsäuren.

C. Polyphosphorsäuren

I. Hierher gehören die durch eine P-O-P-Verknüpfung charakterisierten Säuren.

Schematisch betrachtet können sie durch Kondensation von zwei oder mehr Molekülen Orthophosphorsäure durch den Austritt von Wassermolekülen gewonnen werden. Auf diese Weise können verschiedene Säuren mit der Sammelformel $H_{n+2}2P_nO_{3n+1}$, wobei n zwei oder mehr ist und eine Serie cyclische Säuren mit der Sammelformel $(HPO_3)_n$, wobei n drei oder mehr ist, gebildet werden.

- 1) Pyrophosphorsäure (Diphosphorsäure) ($H_4P_2O_7$) wird durch kontrollierte Erwärmung von Orthophosphorsäure gebildet. Sie ist in feuchter Atmosphäre instabil und wandelt sich rasch in "Ortho"-säure um.
- 2) Metaphosphorsäuren sind cyclische Säuren wie z.B. Cyclo-triphosphorsäure ($HPO_3)_3$ und Cyclo-tetraphosphorsäure ($HPO_3)_4$ die als Minderheitsanteil von Po-

lyphosphorsäure-Mischungen mit mehr als 86 % an P_2O_5 vorkommen. Eispolyphosphorsäure (Metaphosphorsäure: handelsübliche Bezeichnung) ist ein Gemisch aus Polyphosphorsäuren (mehrheitlich linear) die auch Natriumsalze dieser Säuren enthalten können. Derartige zu dieser Nummer gehörende Gemische sind glasige Massen, die sich beim Glühen verflüchtigen und nicht kristallisierbar sind.

Sie ziehen begierig Wasser an und werden deshalb für das Trocknen von Gas verwendet.

- 3) Andere Polyphosphorsäuren von der P-O-P-Art sind normalerweise Gemische, die im Handel als Polyphosphorsäure oder Superphosphorsäure bezeichnet werden; sie enthalten höhere Säuren wie Triphosphorsäure ($H_5P_3O_{10}$) und Tetraphosphorsäure ($H_6P_4O_{13}$). Derartige Gemische gehören hierher.
- II. Andere Polyphosphorsäuren.

Hierher gehören insbesondere Unterphosphorsäure (Diphosphorsäure (IV) ($H_4P_2O_6$)). Diese Verbindung tritt in Form eines kristallinen Dihydrates auf und muss trocken aufbewahrt werden. Sie ist in einer schwach konzentrierten Lösung stabiler.

Hierher gehören nicht:

- a) *Die andern Säuren und Anhydride des Phosphors (Phosphonsäure und ihre Anhydride, Phosphinsäure) (Nr. 2811).*
- b) *Wasserstoffverbindungen des Phosphors (Nr. 2853).*

2810. Boroxide; Borsäuren

A. Boroxide

Das Dibortrioxid (Borsesquioxid) (B_2O_3) kommt als glasige, transparente Masse, in Kristallen oder weissen Pailletten vor.

Man verwendet es zum Herstellen von synthetischen Edelsteinen (Korund, Saphir usw.) durch Einwirkenlassen auf flüchtige Metallfluoride.

Hierher gehören ebenfalls alle andern Boroxide.

B. Borsäuren

Borsäure (H_3BO_3) (Orthoborsäure) wird entweder durch Zersetzung natürlicher Borate mit Säuren oder durch physikalisch- chemisches Behandeln der rohen Borsäure gewonnen.

Borsäure kommt in den Handel als Pulver, als kleine Schuppen, als glimmerähnliche Blättchen oder als glasige Stücke, die am Rande durchsichtig und aschgrau oder bläulich sind (kristallisierte Borsäure). Sie ist geruchlos und fühlt sich fettig an.

Man verwendet sie als Antiseptikum (Borwasser), zum Herstellen von Borsilicatgläsern mit niedrigem Wärmeausdehnungskoeffizienten, Schmelzglasuren, Guignets Grün (Chromsesquioxhydrat), künstlichen Boraten oder Borax, Oxyanthrachinonen und Aminoanthrachinonen, zum Imprägnieren von Kerzendochten, zum Unbrennbarmachen von Stoffen usw.

Natürliche Borsäure, die nicht mehr als 85 % H_3BO_3 des wasserfreien Stoffes enthält, gehört zu Nr. 2528. Oberhalb dieser Grenze gehört sie hierher. Metaborsäuren (HBO_2) gehören ebenfalls zu dieser Nummer.

Hierher gehören nicht:

- a) Tetrafluoroborsäure (Fluoroborsäure) (Nr. 2811).
- b) Glycerinoborsäure (Nr. 2920).

2811. Andere anorganische Säuren und andere anorganische Sauerstoffverbindungen der nichtmetallischen Elemente

Hierher gehören die mineralischen Säuren und Anhydride sowie die anderen Oxide der nichtmetallischen Elemente. Die wichtigsten sind nachfolgend nach ihrer Nichtmetallelement-Komponente aufgeführt: ("")

A. Fluorverbindungen

- 1) Fluorwasserstoff (HF). Er wird durch Einwirkung von Schwefelsäure auf natürliches Calciumfluorid (Flussspat) oder auf Kryolith gewonnen und mittels Kaliumcarbonat oder durch Destillation gereinigt. Als Verunreinigungen enthält er zuweilen etwas Silicate und Kieselfluorwasserstoffsäure. In wasserfreiem Zustand stellt er eine Flüssigkeit dar, die von 18 bis 20° C siedet und stark wasseranziehend ist. In feuchter Luft raucht er. In wasserfreiem Zustand oder konzentrierten Lösungen (Flusssäure) greift er stark die Haut an und verkohlt organische Stoffe. Er wird in Metallflaschen, die innen mit Blei, Guttapercha oder Ceresin verkleidet sind, oder auch in Behältern aus Kautschuk oder Kunststoffen aufbewahrt; sehr reine Säure in Flaschen aus Silber.

Er wird zum Ätzen von Glas, zum Herstellen aschefreien Filterpapiers, zum Gewinnen von Tantal und Fluoriden, zum Entzündern von Gusseisenstücken, bei organischen Synthesen, als Antiseptikum bei Gärungsprozessen usw. verwendet.

- 2) Fluorosäuren. Hierzu gehören:

- a) die Tetrafluoroborsäure (Fluoroborsäure) (HBF_4);
- b) Hexafluorkieselsäure (Fluorkieselsäure) (H_2SiF_6) die in wässrigen Lösungen in den Handel kommt und als Nebenerzeugnis bei der Superphosphatherstellung oder aus Siliciumfluorid gewonnen wird; sie dient zur elektrolytischen Reinigung von Zinn und Blei, zum Herstellen von Fluorosilicaten usw.

B. Chlorverbindungen

Die wichtigsten dieser Verbindungen, die nachstehend aufgeführt sind, sind kräftige Oxidations- und Chlorierungsmittel, die zum Bleichen und bei organischen Synthesen verwendet werden. Sie sind meist nicht beständig.

- 1) Unterchlorige Säure (HClO). Es ist gefährlich, sie einzutanzen. Sie zersetzt sich spontan bei der Berührung mit organischen Stoffen. Das Gas kommt in wässrigen Lösungen von gelber oder zuweilen rötlicher Farbe in den Handel.
- 2) Chlorsäure (HClO_3). Diese Säure, die nur in wässrigen Lösungen in den Handel kommt, ist eine farblose oder gelbliche Flüssigkeit.
- 3) Perchlorsäure (HClO_4). Sie ergibt je nach Konzentration verschiedene Hydrate. Sie greift die Haut an und wird bei Analysen verwendet.

C. Bromverbindungen

(**) In der Reihenfolge: Fluor, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Tellur, Stickstoff, Phosphor, Arsen, Kohlenstoff, Silicium.

- 1) Bromwasserstoff (HBr) ist ein farbloses, stark und stechend riechendes Gas, das in komprimiertem Zustand (wasserfrei) oder in wässrigen Lösungen in den Handel kommt und sich langsam an der Luft zersetzt, besonders unter der Einwirkung von Licht. Er wird insbesondere zum Herstellen von Bromiden und in der organischen Synthese verwendet.
- 2) Bromsäure (HBrO₃) kommt nur in wässrigen Lösungen in den Handel; sie wird in der organischen Synthese verwendet.

D. Jodverbindungen

- 1) Jodwasserstoff (HJ) ist ein farbloses, erstickend riechendes, sich leicht zersetzendes Gas. Er kommt in wässrigen Lösungen in den Handel, die ätzen und an feuchter Luft rauchen, wenn sie konzentriert sind. Man verwendet ihn in der organischen Synthese, als wasserstoffabgebendes Reduktionsmittel und als Mittel zum Anlagern von Jod.
- 2) Jodsäure (HJO₃) und ihr Anhydrid (J₂O₅). Sie kommt in prismatischen Kristallen oder in wässrigen Lösungen in den Handel; sie wird in der Medizin sowie als Absorptionsmittel für Gasmasken gebraucht.
- 3) Perjodsäure (HJO₄.2H₂O) hat die gleichen Eigenschaften wie Jodsäure.

E. Schwefelverbindungen

- 1) Schwefelwasserstoff (H₂S) ist ein farbloses, sehr giftiges, überliechendes Gas, dessen Geruch an faule Eier erinnert. Er kommt komprimiert in Stahlflaschen oder in wässrigen Lösungen (Schwefelwasserstoffsäure oder Schwefelwasserstoff) in den Handel; er wird in Analysen, zum Reinigen von Schwefelsäure und Salzsäure, zum Gewinnen von Schwefeldioxid oder regeneriertem Schwefel usw. verwendet.
- 2) Peroxoschwefelsäuren, (Perschwefelsäuren) die in kristallisiertem Zustand in den Handel kommen:
 - a) Peroxodischwefelsäure (H₂S₂O₈) und ihr Anhydrid (S₂O₇);
 - b) Peroxomonoschwefelsäure (Carosche Säure) (H₂SO₅), die stark wasseranziehend und ein kräftiges Oxidationsmittel ist.
- 3) Thionsäuren (oder Polythionsäuren), die nur in wässrigen Lösungen in den Handel kommen: Dithionsäure (H₂S₂O₆); Trithionsäure (H₂S₃O₆); Tetrathionsäure (H₂S₄O₆); Pentathionsäure (H₂S₅O₆).
- 4) Aminosulfonsäure (Sulfaminsäure) (SO₂(OH)(NH₂) wird durch Auflösen von Harnstoff in Schwefelsäure, in Schwefeltrioxid oder in rauchender Schwefelsäure gewonnen. Sie bildet Kristalle, die in Wasser wenig löslich, in Alkohol löslich sind. Man verwendet sie als Flammenschutzmittel für Spinnstoffwaren, in der Gerberei, in der Galvanotechnik sowie zum Herstellen synthetischer organischer Erzeugnisse.
- 5) Schwefeldioxid (Schwefigsäureanhydrid) (SO₂) wird durch Verbrennen von Schwefel oder durch Rösten natürlicher Sulfide, insbesondere von Eisenpurit, oder auch durch Rösten von natürlichem Calciumsulfat (wasserfreiem Gips) unter Zusatz von Ton und Koks gewonnen. Es ist ein farbloses und erstickend riechendes Gas.

Schwefeldioxid wird entweder durch einfaches Verdichten verflüssigt in Stahlflaschen oder in Wasser gelöst aufbewahrt. Im Handel wird die wässrige Lösung fälschlicherweise als schweflige Säure bezeichnet.

Als kräftiges Reduktions- und Entfärbungsmittel findet Schwefeldioxid vielfache Anwendung: Bleichen von tierischen Spinnstoffen, von Stroh, Federn und Gelatine; Schwefeln des konzentrierten Zuckersafes in den Zuckerfabriken; Konservieren von Früchten und Gemüsen; Gewinnen von Bisulfiten zum Behandeln der Halbstoffe aus Holz; Herstellen von Schwefelsäure; Desinfektionsmittel (Schwefeln des Weines). Verflüssigtes Schwefeldioxid, das beim Verdampfen eine Temperaturerniedrigung bewirkt, wird zur Kälteerzeugung verwendet.

- 6) Schwefeltrioxid (Schwefelsäureanhydrid) (SO_3) ein fester, weißer Stoff, der in Nadeln kristallisiert, die ein wenig an Asbest erinnern. Schwefelsäureanhydrid raucht an feuchter Luft, zieht begierig Wasser an und reagiert heftig damit. Man bewahrt es in luftdicht verschlossenen Behältern aus Eisenblech oder in Korbflaschen aus Glas oder Steinzeug auf, wobei der Korb mit einem anorganischen Absorptionsmittel gefüllt ist. Schwefeltrioxid wird zum Herstellen des Oleums der Nr. 2807 und der Alaune der Nr. 2833 verwendet.
- 7) Dischwefeltrioxid (Schwefelsesquioxid) (S_2O_3) bildet grüne, zerfließende Kristalle; es wird durch Wasser zersetzt und ist in Alkohol löslich. Man verwendet es als Reduktionsmittel beim Herstellen synthetischer Farbstoffe.

F. Selenverbindungen

- 1) Selenwasserstoff (Selenwasserstoffsäure) (H_2Se), ein übelriechendes Gas, dessen Einatmen gefährlich ist, da es die Geruchsnerven zerstört. Es kommt in wenig beständigen, wässrigen Lösungen in den Handel.
- 2) Selenige Säure (H_2SeO_3) und ihr Anhydrid (SeO_2); selenige Säure bildet weiße, hexagonale, zerfließende Kristalle, die in Wasser leicht löslich sind. Sie werden in der Emailindustrie verwendet.
- 3) Selensäure (H_2SeO_4), weiße Kristalle, die wasserfrei oder als Hydrat vorkommen.

G. Tellurverbindungen

Hierzu gehören Tellurwasserstoff (H_2Te) (in wässrigen Lösungen), tellurige Säure (H_2TeO_3) und ihr Anhydrid (TeO_2) (weiße, feste Stoffe), Tellursäure (H_2TeO_4) (farblose Kristalle) und ihr Anhydrid (TeO_3) (ein orangefarbiger, fester Stoff).

H. Stickstoffverbindungen

- 1) Stickstoffwasserstoff (Stickstoffwasserstoffsäure) (HN_3), eine giftige, farblose Flüssigkeit, die erstickend riecht, leicht wasserlöslich und unbeständig ist und leicht explodiert. Ihre Salze, die Azide, gehören nicht zu Unterkapitel V, sondern zu Nr. 2850.
- 2) Distickstoffoxid (Lachgas) (Stickstoffoxydul) (N_2O), ein Gas von süßlichem Geruch, das in Wasser löslich ist und auch in flüssigem Zustand in den Handel kommt. Als Gas wird es zu Narkosezwecken verwendet, in flüssigem und verfestigtem Zustand als Gefriermittel.

- 3) Stickstoffdioxid (NO_2), eine bei 0°C farblose, bei höherer Temperatur braunrote Flüssigkeit, die etwa bei 22°C unter Entwicklung roter Dämpfe siedet. Es ist das beständigste Stickstoffoxid und ein kräftiges Oxidationsmittel.

I. Phosphorverbindungen

- 1) Phosphinsäure (unter- oder hypophosphorige Säure (H_3PO_2)); sie kristallisiert in Blättchen, die etwa bei 25°C schmelzen und an der Luft oxidieren; ein kräftiges Reduktionsmittel.
- 2) Phosphonsäure (phosphorige Säure (H_3PO_3)); die bei etwa 71°C schmelzende, zerfliessende, wasserlösliche Kristalle bildet, und ihr Anhydrid (P_2O_3 oder P_4O_6), das Kristalle bildet, die bei etwa 24°C schmelzen und sich bei Lichteinwirkung unter langsame Zersetzung erst gelb und dann rot färben.

K. Arsenverbindungen

- 1) Arsentrioxid (Arsensesquioxid) (Arsenigsäureanhydrid, Arsenik, Weissarsenik) (As_2O_3), unrichtigerweise oft als "arsenige Säure" bezeichnet, wird durch Rösten arsenhaltiger Nickel- oder Silbererze oder von Arsenkies gewonnen. Es kann als Verunreinigungen Arsensulfid, Schwefel, Antimonoxid usw. enthalten.

Das Arsentrioxid des Handels ist meist ein weisses, kristallines, geruchloses, sehr giftiges Pulver (Arsenikblüte oder -mehl). Glasiges Arsenigsäureanhydrid ist amorph und durchscheinend, porzellanartiges kristallisiert in opaken, unregelmässig durcheinanderliegenden Oktaedern.

Man verwendet Arsentrioxid zum Konservieren von Häuten und zoologischen Sammlungsstücken (zuweilen in Verbindung mit Seife), als Rattengift (Rattentod), zum Herstellen von Fliegen-Papier, gewissen Trübungsmitteln, Schmelzglasuren und grüner Mineralfarbe, wie z.B. Scheeles Grün (Kupferarsenit) und Schweinfurter Grün (Kupferarsenitacetat), sowie in kleinen Mengen als Heilmittel gegen Hautkrankheiten, Malaria und Asthma.

- 2) Arsenpentoxid (Arsensäureanhydrid) (As_2O_5). Es wird durch Oxidation von Arsentrioxid oder durch Entwässerung von Arsensäure gewonnen. Es ist ein weisses, sehr giftiges Pulver, das sich in Wasser langsam löst und dabei Arsensäure bildet. Es dient zum Herstellen von Arsensäure, als Oxidationsmittel usw.
- 3) Arsensäure. Als Arsensäure bezeichnet man die Orthoarsensäure ($\text{H}_3\text{AsO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) und die anderen Hydrate des Arsenpentoxids (Pyro- und Metaarsensäure usw.), die in farblosen Nadeln kristallisieren. Sie sind stark giftig.

Arsensäure wird insbesondere zum Herstellen organischer Farbstoffe (Fuchsin usw.) gebraucht. Arsenate und organische Arsenverbindungen werden als Heilmittel und Insekticide verwendet.

Die Wasserstoffverbindungen des Arsens (Arsenhydride), insbesondere Arsenwasserstoff AsH_3 , gehören zu Nr. 2850.

L. Kohlenstoffverbindungen

- 1) Kohlenmonoxid (CO), ein giftiges, farb- und geschmackloses Gas, das in komprimiertem Zustand in den Handel kommt. Wegen seiner reduzierenden Eigenschaften wird es insbesondere in der Metallurgie verwendet.
- 2) Kohlendioxid (Kohlensäureanhidrid Kohlensäuregas) (CO₂), auch ungenau Kohlensäure genannt. Es wird durch Verbrennen von Kohlenstoff oder aus kalkhaltigen Stoffen durch Erhitzen oder mit Säuren gewonnen.

Kohlendioxid ist ein farbloses Gas, das anderthalb mal so schwer wie Luft ist, stechend schmeckt und Flammen erstickt. Es wird entweder durch Komprimieren verflüssigt in Stahlflaschen oder fest in gepressten Würfeln unter Druck in nach aussen isolierten Umschliessungen gehandelt (Kohlensäureschnee, Kohlensäureeis, Trockeneis).

Man verwendet es in der Metallurgie, in der Zuckerindustrie und um Getränke kohlensäurehaltig zu machen. In flüssigem Zustand gebraucht man es für Bierdruckapparate, zum Herstellen von Salicylsäure, als Feuerlöschmittel usw. Trockeneis, mit dem man eine Kälte von -80° C erzeugen kann, wird in der Kältetechnik verwendet.

- 3) Cyanwasserstoff (Cyanwasserstoffsäure, Blausäure) (HCN), erhält man durch Einwirken von Schwefelsäure auf ein Cyanid oder durch Einwirken von Katalysatoren auf Gemische von Ammoniak und Kohlenwasserstoffen.

Sie ist eine farblose, wasserlösliche Flüssigkeit, die leichter als Wasser ist, nach Bittermandeln riecht und sehr giftig ist. In unreinem Zustand oder in verdünnten Lösungen lässt sie sich schwer halten.

Man verwendet sie in der organischen Synthese (insbesondere zur Herstellung von Vinylcyanid unter Einwirkung von Acetylen), sowie als Schädlingsbekämpfungsmittel.

- 4) Isocyansäure, Thiocyansäure und Knallsäure.

M. Siliciumverbindungen

Siliciumdioxid (Kieselsäureanhidrid, reine Kieselsäure, Siliciumoxid) (SiO₂) wird durch Ansäuern von Silicatlösungen oder durch Zersetzen von Siliciumhalogenverbindungen unter Einwirkung von Wasser und Hitze gewonnen.

Es kommt entweder amorph, als weisses Pulver, als glasartige Körner, als Gel (Silicagel) oder kristallisiert (Tridymit und Cristobalit) in den Handel.

Siliciumdioxid ist säurebeständig, weshalb es in geschmolzenem Zustand zum Herstellen schwer schmelzbarer Laboratoriumsglaswaren und industrieller Apparate verwendet wird, die ohne Gefahr des Springens plötzlich erhitzt oder abgekühlt werden können (s. die allgemeinen Erläuterungen zu Kap. 70). Feinpulvriges, wasserfreies Siliciumdioxid braucht man als Füllstoff für verschiedene natürliche oder synthetische Kautschukarten und andere Elastomere sowie als Verdickungs- oder Thixotropimittel für Kunststoffe, Druckfarben, Anstrichfarben, Lacke und Klebstoffe. Silikastaub (pyrogen), welcher aus der Verbrennung von Siliciumtetrachlorid oder Trichlorsilan in einem Wasserstoff-Sauerstoff-Ofen stammt, wird auch zum chemisch-mechanischen Polieren von Siliciumscheiben sowie als Flusshilfs- oder Absetzverhütungsmittel für verschiedene andere Materialien verwendet. Silikastaub, welcher als Nebenprodukt bei der Herstellung von Silicium, Ferrosilicium und Zirkonia entsteht, wird ebenfalls verwendet.

coniumdioxid anfällt, wird im Allgemeinen als puzzolanischer Zusatz in Beton, Faserzement oder feuerfesten Mörteln und als Additiv in Polymeren verwendet. Aktiviertes Silicagel (Actigel) dient zum Trocknen von Gasen.

Hierher gehören nicht:

- a) *Natürliche Kieselerde, beispielsweise Quarz und Diatomeenerde (Kapitel 25, mit Ausnahme derjenigen Arten, die Edelsteine oder Halbedelsteine darstellen - s. die Erläuterungen zu den Nrn. 7103 und 7105).*
- b) *Kieselerde in kolloider Lösung gehört zu Nr. 3824, sofern es nicht für einen bestimmten Zweck besonders zubereitet ist, z.B. als Appretur für die Textilindustrie. In diesem Fall gehört es zu Nr. 3809.*
- c) *Silicagel, wenn es mit Kobaltsalzen versetzt ist, die als Feuchtigkeitsindikator dienen Nr. 3824).*

N. Komplexe Säuren

Hierher gehören auch die anderweit nicht erfassten komplexen chemisch einheitlichen Säuren (ausgenommen Mischungen), die aus zwei oder mehr nichtmetallischen Mineral-säuren (z.B. die Chlorsäuren) oder aus einer nichtmetallischen Säure und einer Metallsäure (z.B. Borowolframsäure und Silicowolframsäure) bestehen.

Da Antimon in der Nomenklatur als Metall angesehen wird, gehören die Antimonoxide zu Nr. 2825.

Unterkapitel III

Halogen-, Oxyhalogenverbindungen oder Sulfide der nicht metallischen Elemente

Allgemeines

Zu diesem Unterkapitel gehören Erzeugnisse die, obwohl ihre Bezeichnungen (Chloride, Sulfide usw.) auf die zu Unterkapitel V gehörenden Metallsalze der Wasserstoffsäuren hinweisen, tatsächlich aber nichtmetallische Verbindungen folgender Art sind:

- 1) Ein Halogen und ein nichtmetallisches Element, anderes als Sauerstoff und Wasserstoff (Halogenverbindungen der nichtmetallischen Elemente).
- 2) Verbindungen wie unter 1, verbunden mit Sauerstoff (Oxyhalogenverbindungen).
- 3) Schwefel und ein nichtmetallisches Element, anderes als Sauerstoff und Wasserstoff (Schwefelverbindungen der nichtmetallischen Elemente).

Oxyschwefelverbindungen der nichtmetallischen Elemente (Schwefel + Sauerstoff + nichtmetallisches Element) gehören nicht hierher, sondern zu Nr. 2853.

Halogen-, Oxyhalogen- und Schwefelverbindungen der Metalle (siehe Erläuterungen zum Unterkapitel I, Allgemeines) oder vom Ammoniumion (NH_4^+) gehören zu Unterkapitel V, ausgenommen Verbindungen der Edelmetalle (Nr. 2843) und Verbindungen der Nrn. 2844, 2845, 2846 oder 2852.

2812. Halogen- und Oxyhalogenverbindungen der nichtmetallischen Elemente

A. Chlorierte nichtmetallische Elemente

Von den hierher gehörenden, aus zwei Elementen bestehenden Verbindungen, sind die wichtigsten:

- 1) Jodchloride.
 - a) Jodmonochlorid (JCl), das durch unmittelbares Einwirken von Chlor auf Jod gewonnen wird. Bei einer Temperatur von mehr als 27 °C ist es eine dunkelbraune Flüssigkeit; unterhalb dieser Temperatur bildet es rötliche Kristalle. Seine Dichte liegt bei 3. Es kann durch Wasser zersetzt werden und erzeugt gefährliche Verbrennungen auf der Haut. Man verwendet es in der organischen Synthese zur Anlagerung von Jod.
 - b) Jodtrichlorid (JCl_3), das in der gleichen Weise wie Jodmonochlorid oder aus Jodwasserstoffsäure gewonnen wird. Es bildet gelbe, wasserlösliche Nadeln. Seine Dichte liegt bei 3. Es wird wie Jodmonochlorid, ausserdem in der Medizin verwendet.
- 2) Dischwefeldichloride
 - a) Schwefelmonochlorid (Schwefelchlorür) (S_2Cl_2), das durch Einwirken von Chlor auf Schwefel gewonnen wird. Es ist eine gelbe oder rötliche Flüssigkeit, die an der Luft raucht, durch Wasser zersetzt wird, erstickend riecht und eine Dichte von etwa 1,7 hat. Es ist das Schwefelchlorid des Handels. Als Lösungsmittel für Schwefel wird es zum Kaltvulkanisieren von Kautschuk und Guttapercha verwendet.
 - b) Schwefeldichlorid (SCl_2), das aus Monochlorschwefel gewonnen wird. Es ist eine rötlichbraune Flüssigkeit, die ebenfalls durch Wasser zersetzt wird, wenig beständig ist und eine Dichte von etwa 1,6 hat. Es wird ebenfalls zum Kaltvulkanisieren von Kautschuk sowie als Chlorierungsmittel bei der Herstellung synthetischer Farbstoffe (insbesondere des Thioindigos) verwendet.
- 3) Phosphorchloride
 - a) Phosphortrichlorid (PCl_3), das durch unmittelbares Einwirken von Chlor auf Phosphor gewonnen wird. Es ist eine farblose Flüssigkeit mit der Dichte von etwa 1,6, die ätzt, beissend riecht, zu Tränen reizt, an feuchter Luft raucht und sich mit Wasser zersetzt. Man verwendet es in der keramischen Industrie, um Glanzeffekte zu erreichen, und besonders als Chlorierungsmittel bei organischen Synthesen (Herstellung von Säurechloriden, organischen Farbstoffen usw.).
 - b) Phosphorpentachlorid (PCl_5), das aus dem Trichlorid gewonnen wird. Es bildet weisse oder gelbliche Kristalle mit einer Dichte von etwa 3,6. Wie Phosphortrichlorid raucht es an feuchter Luft, zersetzt sich mit Wasser und reizt zu Tränen. Man verwendet es ebenfalls in der organischen Chemie als Chlorierungsmittel oder als Katalysator (z.B. zum Herstellen von Isatinchlorid).

Phosphoniumchlorid (PH_4Cl) gehört zu Nr. 2853.

- 4) Arsenchloride

Arsentrichlorid (AsCl_3), das durch Einwirken von Chlor auf Arsen oder von Salzsäure auf Arsentrioxid gewonnen wird, ist eine farblose, ölige Flüssigkeit, die an der Luft raucht und sehr giftig ist.

5) Siliciumchloride

Siliciumtetrachlorid (SiCl_4) wird dadurch gewonnen, dass man Chlor auf eine Mischung von Kieselerde und Kohle oder auch auf Silicium, Siliciumbronze oder Ferrosilicium einwirken lässt. Siliciumtetrachlorid ist eine farblose Flüssigkeit mit einer Dichte von etwa 1,5, die in feuchter Umgebung einen weissen, erstickend riechenden Rauch entwickelt (Wasserstoffchlorid (HCl)). Es wird durch Wasser unter Bildung gallertartiger Kieselsäure und Freisetzung von HCl -Rauch zersetzt. Man verwendet es zum Herstellen von Kieselsäure, sehr reinem Silicium sowie Silikonen und für Vernebelungen.

Substitutionsprodukte der Siliciumwasserstoffe, wie Trichlorosilicomethan (SiHCl_3) (Trichlorsilan), gehören zu Nr. 2853.

Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4) (Tetrachloromethan) und Hexachlorkohlenstoff (C_2Cl_6) (Hexachloroethan) gehören als Chlorlderivate der Kohlenwasserstoffe zu Nr. 2903. Hexachlorobenzol (ISO) (C_6Cl_6), Octachloronaphthalin (C_{10}Cl_8) und die übrigen Chloride des Kohlenstoffes gehören ebenfalls zu Nr. 2903.

B. Oxychloride der nichtmetallischen Elemente

Von den hierher gehörenden, aus drei Elementen bestehenden Verbindungen sind folgende zu erwähnen:

1) Oxychloride des Schwefels

- a) Thionylchlorid (Schwefeloxidichlorid, Schwefeligsäurechlorid) (SOCl_2). Es wird durch Oxidation von Schwefeldichlorid mit Schwefeltrioxid oder mit Sulfurylchlorid gewonnen. Es ist eine farblose Flüssigkeit mit einer Dichte von etwa 1,7, die durch Wasser zersetzt wird und erstickende Dämpfe entwickelt. Man verwendet es zur Herstellung organischer Chlorverbindungen.
- b) Schwefeldioxidichlorid (Sulfurylchlorid, Schwefelsäuredichlorid) (SO_2Cl_2), das durch Einwirken von Chlor auf Schwefeldioxid bei Sonnenbestrahlung oder in Gegenwart eines Katalysators (Kamper oder Aktivkohle) gewonnen wird. Es ist eine farblose Flüssigkeit mit einer Dichte von etwa 1,7, die an der Luft raucht, durch Wasser zersetzt wird und ätzend wirkt. Als Chlorierungs- und Sulfonierungsmittel wird es in der organischen Synthese verwendet. Es dient zur Herstellung von Säurechloriden.

Chloroschwefelsäure (CISO_2OH) gehört zu Nr. 2806.

2) Selenoxidichlorid

Selenoxidichlorid im Allgemeinen Selenylchlorid genannt (SeOCl_2) entspricht im Aufbau dem Thionylchlorid. Man gewinnt es durch Einwirken von Selentetrachlorid auf Selendioxid. Bei einer Temperatur über 10°C ist es eine gelbe, an der Luft rauchende Flüssigkeit. Unterhalb dieser Temperatur bildet es farblose Kristalle. Seine Dichte liegt bei 2,4. Durch Wasser wird es zersetzt. Es wird bei organischen Synthesen und zum Entzündern der Zylinder von Explosionsmotoren verwendet.

3) Stickstoffoxychlorid (Nitrosyloxychlorid) (NOCl)

Stickstoffoxychlorid ist ein orangegelbes, giftiges Gas mit erstickendem Geruch, das als Oxidationsmittel verwendet wird.

4) Phosphoroxychlorid (Phosphoroxytrichlorid, Phosphorylchlorid) (POCl₃)

Phosphoroxytrichlorid wird entweder aus Phosphortrichlorid und Kaliumchlorat oder aus Phosphorpentachlorid und Borsäure oder auch durch Einwirkung von Phosgen (Kohlenoxychlorid) auf Tricalciumphosphat gewonnen. Es ist eine farblose Flüssigkeit mit der Dichte von etwa 1,7, die durchdringend riecht, an feuchter Luft raucht und durch Wasser zersetzt wird. Es dient als Chlorierungsmittel bei organischen Synthesen. Man verwendet es ausserdem bei der Herstellung von Essigsäureanhydrid und von Chlorsulfonsäure.

5) Carbonyldichlorid (Phosgen, Carbonylchlorid, Kohlenoxydichlorid) (COCl₂)

Carbonyldichlorid wird durch Einwirken von Chlor auf Kohlenmonoxid in Gegenwart von tierischem Schwarz oder Holzkohle oder durch Einwirken von Oleum auf Tetrachlorkohlenstoff gewonnen. Es ist ein farbloses Erzeugnis, das bei einer Temperatur von weniger als 8° C flüssig, bei höherer Temperatur gasförmig ist und komprimiert oder verflüssigt in dickwandigen Stahlflaschen aufbewahrt wird. In Toluol oder Benzol gelöst gehört es zu Nr. 3824.

Es ist tränenreizend und sehr giftig. Es ist ein Chlorierungsmittel und wird vielfach in der organischen Synthese verwendet, insbesondere zur Gewinnung von Säurechloriden, Aminoderivaten, Auramin (Michler'sches Keton), Zwischenerzeugnissen bei der Herstellung organischer Farbstoffe usw.

**C. Andere Halogen- und Oxyhalogenverbindungen
der nicht metallischen Elemente**

Hierher gehören die anderen Halogenverbindungen der nichtmetallischen Elemente: Fluoride, Bromide und Jodide.

1) Fluoride.

- a) Jodpentafluorid (JF₅), rauchende Flüssigkeit.
- b) Fluoride des Phosphors und des Siliciums.
- c) Bortrifluorid (BF₃). Es wird durch Erhitzen von gepulvertem, natürlichem Calciumfluorid (Flussspat) und gepulvertem Bortrioxid in Gegenwart von Schwefelsäure gewonnen. Es ist ein farbloses Gas, das an der Luft raucht, organische Stoffe verkohlt und stark Wasser anzieht, mit dem es Borfluorwasserstoffsäure bildet. Man verwendet es als Entwässerungsmittel und als Katalysator in der organischen Chemie. Es bildet mit organischen Stoffen komplexe Verbindungen (mit Essigsäure, Diethylether, Phenol usw.). Diese Verbindungen, die auch als Katalysatoren verwendet werden, gehören zu Nr. 2942.

2) Bromide.

- a) Jodbromid (Monobromid) (JBr), das durch Verreiben der beiden Elemente hergestellt wird. Es bildet eine kristalline schwarzrote Masse, die etwa wie Jod aussieht, ist wasserlöslich und wird in der organischen Synthese verwendet.
- b) Phosphorbromide.

Phosphortribromid (PBr₃) wird durch Einwirken von Brom auf in Schwefelkohlenstoff gelösten Phosphor erhalten. Es ist eine farblose Flüssigkeit, die an der Luft raucht, durch Wasser zersetzt wird und eine Dichte von etwa 2,8 hat. Es wird in der organischen Synthese verwendet.

Phosphoniumbromid (PH₄Br) gehört zu Nr. 2853; Kohlenstoffbromide gehören zu Nr. 2903.

3) Jodide.

- a) Phosphorjodide.

Phosphordijodid (P₂J₄) wird durch Einwirken von Jod auf in Schwefelkohlenstoff gelösten Phosphor erhalten. Es bildet orangefarbene Kristalle, die rötliche Dämpfe entwickeln.

Phosphotrijodid (PJ₃), das auf ähnliche Weise gewonnen wird, kristallisiert in dunkelroten Blättchen.

Phosphoniumjodid (PH₄J) gehört zu Nr. 2853.

- b) Arsenjodide.

Arsentrijodid (AsJ₃), das in roten Kristallen in den Handel kommt, wird aus den beiden Elementen gewonnen. Es ist giftig und flüchtig; es wird in der Medizin und als Laboratoriumsreagens gebraucht.

4) Andere Oxyhalogenverbindungen als die Oxychloride.

- a) Oxyfluoride, wie das Phosphoroxytrifluorid (Phosphorylfluorid) (POF₃).
- b) Oxybromide, wie das Schwefeloxydibromid (Thionylbromid) (SOBr₂), eine orangefarbige Flüssigkeit, und das Phosphoroxytribromid (Phosphoryltribromid) (POBr₃), das in Blättchen kristallisiert.
- c) Oxyjodide.

2813. Sulfide der nicht metallischen Elemente; handelsübliches Phosphortrisulfid

Von den hierher gehörenden, binären Verbindungen sind die wichtigsten:

1) Kohlendisulfid (Schwefelkohlenstoff) (CS₂).

Kohlendisulfid wird durch Einwirken von Schwefeldämpfen auf glühende Kohlen erhalten. Er ist flüssig, farblos, giftig, mit Wasser nicht mischbar, dichter als dieses (Dichte etwa 1,3) und riecht in unreinem Zustand nach faulen Eiern. Es ist gefährlich, ihn einzutragen oder mit ihm zu arbeiten, weil er flüchtig und leicht entflammbar ist. Man bewahrt ihn in Steinzeug-, Metall- oder Glasbehältern auf, die mit Stroh oder Weiden umgeben und sehr sorgfältig verschlossen sind.

Kohlendisulfid ist ein Lösungs- und Reinigungsmittel, das für zahlreiche Zwecke verwendet wird: Extraktion von Ölen, Fetten und ätherischen Ölen, Entfetten von Knochen, in der Therapie, in der Industrie von künstlichen Spinnstoffen, in der Kautschukindustrie, in der Landwirtschaft (für Bodeninjektionen zum Vernichten von Insekten, der Reblaus usw.). Hierzu überführt man ihn auch in Kaliumthiocarbonat (Nr. 2842) (s. auch die Erläuterungen zu Nr. 3808).

2) Siliciumdisulfid (SiS_2).

Siliciumdisulfid wird durch Einwirken von Schwefeldampf auf hoherhitztes Silicium gewonnen. Es ist ein weißer Stoff, der in flüchtigen Nadeln kristallisiert und Wasser unter Bildung gallertartigen Siliciumdioxids zersetzt.

3) Arsensulfide

Es handelt sich hierbei um künstliche Sulfide, die entweder aus natürlichen Sulfiden gewonnen werden oder aus Arsen oder Arsenik, auf die man Schwefel oder Schwefelwasserstoff einwirken lässt.

- a) Arsendsulfid (künstl. Realgar, Rubinrot, Rauschrot) (As_2S_2 oder As_4S_4) ist ein giftiger Stoff, der rote oder orangefarbene, glasige Kristalle mit einer Dichte von etwa 3,5 bildet, die sich ohne zu schmelzen verflüchtigen. Man verwendet es in der Feuerwerkerei (in Mischung mit Kaliumnitrat und Schwefel), in der Malerei (Arsenrubinfarbe) und in der Weissgerberei zum Enthaaren von Häuten.
- b) Arsentrисulfid (künstliches Auripigment, Rauschgelb, Orpiment) (As_2S_3) ist ein gelbes, giftiges Pulver, das eine Dichte von etwa 2,7 hat und farblos und wasserunlöslich ist. Es dient den gleichen Zwecken wie das Disulfid und wird ausserdem als Farbstoff für Leder und Kautschuk, als Schädlingsbekämpfungsmittel und wegen seiner Eigenschaft, Krankheitskeime abzutöten, in der Medizin verwendet. Mit Alkalisulfiden bildet es Sulfoarsenate, die zu Nr. 2842 gehören.
- c) Diarsenpentasulfid (As_2S_5). Dieses Erzeugnis, das in der Natur nicht vorkommt, ist ein amorpher, hellgelber, fester Stoff, der in Wasser unlöslich ist. Man verwendet ihn als Pigment. Mit Alkalisulfiden bildet er Sulfoarsenate, die zur Nr. 2842 gehören.

Die natürlichen Arsensulfide (Disulfid oder Realgar, Arsentrисulfid oder Auripigment) gehören zu Nr. 2530.

4) Phosphorsulfide.

- a) Tetraphosphortrisulfid (P_4S_3) wird aus den beiden Elementen gewonnen. Es ist ein grauer oder gelber, fester Stoff mit einer Dichte von etwa 2,1, der amorph oder in Kristallen in den Handel kommt. Es riecht nach Knoblauch und ist nicht sehr giftig; dennoch ist es gefährlich, seinen Staub einzutragen. Durch siedendes Wasser wird es zersetzt, ist aber an der Luft beständig. Es ist das beständigste

Unterkapitel-IV

Phosphorsulfid und dient zum Herstellen von Pentasulfiden sowie anstelle von Phosphor zum Herstellen von Sicherheitszündhölzern. Auch in der organischen Synthese wird es verwendet.

- b) Diphosphorpentasulfid (P_2S_5 oder P_4S_{10}) kommt in gelben Kristallen mit einer Dichte von 2,03 bis 2,09 in den Handel. Es dient den gleichen Zwecken wie Tetraphosphortrisulfid sowie als Flotationsmittel für Mineralien.
- c) Phosphortrisulfid - handelsübliches - ist eine Mischung, dessen Formel etwa P_2S_3 lautet. Es bildet gelblichgraue, kristalline Massen und wird durch Wasser zersetzt. Man verwendet es in der organischen Synthese.

Hierher gehören nicht:

- a) *Die aus zwei Elementen bestehenden Verbindungen des Schwefels mit Halogenen (z.B. die Schwefelchloride) (Nr. 2812).*
- b) *Die Oxysulfide (z.B. des Arsens, des Kohlenstoffs, des Siliciums) und die Sulfohalogenide der nichtmetallischen Elemente (z.B. Phosphorsulfochlorid und Thiocarbonylchlorid (Nr. 2853).*

Unterkapitel IV

Anorganische Basen und Metalloxide, -hydroxide und -peroxyde.

Allgemeines

Basen sind Verbindungen, die ein Hydroxylradikal (OH^-) enthalten und unter Einwirkung von Säuren Salze bilden; in flüssigem Zustand oder in wässriger Lösung sind sie Elektrolyte, die an der Kathode ein Metall oder ein entsprechendes Ion (Ammoniumgruppe) (NH_4^+) abscheiden.

Metalloxide entstehen, wenn sich ein Metall mit Sauerstoff verbindet. Eine grosse Anzahl dieser Oxide kann sich mit einem oder mehreren Molekülen Wasser zu Hydroxiden (Hydraten) umbilden.

Die meisten Oxide sind basisch; denn ihr Hydroxid verhält sich wie eine Base. Es gibt jedoch Oxide, die sich in allen Fällen (Anhydridoxide) oder, was häufiger vorkommt, nur in bestimmten Fällen (indifferente oder amphotere Oxide) bei Einwirkung von Alkali- oder anderen Basen in Salze umwandeln; sie stellen die Anhydride der isolierten oder nicht isolierten Säuren dar, die ihren Hydraten oder Hydroxiden entsprechen.

Gewisse Oxide können als das Ergebnis der Verbindung eines basischen Oxids mit einem Anhydridoxid angesehen werden; man nennt sie salzartige Oxide.

Zu diesem Unterkapitel gehören:

- 1) Metalloxide, -hydroxide und -peroxyde, die basisch, sauer, amphotter oder salzartig sein können.
- 2) Andere anorganische Basen, die keinen Sauerstoff enthalten, wie z.B. Ammoniak der Nr. 2814 und Hydrazin (Nr. 2825), oder kein Metall enthalten, wie z.B. Hydroxylamin (Nr. 2825).

Hierher gehören insbesondere nicht:

- a) Die Oxide und Hydroxide, die zu Kapitel 25 gehören, insbesondere Magnesia (Magnesiumoxid), auch chemisch rein, und gebrannter und gelöschter Kalk (unreines Calciumoxid und - hydroxid).
- b) Die Oxide und Hydroxide, welche Mineralien darstellen (Nrn. 2601 bis 2617), Schläcken, Hammerschlag, Aschen, Gekräzt, Abschaum und andere metallhaltige Rückstände (Nrn. 2618 bis 2620).
- c) Oxide, Peroxide und Hydroxide der Edelmetalle (Nr. 2843), der radioaktiven Elemente (Nr. 2844), der Seltenerdmetalle, des Ytriums oder des Scandiums oder Mischungen dieser Metalle (Nr. 2846) oder des Quecksilbers (Nr. 2852).
- d) Die Sauerstoffverbindungen des Wasserstoffs gehören zu den Nrn. 2201 (Wasser), 2845 (schweres Wasser), 2847 (Peroxid), 2853 (destilliertes Wasser, Leitfähigkeitswasser oder Wasser von gleicher Reinheit, einschliesslich des mit Ionenaustauschern behandelten Wassers).
- e) Färbemittel auf der Grundlage von Metalloxiden (Nr. 3206), Pigmente, Trübungsmittel, zubereitete Farben, Schmelzglasuren und ähnliche Zubereitungen für die keramische, Emaillier- und Glasindustrie (Nr. 3207) und andere Zubereitungen des Kapitels 32, die aus Oxiden, Hydroxiden und Basen bestehen, die mit anderen Erzeugnissen gemischt sind.
- f) Zubereitete Mattierungsmittel für Kunstseide (Nr. 3809) und Zubereitungen zum Beizen von Metallen (Nr. 3810).
- g) Edelsteine, Schmucksteine und synthetische Steine (Nrn. 7102 bis 7105).

2814.

Ammoniak, wasserfrei oder in wässriger Lösung (Salmiakgeist)

Ammoniak gewinnt man entweder aus dem unreinen Ammoniakwasser (s. die Erläuterungen zu Nr. 3825 Absatz A 3)), das beim Reinigen von Steinkohle- oder Kokereigas anfällt, oder durch verschiedene synthetische Verfahren aus Wasserstoff und Stickstoff.

Hierher gehören:

- 1) Das unter Druck leicht zu verflüssigende Ammoniakanhydrid (wasserfreies Ammoniak) (NH_3), ein farbloses Gas, leichter als Luft, das in Metallzyindern (Flaschen) aufbewahrt wird.
- 2) Ammoniak in wässriger Lösung (Salmiakgeist) (NH_4OH), das Hydroxid eines fiktiven Elementes, des Ammoniums (NH_4). Diese Lösungen (im Allgemeinen 20, 27 oder 34 % NH_3), die in gut verschlossenen Behältern aufbewahrt werden, sind farblos oder gelblich. Die alkoholischen Lösungen des Salmiakgeistes gehören zu Nr. 3824.

Die Verwendungsmöglichkeiten des Ammoniaks sind sehr zahlreich. Es wird zu verschiedenen chemischen Herstellungsverfahren verwendet (Salpetersäure und Nitrat, Ammoniumsulfat, andere Ammoniumsalze und Stickstoffdünger, Natriumcarbonat, Cyanide, organische Aminoderivate, z.B. Naphthylamin, usw.). Es emulgiert Fette und Harze und ist ein Fleckenentfernungsmittel. Es dient ferner zum Herstellen von Glanzmischungen, zum Behandeln von Latex, zum Entfernen von Lacküberzügen usw.. Verflüssigtes Ammoniak wird in Kältemaschinen verwendet.

2815. **Natriumhydroxid (Ätznatron); Kaliumhydroxid (Ätzkali); Natrium- oder Kaliumperoxid**

A. Natriumhydroxid (Ätznatron)

Natriumhydroxid (NaOH), Ätznatron, wird als kaustische Soda bezeichnet. Man darf dieses Erzeugnis nicht mit der Soda des Handels verwechseln, die aus Natriumcarbonat besteht (Nr. 2836).

Flüssiges Natriumhydroxid gewinnt man durch Einwirken von Kalkmilch auf Natriumcarbonat oder durch Elektrolyse von Natriumchlorid. Natriumhydroxid kann flüssig oder in fester Form (wasserfrei) sein. Die weitere Entwässerung der wässrigen Lösung ergibt festes Natriumhydroxid in Form von Flocken oder Stücken. Chemisch reines Natriumhydroxid kommt als Würfel oder als Pastillen in Glasflaschen in den Handel.

Festes Ätznatron greift die Haut an und zerstört die Schleimhäute. Es zerfliesst und ist leicht wasserlöslich. Es muss in gut verschlossenen Stahlbehältern aufbewahrt werden.

Ätznatron ist eine starke Base, die zahlreiche industrielle Verwendungszwecke hat: Herstellung von gewissen chemisch bereiteten Halbstoffen aus Holz durch Abtrennen von Lignin; Herstellung von regenerierter Cellulose, Mercerisieren von Baumwolle; in der Metallurgie von Tantal und Niob; Herstellen von Kernseifen; Herstellung zahlreicher chemischer Erzeugnisse und insbesondere von Phenolverbindungen: Phenol, Resorcin, Alizarin usw.

Ablaugen, die bei der Herstellung von Natron- oder Sulfatzellstoff zurückbleiben, gehören zu Nr. 3804; man kann daraus Ätznatron sowie das Tallöl der Nr. 3803 gewinnen.

Mischungen von Ätznatron und Kalk, die Natronkalk genannt werden, gehören zu Nr. 3824.

B. Kaliumhydroxid (Ätzkali)

Kaliumhydroxid (KOH) oder Ätzkali, das von Kaliumcarbonat (Nr. 2836) oder der Pottasche des Handels unterschieden werden muss, zeigt weitgehende Übereinstimmung mit dem oben beschriebenen Natriumhydroxid. (Die Bezeichnung Pottasche wird in einigen Ländern missbräuchlich für jedes Kaliumsalz und insbesondere für Kaliumchlorid verwendet.)

Man gewinnt Kaliumhydroxid heute hauptsächlich durch Elektrolyse von Lösungen des natürlichen Kaliumchlorids der Nr. 3104 oder auch durch Einwirkung von Kalkmilch auf Kaliumcarbonat. Reines Kaliumhydroxid gewinnt man mittels Alkohol oder durch doppelte Zersetzung von Bariumhydroxid und Kaliumsulfat.

Das Erzeugnis kommt als wässrige Lösung in den Handel (Kalilauge), mehr oder weniger konzentriert (meist etwa 50 %), oder fest und enthält neben anderen Verunreinigungen Kaliumchlorid. Man bewahrt es in der gleichen Weise wie Ätznatron auf; es hat die gleichen Eigenschaften.

Zu erwähnen ist seine Verwendung bei der Herstellung von Schmierseifen, beim Abbeizen von Werkstücken, die metallisiert oder übermalt werden sollen, zum Bleichen, bei der Herstellung von Kaliumpermanganat. Man verwendet es auch in der Medizin zum Ätzen von Gewebe, und zwar in Form von Stiften (Ätzstifte). Mit einem Zusatz von Kalk gehören die Ätzstifte zu Nr. 3003 oder 3004.

C. Natriumperoxid

Natriumperoxid (Dinatriumdioxid) (Na_2O_2) das durch Verbrennen von Natrium entsteht, ist ein weisses oder gelbliches Pulver mit einer Dichte von etwa 2,8, das sehr leicht zerfliesst und von Wasser unter Wärmeentwicklung und Bildung von Wasserstoffperoxid zersetzt wird. Es hat zuweilen auch die Form von Broten, die in zugelöteten Metallbüchsen eingeschlossen sind.

Man verwendet es in der Seifenindustrie, zum Bleichen von Geweben, als Oxidationsmittel in der organischen Synthese und zum Reinigen der Luft in abgeschlossenen Räumen, insbesondere in Unterseebooten. Mit Zusatz von Katalysatoren (Spuren von Kupfer-, Nickel-salzen usw.) zur schnellen Herstellung von Wasserstoffperoxid (Oxylith) stellt es eine Zubereitung der Nr. 3824 dar.

D. Kaliumperoxid

Kaliumperoxid (Dikaliumdioxid) (K_2O_2) stimmt mit Natriumperoxid hinsichtlich seiner Herstellungsverfahren, seiner Eigenschaften und seiner Verwendung weitgehend überein.

2816. Magnesiumhydroxid und -peroxid; Strontium- oder Bariumoxid, -hydroxide und -peroxide

A. Magnesiumhydroxid und -peroxid

- 1) Magnesiumhydroxid ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) ist ein weisses Pulver. Es ist schwerer als das Oxid, beständig, setzt sich aber an der Luft langsam in Carbonat um. Man verwendet es in der Pharmazie.
- 2) Magnesiumperoxid (Dioxyd) (MgO_2) wird durch Einwirken von Wasserstoffperoxid auf das Hydroxid erhalten. Es ist ein weisses Pulver, fast wasserunlöslich und enthält in unreinem Zustand Oxid. Man verwendet es zum Bleichen von Federn, zum Herstellen von Zahnpflegemitteln und als Magen- und Darmantiseptikum.

Nicht hierher gehört Magnesiumoxid (Nr. 2519, oder in Form von künstlichen Kristallen aus Magnesiumoxid mit einem Stückgewicht von 2,5 g oder mehr, Nr. 3824).

B. Strontiumoxid, -hydroxid und -peroxid

- 1) Strontiumoxid (Oxydul Strontiumhydrat oder kaustisches Strontium) (SrO) wird durch Erhitzen von gefälltem Strontiumcarbonat gewonnen. Es ist ein weisses, poröses Pulver, das Wasser anzieht, sich in Wasser löst und an der Luft verändert. Man verwendet es in der Feuerwerkerei, in der Medizin und zum Herstellen von Strontiumhydroxid und von Pigmenten.
- 2) Strontiumhydroxid ($\text{Sr}(\text{OH})_2$) kommt in wasserfreiem und amorphem Zustand oder in Kristallform mit 8 H_2O in den Handel; an der Luft geht es in das Carbonat über. Man verwendet es in der Glasindustrie. Es dient ferner zum Herstellen von Strontiumsalzen und Leuchtpigmenten.
- 3) Strontiumperoxid (Strontiumdioxid) (SrO_2) wird durch Einwirken von Sauerstoff auf das Oxid erhalten. Es ist ein weisses Pulver, das durch heißes Wasser zersetzt wird. Es wird in der Feuerwerkerei verwendet.

C. Bariumoxid, -hydroxid und -peroxid

- 1) Bariumoxid (Barytanhydrid) (BaO) darf nicht mit natürlichem Bariumsulfat verwechselt werden, das manchmal Baryt oder Bariumhydroxid genannt wird. Man gewinnt es durch Calcinieren von gefälltem Bariumnitrat oder gefälltem Bariumcarbonat oder durch Hydrolyse von Bariumsilicat. Es sieht aus wie Strontiumoxid, nur ist es schwerer (Dichte etwa 5,5) und kristallisierbar. Es dient zum Herstellen von Bariumhydroxid und -peroxid sowie von Bariummetall.

Nicht hierher gehört unreines Bariumoxid, das aus einer einfachen Calcination des Witherits stammt (Nr. 2511).

- 2) Bariumhydroxid ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) kommt im Allgemeinen in weisslichen und auswitternden, blättchenartigen Kristallen (mit 8 H_2O) in den Handel. Barytwasser ist die wässrige Lösung des Hydroxids. Man verwendet es in der Glasindustrie, zum Herstellen von Schutzgläsern gegen Röntgenstrahlen, in der Töpferei zum Herstellen von Glasuren, ferner zum Reinigen von industriellen Abwässern und zum Herstellen von Ätzkali und verschiedenen Bariumverbindungen.
- 3) Bariumperoxid (Bariumdioxid) (BaO_2) wird durch Erhitzen von Bariumoxid in kohlendioxidfreier Luft gewonnen. Es kommt als weisses Pulver oder in grauen Stücken in den Handel, hat eine Dichte von etwa 5 und ist unlöslich. Mit Wasser zersetzt es sich unter Bildung von Wasserstoffperoxid, zu dessen Herstellung es verwendet wird.

2817. Zinkoxid; Zinkperoxid

A. Zinkoxid

Zinkoxid (Zinkweiss) (ZnO) wird durch Verbrennen von Zinkdampf mit Luftsauerstoff hergestellt. Der Zinkdampf wird durch Verdampfen von metallischem Zink (indirektes oder französisches Verfahren) oder durch Reduktion von Rohstoffen, die oxidisches Zink enthalten wie Zinkerz (geröstete Zinkblende oder Calamin der Nr. 2608) mittels Kohle (direktes oder amerikanisches Verfahren) hergestellt. Bei diesem Verfahren wird das Oxid in Gewebefiltern oder in Kammern gesammelt, wo sich die Oxide in immer reinerer Form niederschlagen.

Im nassen Verfahren wird Zink durch Auslaugen von zinkhaltigen Rohstoffen gewonnen, welches sich als Zinkhydroxid oder Zinkcarbonat niederschlägt. Der Niederschlag wird abfiltriert, gewaschen, getrocknet und zu Zinkoxid gebrannt. Zinkoxid ist ein feines, weisses Pulver, welches beim Erhitzen gelblich wird. Es ist amphotero, in Säuren und Laugen löslich.

Zinkoxid wird insbesondere bei technischen Anstrichen verwendet. Man verwendet es auch in der Kautschuk- und Keramikindustrie, bei der Glasherstellung, in der Elektronik- und Pharmaindustrie. Zinkoxid ist auch ein Ausgangsstoff für eine grosse Anzahl von anorganischen und organischen Salzen, die bei der Herstellung von Kunststoffen verwendet werden.

Von diesem amphotero Zinkoxid leiten sich die Zinkate der Nr. 2841 ab.

B. Zinkperoxid

Zinkperoxid (Dioxid) (ZnO_2) ist ein weisses, wasserunlösliches Pulver. In der Medizin wird es unter dem Namen Ektogan (in reinem Zustand oder in Mischung mit Zinkoxid) verwendet. Es dient auch zum Herstellen von Schönheitsmitteln.

Hierher gehören nicht:

- a) *Natürliches Zinkoxid oder Zinkit (Nr. 2608).*
- b) *Die Rückstände der Zinkmetallurgie, sogenannte Zinkschlacke, die auch aus unreinen Oxiden bestehen (Nr. 2620).*
- c) *Zinkhydroxid ($Zn(OH)_2$) und Zinkperoxidhydrat (Nr. 2825).*
- d) *Unreines Zinkoxid, auch Zinkgrau genannt (Nr. 3206).*

2818. Künstlicher Korund, auch chemisch nicht einheitlich; Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid

A. Künstlicher Korund, auch chemisch nicht einheitlich

Künstlicher Korund entsteht beim Schmelzen von Aluminiumoxid im Elektroofen. Aluminiumoxid kann geringe Mengen anderer Oxide (z.B. Titanoxid, Chromoxid) des Ausgangsmaterials (Bauxit oder Tonerde) enthalten oder beispielsweise hinzugefügt werden, um zur Verbesserung des geschmolzenen Kerns oder zur Veränderung der Farbe. Jedoch gehören nicht hierher mechanische Mischungen von künstlichem Korund und anderen Stoffen, wie Zirkondioxid (Nr. 3824).

Künstlicher Korund kommt in Stücken oder Massen, gemahlen oder in Körnern in den Handel; er ist gegen Luft- und Säureeinwirkungen widerstandsfähiger als Tonerde. Künstlicher Korund ist besonders hart. Man verwendet ihn als Schleifmittel, zum Herstellen von hitzebeständigen Agglomeraten (Korundmischungen mit reinen hitzebeständigen Tonen oder wasserfreien Aluminiumsilicaten wie beispielsweise Mullit od. Sillimanit) oder von Laboratoriumgeräten sowie in der Elektroindustrie.

B. Aluminiumoxid, anderes als künstlicher Korund

Aluminiumoxid (Tonerde) (Al_2O_3) wird durch Calcineren des nachstehend beschriebenen Aluminiumhydroxids oder aus Ammonalaun gewonnen. Es ist ein leichtes, weisses, wasserunlösliches Pulver; seine Dichte beträgt etwa 3,7.

Man verwendet es in der Metallurgie von Aluminium, als Füllstoff für Farben, zum Herstellen von Schleifmitteln und synthetischen Steinen (Rubin, Saphir, Smaragd, Amethyst, Aquamarin usw.), als wasserentziehendes Mittel (Trocknen von Gasen), als Katalysator (Herstellung von Aceton, Essigsäure, bei Krackverfahren usw.).

C. Aluminiumhydroxid

Aluminiumhydroxid (Tonerdehydrat) ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) wird im Verlauf der Gewinnung von Aluminium (s. Erläuterungen zu Kapitel 76, Allgemeines) durch Behandlung von Bauxit, einer Mischung von Aluminiumhydraten, über Alkali- oder Erdalkalialuminaten als Zwischenprodukt gewonnen.

Trockenes Hydroxid ist ein amorphes, weisses, zerreibbares, wasserunlösliches Pulver. Feuchtes Hydroxid ist eine gelatineartige Masse (Aluminiumhydroxidgel).

Aluminiumhydroxid wird verwendet zum Herstellen von keramischen Glasuren, Druckfarben, pharmazeutischen Erzeugnissen, zum Klären von Flüssigkeiten, als Füllmittel für Farben, zusammen mit Kohle zum Herstellen von Rostschutzfarben und wegen seiner Affinität zu organischen Farbstoffen zum Herstellen von Farblacken der Nr. 3205, als Beizmittel, zum Herstellen der unten genannten künstlichen Korunde und von Alaunen.

Vom amphoteren Aluminiumhydroxid leiten sich die Aluminate der Nr. 2841 ab.

Hierher gehört auch aktivierte Tonerde, die durch eine kontrollierte thermische Behandlung der Tonerdehydrate gewonnen wird, welche dadurch den grössten Teil ihres gebundenen Wassers verlieren. Aktivierte Tonerde wird insbesondere als Absorptionsstoff und als Katalysator eingesetzt.

Hierher gehören nicht:

- a) *Natürlicher Korund, natürliches Aluminiumoxid und Schmirgel, eisenoxidhaltiges Aluminiumoxid (Nr. 2513).*
- b) *Bauxit, auch in gewaschenem und calciniertem Zustand, aber nicht durch chemische Behandlung (wie z.B. Behandlung mit Soda) im Hinblick auf seine Verwendung als Elektrolyt gereinigt (Nr. 2606).*
- c) *Aktivierter Bauxit (Nr. 3802).*
- d) *Tonerdehydrat in kolloidaler Lösung (lösliche Tonerde genannt) (Nr. 3824).*
- e) *Künstlicher Korund auf Papier, Pappe oder anderen Stoffen (Nr. 6805) und als Mühlsteine und Schleif-, Polier- und Wetzsteine geformt (Nr. 6804).*
- f) *Edelsteine und Halbedelsteine, aus natürlichem Aluminiumoxid bestehend (Nr. 7103 oder 7105).*
- g) *Synthetische Steine auf der Grundlage von Aluminiumoxid, z.B. aus künstlichem Korund oder aus Mischungen von Tonerde und Chromoxid (künstlicher Rubin); sie gehören zu den Nrn. 7104 oder 7105.*

2819. Chromoxide und -hydroxide

A. Chromoxide

- 1) Chromtrioxid (Chromsäureanhidrid) (CrO_3) auch ungenau Chromsäure genannt, weil es Chromate der Nr. 2841 bilden kann, ist orangefarben oder rot, zerfliesst, hat einen ätzenden und sauren Geschmack und ist leicht wasserlöslich. Es hat eine Dichte von etwa 2,8, kommt in Tafeln oder Nadeln in den Handel. Mit Alkohol bildet es explosive Mischungen. Es dient als Oxidationsmittel in der organischen Chemie (Herstellung von Isatin, von Indigofarbstoffen usw.); es wird auch in der Medizin und in Mischung mit Kieselgur zum Reinigen von Acetylen verwendet.
- 2) Dichromtrioxid (Chromsesquioxid, Chromgrün) (Cr_2O_3) wird durch Calcinieren von Chromaten mit einem Ammonsalz oder durch Reduktion von Dichromaten gewonnen. Es ist olivgrün, sehr hart und kommt als Pulver oder in wasserunlöslichen Kristallen mit einer Dichte von etwa 5 in den Handel. In ungemischemtem Zustand ist es ein Pigment, das Chromoxidgrün genannt wird. Es darf nicht mit Mischungen von Bleichromaten und Berliner Blau verwechselt werden, die als Chromgrün bezeichnet werden. Dieses Chromsesquioxid verwendet man zum Herstellen von industriellen Anstrichfarben und Druckfarben, bei der Porzellanherstellung, in der Glasindustrie (farbige optische Gläser) und in der Kautschukindustrie. Wegen seiner Härte und Hitzebeständigkeit dient es zum Herstellen von zubereiteten Schleifmitteln und feuerfesten Steinen für Metallöfen. Man verwendet es auch zur Herstellung von rostfreien Erzeugnissen und in der Metallurgie des Chroms.

Chromit, ein natürliches eisenhaltiges Chromoxid (Chromeisenstein oder Chromeisenerz), gehört zu Nr. 2610.

B. Chromhydroxide

Als Chromhydroxid bezeichnet man die verschiedenen Hydrate der obengenannten Oxide und insbesondere das grüne Hydrat des Chromsesquioxids ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), das durch Umsetzen von Kaliumdichromat mit Borsäure gewonnen wird; man verwendet es zum Herstellen von Guignetsgrün. Es gibt auch ein Chromhydroxid von violetter Farbe.

2820.

Manganoxide

- 1) Mangandioxid (Manganigsäureanhydrid) (MnO_2) ist das wichtigste der Manganoxide. Man stellt es durch Einwirken einer leicht salpetersauren Kaliumpermanganatlösung auf ein Mangansalz wie das Mangansulfat her. Es ist ein brauner oder schwärzlicher Stoff, der wasserunlöslich ist, eine Dichte von etwa 5 hat und als Masse oder Pulver in den Handel kommt.

Es ist ein sehr starkes Oxidationsmittel. Man verwendet es in der Feuerwerkerei, bei organischen Synthesen (Herstellung von Oxyanthrachinonen, Aminoanthrachinonen usw.), für Gasmasken, zum Herstellen von Sikkativen und zum Depolarisieren von Batterien, ferner in der Glasindustrie (Glasmacherseife) zum Beseitigen der Gelbfärbung des Glases. Man verwendet es weiter in der Keramik, zum Herstellen von Druckfarben (Manganschwarz), von Farben (braune Pigmente, sogenanntes Mineralbraun, Manganbitumen), bestimmter Kitte und von synthetischen Steinen (künstlicher Granat).

Dieses Oxid hat den Charakter eines Anhydrids, von dem sich die Manganite der Nr. 2841 ableiten.

Hierher gehören nicht das natürliche, wasserfreie Mangandioxid (Pyrolusit) und das natürliche, wasserhaltige Dioxid (Psilomelan) der Nr. 2602.

- 2) Manganoxid (Manganoxidul) (MnO) (Mangan-II-oxid) ist ein graues oder grünliches Pulver, wasserunlöslich und hat eine Dichte von etwa 5,1. Man verwendet es zum Zeugdruck.

Mangan(IV)-hydroxid gehört zu Nr. 2825.

- 3) Dimangantrioxid (Mangansesquioxid, Mangan-III-oxid) (Manganoxid) (Mn_2O_3) ist ein braunes oder schwarzes Pulver, wasserunlöslich und hat eine Dichte von etwa 4,8. Man verwendet es zum Zeugdruck, ferner als Farbe für Keramik und in der Glasindustrie, zum Herstellen von Sikkativen (Manganlinoleat), als Katalysator in der anorganischen (Herstellung von Salpetersäure) und organischen Chemie. Dieses Oxid ist basisch.

Hierher gehören nicht das natürliche Mangansesquioxid (Braunit) (Nr. 2602) und das Hydroxid des Mangansesquioxids (Nr. 2825).

- 4) Trimangan-tetroxid (salzartiges Manganoxid) (Mn_3O_4) zeigt eine Ähnlichkeit mit dem salzartigen Eisenoxid.

Natürliches salzartiges Manganoxid (Hausmannit) gehört zu Nr. 2602.

- 5) Dimanganheptoxid (Mn_2O_7) (Permangansäureanhydrid) ist eine dunkelbraune, hygroscopische Flüssigkeit, die bei etwa 40° C detoniert.

Von diesem Anhydrid leiten sich die Permanganate der Nr. 2841 ab.

Permangansäure gehört zu Nr. 2825.

2821. Eisenoxide und -hydroxide; Farberden mit einem Gehalt an gebundenem Eisen, berechnet als Fe_2O_3 , von 70 Gewichtsprozent oder mehr

Hierher gehören auch Farberden auf der Grundlage von natürlichem Eisenoxid mit einem Gehalt an gebundenem Eisen, berechnet als Fe_2O_3 , von 70 Gewichtsprozenten oder mehr. Um zu bestimmten, ob diese Grenze von 70 Gewichtsprozenten erreicht ist, muss man den Gesamteisengehalt berücksichtigen, der als Eisenoxid zu berechnen ist. So gehört eine natürliche Farberde mit einem Fe_2O_3 -Gehalt von 84 Gewichtsprozenten, d.h. mit einem Gehalt an reinem Eisen von 58,8 Gewichtsprozenten hierher.

Abgesehen hiervon gehören die nachstehend aufgeführten ungemischten künstlichen Oxide und Hydroxide hierher.

A. Eisenoxide

Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Eisenoxid (Fe_2O_3), das aus wasserfreiem Ferrosulfat oder natürlichem Eisenoxid gewonnen wird. Es ist ein sehr fein verteiltes, meist rotes Pulver, kann aber auch violett, gelb oder schwarz sein (violettes, gelbes oder schwarzes Oxid). Ferrioxid stellt ein Pigment dar (Eisenmennige, Blutstein, Englischrot oder Kolkothar). In reinem Zustand gehört es hierher, in Mischung mit Tonen, mit Cal-ciumsulfat (Venetianischrot) usw. zu Kapitel 32. Man verwendet es zum Herstellen von Gebäudeanstrichen, von Rostschutzfarben usw., von Zubereitungen zum Brünieren und Polieren von Metall oder zum Polieren von Spiegeln, von keramischen Farben (violettes Oxid) und von Schmelzglasuren, die bei der Flaschenherstellung verwendet werden, um die Masse schmelzbar zu machen, ferner zum Herstellen von Thermit (in Mischung mit Aluminiumpulver) für die Aluminothermie, zur Leuchtgasreinigung usw.

B. Eisenhydroxide

- 1) Eisen(II)-hydroxid ($Fe(OH)_2$) wird durch Einwirkung einer Alkalibase auf ein Ferrosalz gewonnen. Es ist ein weißer, fester Stoff, der sich in Gegenwart von Sauerstoff färbt und in Ferrihydroxid übergeht.
- 2) Eisen(III)-hydroxid ($Fe(OH)_3$) wird durch Einwirkenlassen einer alkalischen Base auf ein Ferrisalz erhalten. Es ist rostfarbig, rotbraun oder violett schillernd. Man verwendet es als Pigment. Unvermischt gehört es hierher, in Mischung mit Kohle, Preussischbraun usw. (Safran oder Marsgelb) zu Nr. 3206. Man verwendet es zum Herstellen zusammengesetzter Farbstoffe (Vandyckbraun, Vandyckrot, Englischbraun, Schwedischbraun). In reinem Zustand wird es als Mittel gegen Arsenvergiftungen verwendet.

Es ist ein amphoteres Oxid, das nach der Oxidation Ferrate der Nr. 2841 bildet.

Hierher gehören nicht:

- a) Farberden auf der Grundlage von natürlichem Eisenoxid mit einem Gehalt an gebundenem Eisen, berechnet als Fe_2O_3 , von weniger als 70 Gewichtsprozent oder mit anderen Farberden gemischt sowie Eisenglimmer in natürlichem Zustand (Nr. 2530).

- b) Eisenoxide, die Mineralien der Nr. 2601 darstellen: Rote Hämatite (Roteisenstein, Roteisenerz), braune Hämatite (Minette oder wasserhaltige Eisenoxide, die Carbonate enthalten), Limonit (wasserhaltiges Eisenoxid), Magnetit (magnetisches Eisenoxid).
- c) Eisenhammerschlag, unreine Oxide, die sich von der Oberfläche des rotglühenden oder gehämmerten Eisens ablösen (Nr. 2619).
- d) Alkalisierte Eisenoxide, die zur Gasreinigung verwendet werden (Nr. 3825).
- e) Natürliche Eisenoxide (Hämatite), die Edelsteine oder Halbedelsteine darstellen (Nr. 7103 oder 7105).

2822. Kobaltoxide und -hydroxide; handelsübliche Kobaltoxide

A. Kobaltoxide

- 1) Kobaltoxid (Kobaltmonoxid, Kobalt-II-oxid) (CoO), ein graues, braunes oder grünliches Pulver.
- 2) Kobalt(III)-oxid (Kobaltsesquioxid) (Co₂O₃), ein schwarzes Pulver.
- 3) Trikobalttetroxid (Co₃O₄), ein schwarzes Pulver.
- 4) Handelsübliche Kobaltoxide, im Allgemeinen gräuliche oder schwarze Pulver, bestehend aus Kobaltmonoxid und Trikobalttetroxid in unterschiedlichen Mengenverhältnissen.

Diese Erzeugnisse werden beim Emaillieren zum Herstellen leuchtend blauer Farben und in der Glasindustrie zum Färben optischer Gläser verwendet. Man wandelt sie in Silicate um (z.B. Kobaltkaliumsilicat), um daraus Glasurfarben der Nr. 3207 herzustellen; diese Verbindungen heißen Smalte (Schmelzblau), Kobaltglas, Azurblau, Emailblau, Seversblau. Die Bezeichnung Smalte wird ohne Unterschied auf die Oxide und diese Silicate angewandt, weil die einen wie die anderen aus einem natürlichen Kobaltarsenid, des Smaltins, einem Erz der Nr. 2605, hergestellt werden. Einige der blauen, grünen und violetten Pigmente für die Kunstmalerei bestehen aus Kobaltoxiden, -aluminaten, -zinkaten und -phosphaten (Himmelblau, Coeruleum, Kobaltgrün, Kobaltviolett).

Die unreinen Kobaltoxide, die aus der Verhüttung silberhaltiger Erze stammen, gehören zu Nr. 2620.

B. Kobalthydroxide

Unter der Bezeichnung Kobalthydroxide (Hydrate) versteht man sowohl das Kobalthydroxid (Co(OH)₂) (Kobalt-II-hydroxid), das zum Herstellen von Sikkativen verwendet wird, als auch das Kobalt-III- hydroxid wie z.B. (Co(OH)₃), das bei der Metallurgie von Kobalt anfällt. Sie dienen denselben Zwecken wie die Kobaltoxide.

Natürliches Kobalthydroxid (Heterogonit) gehört zu Nr. 2605.

2823. Titanoxide

Das einzige Titanoxid, das wirtschaftliche Bedeutung hat, ist das Titandioxid (TiO₂) (Titansäureanhidrid, Titan-IV-oxid), von dem sich die Titanate der Nr. 2841 ableiten.

Es ist ein amorphes Pulver, dessen Dichte etwa 4 beträgt; es ist weiss und verfärbt sich in der Hitze gelb.

Zu dieser Nummer gehört ungemischtes, nicht oberflächenbehandeltes Titandioxid. *Titandioxid, dem während der Herstellung absichtlich andere Stoffe zugefügt wurden, um die gewünschten physikalischen Eigenschaften zu erhalten, die es zur Verwendung als Pigment (Nr. 3206) oder zu anderen Zwecken (z.B. Nrn. 3815 oder 3824) geeigneter machen, ist von dieser Nummer ausgeschlossen.*

Ebenfalls nicht hierher gehören:

- a) Natürliche Titanoxid (Rutil, Anatas, Brookit), ein Erz der Nr. 2614.
- b) Ortho- und Metatitansäure ($Ti(OH)_4$ und $TiO(OH)_2$) (Nr. 2825).

2824.

Bleioxide; Mennige und Orangemennige

- 1) Bleioxid, (Bleimonoxid, Bleiglätte, Massicot) (PbO). Wenn man Blei oder Bleiweiss (Bleihydrocarbonat) durch Erhitzen an der Luft oxidiert, erhält man zuerst das nichtgeschmolzene Bleioxid oder Massicot in Form eines hellgelben Pulvers, wenn die Temperatur dunkle Rotglut übersteigt, das geschmolzene Bleioxid als Pulver oder in gelb-orangefarbenen oder rötlichen Schuppen. Die Bezeichnung Bleiglätte umfasst diese beiden Erzeugnisse, insbesondere das zweite. Man erhält sie auch als Nebenerzeugnisse bei der Extraktion von Silber aus silberhaltigem Blei. Bleioxid wird in der Glasindustrie (Herstellung von Bleiglas und Kristallglas), in der Emailindustrie, bei der Herstellung von Streichhölzern, Farben, Sikkativen usw. verwendet.
- 2) Tribleitetraoxid (salzartiges Oxid von Blei, Bleimennige, Mennige) (Pb_3O_4) wird aus nicht geschmolzenem Bleimonoxid (Massicot) gewonnen. Es ist ein sehr dichtes Pulver (Dichte 8 bis 9), giftig, von orangeroter Farbe. Der Name Orangemennige bezeichnet entweder eine sehr reine Mennige, farbiger und weniger dicht als die gewöhnliche Mennige, oder die Bleioxide, die noch Bleicarbonat enthalten, das aus dem bei der Herstellung verwendeten Bleiweiss stammt. Mennige verwendet man zum Mischen mit anderen Farben (Saturnzinnober), zum Herstellen von Rostschutzfarben und Kitten, zum Färben von Siegellack. Man verwendet es ferner als Glasur für Töpferwaren. Mehr noch als das Bleioxid wird es bei der Herstellung von Kristall, Strass und optischen Gläsern verwendet; denn es verleiht dem Glas eine leichte Schmelzbarkeit, einen besonderen Glanz und ein beträchtliches Lichtbrechungsvermögen.
- 3) Bleidioxid (Blei(IV)-anhydrid) (PbO_2) wird durch Behandeln von Mennige mit Salpetersäure oder durch Elektrolyse von Bleinitrat gewonnen. Es ist ein braunes Pulver, das wasserunlöslich ist und organische Stoffe bei Berührung entzünden kann. Es ist ein Oxidationsmittel, das man in der Feuerwerkerei und auch zum Herstellen von Streichhölzern, von Akkumulatorenplatten und als Beizmittel in der Textilindustrie verwendet.

Dieses amphotere Oxid bildet die Plumbeate der Nr. 2841.

2825.

Hydrazin und Hydroxylamin und ihre anorganischen Salze; andere anorganische Basen; andere Metalloxide, -hydroxide und -peroxyde

Hierher gehören:

- A) Hydrazin und Hydroxylamin und ihre anorganischen Salze.
- B) Metalloxide, -hydroxide und -peroxyde dieses Kapitels, die in den vorstehenden Nummern nicht erfasst sind.

Die wichtigsten Eigenschaften dieser Erzeugnisse sind nachstehend aufgeführt:

- 1) Hydrazin und seine anorganischen Salze.

Hydrazin (NH_2HN_2) ist ein basisches Erzeugnis, das man durch Einwirken von Ammoniak auf Natriumhypochlorit gewinnt. Es kommt auch in Form des Hydrats ($\text{NH}_2\text{HN}_2\text{H}_2\text{O}$) vor. Es ist eine farblose Flüssigkeit, raucht an der Luft und reizt zu Tränen. Dieses Erzeugnis, ein starkes Reduktionsmittel, wird beim Herstellen von Zündsprengstoffen und in der organischen Synthese verwendet.

Die anorganischen Salze des Hydrazins, die sich aus Additionsreaktionen mit Mineralsäuren ergeben, gehören ebenfalls hierher. Das wichtigste ist das Sulfat, farblose Kristalle, in kaltem Wasser wenig löslich. Es zersetzt sich beim Erhitzen unter Explosion; man verwendet es als Reagens bei Analysen, in der Metallurgie (um Polonium und Tellur zu trennen) usw.

Die organischen Derivate des Hydrazins gehören zu Nr. 2928.

2) Hydroxylamin und seine anorganischen Salze

Hydroxylamin (NH_2OH) ist eine basische Verbindung, die man durch Hydrolyse aus Nitromethan gewinnt. Es hat die Form von farblosen, zerfliessenden Kristallen. Es ist leicht wasserlöslich, schmilzt bei 33 °C und zersetzt sich heftig bei 130°C.

Die anorganischen Salze des Hydroxylamins, die sich durch Additionsreaktionen mit Mineralsäuren ergeben, gehören ebenfalls hierher. Die wichtigsten sind das Chlorid, die Sulfate und das Nitrat, weisse oder farblose, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet sie als Reduktionsmittel bei organischen Synthesen, als Antioxidationsmittel für Fettsäuren, zum Bleichen, Färben und Bedrucken von Geweben, als Reagens usw.

Die organischen Derivate des Hydroxylamins gehören zu Nr. 2928.

3) Lithiumoxid und -hydroxid

Lithiumoxid (Li_2O) und -hydroxid (LiOH) werden aus Lithiumnitrat hergestellt. Es sind weisse Pulver, die wasserlöslich sind und in der Fotografie und zum Herstellen von Lithiumsalzen verwendet werden.

4) Vanadiumoxide und -hydroxide

Das wichtigste Oxid ist Vanadiumpentoxid (V_2O_5) (Vanadium(V)- oxid), das man aus den natürlichen Vanadaten der Nr. 2601 (Vanadinit, Descloizit, Roscoelit) oder der Nr. 2612 (Carnotit) erhält. Es kommt in amorphem und kristallinem Zustand, als Masse oder als Pulver in den Handel, deren Farbe zwischen gelb und rötlichbraun variiert. Unter Hitzeeinwirkung färbt es sich rot; es ist sehr wenig wasserlöslich. Man verwendet es zum Herstellen von Vanadiumsalzen, von verschiedenen Tinten und als Katalysator (Herstellung von Schwefelsäure, Phthalsäureanhydrid und synthetischem Ethylalkohol).

Es gibt mehrere Hydroxide, die Säuren bilden, von denen sich die verschiedenen Vanadate der Nr. 2841 ableiten.

5) Nickeloxide und -hydroxide

1. Nickel(II)-oxid (Nickelmonoxid) (NiO). Man erhält es durch starkes Calcinen des Nitrats oder Karbonats. Ein grünlich-graues Pulver, das je nach der

Art der Herstellung mehr oder weniger dicht und dunkel ist. Man verwendet es in der Emailindustrie, in der Glasindustrie als Farbmittel und in der organischen Synthese als Katalysator. Es ist ein basisches Oxid.

2. Nickel(III)-oxid (Nickelsesquioxid) (Ni_2O_3), ein schwarzes Pulver, das als Farbmittel bei der Emailherstellung und zum Herstellen von Platten für alkalische Akkumulatoren verwendet wird.
3. Nickel(II)-hydroxid ($\text{Ni}(\text{OH})_2$), ein feines, grünes Pulver das zum Galvanisieren, als Hauptbestandteil für Platten alkalischer Akkumulatoren und zum Herstellen von Nickelkatalysatoren verwendet wird.

Hierher gehören nicht:

- a) *Natürliches Nickeloxid (Bunsenit) (Nr. 2530).*
- b) *Unreine Nickeloxide, z.B. gesinterte Nickeloxide, Nickeloxid in Form von Granalien (Grünes Nickeloxid) (Nr. 7501).*

6) Kupferoxide und -hydroxide

- a) Kupfer(I)-oxid (rotes Oxid) (Cu_2O) wird aus Kupferacetat oder Kupfersulfat gewonnen. Es ist ein kristallines, rotes, wasserunlösliches Pulver. Man verwendet es zum Rotfärbeln von Glas (Signalgläser), zum Herstellen von Rostschutzfarben, von synthetischen Steinen (künstlicher Smaragd) und als Fungicid in der Landwirtschaft.
- b) Kupfer(II)-oxid (schwarzes Oxid) (CuO) wird aus Kupfernitrat oder -carbonat oder durch Oxidation des Metalls gewonnen. Es kommt als schwarzes Pulver oder in Körnern mit kastanienfarbenem Glanz vor und ist wasserunlöslich. Es wird als Pigment bei der Emailherstellung, in der Glasindustrie (grüne Gläser) und in der Keramik, sowie zum Herstellen von Anstrichfarben verwendet, ferner zum Depolarisieren von elektrischen Batterien und als Oxidationsmittel und Katalysator in der organischen Chemie.
- c) Kupferhydroxide. Das bekannteste ist das Kupfer(II)-hydroxid (Kupferoxidhydrat) ($\text{Cu}(\text{OH})_2$), ein blauer, fester Stoff, der allein oder in Mischung ein Pigment (Bremerblau) darstellt. Man verwendet es zum Herstellen von Pigmenten (z.B. von Peligotblau, lichtecht bei künstlichem Licht) und der unter der Bezeichnung Schweitzers Reagens bekannten ammoniakalischen Lösung, die als Reagens und zum Auflösen von Kunstseide (Kupferseide) dient.

Natürliches Kupfer(I)-oxid (Cuprit) und natürliches Kupfer(II)-oxid (Tenorit, Melaconit) gehören zu Nr. 2603.

- 7) Germaniumoxide. Das wichtigste ist das Dioxid (GeO_2), das in der Metallurgie dieses Metalls aus natürlichem Kupfergermaniumsulfid der Nr. 2617 (Germanit) anfällt oder durch Hydrolyse des Chlorids gewonnen wird. Es ist ein weisses Pulver, das wenig wasserlöslich ist. Man verwendet es zur Gewinnung von Germanium (das in Transistoren usw. verwendet wird), in der Medizin und zum Herstellen von Spezialgläsern.
- 8) Molybdänoxide und -hydroxide.

Das wichtigste der Molybdänoxide ist das Molybdänsäureanhydrid (MoO_3), das man aus natürlichem Disulfid der Nr. 2613 (Molybdänglanz) erhält. Es ist ein

weisses, kristallines Erzeugnis, das sich in der Hitze gelb färbt und praktisch wasserunlöslich ist. Man verwendet es als Katalysator in der organischen Synthese (Herstellung von Phthalsäureanhydrid).

Es gibt ausserdem blaue Oxide, die ungemischt oder gemischt (in diesem Falle gehören sie zum Kapitel 32) in der Kunstmalerei unter der Bezeichnung Molybdänblau und Mineralindigo bekannt sind.

Von den Molybdänhydroxiden ist insbesondere Molybdänsäure (H_2MoO_4) zu erwähnen, ein weisses oder gelbliches, wenig wasserlösliches Pulver. Man verwendet es in der Keramik (Glasuren) und als Katalysator. Die Molybdate der Nr. 2841 leiten sich von diesen Hydroxiden ab.

Natürliches Molybdänoxid (Molybdänocker, Molybdit) gehört zu Nr. 2530.

9) Antimonoxide

- a) Antimon(III)-oxid oder Antimontrioxid (Sb_2O_3) wird durch Oxidation des Metalls oder aus dem natürlichen Sulfid (Antimonglanz) gewonnen. Es ist ein weisses Pulver oder kristallisiert in Nadeln; es ist praktisch wasserunlöslich. Mit dem Namen Antimonweiss oder Antimonschnee bezeichnet man entweder das reine Oxid, das hierher gehört, oder eine Mischung dieses Oxids mit Zinkoxid, die zu Kapitel 32 gehört. Man verwendet das Antimon(III)-oxid in der Malerei, als Trübungsmittel bei der Emailherstellung (Emaillieren von Eisen) und in der Töpferei (Glasuren), bei der Herstellung von Glas mit geringem Ausdehnungskoeffizienten (Lampenglas) und zum Herstellen von synthetischen Steinen (künstlicher Rubin, Topas und Granat). Es ist der Ausgangsstoff für die Antimonite der Nr. 2841.
- b) Antimon(V)-oxid oder Antimonpentoxid (Sb_2O_5) kann durch Oxidieren des Metalls oder Calcinieren von Nitrat gewonnen werden. Es ist ein gelbes Pulver, das auch als Trübungsmittel bei der Emailherstellung verwendet wird. Es ist der Ausgangsstoff für die Antimonate der Nr. 2841.
- c) Antimon(IV)-oxid oder Antimontetroxid (Sb_2O_4), das man durch Erhitzen des Pentoxids darstellt, ist ein weisses Pulver.

Die natürlichen Antimontrioxide (Senarmontit, Antimonblüte, Valentinit) und das natürliche Tetroxid (Cervantit) sind Erze der Nr. 2617.

10) Berylliumoxid und -hydroxid

- a) Berylliumoxid (wasserfreies Berylliumoxid) (BeO) wird aus Berylliumnitrat oder -sulfat gewonnen. Es ist ein weisses Pulver, wasserunlöslich und kristallierbar. Es wird zum Herstellen von Berylliumsalzen, synthetischen Edelsteinen und als Katalysator verwendet.
- b) Berylliumhydroxid (wasserhaltiges Berylliumoxid) ($Be(OH)_2$) ist ein weisses Pulver; es sieht wie Tonerde aus.

11) Calciumoxid, -hydroxid und -peroxid.

Hierher gehören nur Calciumoxid (CaO) und Calciumhydroxid ($Ca(OH)_2$) in reinem Zustand, d.h. wenn sie praktisch keinen Ton, kein Eisenoxid, Manganoxid

usw. enthalten, so wie man sie gewinnt, wenn man gefälltes Calciumkarbonat calciniert.

Hierher gehört auch elektrogeschmolzener Kalk, der durch Schmelzen von gewöhnlichem gebranntem Kalk im Elektroofen gewonnen wird. Von hohem Reinheitsgrad (ca. 98 % Calciumoxid), hat er kristalline Struktur und ist im Allgemeinen farblos. Er wird insbesondere verwendet zum feuerfesten Auskleiden von Öfen, zum Herstellen von Schmelztiegeln und zum Erhöhen der Verschleissfestigkeit von Beton, in den er in Form kleiner Bruchstücke eingearbeitet wird.

Calciumperoxid (Dioxid) (CaO_2) ist ein weisses oder gelbliches Pulver. Es ist hydratisiert (im Allgemeinen mit 8 H_2O), wenig wasserlöslich und wird als Baktericid und Reinigungsmittel, in der Medizin und Kosmetik verwendet.

Der handelsübliche Kalk (Calciumoxid, ungelöschter oder wasserfreier Kalk und Calciumhydroxid oder gelöschter Kalk) gehören zu Nr. 2522.

12) Manganhydroxide

- a) Mangan(II)-hydroxid (Mn(OH)_2) ist ein weissliches Pulver und wasserunlöslich.
- b) Mangan(III)-hydroxid (Mn(OH)_3), abgeleitet vom Mangansesquioxid (Mn_2O_3), ist ein braunes Pulver, das zum Herstellen von Farben (Manganbraun) und von Manganlinoleat dient.
- c) Salzartiges Hydroxid, das sich vom salzartigen Manganoxid (Mn_3O_4) ableitet.

Hierher gehören nicht natürliches Mangansesquioxidhydrat (Manganit), ein Erz der Nr. 2602 und die nicht hydratisierten Manganoxide (Nr. 2820).

13) Zirkondioxid (ZrO_2) ist die Zirkonerde, die nicht mit dem Zirkon (Nrn. 2615 oder 7103) verwechselt werden darf, der ein kristallines, natürliches Zirkonsilicat ist.

Künstliches Zirkondioxid gewinnt man aus diesem Erz oder aus Zirkonsalzen. Es ist ein weissliches, sehr hitzebeständiges Pulver, dessen Schmelzpunkt bei ca. 2600°C liegt. Man verwendet Zirkonerde als sehr hitzebeständiges, gegen chemische Einflüsse sehr widerstandsfähiges Erzeugnis, als Pigment und Trübungsmitel (Zirkonweiss) für Keramik, als Schleifmittel, als Bestandteil des Glases und als Katalysator.

Natürliches Zirkonoxid oder Baddelyt ist ein Erz der Nr. 2615.

14) Cadmiumoxid und -hydroxid

- a) Cadmiumoxid (CdO) ist ein mehr oder weniger braungelbes Pulver, je nach der Temperatur, bei der es durch Calcinieren des Cadmiumcarbonats oder -hydroxids gewonnen wird. Es wird in der Keramik und als Katalysator verwendet.
- b) Cadmiumhydroxid (Cd(OH)_2) ist ein weisses Pulver.

15) Zinnoxide und -hydroxide

1. Zinn(II)-oxid (Braunoxid, Zinnmonoxid) (SnO). Ein wasserunlöslicher Stoff, der je nach Art der Gewinnung in grauen oder schwarzen Kristallen oder als braunolivfarbenes Pulver mit bläulichem, rötlichem oder grünlichem Schimmer in den Handel kommt.

Dieses Oxid ist amphoter und bildet die Stannite der Nr. 2841. Man verwendet es in der organischen Synthese als Reduktionsmittel und als Katalysator.

2. Zinn(V)-oxid (Zinnsäureanhdydrid, Zinndioxid) (SnO_2) ist ebenfalls wasserunlöslich. Es ist ein weisses Pulver (Zinnoxidschnee, Zinnweiss) oder graues Pulver. Zinnweiss wird in der Keramik und Glasindustrie als Trübungsmittel verwendet. Das graue Pulver dient zum Polieren von Metallen, Spiegeln usw. und auch zum Herstellen von Glasuren.

Zinn(V)-oxid ist amphoter und bildet die Stannate der Nr. 2841.

3. Zinnsäure oder Zinn(IV)-hydroxid ($\text{Sn}(\text{OH})_4$) erhält man durch Einwirken von Alkalilauge auf ein Zinnsalz. Es ist ein weisses Pulver, das sich in Metazinnsäure umwandeln kann.
4. Metazinnsäure wird aus Zinnsäure gewonnen. Sie ist ein wasserunlösliches Pulver. Man verwendet sie als Trübungsmittel in der Keramik und als Schleifmittel in der Glasindustrie.

Von diesen Zinnsäuren leiten sich die Stannate der Nr. 2841 ab.

Hierher gehören nicht:

- a) *Natürliches Zinn(IV)-oxid (Kassiterit), ein Erz der Nr. 2609.*
- b) *Zinnschlacken, Mischungen aus Zinnoxid und Zinn, die beim Schmelzen dieses Metalls anfallen (Nr. 2620).*

- 16) Wolframoxide und -hydroxide. Das wichtigste Oxid ist das Wolframsäureanhdydrid (Wolframtrioxid) (WO_3), das man in der Metallurgie dieses Metalls durch Behandlung der natürlichen Wolframate der Nr. 2611 (Wolframit, Scheelit) erhält. Es ist ein zitronengelbes, wasserunlösliches, kristallines Pulver, das beim Erhitzen orangefarben wird. Man verwendet es zum Herstellen von Wolframglühfäden für elektrische Lampen und in der Keramikmalerei.

Es gibt mehrere Hydroxide, insbesondere Wolframsäure (gelbes Hydrat) (H_2WO_4), von der sich die gewöhnlichen Wolframate der Nr. 2841 ableiten.

Natürliches Wolframoxid (Wolframocker, Tungstit) gehört zu Nr. 2530.

- 17) Wismutoxide und -hydroxide

- a) Wismut(III)-oxid (Wismuttrioxid, Wismutsesquioxid) (Bi_2O_3) wird aus Wismutnitrat oder -carbonat gewonnen. Es ist ein blassgelbes, wasserunlösliches Pulver, das beim Erhitzen rot wird. Man verwendet es in der Glasindustrie und Keramik.
- b) Wismut(V)-oxid (Wismutpentoxid) (Bi_2O_5) ist ein bräunlichrotes Pulver.
- c) Wismut(III)-hydroxid ($\text{Bi}(\text{OH})_3$).

Natürlicher Wismutocker, der hauptsächlich aus Wismutrioxiden besteht, gehört zu Nr. 2617. Quecksilberoxide gehören nicht zu dieser Nummer (Nr. 2852).

Unterkapitel V

Metallsalze und -peroxosalze der anorganischen Säuren

Allgemeines

Metallsalze entstehen durch Substitution des Wasserstoffs einer Säure durch ein Metall oder durch das Ammoniumion (NH_4^+). In flüssigem Zustand oder in Lösung sind sie Elektrolyte, die an der Kathode ein Metall (oder ein Metallion) abscheiden.

Salze heißen neutral, wenn alle Wasserstoffatome durch Metall ersetzt sind, sauer, wenn sie noch einen Teil der durch Metall ersetzbaren Wasserstoffatome enthalten, basisch, wenn sie mehr basisches Oxid enthalten als erforderlich ist, um die Säure zu neutralisieren (z.B. basisches Cadmiumsulfat ($\text{CdSO}_4 \cdot \text{CdO}$)).

Zu Unterkapitel V gehören die Metallsalze der Säuren der Unterkapitel II (Säuren der Nichtmetalle) und IV (Metallhydroxide mit Säurefunktion).

Doppel- oder Komplexsalze.

Bestimmte Doppel- oder Komplexsalze sind speziell in den Nrn. 2826 bis 2841 genannt, z.B.: die Fluorosilicate, Fluoroborate und anderen Fluorosalze (Nr. 2826); die Alaune (Nr. 2833); die komplexen Cyanide (Nr. 2837) usw. Wegen der nicht speziell genannten Doppel- oder Komplexsalze s. die Erläuterung zu Nr. 2842.

Zu diesem Unterkapitel gehören insbesondere nicht:

- a) *Die Salze des Kapitels 25, insbesondere Natriumchlorid.*
- b) *Salze, die Erze oder andere Erzeugnisse des Kapitels 26 darstellen.*
- c) *Verbindungen von Edelmetallen (Nr. 2843), von radioaktiven Elementen (Nr. 2844), von Seltenerdmetallen, von Yttrium, von Scandium oder von Mischungen dieser Metalle (Nr. 2846) oder von Quecksilber (Nr. 2852).*
- d) *Phosphide, Carbide, Hydride, Nitride, Azide, Silicide, Boride (Nrn. 2849, 2850 und 2853) und Ferrophosphore (Abschnitt XV).*
- e) *Salze des Kapitels 31.*
- f) *Pigmente, Trübungsmittel und zubereitete Farben, Schmelzglasuren und andere Zubereitungen des Kapitels 32; ungemischte Metallsalze, die in diesem Zustand verwendbar sind (ausgenommen Luminophore) bleiben in diesem Teilkapitel; sind sie dagegen untereinander oder mit anderen Stoffen gemischt, um Pigmente zu bilden, so gehören sie zu Kapitel 32; das gleiche gilt für Luminophore, auch wenn sie nicht gemischt sind (Nr. 3206).*
- g) *Desinfektionsmittel, Insekticide, Fungicide, Herbicide, Mittel gegen Nagetiere, Schädlingsbekämpfungsmittel und dergleichen (s. die Erläuterungen zu Nr. 3808).*
- h) *Flussmittel und andere Hilfsmittel zum Schweißen von Metallen (Nr. 3810).*
- i) *Künstliche Kristalle der halogenhaltigen Salze der Alkalimetalle oder Erdalkalimetalle (ausgenommen optische Elemente) mit einem Stückgewicht von 2,5 g und mehr (Nr. 3824); stellen diese Kristalle optische Elemente dar, so gehören sie zu Nr. 9001.*
- k) *Edelsteine, Schmucksteine und synthetische Steine (Nrn. 7102 bis 7105).*

2826.

Fluoride; Fluorosilicate, Fluoroaluminate und andere komplexe Fluorsalze**A. Fluoride**

Hierher gehören, unter Vorbehalt der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel genannten Ausnahmen, die Fluoride, die Metallsalze der Fluorwasserstoffsäure (Flussäure) der Nr. 2811. Die alte Bezeichnung Fluorhydrate oder saure Fluoride ist heute im speziellen den Fluoriden, welche mit Fluorwasserstoffsäure kristallisieren, vorbehalten.

Die wichtigsten hier inbegriffenen Fluoride sind nachstehend aufgeführt:

- 1) Ammoniumfluoride. Es handelt sich um das neutrale Fluorid (NH_4F) und das saure Fluorid ($\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$) (Fluorhydrat). Sie sind farblose Kristalle, die zerfliessen, wasserlöslich und giftig sind. Man verwendet sie als Antiseptika (zum Konservieren von Häuten und zum Imprägnieren von Holz), anstatt der Fluorwasserstoffsäure (um die Milch- und Buttersäuregärung zu verhindern), in der Färberei (Beizmittel), beim Ätzen von Glas (insbesondere das saure Fluorid), zum Entzündern von Kupfer, in der Metallurgie (zum Aufschliessen der Erze, zur Gewinnung von Platin), usw.
- 2) Natriumfluoride. Es gibt ein neutrales Fluorid (NaF) und ein saures Fluorid ($\text{NaF} \cdot \text{HF}$). Man erhält sie durch Calcinieren des natürlichen Calciumfluorids der Nr. 2529 (Fluorit, Flussspat) und eines Natriumsalzes. Es sind farblose Kristalle, wenig wasserlöslich und giftig. Man verwendet sie ebenso wie die Ammoniumfluoride als Antiseptika (zum Konservieren von Häuten, Holz, Eiern), anstatt der Fluorwasserstoffsäure (alkoholische Gärung), zum Beschriften und Mattieren von Glas, ferner zum Herstellen von Schmelzglasuren und als Schädlingsbekämpfungsmittel.
- 3) Aluminiumfluorid (AlF_3) wird aus Bauxit und Fluorwasserstoffsäure gewonnen; es bildet farblose, wasserunlösliche Kristalle. Man verwendet es als Flussmittel bei der Emailherstellung und in der Keramik sowie zum Reinigen von Wasserstoffperoxid.
- 4) Kaliumfluoride. Neutrales Kaliumfluorid ($\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) kommt in farblosen Kristallen in den Handel, die zerfliessen, leicht wasserlöslich und giftig sind. Es gibt ein saures Fluorid ($\text{KF} \cdot \text{HF}$). Ihre Verwendungszwecke sind die gleichen wie die der Natriumfluoride. Das saure Fluorid verwendet man ausserdem in der Metallurgie von Zirkon und Tantal.
- 5) Calciumfluorid (CaF_2). Natürliches Calciumfluorid (Fluorit, Flussspat), das zu Nr. 2529 gehört, dient zum Herstellen des hier genannten Fluorids, das in wasserunlöslichen, farblosen Kristallen oder gallertartig in den Handel kommt. Es ist ein Flussmittel in der Metallurgie (insbesondere bei der Herstellung von Magnesium durch Elektrolyse des Carnallit), bei der Glasherstellung und in der Keramik.
- 6) Chromtrifluorid ($\text{CrF}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ist ein dunkelgrünes, wasserlösliches Pulver. Seine wässrigen Lösungen greifen Glas an. Es wird in der Färberei als Beizmittel verwendet.
- 7) Zinkfluorid (ZnF_2) ist ein weisses, wasserunlösliches Pulver. Man verwendet es zum Imprägnieren von Holz, zum Herstellen von Schmelzglasuren und zu Elektrolysen.
- 8) Antimonfluoride werden durch Einwirken von Fluorwasserstoffsäure auf Antimonoxide hergestellt. Man erhält so das Antimontrifluorid (SbF_3), das in weissen Nadeln kristallisiert, wasserlöslich ist und zerfliesst, und das Antimonpentafluorid (SbF_5), eine viskose Flüssigkeit, die sich unter Zischen in Wasser löst und ein Hydrat (mit $2\text{H}_2\text{O}$) bildet. Diese Salze werden in der Keramik (Trübungsmittel), der Färberei und beim Zeugdruck als Beizmittel verwendet.

- 9) Bariumfluorid (BaF_2) wird aus Fluorwasserstoffsäure und Bariumoxid, -sulfid oder -carbonat gewonnen. Es ist ein weisses, giftiges und wenig wasserlösliches Pulver. Man verwendet es als Pigment in der keramischen und Emailindustrie, als Antiseptikum (Einbalsamierungen), Insekticid und Schädlingsbekämpfungsmittel.

Nicht hierher gehören nichtmetallische Fluoride (Nr. 2812).

B. Fluorosilicate

Fluorosilicate (oder Fluosilicate) sind Salze der Hexafluorokieselsäure (H_2SiF_6) der Nr. 2811. Die wichtigsten sind folgende:

- 1) Natriumhexafluorosilicat (Natriumfluorosilicat) (Na_2SiF_6) wird als Nebenerzeugnis bei der Herstellung von Superphosphaten über Siliciumfluorid gewonnen. Es ist ein weisses Pulver, das in kaltem Wasser wenig löslich ist. Man verwendet es zum Herstellen von Milchglas und Email, künstlichen Edelsteinen, säurefesten Zementen, Beryllium (durch Elektrolyse), zur elektrolytischen Reinigung von Zinn, zum Koagulieren von Latex, zum Herstellen von Rattengift und Insekticiden sowie als Antiseptikum.
- 2) Kaliumhexafluorosilicat (Kaliumfluorosilicat) (K_2SiF_6). Weisses, geruchloses, kristallines, in Wasser kaum lösliches Pulver, das in Salzsäure löslich ist. Es wird zur Herstellung von glasigen Emailfritten, Keramik, Insekticiden, synthetischem Glimmer, in der Aluminium- oder Magnesiummetallurgie eingesetzt.
- 3) Calciumhexafluorosilicat (Calciumfluorosilicat) (CaSiF_6) ist ein weisses, kristallines, sehr wenig wasserlösliches Pulver, das man als weisses Pigment in der Keramik verwendet.
- 4) Kupferhexafluorosilicat (Kupferfluorosilicat) ($\text{CuSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ist ein blaues, kristallines, wasserlösliches und giftiges Pulver, das zum Erzielen von Marmoreffekten und als Fungicid verwendet wird.
- 5) Zinkhexafluorosilicat (Zinkfluorosilicat) ($\text{ZnSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ist ein kristallines, wasserlösliches Pulver, das mit Calciumverbindungen reagiert, indem es sie oberflächlich in Calciumfluoride umwandelt (Fluatieren); man verwendet es deshalb, um Steine und Zemente zu härten. Dieses Salz verwendet man ferner beim elektrolytischen Verzinken, als Antiseptikum und als Fungicid (Holzimprägnierung).
- 6) Bariumhexafluorosilicat (Bariumfluorosilicat) (BaSiF_6) ist ein weisses Pulver, das man als Mittel gegen den Lanzenblattkäfer und andere Insekten sowie zur Vernichtung schädlicher Tiere verwendet.
- 7) Andere Fluorosilicate. Magnesiumfluorosilicat und Aluminiumfluorosilicat dienen ebenso wie das Zinkfluorosilicat zum Härteln von Steinen. Chromfluorosilicat und Eisenfluorosilicat werden wie das Kupferfluorosilicat in der Farbstoffindustrie verwendet.

Topas, ein natürliches Aluminiumfluorosilicat, fällt unter Kapitel 71.

C. Fluoroaluminate und andere Fluorokomplexe

- 1) Trinatriumhexafluoroaluminat (Natriumhexafluoroaluminat) (Na_3AlF_6). Synthetischer Kryolith, wird dadurch gewonnen, dass man eine Mischung von Aluminiumoxid, das in Fluorwasserstoffsäure gelöst ist, mit Natriumchlorid ausfällt, oder dadurch, dass man eine Mischung von Aluminiumsulfat und Natriumfluorid schmilzt. Es bildet weissliche,

kristalline Massen und wird anstelle von natürlichem Kryolith (Nr. 2530) in der Aluminiummetallurgie, in der Feuerwerkerei, in der Emailindustrie, in der Glasindustrie und als Insekticid verwendet.

- 2) Fluoroborate. Natriumfluoroborat (Desinfektionsmittel), Kaliumfluoroborat (bei der Emailherstellung verwendet). Chromfluoroborat und Nickelfluoroborat (in der Galvanoplastik verwendet) usw.
- 3) Fluorosulfate (oder Fluosulfate), insbesondere das Doppelsalz Ammoniumantimonfluorosulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{SbF}_3)$ oder das sog. Haensche Salz. Dieses kommt in löslichen Kristallen in den Handel, greift Glas und Metalle an und wird als Beizmittel in der Färberei verwendet.
- 4) Fluorophosphate, von denen einige aus natürlichem Magnesiumfluorophosphat (Wagnerit) (Nr. 2530) oder Aluminiumlithiumfluorophosphat (Amblygonit) (Nr. 2530) gewonnen werden.
- 5) Fluorotantalate (Tantalofluoride) (entstehen in der Metallurgie von Tantal); Fluorotitanate, Fluorogermanate, Fluoroniobate, (Niobofluoraide) Fluorozirkonate (Zirkonofluoraide entstehen in der Metallurgie von Zirkon), Fluorostannate usw.

Metalloxyfluoride (des Berylliums usw.) und Fluorosalze gehören ebenfalls hierher, die Oxyfluoride der nichtmetallischen Elemente jedoch zu Nr. 2812.

Fluoroformate, Fluoroacetate und andere organische Fluorosalze gehören zu Kapitel 29.

2827. Chloride, Oxychloride und Hydroxychloride; Bromide und Oxybromide; Jodide und Oxyjodide

Unter Vorbehalt der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Ausnahmen gehören hierher die Metallchloride, -oxychloride, -hydroxichloride, -bromide, -oxybromide, -jodide und -oxyjodide oder vom Ammoniumion (NH_4^+). Die Halogenide und Oxyhalogenide der nichtmetallischen Elemente werden von der Nr. 2812 erfasst.

A. Chloride

Hierher gehören die Salze der Salzsäure der Nr. 2806.

Die wichtigsten hierher gehörenden Chloride sind folgende:

- 1) Ammoniumchlorid (Salmiak, Chlorammonium) (NH_4Cl) entsteht durch Neutralisieren von Salzsäure mit Ammoniak; es kommt in kristallinen Massen, als Pulver, Blüten oder in Broten, die durch Sublimation gewonnen werden, in den Handel. In reinem Zustand ist es farblos, unrein gelblich; es löst sich in Wasser. Es wird beim Bedrucken und Färben von Textilien, in der Farbstoffindustrie, in der Gerberei (Herstellung von künstlichen Beizen), als Düngemittel, zum Beizen von Metallen, zum Herstellen von Leclanché-Elementen, zum Härteten von Lacken und Leimen, bei Elektrolysen, in der Fotografie (Fixierbad), usw. verwendet.

Bezüglich der ammoniumchloridhaltigen Düngemittel siehe die Erläuterungen zu Nr. 3102.

- 2) Calciumchlorid (CaCl_2). Diese Verbindung kann aus den natürlichen Stassfurter Salzen oder als Nebenerzeugnis bei der Herstellung von Natriumcarbonat gewonnen

werden. Es ist je nach seinem Reinheitsgrad weiss, gelblich oder braun und hydro-skopisch. Es kann wasserfrei (gegossen, geschmolzen, in porösen Massen oder Schuppen) oder wasserhaltig mit 6H₂O (kristallisiert oder granuliert) vorkommen. Man verwendet es zu Kältemischungen, in Frostschutzmischungen für Beton oder Staub-schutzmischungen für Strassen und Stampfböden sowie als Katalysator, zum Was-serentziehen, als Kondensationsmittel in der organischen Synthese (z.B. Herstellung von Aminen aus Phenol) und zum Trocknen von Gasen; man verwendet es auch in der Medizin.

- 3) Magnesiumchlorid (MgCl₂) fällt als Nebenerzeugnis bei der Extraktion von Kaliumsalzen an und kommt wasserfrei in Massen, Zylindern, Lamellen oder durchscheinenden Prismen, oder kristallisiert in farblosen Nadeln in den Handel. Es ist wasserlöslich. Man verwendet es zum Herstellen von sehr harten Zementen (fugenlose Fussböden), zum Appretieren von Baumwolle und anderen Textilien, als Desinfektionsmittel und Antiseptikum in der Medizin sowie zum Imprägnieren von Holz (Feuerschutz).

Natürliches Magnesiumchlorid (Bischofit) gehört zu Nr. 2530.

- 4) Aluminiumchlorid (AlCl₃) gewinnt man durch Einwirken von Chlor auf Aluminium oder von Salzsäure auf Tonerde. In wasserfreiem oder kristallinem Zustand neigt es zum Zerfliessen, ist wasserlöslich; in wasserfreiem Zustand raucht es in der Luft. Es kommt besonders in wässerigen, sirupartigen Lösungen im Handel vor. Das feste Chlorid wird in der organischen Synthese und als Beizmittel in der Färberei usw. verwendet. In wässerigen Lösungen verwendet man das Chlorid zum Konservieren von Holz, Entklettern von Wolle, zur Desinfektion usw.
- 5) Eisenchloride.
 - a) Eisen(II)-chlorid (Ferrochlorid) (FeCl₂) kommt wasserfrei (als Schuppen, Flitter, gelb-grünliches Pulver) oder wasserhaltig, z.B. mit 4H₂O (in grünen oder bläulichen Kristallen) oder in grünen, wässerigen Lösungen in den Handel. Es oxidiert an der Luft und wird dabei gelb. Es wird oft in gut verschlossenen Flaschen mit Zusatz einiger Tropfen Alkohol aufbewahrt, die eine Oxidation verhindern. Es ist ein Reduktions- und Beizmittel.
 - b) Eisen(III)-chlorid (Ferrichlorid) (FeCl₃) wird durch Lösen von Eisenoxid oder -carbonat oder metallischem Eisen in Salzsäure oder Königswasser oder dadurch erhalten, dass man gasförmiges Chlor über rotglühendes Eisen leitet. Es kommt wasserfrei als gelbe, braune oder granatfarbene, zum Zerfliessen neigende, was-serlösliche Massen oder hydratisiert (mit 5 oder 12 H₂O) als orangefarbene, rote oder violette Kristalle in den Handel. Das flüssige Eisenchlorid des Handels ist ei-ne dunkelrote, wässerige Lösung. Es wird häufiger als Ferrochlorid verwendet; es dient zum Reinigen industrieller Abwässer, als Beizmittel, in der Fotografie und Fotogravur, zum Patinieren von Eisen, in der Medizin (blutstillendes und gefäß-verengendes Mittel) und hauptsächlich als Oxidationsmittel.
- 6) Kobalt(II)-chlorid (CoCl₂ . 6 H₂O) bildet rosafarbene, rote oder violette Kristalle, die sich beim Erhitzen blau färben und wasserlöslich sind. Man verwendet es zum Herstellen von Hygrometern, Geheimtinten und als Absorptionsmittel in Gasmasken.
- 7) Nickel(II)-chlorid (NiCl₂) kommt wasserfrei als gelbe Blättchen, Schuppen oder Flitter in den Handel, hydratisiert (mit 6 H₂O) als grüne, zum Zerfliessen neigende, leicht wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als Beizmittel in der Färberei, bei der Elektrolyse (Vernickelungsbäder) und als Absorptionsmittel in Gasmasken.

- 8) Zinkchlorid ($ZnCl_2$) gewinnt man durch Umsetzen von gerösteten Zinkerzen (Zinkblende oder Galmei) der Nr. 2608 oder aus den Aschen und Rückständen der Nr. 2620 mit Salzsäure. Es kommt als weisse, kristalline Masse (Zinkbutter), geschmolzen oder granuliert in den Handel. Es neigt sehr zum Zerfliessen, ist wasserlöslich, ätzend und giftig. Seine Verwendungszwecke sind zahlreich; es ist ein Antiseptikum, ein Fungicid und ein Mittel zum Dehydratisieren; man verwendet es als Feuerschutzmittel für Holz, zum Konservieren von Häuten, zum Härteten von Cellulose (Herstellung von Vulkanfaser) und bei organischen Synthesen, ferner zum Entzündern beim Schweißen, beim Färben und Bedrucken als Beizmittel, sowie zum Reinigen von Ölen, zum Herstellen von Zahnzementen und Medikamenten (ätzende Antiseptika).
- 9) Zinnchloride.
- Zinn(II)-chlorid ($SnCl_2$) kommt als Masse mit harzigem Bruch oder kristallin (mit $2H_2O$) in Form weisser oder gelblicher Kristalle oder als Lösung von gleicher Farbe in den Handel. Es ist korrodierend und verändert sich an der Luft. Man verwendet es als Beizmittel im Zeugdruck, bei der Küpenfärberei (Zinnsalz der Färber), als Beschwerung für Seide und bei der Elektrolyse.
 - Zinn(IV)-chlorid ($SnCl_4$) ist wasserfrei eine farblose oder gelbliche Flüssigkeit, die an feuchter Luft weisse Dämpfe entwickelt. Hydratisiert bildet es farblose Kristalle. Es kommt auch in gallertartigen Massen in den Handel (Zinnbutter). Man verwendet es insbesondere als Beizmittel für Gewebe, als Beschwerung für Textilien (Zinnbeschwerung für Seide), und gemischt mit Stannochlorid mit einem Zusatz von Goldsalzen zum Herstellen von Cassiuspurpur zur Verzierung von Porzellan.
- 10) Bariumchlorid ($BaCl_2$) wird aus dem natürlichen Bariumcarbonat (Witherit) oder dem natürlichen Bariumsulfat (Baryt) gewonnen. Es ist wasserlöslich und kommt wasserfrei oder geschmolzen (als gelbliches Pulver) oder hydratisiert mit $2 H_2O$ (in blättchenartigen Kristallen oder rechteckigen Tafeln) in den Handel. Man verwendet es in der Färberei, in der Keramik, als Schädlingsbekämpfungsmittel und Rattengift, zum Reinigen von Industrieabwässern usw.
- 11) Titanchloride. Das wichtigste dieser Salze ist das Titanetetrachlorid ($TiCl_4$), das in der Metallurgie von Titan durch Einwirken von Chlor auf eine Mischung von Kohle und natürlichem Titansäureanhydrid (Rutil, Brookit, Anatas) entsteht. Es ist eine farblose oder gelbliche Flüssigkeit mit stechendem Geruch, die an der Luft raucht, Wasser anzieht und dadurch hydrolysiert wird. Man verwendet es zum Herstellen von Beizmitteln für die Färberei (Titanbeizmittel), zur Erzielung eines schillernden Glanzes auf keramischen Erzeugnissen, als Raucherzeuger und in der organischen Synthese.
- 12) Chromchloride.
- Chrom(II)-chlorid ($CrCl_2$) kommt als nadelartige Kristalle oder wässrige Lösungen von azurblauer Farbe im Handel vor. Es ist ein Reduktionsmittel.
 - Chrom(III)-chlorid ($CrCl_3$) findet sich im Handel als rosa- oder orangefarbene Masse oder kristalline Schuppen oder als Hydrate (mit 6 oder 12 H_2O) in grünen oder violetten Kristallen. Man verwendet es in der Färberei, zum Beizen von Geweben, in der Gerberei, zur elektrolytischen Verchromung, in der organischen Synthese und zum Herstellen von gesintertem Chrom.
- 13) Mangan(II)-chlorid ($MnCl_2$) wird aus dem natürlichen Carbonat (Diallogit, Rhodochrosit) und Salzsäure gewonnen. Es kommt als rosafarbige, kristalline Masse oder hydra-

tisiert (z.B. mit 4 H₂O), in Form von rosafarbigen Kristallen in den Handel, die zum Zerfliessen neigen und wasserlöslich sind. Man verwendet es zum Herstellen von braunen Farbstoffen und bestimmten Medikamenten, als Katalysator und zum Zeugdruck.

14) Kupferchloride.

- a) Kupfer(I)-chlorid (Kupfermonochlorid) (CuCl) hat die Form eines kristallinen Pulvers oder farbloser Kristalle, ist praktisch wasserunlöslich und oxidiert an der Luft. Man verwendet es in der Metallurgie von Nickel und Silber und als Katalysator.
- b) Kupfer(II)-chlorid (CuCl₂.2H₂O) bildet grüne, zum Zerfliessen neigende, wasserlösliche Kristalle. Dieses Salz verwendet man beim Zeugdruck, in der Fotografie, bei der Elektrolyse, als Katalysator, als Antiseptikum, Desinfektionsmittel und Insekticid, in der Farbstoffindustrie und in der Feuerwerkerei (bengalische Feuer) usw.

Nantokit, ein natürliches Kupferchlorid, gehört zu Nr. 2530.

15) Antimonchloride.

- a) Antimon(III)-chlorid (Antimontrichlorid, Antimonbutter) (SbCl₃) wird aus dem natürlichen Sulfid (Stibin, Antimonit) der Nr. 2617 und Salzsäure gewonnen. Es ist eine farblose, durchscheinende Masse, absorbiert die umgebende Feuchtigkeit und nimmt dabei ein fettiges Aussehen an; es ist ätzend. Man verwendet es zum Brünieren und Entzündern von Metallen, als Beizmittel, bei der Herstellung von Lacken, zum Appretieren von Leder, zum Herstellen von Antimonoxid und von Medikamenten für die Tierheilkunde.
- b) Antimon(V)-chlorid (Antimonpentachlorid) (SbCl₅) ist eine farblose Flüssigkeit, die an der Luft raucht und durch Wasser zersetzt wird. Man verwendet es als Chlorierungsmittel bei organischen Synthesen. Es kann auch als Raucherzeuger verwendet werden.

Diese Gruppe umfasst weder Natriumchlorid noch Kaliumchlorid, welche, auch rein, zu den Nrn. 2501 und 3104 oder 3105 gehören. Die zu Unrecht als Kalkchlorid bekannte, aber handelsüblich als Calciumhypochlorit bezeichnete Verbindung, gehört zu Nr. 2828. Quecksilberchloride (Quecksilber(I)-chlorid und Quecksilber(II)-chlorid) gehören zu Nr. 2852.

B. Oxychloride und Hydroxychloride

Hierher gehören die Metalloxychloride und -hydroxychloride.

Die wichtigsten Oxychloride und Hydroxychloride sind folgende:

- 1) Kupferoxychloride und -hydroxychloride. Kristalline, blaue Pulver, die als Insekticide und Fungicide und als Farbstoffe verwendet werden.

Atacamit, ein natürliches Kupferhydroxychlorid, gehört zu Nr. 2603.

- 2) Aluminiumhydroxychlorid (Al₂Cl(OH)₅.xH₂O), ein weissgelbliches Pulver, das in der Kosmetik gegen Transpiration gebraucht wird.

- 3) Chromoxychlorid (Chromylchlorid) (CrCl_2O_2), ist eine rote Flüssigkeit mit reizendem Geruch, die an der Luft raucht und durch Wasser zersetzt wird. Es wird in der Gerberei als Beizmittel und als Oxidationsmittel verwendet.
- 4) Zinnoxychlorid, graue oder weisse amorphe Stücke, wasserlöslich, wird als Beizmittel verwendet.
- 5) Antimonoxychlorid (SbClO), ein weisses Pulver; es wird bei der Herstellung von Rauherzeugern, von Farben und Medikamenten verwendet.
- 6) Bleioxychloride und -hydroxychloride. Diese Erzeugnisse, die aus Bleioxid (Bleiglätte) und einem Alkalichlorid gewonnen werden, sind weisse Pulver. Sie werden zum Herstellen der Bleichromate verwendet und sind Pigmente (Casselergelb) für Wasser-, Tempera- und Ölfarben oder zur Herstellung anderer komplexer Farben.
- 7) Wismutoxychlorid (Wismuthylchlorid) (BiClO) ist ein weisses Pulver und dient als Pigment (Perlweiss) bei der Herstellung von künstlichen Perlen.

C. Bromide und Oxybromide

Hierher gehören die Salze der Bromwasserstoffsäure (Nr. 2811) und die Oxybromide.

- 1) Natriumbromid (NaBr) wird durch ein Verfahren gewonnen, das dem für Ammoniumbromid beschriebenen entspricht, oder auch durch Umsetzen des durch direkte Einwirkung von Brom auf Eisendrehspäne gewonnenen Eisenbromids mit einem Natriumsalz. Man kann es wasserfrei und wenig beständig durch Kristallisation bei einer Temperatur über 51° C oder hydratisiert (mit $2\text{H}_2\text{O}$) in dicken, kubischen Kristallen durch Kristallisation unterhalb dieser Temperatur erhalten. Es ist ein farbloser, hygrokopischer und in Wasser löslicher fester Stoff. Es wird in der Medizin und Fotografie verwendet.
- 2) Kaliumbromid (KBr) wird in gleicher Weise hergestellt und verwendet wie Natriumbromid. Es ist wasserfrei und grobkristallin.
- 3) Ammoniumbromid (NH_4Br). Es wird durch Umsetzen von Bromwasserstoff mit Ammoniak gewonnen. Es bildet farblose Kristalle und ist wasserlöslich. An der Luft wird es gelb und zersetzt sich langsam. Es verflüchtigt sich beim Erhitzen. Man verwendet es in der Medizin (als Nervenberuhigungsmittel), in der Fotografie (als Entwicklungsverzögerer) und als Mittel zum Unentflammbar machen.
- 4) Calciumbromid ($\text{CaBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) wird aus Calciumcarbonat und Bromwasserstoff hergestellt. Es kommt als farblose, zerfliessende und leicht wasserlösliche Kristalle in den Handel. Man verwendet es in der Medizin und in der Fotografie.
- 5) Kupferbromide und -oxybromide.
 1. Kupfer(I)-bromid (CuBr) wird durch Reduktion von Cupribromid gewonnen. Es bildet farblose, wasserunlösliche Kristalle; es wird in der organischen Synthese verwendet;
 2. Kupfer(II)-bromid (CuBr_2) wird unmittelbar durch Reaktion von Brom auf Kupfer gewonnen. Es bildet zerfliessende, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es in der organischen Synthese und in der Fotografie.

- 6) Andere Bromide und Oxybromide. Es sind noch zu nennen: Strontiumbromid und Bariumbromid. Das erste wird in der Therapie verwendet.

D. Jodide und Oxyjodide

Hierher gehören die Salze der Jodwasserstoffsäure der Nr. 2811 und die Oxyjodide.

- 1) Ammoniumjodid (NH_4J) wird dadurch erhalten, dass man Jodwasserstoff auf Ammoniak oder Ammoniumcarbonat einwirken lässt. Es ist ein weisses, kristallines, hygrokopisches, leicht wasserlösliches Pulver. Man verwendet es als Medikament bei Kreislaufstörungen und Emphysemen sowie in der Fotografie.
- 2) Natriumjodid (NaJ) wird dadurch erhalten, dass man Jodwasserstoff auf Natriumhydroxid oder Natriumcarbonat einwirken lässt, oder dass man das durch direkte Einwirkung von Jod auf Eisenfeilspäne gewonnene Eisenjodid mit einem Natriumsalz umsetzt. Man stellt es auch durch Erhitzen von Jodaten dar. Wasserfrei oder hydratisiert bildet es Kristalle. Es zerfliesst, ist leicht wasserlöslich und verändert sich an der Luft und bei Licht. Noch häufiger als Ammoniumjodid wird es in der Medizin verwendet. Man verwendet es auch zum Jodieren von Speisesalz und in der Fotografie.
- 3) Kaliumjodid (KJ) wird in gleicher Weise hergestellt und verwendet wie Natriumjodid, ist jedoch haltbarer. Es kommt in wasserfreiem Zustand als farblose oder undurchsichtige Kristalle in den Handel.
- 4) Calciumjodid (CaJ_2) wird aus Calciumcarbonat und Jodwasserstoffsäure gewonnen. Es kommt als glänzende, farblose Kristalle oder perlmutterartige, weisse Blättchen in den Handel. Es ist wasserlöslich und wird an der Luft gelb. Es wird in der Fotografie verwendet.
- 5) Andere Jodide und Oxyjodide. Es sind noch zu nennen:
 - a) Lithiumjodid (verwendet in der Pharmazie), Strontiumjodid, Antimonjodid, Zinkjodid und Eisenjodid (beide in der Pharmazie und als Antiseptika verwendet), Bleijodid (mit metallischem Glanz, als Farben in der Kautschukindustrie), Wismutjodid (Reagens).
 - b) Antimonoxyjodid, Kupferoxyjodid und Bleioxyjodid.

Quecksilberjodide (Quecksilber(I)-jodid und Quecksilber(II)-jodid) gehören zu Nr. 2852.

2828. Hypochlorite; handelsübliches Calciumhypochlorit; Chlorite; Hypobromite

Hierher gehören unter dem Vorbehalt der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Ausnahmen die Metallhypochlorite, -chlorite und -hypobromite und handelsübliches Calciumhypochlorit.

A. Hypochlorite

Sie sind die wichtigsten. Wegen ihres Hauptverwendungszwecks werden sie manchmal Entfärbungchloride genannt. Sie sind in Wirklichkeit unbeständige Salze, die sich an der Luft verändern und mit Säuren, auch schwachen Säuren, unterchlorige Säure bilden. Diese gibt leicht das in ihr enthaltene Chlor ab und ist deshalb ein sehr kräftiges Oxidations- und Entfärbungsmittel.

- 1) Natriumhypochlorit ($\text{NaClO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). In wässerigen Lösungen wird dieses Erzeugnis heute im Handel als Eau de Javelle bezeichnet. Man stellt es durch Elektrolyse von Natriumchlorid in wässriger Lösung oder durch Umsetzen von Calciumhypochlorit mit Natriumsulfat oder -carbonat oder durch Umsetzen von Natriumhydroxid mit Chlor her. Dieses Salz ist leicht wasserlöslich und konnte nicht wasserfrei hergestellt werden; es ist ziemlich unbeständig und wärme- und lichtempfindlich. Die wässerigen Lösungen sind farblos oder gelblich und riechen nach Chlor; in unreinem Zustand enthalten sie im Allgemeinen etwas Natriumchlorid. Man verwendet sie zum Entfärben von pflanzlichen Fasern und Papiermasse, zum Desinfizieren von Räumen, zum Reinigen von Wasser, zum Herstellen von Hydrazin. Natriumhypochlorit verwendet man in der Fotografie als Schnellentwickler zum Entwickeln von lichthoffreien Platten (Leukogen) und in der Medizin als Antiseptikum (mit Borsäure bildet es die Dakinsche Lösung).
- 2) Kaliumhypochlorit ($\text{KClO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Die wässrige Lösung dieses Salzes ist das Erzeugnis, das man früher "Javellwasser" nannte. Es gleicht dem vorgenannten Erzeugnis in jeder Hinsicht.
- 3) Andere Hypochlorite. Es sind noch Ammoniumhypochlorit (stärkeres Desinfektionsmittel als Calciumhypochlorit), Bariumhypochlorit, Magnesiumhypochlorit, Zinkhypochlorit zu nennen. Alle diese Erzeugnisse sind Entfärbungs- und Desinfektionsmittel.

B. Handelsübliches Calciumhypochlorit

Calciumhypochlorit. Dieses im Handel fälschlicherweise Chlorkalk genannte Erzeugnis besteht im Wesentlichen aus unreinem Calciumhypochlorit, das Calciumchlorid und manchmal auch Calciumoxid und -hydroxid enthält. Man stellt es durch Sättigen von gelöschem Kalk mit Chlor her. Es ist amorph, pulvrig, weiss und zieht Wasser an, wenn es Calciumchlorid enthält. Es ist wasserlöslich und empfindlich gegen Einwirkung von Licht, Hitze und Kohlendioxid. Es greift tierische Fasern und organische Stoffe an und zerstört Farbstoffe. Man verwendet es zum Bleichen von pflanzlichen Spinnstoffen und Papiermassen, als Desinfektionsmittel und Antiseptikum (Reinigung des Wassers durch Javellisation), zum Bestreuen von mit Giftgas oder Giftstoffen verseuchtem Gelände. In reinem Zustand kommt Calciumhypochlorit kristallin oder in nach Chlor riechenden Lösungen in den Handel. Es ist etwas beständiger als das unreine Erzeugnis.

Calciumchlorid (CaCl_2) gehört zu Nr. 2827.

C. Chlorite

Hierher gehören die Salze der chlorigen Säure (HClO_2).

- 1) Natriumchlorit (NaClO_2). Es kommt als wasserfreie oder hydratisierte (mit $3\text{H}_2\text{O}$) Masse oder in wässrigen Lösungen in den Handel. Es ist bis 100°C beständig. Es ist ein sehr kräftiges Oxidations- und Ätzmittel, weshalb es in der Färberei und als Bleichmittel verwendet wird.
- 2) Aluminiumchlorit wird zu denselben Zwecken wie Natriumchlorit verwendet.

D. Hypobromite

Hierher gehören die Salze der unterbromigen Säure (HBrO) der Nr. 2811.

Kaliumhypobromit dient zum Bestimmen des Stickstoffs in bestimmten organischen Verbindungen.

2829.

Chlorate und Perchlorate; Bromate und Perbromate; Jodate und Perjodate

Hierher gehören unter dem Vorbehalt der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Ausnahmen die Metallchlorate, - perchlorate, -bromate, -perbromate, -jodate und -perjodate.

A. Chlorate

Hierher gehören die Salze der Chlorsäure (HClO_3) der Nr. 2811.

- 1) Natriumchlorat (NaClO_3) wird durch Elektrolyse einer wässrigen Natriumchloridlösung hergestellt. Es kommt als farblose Kristalle in den Handel, die glänzen und in Wasser sehr leicht löslich sind; es gibt seinen Sauerstoff ziemlich leicht ab. Als Verunreinigung enthält es oft Alkalichloride. Es wird mannigfaltig verwendet: als Oxidationsmittel in der organischen Synthese, zum Zeugdruck (Färben mit Anilinschwarz), bei der Herstellung von Zündern, Pasten für Zündholze, als Herbicid usw.
- 2) Kaliumchlorat (KClO_3) wird wie das Natriumchlorat gewonnen. Kaliumchlorat bildet farblose Kristalle und ist wenig wasserlöslich. Die übrigen Eigenschaften sind gleich denen des Natriumchlorates. Man verwendet es auch in der Medizin und zum Herstellen von Brisanzsprengstoffen (vom Cheddit-Typ).
- 3) Bariumchlorat ($\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$) wird durch Elektrolyse einer Bariumchloridlösung gewonnen. Es bildet farblose, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als grünen Farbstoff in der Feuerwerkerei und zum Herstellen von Sprengstoffen und gewissen anderen Chloraten.
- 4) Andere Chlorate: Es sind noch zu nennen: Ammoniumchlorat, das zum Herstellen von Sprengstoffen verwendet wird; Strontiumchlorat, das denselben Verwendungszweck hat und ausserdem in der Feuerwerkerei zum Erzeugen von rotem Licht verwendet wird; Chromchlorat, das in der Färberei als Beizmittel verwendet wird; Kupferchlorat, in grünen Kristallen, das in der Färberei und zum Herstellen von Sprengstoffen und zum Erzeugen von grünem Licht in der Feuerwerkerei verwendet wird.

B. Perchlorate

Hierher gehören die Salze der Perchlorsäure (HClO_4) der Nr. 2811. Diese Salze, die starke Oxidationsmittel sind, werden in der Feuerwerkerei und in der Sprengstoffindustrie verwendet.

- 1) Ammoniumperchlorat (NH_4ClO_4) wird aus Natriumperchlorat gewonnen. Es bildet farblose Kristalle, die besonders in der Wärme wasserlöslich sind; beim Erhitzen zersetzt es sich, manchmal unter Explosion.
- 2) Natriumperchlorat (NaClO_4) wird durch Elektrolyse von gekühlten Natriumchloratlösungen gewonnen. Es bildet farblose und zerfließende Kristalle.
- 3) Kaliumperchlorat (KClO_4) wird aus Natriumperchlorat gewonnen. Es ist ein farbloses, kristallines Pulver, löst sich verhältnismässig wenig und explodiert bei Schlag. Man verwendet es in der chemischen Industrie als ein stärkeres Oxidationsmittel als das Chlorat.

- 4) Andere Perchlorate. Es sind noch zu nennen: Bariumperchlorat (hydratisiertes Pulver), und Bleiperchlorat; dieses ist in gesättigter Lösung eine schwere Flüssigkeit (Dichte 2,6). Sie wird zur Trennung durch Flotation verwendet.

C. Bromate und Perbromate

Hierher gehören die Salze der Bromsäure (HBrO_3) der Nr. 2811, z.B. Kaliumbromat (KBrO_3), und die Salze der Perbromsäure (HBrO_4).

D. Jodate und Perjodate

Hierher gehören Salze der Jodsäure (HJO_3) der Nr. 2811 und die Salze der Perjodsäure der Nr. 2811.

Natriumjodat (NaJO_3), das neutrale Kaliumjodat (KJO_3) und Kaliumhydrogenbisjodat ($\text{KH}(\text{JO}_3)_2$) werden in der Medizin und als Reagenzien bei Analysen verwendet. Kristallines Bariumjodat dient zum Herstellen von Jodsäure.

Die Natriumperjodate (Mono- und Dinatriumperjodat) werden gewonnen, indem man Natriumjodat in alkalischer Lösung mit Chlor behandelt.

2830. Sulfide; Polysulfide, auch chemisch nicht einheitlich

Hierher gehören, unter dem Vorbehalt der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel aufgeführten Ausnahmen, die Metallsulfide oder Salze der Schwefelwasserstoffsäure (H_2S) der Nr. 2811. Die alte Bezeichnung Sulfhydrate ist genauer den Hydrogensulfiden vorbehalten. Die Sulfide der nicht metallischen Elemente gehören zu Nr. 2813.

- 1) Natriumsulfide.
 - a) Neutrales Sulfid (Na_2S) wird durch Reduktion des Natriumsulfats mit Kohle gewonnen. Es kommt entweder wasserfrei als weissliche Masse oder Tafeln (konzentriertes oder gegossenes Sulfid), die wasserlöslich sind und an der Luft in Sulfat übergehen, oder hydratisiert (mit $9\text{H}_2\text{O}$) je nach seiner Reinheit als farblose oder grünliche Kristalle in den Handel. Als schwaches Reduktionsmittel dient es zum Herstellen organischer Derivate usw. Es begünstigt die Absorption von Öl auf der Oberfläche der Erze durch deren Schwefelung (Flotation). Man verwendet es auch als Enthaarungsmittel (in der Gerberei und der Kosmetik) und als Schädlingsbekämpfungsmittel.
 - b) Saures Sulfid (Natriumsulfhydrat) (NaHS) wird durch Einwirken von Schwefelwasserstoff auf neutrales Sulfid erhalten. Es kommt als farblose, wasserlösliche Kristalle vor. Man verwendet es in der Gerberei (als Enthaarungsmittel), in der Färberei, als Absorptionsmittel für Kupfer bei der Reinigung von Nickel, als Reduktionsmittel in der organischen Synthese usw.
- 2) Zinksulfid (ZnS). Das künstliche Zinksulfid wird als Hydrat gewonnen, indem man ein Alkalizinkat mit Natriumsulfid fällt. Es ist eine weisse Paste oder ein weisses Pulver, das sich fettig anfühlt und oft Zinkoxid oder andere Verunreinigungen enthält. Dieses Pigment wird in reinem Zustand oder in Mischung mit Magnesia (für die Kautschukindustrie) verwendet. Zusammen mit Bariumsulfat gefällt ergibt es Lithopone (Nr. 3206). Mittels Silber, Kupfer usw. aktiviert stellt es ein Luminophor der Nr. 3206 dar. Es gehört nur hierher, wenn es weder gemischt noch aktiviert ist.

Zinkblende, ein natürliches Zinksulfid, gehört zu Nr. 2608, Wurzit, ebenfalls ein natürliches Zinksulfid, gehört jedoch zu Nr. 2530.

- 3) Cadmiumsulfid (CdS). Künstliches Cadmiumsulfid stellt man durch Fällen eines Cadmiumsalzes (z.B. des Sulfates) mit Schwefelwasserstoffwasser oder mit einem Alkalischlüssel her. Es ist ein gelbes Pigment (Cadmiumgelb), das man in der Kunstmalerie und bei der Herstellung von Blendschutzgläsern verwendet. Zusammen mit Bariumsulfat gefällt ergibt es Farbkörper von lebhaftem Gelb, die für industrielle Anstriche und in der Keramik verwendet werden (Nr. 3206).

Natürliches Cadmiumsulfid (Greenockit) gehört zu Nr. 2530.

- 4) Ammoniumhydrogensulfid (Ammoniumsulfhydrat) (NH₄HS) kommt als kristalline Blättchen oder Nadeln in den Handel, ist sehr flüchtig und wird bei organischen Synthesen und in der Fotografie verwendet.
- 5) Calciumsulfid (CaS) wird durch Glühen einer Mischung von Calciumsulfat und Kohle gewonnen. Es ist eine graue oder gelbliche Masse, die manchmal leuchtet und sehr wenig wasserlöslich ist. Es enthält oft Sulfat und andere Verunreinigungen. Allein oder mit Arsenoxid oder Kalk behandelt dient es zum Enthaaren von Häuten. Man verwendet es auch in der Kosmetik als Enthaarungsmittel, in der Medizin als Mikrobenbekämpfungsmittel, für metallurgische Prozesse und zur Herstellung von Leuchtfarben.
- 6) Eisensulfide. Das wichtigste künstliche Eisensulfid ist Ferrosulfid (FeS), das man durch Schmelzen einer Mischung von Schwefel und Eisenfeilspänen gewinnt. Es kommt als schwärzliche Tafeln oder Stücke mit Metallglanz in den Handel. Man verwendet es zum Herstellen von Schwefelwasserstoff und in der Keramik.

Die natürlichen Eisensulfide gehören zu Nr. 2502 (nicht geröstete Pyrite) oder 7103 oder 7105 (Markasit). Die natürlichen Doppelsulfide, die Eisen mit Arsen (Mispickel) und Kupfer (Bornit, Kupferkies, Chalkopyrit) bildet, gehören zu Nr. 2530 und 2603.

- 7) Strontiumsulfid (SrS) ist eine graue, an der Luft gelb werdende Masse; es dient als Enthaarungsmittel in der Gerberei und der Kosmetik sowie zum Herstellen von Leuchtfarben.
- 8) Zinnsulfid. Künstliches Stannisulfid (SnS₂) (Zinndisulfid), das man durch Erhitzen einer Mischung von Schwefel und Ammoniumchlorid mit Zinnoxid oder -amalgam gewinnt, kommt in goldgelben Schuppen oder Pulver in den Handel. Es ist wasserunlöslich und sublimiert in der Hitze. Man verwendet es zum Bronzieren von Holz, Gips usw.
- 9) Antimonsulfide.
 - a) Künstliches Antimontrisulfid (Antimonsesquisulfid) (Sb₂S₃). Wenn man eine Säure auf das in einer ätzenden Lauge gelöste natürliche Sulfid einwirken lässt, erhält man ein rotes oder orangefarbenes Pulver (gefälltes Antimontrisulfid), das allein oder in Mischung mit dem Pentasulfid oder mit anderen Erzeugnissen (Antimonvermillion, Antimonkarmoisin) als Pigment in der Kautschukindustrie verwendet wird. Wenn man natürliches Antimonsulfid schmilzt, erhält man schwarzes Antimontrisulfid mit glänzendem Bruch, das in der Feuerwerkerei, zum Herstellen von Zündholzpasten, von Zündhütchen, Sprengkapseln (mit Kaliumchlorat), Blitzlichtpulver für die Fotografie (mit Kaliumchromat) usw. verwendet wird. Mit Natriumcarbonat erhitzt, ergibt es den Kermes mineralis, der sich im Wesentlichen aus

Antimontrisulfid und Natriumpyroantimonat zusammensetzt und in der Medizin verwendet wird (Nr. 3824).

- b) Antimonpentasulfid (Antimongoldschwefel) (Sb_2S_5) wird durch Ansäuern einer Lösung von Natriumthioantimonat (Schlippesches Salz) gewonnen. Es ist ein orangegelbes Pulver, das sich allmählich, auch bei Dunkelheit, zersetzt. Man verwendet es zum Herstellen von Zündern, zum Vulkanisieren von Kautschuk, in der Human- (schleimlösendes Mittel) und Veterinärmedizin.

Natürliches Antimonsulfid (Stibnit, Antimonit) und natürliches Antimonoxysulfid (Kermesit) gehören zu Nr. 2617.

- 10) Bariumsulfid (BaS) wird durch Reduktion des natürlichen Bariumsulfats der Nr. 2511 (Baryt) mit Kohle gewonnen. Es kommt als Pulver oder Stücke von weisser Farbe in den Handel, wenn es rein ist. Unrein ist es grau oder gelblich. Es ist giftig und wird wie Strontiumsulfid verwendet.

- 11) Andere Sulfide. Es sind noch zu nennen:

- a) Kaliumsulfid und Kaliumhydrogensulfid; Kaliumhydrogensulfid dient zum Herstellen von Mercaptan.
- b) Die Kupfersulfide, die zum Herstellen von Elektroden und Schiffsanstrichfarben verwendet werden; natürliches Kupfersulfid (Covellin, Kupferindigo, Chalkosin, Chalkosit) gehört zu Nr. 2603.
- c) Bleisulfid, das in der Keramik verwendet wird; natürliches Bleisulfid (Galenit) gehört zu Nr. 2607.

Diese Nummer umfasst weder natürliches Quecksilbersulfid (Zinnober) noch künstliches Quecksilbersulfid, die zu den Nrn. 2617 bzw. 2852 gehören.

- 12) Polysulfide. Die Polysulfide, die ebenfalls hierher gehören, sind Mischungen von Sulfiden des gleichen Metalls.

- a) So enthält z.B. das Natriumpolysulfid (Natriumschwefelleber), das man durch Erhitzen von Schwefel mit Natriumcarbonat oder mit dem neutralen Natriumsulfid erhält, besonders Natriumdisulfid (Na_2S_2), -trisulfid, -tetrasulfid und Verunreinigungen (Sulfat, Sulfit usw.). Es kommt als grünlche Tafeln in den Handel, die löslich sind, an der Luft oxidieren und stark hygroskopisch sind. Man bewahrt es in gut verschlossenen Behältern auf. Man verwendet es besonders als Denitrierungsmittel in der organischen Synthese (Herstellung von Schwefelfarben), bei der Flotation, bei der Gewinnung von Ethylenpolysulfiden, künstlichem Quecksilbersulfid, zum Herstellen von Schwefelbädern und Mischungen zur Behandlung der Räude.
- b) Kaliumpolysulfid (Kalischwefelleber) wird ebenso wie das Natriumpolysulfid und noch häufiger als dieses für Schwefelbäder verwendet.

Die folgenden natürlichen Sulfide sind ebenfalls von dieser Nummer ausgenommen:

- a) Nickelsulfid (Millerit) (Nr. 2530).
- b) Molybdänsulfid (Molybdänit) (Nr. 2613).
- c) Vanadiumsulfid (Patronit) (Nr. 2615).
- d) Wismutsulfid (Bismuthin) (Nr. 2617).

2831. Dithionite und Sulfoxylate

Die Dithionite (Hydrosulfite) sind die Salze der dithionigen Säure ($H_2S_2O_4$), die in freiem Zustand nicht isoliert werden kann. Diese Salze werden gewonnen, indem man Bisulfatlösungen, die mit Schwefeldioxid gesättigt sind, mit Zinkpulver reduziert. Sie sind selbst Reduktionsmittel, die in den chemischen Industrien, in den Textilindustrien und in der Zuckerindustrie hauptsächlich als Entfärbungsmittel verwendet werden.

Das wichtigste ist das Natriumdithionit ($Na_2S_2O_4$), das wasserfrei als weisses, wasserlösliches Pulver oder hydratisiert (mit $2H_2O$) in farblosen Kristallen in den Handel kommt. Als Reduktionsmittel verwendet man es in der organischen Synthese, in der Farbstoffindustrie, in der Färberei, bei Drucken und bei der Papierherstellung. Dieses Erzeugnis verändert sich, auch kristallin, ziemlich schnell. Für bestimmte Verwendungszwecke, insbesondere als Ätzmittel in der Textilindustrie, wird Natriumdithionit mit Formaldehyd, manchmal unter Zusatz von Zinkoxid oder Glycerol stabilisiert. Es kann auch mit Aceton stabilisiert werden.

Kaliumdithionit, Calciumdithionit, Magnesiumdithionit und Zinkdithionit, die durch ähnliche Verfahren stabilisiert sein können, sind gleichartige Erzeugnisse, die die gleichen reduzierenden Eigenschaften haben und den gleichen Verwendungszwecken dienen wie das Natriumdithionit.

Die stabilisierten Dithionite gehören ebenfalls hierher, wie auch die Formaldehydsulfoxylate, die ähnliche Erzeugnisse sind.

Die Sulfite und Thiosulfate gehören zu Nr. 2832.

2832. Sulfite; Thiosulfate

Hierher gehören unter Vorbehalt der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Ausnahmen:

- A) Die Metallsulfite, Salze der schwefeligen Säure (H_2SO_3) (die nur in wässrigen Lösungen bekannt sind und dem Schwefigsäureanhydrid der Nr. 2811 entsprechen).
- B) Die Metallthiosulfate oder -Hyposulfite, Salze einer nicht isolierten Säure, der Thioschwefelsäure ($H_2S_2O_3$).

Die Sulfitablaugen gehören zu Nr. 3804 und die Hydrosulfite genannten technischen Erzeugnisse, die durch organische Stoffe stabilisiert sind, zu Nr. 2831.

A. Sulfite

Hierher gehören die Sulfite, Hydrogensulfite und die Disulfite.

- 1) Natriumsulfite. Es handelt sich hier um Natriumhydrogensulfit ($NaHSO_3$), Natriumdisulfit ($Na_2SO_3 \cdot SO_2$ oder $Na_2S_2O_5$) und Natriumsulfit (Na_2SO_3).
 - a) Natriumhydrogensulfit ("Natriumbisulfit" saures Natriumsulfit) wird durch Einwirken von Schwefeldioxid auf eine wässrige Natriumcarbonatlösung gewonnen. Es kommt als Pulver oder farblose Kristalle in den Handel, ist wenig beständig und riecht nach Schwefeldioxid; es ist sehr leicht wasserlöslich. In konzentrierten Lösungen kann es auch gelblich gefärbt sein.

Es wird als Reduktionsmittel bei organischen Synthesen verwendet, ferner zum Herstellen von Indigo, zum Bleichen von Wolle und Seide und zur Behandlung

von Latex (Vulkanisationsmittel), in der Gerberei, bei der Weinherstellung (Antiseptikum, welches das Konservieren des Weins erleichtert) und zum Verringern der Schwimmfähigkeit der Erze.

- b) Natriumdisulfit (Natrium-Metabisulfit, Natriumpyrosulfit, zuweilen ungenau als kristallisiertes Bisulfit bezeichnet) wird aus Hydrogensulfit erhalten. Es oxidiert ziemlich schnell, vor allem an feuchter Luft. Es wird zu gleichen Zwecken wie Natriumhydrogensulfit besonders aber im Weinbau und in der Fotografie verwendet.
 - c) Das Natriumsulfit (neutrales Natriumsulfit), das durch Neutralisieren einer Hydrogensulfitlösung mit Natriumcarbonat erhalten wird, kommt wasserfrei (als Pulver) oder als wasserlösliche, farblose Kristalle in den Handel (mit $7\text{H}_2\text{O}$). Man verwendet es in der Fotografie, in der Brauerei, zum Behandeln von Nadelholzharz, als Antiseptikum und Bleichmittel, zum Herstellen anderer Sulfite, Thiosulfate, organischer Farbstoffe usw.
- 2) Ammoniumsulfit ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) wird erhalten, indem man Schwefeldioxide auf Ammoniak einwirken lässt. Es bildet farblose, wasserlösliche, an der Luft oxidierende Kristalle. Man verwendet es in der organischen Synthese.
- 3) Kaliumsulfite. Sie haben entsprechende Formen wie die Natriumsulfite:
- a) Hydrogensulfit in Kristallen, in der Färberei und bei der Weinherstellung verwendet.
 - b) Disulfit (Metabisulfit) ein weisses Pulver oder Schuppen, in der Fotografie, beim Verfilzen der Haare in der Hutherstellung und als Antiseptikum verwendet.
 - c) Sulfit, kristallisiert mit $2\text{H}_2\text{O}$, beim Zeugdruck verwendet.
- 4) Calciumsulfite umfassen:
- a) Calciumbis(hydrogensulfit) (Calciumdisulfit) ($\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$) wird dadurch erhalten, dass man Schwefeldioxid auf eine wässrige Kalklösung einwirken lässt. Man verwendet es praktisch nur in wässrigen Lösungen. Es dient zum Lösen des Lignins bei der Holzzellstoffherstellung. Man verwendet es auch als Bleichmittel (Entfärbung von Schwämmen), als Antichlormittel und als Klärmittel für Getränke.
 - b) Calciumsulfit (CaSO_3) kommt als weisses, kristallines Pulver oder als hydratisierte (mit $2\text{H}_2\text{O}$) Nadeln in den Handel. Es ist sehr wenig wasserlöslich und verwittert an der Luft. Man verwendet es in der Pharmazie und bei der Weinherstellung.
- 5) Andere Sulfite. Es sind noch zu nennen: die Magnesiumsulfite (in gleicher Weise verwendet wie die Calciumsulfite), Zinksulfit (Antiseptikum und Beizmittel) Hydrogensulfit oder Chrombisulfit (Beizmittel).

B. Thiosulfate

- 1) Ammoniumthiosulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$) wird aus Natriumthiosulfat gewonnen. Es bildet farblose, zerfließende, wasserlösliche Kristalle; es wird als Fixiersalz in der Fotografie und als Antiseptikum verwendet.
- 2) Natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) wird dadurch erhalten, indem man Schwefel auf eine Natriumsulfitlösung einwirken lässt. Es kommt als farblose, leicht wasserlösliche, an der Luft beständige Kristalle in den Handel. Man verwendet es als Fixiersalz in der Fotografie, als Antichlormittel beim Bleichen von Spinnstoffen und Papier, in der Chromgerberei und in der organischen Synthese.

- 3) Calciumthiosulfat ($\text{CaS}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) wird durch Oxidation von Calciumsulfid gewonnen. Es ist ein kristallines, weisses, wasserlösliches Pulver, das in der Pharmazie und zum Herstellen anderer Thiosulfate verwendet wird.
- 4) Andere Thiosulfate: Es sind noch zu nennen: Bariumthiosulfat (Pigment mit perlmutterartigem Glanz), Aluminiumthiosulfat (bei organischen Synthesen verwendet), Bleithiosulfat (Herstellung von phosphorfreien Zündhölzern).

2833. Sulfate; Alaune; Peroxosulfate (Persulfate)

A. Sulfate

Hierher gehören die Metallsalze der Schwefelsäure (H_2SO_4) der Nr. 2807, vorbehältlich der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel erwähnten Ausnahmen, und ausgenommen, unter anderem, Quecksilbersulfate, die zu Nr. 2852 gehören, Ammoniumsulfat, das, auch rein, zu Nr. 3102 oder 3105 gehört, und Kaliumsulfat, das, auch rein, zu Nr. 3104 oder 3105 gehört.

- 1) Natriumsulfate sind:
 - a) Dinatriumsulfat (neutrales Sulfat) (Na_2SO_4). Es kommt wasserfrei oder hydratisiert als Pulver oder als grobe Kristalle vor, die an der Luft verwittern und sich in Wasser unter Abkühlung auflösen. Im hydratisierten Zustand ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) nennt man es Glaubersalz. Gewisse unreine Formen von Dinatriumsulfat (Reinheitsgrad 90 - 99 %) im Allgemeinen als Nebenprodukte bei der Herstellung von mehreren Erzeugnissen, gehören hierher. Das Dinatriumsulfat wird als Färbereihilfsstoff verwendet. Man verwendet es in der Glasindustrie als Schmelzmittel zum Herstellen von Glasmischungen (Herstellung von Flaschenglas, Kristallglas und optischen Gläsern), in der Gerberei zum Konservieren von Häuten, in der Papierindustrie (Herstellung von gewissen Holzzellstoffen), in der Textilindustrie als Füllstoff zum Appretieren von Geweben, in der Medizin als Abführmittel usw.
Die natürlichen Natriumsulfate (Glauberit, Bloedit, Reussin, Astrakanit) gehören zu Nr. 2530.
 - b) Hydrogensulfat (Saures Sulfat) (NaHSO_4). Dieses Salz, ein Rückstand der Salzsäureherstellung, ist eine geschmolzene, weisse, zerfliessende Masse. Als Ersatz für Schwefelsäure verwendet man es insbesondere zum Abbeizen von Metallen, zum Regenerieren von Kautschuk, in der Metallurgie von Antimon und Tantal und als Herbicid.
 - c) Disulfat (Natriumpyrosulfat) ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$)
- 2) Magnesiumsulfat. Das hierher gehörende künstliche Magnesiumsulfat (Epsom-Salz oder Sedlitzsalz) ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) wird durch Reinigen des Kieserits oder durch Umsetzen des Dolomits mit Schwefelsäure gewonnen. Es kommt als farblose Kristalle in den Handel, verwittert leicht an der Luft und ist wasserlöslich. Man verwendet es als Füllstoff zum Appretieren von Textilien, in der Gerberei, als Mittel zum Unentflammbar machen und als Abführmittel.

Das natürliche Sulfat (Kieserit) gehört zu Nr. 2530.

- 3) Aluminiumsulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) gewinnt man, indem man Bauxit, auch gereinigt, oder verschiedene natürliche Aluminiumsilicate mit Schwefelsäure umsetzt. Die Verunreinigungen bestehen hauptsächlich aus Eisenverbindungen. Hydratisiert (mit 18 H_2O) kommt es als wasserlösliche, weisse Kristalle in den Handel, die sich je nach

der Konzentration der verwendeten Lösung entweder zerreiben und mit dem Fingernagel ritzen lassen oder hart und brüchig sind. Beim Erhitzen schmilzt es in seinem Kristallwasser und ergibt schliesslich wasserfreies Sulfat. Man verwendet es in der Färberei als Beizmittel, in der Gerberei zum Konservieren von Leder und zur Alaungerberei, in der Papierindustrie zum Leimen der Papiermassen, in der Farbstoffindustrie zum Herstellen von Lacken, Methylenblau und anderen Thiazinfarbstoffen. Man verwendet es auch zum Klären von Talg, zum Reinigen von Industrieabwässern, in Feuerlöschern usw.

Hierher gehört auch das basische Aluminiumsulfat, das in der Färberei verwendet wird.

- 4) Chromsulfate. Das bekannteste dieser Sulfate ist das Chromisulfat ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$), das aus dem Nitrat und Schwefelsäure dargestellt wird. Es ist ein kristallines Pulver, violett oder grün; es kommt auch in wässrigen Lösungen in den Handel. Man verwendet es als Beizmittel in der Färberei (Chrombeize) und in der Gerberei (Chromgerbung). Für diesen Zweck verwendet man hauptsächlich wenig beständige Lösungen von basischen Chromsulfaten, die Derivate von Chromisulfat oder von Chromosulfat (CrSO_4) sind. Diese verschiedenen Sulfate gehören ebenfalls hierher.
- 5) Nickelsulfate. Das bekannteste dieser Sulfate ist das Nickel(II)-sulfat (NiSO_4). Es kommt wasserfrei als gelbe und hydratisiert als smaragdgrüne (mit 7 H_2O) oder bläuliche (mit 6 H_2O) Kristalle in den Handel. Es ist wasserlöslich. Man verwendet es beim elektrolytischen Vernickeln, in der Färberei als Beizmittel, bei der Herstellung von Gasmasken und als Katalysator bei bestimmten Synthesen.
- 6) Kupfersulfate.
 - a) Kupfer(I)-sulfat (Cu_2SO_4) ist ein Katalysator, der bei der Herstellung von synthetischem Ethylalkohol verwendet wird.
 - b) Kupfer(II)-sulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ist ein Nebenerzeugnis der elektrolytischen Reinigung von Kupfer. Man erhält es auch aus mit stark verdünnter Schwefelsäure behandelten Kupferabfällen. Es kommt als Kristalle oder kristallines Pulver von blauer Farbe in den Handel. Es ist wasserlöslich und wandelt sich beim Erhitzen in wasserfreies, weisses Sulfat um, das sehr begierig Wasser anzieht. Man verwendet es als Fungicid (s. die Erläuterungen zu Nr. 3808) in der Landwirtschaft zum Spritzen von Getreide und zum Herstellen von Fungicidbrühen. Man verwendet es ferner zum Herstellen von Cuprooxid, von Kupfermineralfarben, für die Färberei (schwarz, violett oder fliederfarben für Wolle oder Seide), zum elektrolytischen Verkupfern und Reinigen von Kupfer, als Schwimmfähigkeitsregler (es stellt die natürliche Schwimmfähigkeit wieder her), als Antiseptikum usw.

Natürliches basisches Kupfersulfat (Brochantit) gehört zu Nr. 2603.

- 7) Zinksulfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) wird durch Lösen von metallischem Zink, Zinkoxid, Zinkcarbonat oder gerösteter Zinkblende in verdünnter Schwefelsäure gewonnen. Es kommt als weisse, glasartige Masse oder in nadelförmigen Kristallen in den Handel. Man verwendet es zum Herabsetzen der natürlichen Schwimmfähigkeit der Erze und auch zum Herstellen von Sikkativen, als Beizmittel in der Färberei, zum elektrolytischen Verzinken von Metallen, als Antiseptikum, als Holzkonservierungsmittel und zum Herstellen verschiedener Zinkverbindungen. Es dient als Ausgangsstoff zum Herstellen von Lithopone der Nr. 3206 und der ebenfalls zu Nr. 3206 gehörenden Luminophore (Zinksulfat, mit Kupfer aktiviert).

- 8) Bariumsulfat. Hierher gehört das künstliche oder gefällte Sulfat (BaSO_4), das aus einer Bariumchloridlösung durch Fällen mit Schwefelsäure oder einem Alkalisulfat erhalten wird. Es ist ein weisses, spez. schweres (Dichte etwa 4,4), wasserunlösliches Pulver oder eine dicke Paste. Es ist ein weisses Pigment und ein Füllstoff, den man zum Apptrieren von Geweben, bei der Herstellung von Kautschuk, gestrichenen Papieren und Karton, Kitten, Lacken, Farben usw. verwendet. In reinem Zustand ist es undurchlässig für Röntgenstrahlen und wird beim Durchleuchten sowie zum Herstellen von Trübungsmitteln verwendet.

Das natürliche Sulfat (Baryt, Schwerspat) gehört zu Nr. 2511.

- 9) Eisensulfate.
- a) Eisen(II)-sulfat (FeSO_4) wird dadurch erhalten, dass man verdünnte Schwefelsäure auf Eisenspäne einwirken lässt; es ist auch ein Nebenerzeugnis der Titanweisserzeugung. Als Verunreinigungen enthält es oft Kupfer, Eisen und Arsen. Es ist leicht wasserlöslich und kommt meist als hydratisierte, hellgrüne Kristalle (im Allgemeinen mit 7 H_2O) in den Handel, die an der Luft oxidieren und braun werden. Sie wandeln sich beim Erhitzen in wasserfreies, weisses Sulfat um. Die wässrigen Lösungen sind grün und werden an der Luft braun. Ferrosulfat wird zum Herstellen von beständigen Tinten (Eisentinten), von Farben (Herstellung von Berlinerblau), zum Herstellen der Lammingschen Mischung (mit gelöschtem Kalk und Sägemehl), die zum Reinigen von Leuchtgas dient, in der Färberei, als Desinfektionsmittel, als Antiseptikum und als Herbicid verwendet.
- b) Eisen(III)-sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) wird aus Ferrosulfat gewonnen. Es kommt als Pulver oder Tafeln von bräunlicher Farbe in den Handel. Es ist leicht wasserlöslich und bildet mit Wasser ein weisses Hydrat (mit 9 H_2O). Es wird zum Reinigen von natürlichen Wässern und Abwässern, zum Koagulieren des Blutes in Schlachthäusern, bei der Eisengerberei und als Fungicid verwendet. Es hemmt die Schwimmfähigkeit der Erze und dient als Flotationsregler. Man verwendet es auch als Beizmittel in der Färberei und zur elektrolytischen Gewinnung von Kupfer und Zink.
- 10) Kobaltsulfat ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) wird aus Kobalt(II)-oxid und Schwefelsäure gewonnen. Es bildet wasserlösliche, rote Kristalle. Man verwendet es zum elektrolytischen Kobaltieren, als Keramikfarbe, als Katalysator und zum Herstellen von gefällten Kobaltresinaten (Sikkative).
- 11) Strontiumsulfat. Künstliches Strontiumsulfat (SrSO_4), das aus Lösungen des Chlorids gefällt wird, ist ein weisses, wenig wasserlösliches Pulver. Man verwendet es in der Feuerwerkerei, in der Keramik und zum Herstellen verschiedener Strontiumsalze.
- Natürliches Strontiumsulfat (Cölestin) gehört zu Nr. 2530.*
- 12) Cadmiumsulfat (CdSO_4) kommt als wasserlösliche, farblose, wasserfreie oder hydratisierte (mit 8 H_2O) Kristalle in den Handel. Man verwendet es zum Herstellen von Cadmiumgelb (Cadmiumsulfid) und anderen Farbstoffen, von medizinischen Erzeugnissen, in der Elektrizitätsindustrie (Weston-Element), in der Galvanoplastik und in der Färberei.

13) Bleisulfate

- a) Künstliches neutrales Bleisulfat (PbSO_4) wird durch Fällen von Bleinitrat oder -acetat mit Schwefelsäure gewonnen. Es kommt als Pulver oder Kristalle von weisser Farbe in den Handel und ist wasserunlöslich. Man verwendet es insbesondere zum Herstellen von Bleisalzen.
- b) Basisches Bleisulfat wird durch Erhitzen von Bleiglätte mit Schwefelsäure erhalten. Es ist ein graues Pulver. Es kann auch in einem Verhüttungsprozess gewonnen werden und stellt dann ein weisses Pulver dar. Man verwendet es zum Herstellen von Pigmenten, Kitten, Mischungen in der Kautschukindustrie usw.

Natürliches Bleisulfat (Anglesit) ist ein Erz der Nr. 2607.

B. Alaune

Die Alaune sind hydratisierte Doppelsulfate, die einerseits ein dreiwertiges Sulfat (Aluminium, Chrom, Mangan, Eisen oder Indium), andererseits das Sulfat eines einwertigen Metalls (Alkali oder Ammonium) enthalten. Man verwendet sie in der Färberei, als Antiseptika und beim Herstellen chemischer Erzeugnisse, obgleich man dazu neigt, sie durch einfache Sulfate zu ersetzen.

1) Aluminiumalaune

- a) Gewöhnlicher Alaun oder Kaliumalaun ist ein Kaliumaluminiumdoppelsulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$). Man gewinnt ihn aus dem natürlichen Alunit (Alaunstein) der Nr. 2530, einem basischen Kaliumaluminiumdoppelsulfat, das mit Tonerdehydrat gemischt ist, oder auch aus den beiden Sulfaten, aus denen er sich zusammensetzt. Er ist ein weisser, wasserlöslicher, kristalliner Stoff. Beim Calcinieren ergibt er ein weisses, leichtes, wasserfreies, kristallines Pulver (calcinierter Alaun). Man verwendet ihn zu denselben Zwecken wie Aluminiumsulfat, insbesondere zum Herstellen von Lacken, in der Färberei, in der Gerberei (Alaungerbung), in der Fotografie, Parfümerie usw.
- b) Ammoniumalaun (Ammoniumaluminiumdoppelsulfat) ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$) bildet farblose Kristalle, die besonders beim Erhitzen wasserlöslich sind. Er dient zum Herstellen reiner Tonerde und wird in der Medizin verwendet.
- c) Natriumalaun ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$) ähnelt dem Kaliumalaun und bildet stark verwitternde, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet ihn als Beizmittel in der Färberei.

2) Chromalaune.

- a) Eigentlicher Chromalaun, Kaliumchromdoppelsulfat ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$) wird durch Reduktion einer mit Schwefelsäure versetzten Kaliumdichromatlösung mit Schwefeldioxid erhalten. Es bildet violett-rote Kristalle, die wasserlöslich sind und an der Luft verwittern. Man verwendet ihn in der Färberei als Beizmittel, in der Gerberei (Chromgerbung), in der Fotografie usw.
- b) Ammoniumchromalaun ist ein blaues, kristallines Pulver und wird in der Gerberei und Keramik verwendet.

- 3) Eisenalaune. Ammoniumeisenalaun ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$), in violetten Kristallen, die an der Luft Wasser abgeben und weiss werden; Eisen(III)kalialalaun, ebenfalls in violetten Kristallen; beide werden in der Färberei verwendet.

C. Peroxosulfate (Persulfate)

Der Name Peroxosulfate (Persulfate) muss den Salzen der Peroxoschwefelsäuren der Nr. 2813 vorbehalten bleiben. In trockenem Zustand sind sie ziemlich beständig; ihre wässrigen Lösungen zersetzen sich jedoch beim Erhitzen. Es sind starke Oxidationsmittel.

- 1) Ammoniumperoxodisulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$) wird durch Elektrolyse von konzentrierten Ammoniumsulfatlösungen gewonnen, die mit Schwefelsäure versetzt sind. Es bildet farblose, wasserlösliche Kristalle, die sich bei Feuchtigkeit und Hitze spontan zersetzen. Man verwendet es in der Fotografie, zum Bleichen und Färben von Geweben, zum Herstellen löslicher Stärke, zum Gewinnen anderer Peroxosulfate, zum Herstellen gewisser Elektrolysebäder, in der organischen Synthese, usw.
- 2) Natriumperoxodisulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$) bildet farblose, leicht wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als Desinfektionsmittel, Entfärbungsmittel, zum Depolarisieren (Batterien) und zum Gravieren auf Kupferlegierungen.
- 3) Kaliumperoxodisulfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) bildet farblose, leicht wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es zum Bleichen, in der Seifenindustrie, in der Fotografie, als Antiseptikum usw.

Die natürlichen Calciumsulfate (Gips, Anhydrit, Gipsstein) gehören zu Nr. 2520.

2834. Nitrite; Nitrates

A. Nitrite

Hierher gehören, mit Ausnahmen der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, die Nitrite, Metallsalze der salpetrigen Säure (HNO_2) der Nr. 2811.

- 1) Natriumnitrit (Diazotiersalz) (NaNO_2) wird durch Reduktion von Natriumnitrat mit Blei oder im Verlauf der Herstellung von Bleiglätte gewonnen. Es bildet farblose, hygroscopische, leicht wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als Oxidationsmittel in der Küpenfärberei, bei organischen Synthesen, als Antichlormittel beim Bleichen von Spinnstoffen, in der Fotografie, als Rattengift, zum Konservieren von Fleisch usw.
- 2) Kalumnitrit (KNO_2) wird auf die gleiche Weise wie Natriumnitrit oder dadurch erhalten, dass man Schwefeldioxid auf eine Mischung von Kalk und Salpeter einwirken lässt. Es kommt als gelbliches, kristallines Pulver oder als gelbliche Stangen in den Handel. Es ist oft vermischt mit andern Salzen. Es ist wasserlöslich, zerfliesst leicht und verändert sich an der Luft. Man verwendet es zu denselben Zwecken wie Natriumnitrit.
- 3) Barumnitrit ($\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$) bildet oktaedrische Kristalle; es wird in der Feuerwerkerei verwendet.
- 4) Andere Nitrite. Es ist noch zu nennen: Ammoniumnitrit, wenig beständig und explosiv, aus dessen Lösungen man in Laboratorien Stickstoff herstellt.

Die Kobaltnitrite gehören zu Nr. 2842.

B. Nitrate

Hierher gehören die Nitrate, Metallsalze der Salpetersäure (HNO_3) der Nr. 2808, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, sowie des Ammoniumnitrats und des auch reinen Natriumnitrates, die zu den Nrn. 3102 oder 3105 gehören (s. auch die nachstehenden Ausnahmen).

Die basischen Nitrate gehören ebenfalls hierher.

- 1) Kaliumnitrat (KNO_3), auch Salpeter genannt, wird aus Natriumnitrat und Kaliumchlorid gewonnen. Es kommt als farblose Kristalle, glasartige Massen oder als weisses, kristallines Pulver (Schnleenitrat) in den Handel. Es ist wasserlöslich, in unreinem Zustand hygroskopisch. Ausser den bei Natriumnitrat genannten Verwendungszwecken verwendet man es zum Herstellen von Schwarzpulver und Sprengstoffen, von chemischen Zündern, Feuerwerkskörpern, Zündhölzern, als Flussmittel in der Metallurgie usw.
- 2) Wismutnitrate
 - a) Wismut(III)-nitrat (Wismutnitrat) ($\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$) wird erhalten, indem man Salpetersäure auf Wismut einwirken lässt. Es bildet grosse, farblose, zerfliessende Kristalle. Man verwendet es zum Herstellen von Wismutoxiden und -salzen und von gewissen Lacken.
 - b) Wismut(III)-dihydroxynitrat (Dihydroxywismutnitrat, basisches Wismutnitrat, Subnitrat) ($\text{BiNO}_3(\text{OH})_2$) wird aus dem neutralen Nitrat gewonnen. Es ist ein weisses, perlmutterglänzendes, wasserunlösliches Pulver. Man verwendet es in der Medizin (gegen Magen- und Darmbeschwerden), in der Keramik (irisierende Farben), in der Parfümerie (Schminken), bei der Herstellung von Zündhütchen usw.
- 3) Magnesiumnitrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$) bildet farblose, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es in der Feuerwerkerei, bei der Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen (zusammen mit Magnesia), Glühstrümpfen usw.
- 4) Calciumnitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) wird aus mit Salpetersäure behandeltem gemahlenem Kalkstein gewonnen; es tritt als zerfliessende, weisse, in Wasser, Alkohol und Aceton lösliche Masse auf. Es wird in der Pyrotechnik, zur Herstellung von Sprengstoffen, Zündhölzern, Düngemitteln usw. verwendet.
- 5) Eisen(III)-nitrat ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6$ oder $9 \text{ H}_2\text{O}$) bildet blaue Kristalle. Es dient als Beizmittel in der Färberei und beim Bedrucken (allein oder zusammen mit dem Acetat). Die reine wässrige Lösung wird in der Medizin verwendet.
- 6) Kobalt(II)-nitrat (Kobaltnitrat) ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$) bildet violette, rötliche oder bräunliche, wasserlösliche, zerfliessende Kristalle. Man verwendet es zum Herstellen von Kobaltblau und - gelb und von Geheimtinten, zum Verzieren von keramischen Erzeugnissen, zum elektrolytischen Kobaltieren, usw.
- 7) Nickelnitrat ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$) das grüne, zerfliessende, wasserlösliche Kristalle bildet, verwendet man in der Keramik (braune Pigmente), in der Färberei (Beizmittel), zum elektrolytischen Vernickeln, zum Gewinnen von Nickeloxid und zum Herstellen von reinem Katalysatornickel.

- 8) Kupfer(II)-nitrat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$). Beim Lösen von Kupfer in Salpetersäure bildet sich Kupfer(II)-nitrat, das je nach Temperatur mit 3 oder 6 H_2O kristallisiert; es sind blaue oder grüne, wasserlösliche, hygroskopische und giftige Kristalle. Man verwendet es in der Feuerwerkerei, in der Farbstoffindustrie, beim Färben und Bedrucken von Geweben (Beizmittel), zum Herstellen von Cuprioxid, von fotografischen Papieren, bei elektrolytischen Auskleidungen, zum Patinieren von Metallen usw.
- 9) Strontiumnitrat ($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$). Wenn man Strontiumoxid oder -sulfid in Salpetersäure löst, erhält man in der Hitze das wasserfreie Salz, in der Kälte das hydratisierte Salz (mit 4 H_2O). Es ist ein kristallines, farbloses, zerfliessendes, wasserlösliches Pulver, das sich in der Hitze zersetzt. Man verwendet es in der Feuerwerkerei für Rotfärbungen sowie bei der Herstellung von Zündhölzern.
- 10) Cadmiumnitrat ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$) wird aus dem Oxid gewonnen. Es bildet farblose, wasserlösliche, zerfliessende Nadeln. Man verwendet es in der Keramik, in der Glasindustrie und als Farbstoff.
- 11) Bariumnitrat ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) wird aus dem natürlichen Carbonat der Nr. 2511 (Witherit) gewonnen. Es kommt als Kristalle oder kristallines Pulver in den Handel; es ist farblos oder weiss, wasserlöslich und giftig. Man verwendet es in der Feuerwerkerei zum Grünfärbigen, bei der Herstellung von Sprengstoffen, optischen Gläsern, Schmelzglasuren, Bariumsalzen oder Nitraten usw.
- 12) Blei(II)-nitrat (Bleinitrat) ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) wird aus Mennige und Salpetersäure gewonnen. Es ist ein Nebenerzeugnis bei der Herstellung von Bleidioxid. Es bildet farblose, wasserlösliche, giftige Kristalle. Man verwendet es in der Feuerwerkerei (gelbe Feuer), zum Herstellen von Zündhölzern, Sprengstoffen und gewissen Farbstoffen, in der Gerberei, in der Fotografie und Lithografie, bei der Herstellung von Bleisalzen und als Oxidationsmittel in der organischen Synthese.

Ausser den bereits oben erwähnten Ausnahmen gehören nicht hierher:

- a) Quecksilbernitrate (Nr. 2852).
- b) Acetonitrate (Kapitel 29) wie z.B. Eisenacetonitrat, das als Beizmittel verwendet wird.
- c) Doppelsalze, auch rein, des Ammoniumsulfats und des Ammoniumnitrats (Nrn. 3102 oder 3105).
- d) Sprengstoffe, die aus einer Mischung von Metallnitraten bestehen (Nr. 3602).

2835.

Phosphinate (Hypophosphite), Phosphonate (Phosphite) und Phosphate; Polyphosphate, auch chemisch nicht einheitlich

A. Phosphinate (Hypophosphite)

Hierher gehören, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, Phosphinate (Hypophosphite), Metallsalze der unterphosphorigen Säure (Hypophosphorsäure) (H_3PO_2) der Nr. 2811.

Es sind wasserlösliche Salze. Beim Erhitzen zersetzen sie sich unter Entwicklung von Phosphorwasserstoff (Phosphorhydrid), der sich spontan entzündet. Die Alkaliphosphinate haben reduzierende Eigenschaften.

Die wichtigsten sind:

- I) Natriumphosphinat (Natriumhypophosphit) (NaH_2PO_2), das sich als Täfelchen oder kristallines Pulver im Handel findet, ist weiss und hygroskopisch.

- II) Calciumphosphinat (Calciumhypophosphit) ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$), farblose Kristalle oder ein weisses Pulver (gewonnen durch Einwirkung von weissem Phosphor auf siedende Kalkmilch).

Man verwendet beide in der Medizin als Tonika und Kräftigungsmittel.

- III) Ammoniumphosphinate (Ammoniumhypophosphite), Eisenphosphinat und Bleiphosphinat.

B. Phosphonate (Phosphite)

Hierher gehören, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, die Phosphonate (Phosphite), Metallsalze (neutral oder sauer) der Phosphorsäure (phosphorige Säure) (H_3PO_3) der Nr. 2811.

Die wichtigsten sind: Ammoniumphosphonat, Natriumphosphonat, Kaliumphosphonat und Calciumphosphonat, die reduzierende, wasserlösliche Verbindungen darstellen.

C. Phosphate und Polyphosphate

Hierher gehören, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, die von den Säuren der Nr. 2809 abgeleiteten Metall-Phosphate und -Polyphosphate, nämlich:

- I) Die Phosphate, Metallsalze der Phosphorsäure (H_3PO_4). Dies sind die wichtigsten. Oft bezeichnet man sie nur als Phosphate ohne genauere Angabe. Die durch diese Säure mit einwertigen Metallen gebildeten Salze können primär, sekundär oder tertiär sein, d.h. sie können ein, zwei oder drei Metallatome enthalten wenn sie mit einem einwertigen Metall gebildet werden; so gibt es z.B. drei Natriumphosphate: Natriumdihydrogenphosphat (Mononatriumphosphat) (NaH_2PO_4), Dinatriumhydrogenphosphat (Dinatriumphosphat) (Na_2HPO_4) und Trinatriumphosphat (Na_3PO_4).
- II) Die Pyrophosphate (Diphosphate), Metallsalze der Pyrophosphorsäure ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$).
- III) Die Metaphosphate, Metallsalze der Metaphosphorsäuren (HPO_3) n .
- IV) Andere Polyphosphate, Metallsalze der hochmolekularen Polyphosphorsäuren.

Die wichtigsten Phosphate und Polyphosphate sind:

- 1) Ammoniumphosphate und -polyphosphate
 - a) Triammoniumphosphat ($(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$), nur in wässriger Lösung beständig.
 - b) Ammoniumpolyphosphate. Es gibt verschiedene Ammoniumpolyphosphate mit einem Polymerisationsgrad von einigen bis mehreren tausend Einheiten.

Sie kommen als weisse, kristalline in Wasser lösliche oder unlösliche Pulver vor; sie werden zur Herstellung von Düngern, als Lackzusatzstoffe oder flammwidrige Zubereitung verwendet.

Sie gehören zu dieser Nummer auch wenn ihr Polymerisationsgrad nicht definiert ist.

Ammoniumdihydrogenorthophosphat (Ammoniumphosphat) und Diammoniumhydrogenorthophosphat (Diammoniumphosphat), auch rein oder untereinander vermischt, gehören nicht hierher (Nr. 3105).

2) Natriumphosphate und -polyphosphate

- a) Natriumdihydrogenorthophosphat (Mononatriumphosphat) ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bildet farblose, wasserlösliche Kristalle, die beim Erhitzen ihr Kristallwasser abgeben (pulverisiertes Phosphat) und sich dann in Pyrophosphat und schliesslich in Metaphosphat umwandeln. Man verwendet es in der Medizin, bei der Herstellung künstlicher Spinnstoffe, als Koagulans für Eiweißstoffe, bei der Elektrolyse usw.
- b) Dinatriumhydrogenorthophosphat (Dinatriumphosphat) (Na_2HPO_4) wasserfrei (weisses Pulver) oder kristallin (mit 2, 7 oder 12 H_2O), ist wasserlöslich. Man verwendet es zum Beschweren der Seide (mit Zinnchlorid), um Gewebe, Holz und Papier unentflammbar zu machen, zum Beizen von Geweben, bei der Chromgerbung, zum Herstellen von optischen Gläsern, von Porzellanglasuren, zum Herstellen von Backpulver, in der Farbstoffindustrie, beim Löten von Metall in der Galvanoplastik, in der Medizin usw.
- c) Trinatriumorthophosphat (Trinatriumphosphat) ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), farblose, wasserlösliche Kristalle, die beim Erhitzen einen Teil ihres Kristallwassers abgeben. Man verwendet es als Flussmittel zum Auflösen der Metalloxide, in der Fotografie, als Waschmittel, zum Weichmachen von Wasser und zum Lösen von Kesselstein, zum Klären von Zucker und Likören, in der Gerberei, in der Medizin usw.
- d) Natriumpyrophosphate (Natriumdiphosphat). Das neutrale Tetranatriumpyrophosphat (neutrales Diphosphat) ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) ist ein weisses, nicht hygroskopisches, wasserlösliches Pulver. Man verwendet es zum Bleichen, bei der Herstellung von Reinigungsmitteln, von Zubereitungen, die das Gerinnen des Blutes verhindern, für Kältemischungen, als Desinfektionsmittel, bei der Käseherstellung usw.

Das gleich aussehende, Dinatriumdihydrogenpyrophosphat ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$), zweisäuriges Phosphat, wird als Flussmittel bei der Emailherstellung verwendet; man verwendet es auch, um das Kasein der Milch zu fällen, zum Herstellen von Backpulver, bestimmten Milchpulvern usw.

- e) Natriumtriphosphat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) (Pantanatriumtriphosphat, auch Natriumtripolyphosphat genannt). Weisses, kristallines Pulver, das zum Weichmachen von Wasser, als Emulgator und zum Konservieren von Nahrungsmitteln verwendet wird.
- f) Natriummetaphosphate (Summenformel $(\text{NaPO}_3)_n$). Es gibt zwei Metaphosphate mit der gleichen Bezeichnung, diese sind Natriumcyclotriphosphat und Natriumcyclotetraphosphat.
- g) Natriumpolyphosphate mit hohem Polymerisationsgrad. Gewisse Natriumpolyphosphate werden ungenau als Natriummetaphosphate bezeichnet. Es gibt mehrere lineare Natriumpolyphosphate mit einem Polymerisationsgrad von einigen Dutzend bis einigen Hundert Einheiten. Obwohl diese im Allgemeinen als Polymere mit unbestimmtem Polymerisationsgrad dargestellt werden, gehören sie zu dieser Nummer.

Hierbei sind zu erwähnen:

Das ungenau als "Natriumhexametaphosphat" bezeichnete Erzeugnis ist ein Polymerengemisch $((\text{NaPO}_3)_n)$. Es wird auch als Grahamsches Salz bezeichnet und ist ein glasiges oder pulverförmiges, weisses, wasserlösliches Erzeugnis. Die

wässerige Lösung ist befähigt, das im Wasser gelöste Calcium und Magnesium zurückzuhalten. Deshalb wird es zum Weichmachen industrieller Wasser eingesetzt. Es wird auch zur Herstellung von Reinigungsmitteln, Kaseinleimen, Emulgierung ätherischer Öle, in der Fotografie, für die Schmelzkäsefabrikation usw. verwendet.

- 3) Kaliumphosphate. Das Kaliumdihydrogenorthophosphat (Monokaliumphosphat) (KH_2PO_4) ist das gebräuchlichste. Es wird erhalten, indem man phosphorhaltige Kreiden mit Orthophosphorsäure und Kaliumsulfat umsetzt. Es bildet farblose, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es insbesondere als mineralisches Nährmittel für Hefen und als Düngemittel.

4) Calciumphosphate

- a) Calciumhydrogenorthophosphat (Dicalciumphosphat) ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) wird erhalten, indem man eine angesäuerte Calciumchloridlösung auf Dinatriumorthophosphat einwirken lässt. Es ist ein weisses, wasserunlösliches Pulver. Man verwendet es als Düngemittel, als Futterzusatz, zum Herstellen von Glas, Heilmitteln usw.

Calciumhydrogenorthophosphat (Dicalciumphosphat) mit einem Fluorgehalt von mindestens 0,2 Gewichtsprozent in der Trockensubstanz gehört zu Nr. 3103 oder 3105.

- b) Calciumtetrahydrogenbis(orthophosphat) (Monocalciumphosphat) ($\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot 1$ oder $2\text{H}_2\text{O}$) wird durch Behandlung von Knochen mit Schwefelsäure oder Salzsäure gewonnen. Es kommt in dickflüssigen Lösungen in den Handel (honigartiges Calciumphosphat). Beim Erhitzen verliert es sein Kristallwasser. Es ist das einzige wasserlösliche Phosphat. Man verwendet es zum Herstellen von Backpulver, Heilmitteln usw.
- c) Tricalciumbis(orthophosphat) ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Es handelt sich hier um gefälltes Phosphat, welches das gewöhnliche Kalkphosphat ist. Es wird durch Umsetzen des Tricalciumphosphats der Knochen mit Salzsäure und anschliessend dann mit Ätznatron, oder durch Fällen einer Trinatriumorthophosphatlösung mit Calciumchlorid in Gegenwart von Ammoniak gewonnen. Es ist ein weisses, amorphes, geruchloses, wasserunlösliches Pulver. Man verwendet es als Beizmittel in der Färberei, zum Klären von Sirupen, zum Entzündern von Metallen, in der Glas- und Töpferindustrie, zum Herstellen von Phosphor, von Heilmitteln (Lactophosphate, Glycerophosphate, usw.) usw.

Natürliches Calciumphosphat gehört zu Nr. 2510.

- 5) Aluminiumphosphat. Das künstliche Aluminiumorthophosphat (AlPO_4), das aus Natriumorthophosphat und Aluminiumsulfat gewonnen wird, ist ein weisses, graues oder rosafarbenes Pulver. Man verwendet es als Schmelzmittel in der Keramik und als Seidenbeschwerungsmittel (mit Zinnoxid) sowie zum Herstellen von Zahnzementen.

Natürliches Aluminiumphosphat (Wavellit) gehört zu Nr. 2530.

- 6) Manganphosphat ($\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Manganphosphat, das mit Hilfe von Manganchlorid und Phosphorsäure hergestellt wird, ist ein violettes Pulver. Allein oder in Mischung mit anderen Stoffen (wie z.B. Eisenphosphat) stellt es das Nürnbergviolett

dar, das man in der Kunstmalerei und in der Emailindustrie verwendet. Zusammen mit Ammoniumphosphat ergibt es das Burgunderviolett.

- 7) Kobaltphosphat (Trikobaltdiorthophosphat). Kobaltoorthophosphat ($\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) wird aus Natriumorthophosphat und Kobaltacetat gewonnen. Es ist ein rosa-farbenes, amorphes, wasserunlösliches Pulver. Mit gelatinöser Tonerde behandelt bildet es das Thenards Blau, das in der Emailindustrie verwendet wird. Zusammen mit Aluminiumphosphat wird es bei der Herstellung von Kobaltviolett verwendet.
- 8) Andere Phosphate. Es sind noch zu nennen: Bariumphosphat (Trübungsmittel), Chromphosphat (Keramikfarbe), Zinkphosphat (Keramikfarbe, Herstellung von Zahnezementen, bei der Gärung, in der Pharmazie), Eisenphosphat (pharmazeutische Zwecke), Kupferphosphat (Keramikfarbe).

Einige Phosphate, aufbereitet oder nicht, gehören nicht hierher, und zwar:

- a) Die natürlichen Tricalciumphosphate (Phosphorite), Apatit und natürliche Aluminocalciumphosphate, die zu Nr. 2510 gehören.
- b) Andere natürliche Phosphate der Kapitel 25 und 26.
- c) Ammoniumdihydrogenorthophosphat (Monoammoniumorthophosphat) und Diammoniumhydrogenorthophosphat (Diammoniumorthophosphat), auch rein, (Nr. 3105).
- d) Verschiedene Phosphate, die Edel- oder Halbedelsteine darstellen (Nrn. 7103 und 7105).

2836. Carbonate; Peroxocarbonate (Percarbonate); handelsübliches ammoniumcarbamathaltiges Ammoniumcarbonat

Hierher gehören, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen:

- I) Die Carbonate (neutrale Carbonate, Hydrogencarbonate oder Bicarbonate, basische Carbonate), Metallsalze der nicht isolierten Kohlensäure (H_2CO_3), deren Anhydrid zu Nr. 2811 gehört.
- II) Die Peroxocarbonate (Percarbonate) sind Carbonate mit einem Überschuss an Sauerstoff wie z.B. (Na_2CO_4) (Monoperoxocarbonat) oder ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$) (Diperoxocarbonat), die sich beim Einwirken von Kohlendioxid auf Metallperoxyde bilden.

A. Carbonate

- 1) Ammoniumcarbonate. Die Ammoniumcarbonate gewinnt man durch Erhitzen einer Mischung von Kreide und Ammoniumsulfat (oder -chlorid) oder auch dadurch, dass man Kohlendioxid mit Ammoniakgas bei Anwesenheit von Wasserdampf reagieren lässt.

Bei diesen verschiedenen Herstellungverfahren erhält man das handelsübliche Ammoniumcarbonat, das ausser verschiedenen Verunreinigungen (Chloride, Sulfate, organische Stoffe) Ammoniumbicarbonat und Ammoniumcarbamat ($\text{NH}_4\text{COO.NH}_2$) enthält. Das handelsübliche Ammoniumcarbonat hat die Form von weissen, kristallinen Massen oder eines Pulvers; es ist in heissem Wasser löslich; es zersetzt sich an feuchter Luft, indem es an der Oberfläche Bicarbonat bildet. Man kann es in diesem Zustand verwenden.

Man verwendet die Ammoniumcarbonate als Beizmittel in der Färberei und beim Zeugdruck, als Reinigungsmittel für Wolle, als schleimlösende Mittel in der Medizin, zum Herstellen von Abführsalzen (Englische Salze), Backpulver, in der Gerberei und

Kautschukindustrie, in der Metallurgie von Cadmium, in der organischen Synthese usw.

2) Natriumcarbonate.

- a) Dinatriumcarbonat oder neutrales Carbonat (Na_2CO_3) (Solvaysches Salz) wird fälschlicherweise Sodacarbonat oder auch Soda des Handels genannt; man darf es nicht mit der kaustischen Soda oder Natriumhydroxid der Nr. 2815 verwechseln. Es wird durch Behandeln einer ammoniakalischen Salzlösung (eine Lösung von Natriumchlorid in Ammoniak) mit Kohlendioxid und Zersetzen des so erhaltenen sauren Natriumcarbonats durch Erhitzen gewonnen.

Es kommt wasserfrei oder enthydratisiert als Pulver oder hydratisiert (mit 10 H_2O) in Kristallen in den Handel. Es verwittert an der Luft unter Bildung des Monohydrates (mit 1 H_2O). Man verwendet es in zahlreichen Industrien; als Schmelzmittel in der Glas- und keramischen Industrie, in der Textilindustrie, zum Herstellen von Waschmitteln, in der Färberei, zur Zinnbeschwerung von Seide (mit Stannichlorid), als Kesselsteinlösemittel (s. die Erläuterungen zu Nr. 3824) zum Herstellen von Ätznatron, Natriumsalzen, Indigo, in der Metallurgie von Wolfram, Wismut, Antimon, Vanadium, in der Fotografie, zum Reinigen von Industrieabwässern (Neckar-Verfahren) und, in Mischung mit Kalk, zum Reinigen von Leuchtgas.

- b) Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) (Natriumcarbonat oder saures Carbonat) kommt meist als kristallines Pulver oder in weissen Kristallen in den Handel. Es ist wasserlöslich, besonders in der Wärme; bei Feuchtigkeit kann es sich zersetzen. Man verwendet es in der Medizin (gegen Harngriess) und zum Herstellen von Verdauungstabletten und kohlensäurehaltigen Getränken; man verwendet es auch zum Herstellen von Backpulver, in der Porzellanindustrie usw.

Natürliches Natriumcarbonat (Natron, Trona, Urao) gehört zu Nr. 2530.

3) Kaliumcarbonate

- a) Dikaliumcarbonat oder neutrales Carbonat (K_2CO_3) wird ungenau Pottaschecarbonat oder auch Pottasche genannt. Es darf nicht mit dem Kaliumhydroxid (Ätzkali) der Nr. 2815 verwechselt werden. Man gewinnt es aus pflanzlichen Aschen, aus Rübenschlempe oder aus Wollfett und besonders aus Kaliumchlorid. Es ist eine weisse, kristalline Masse die sehr leicht zerfliesst und wasserlöslich ist. Man verwendet es in der Glas- und Kristallindustrie (optische Gläser), in der Keramikindustrie, in der Textilindustrie, zum Abbeizen von Anstrichen, zum Herstellen von Kaliumsalzen, Cyaniden, von Berlinerblau, als Kesselsteinlösemittel usw.
- b) Kaliumhydrogencarbonat oder saures Carbonat (Kalumbicarbonat) (KHCO_3) wird dadurch gewonnen, dass man Kohlendioxid auf neutrales Kaliumcarbonat einwirken lässt. Es bildet weisse, wasserlösliche Kristalle, die nur wenig zum Zerfliesen neigen. Man verwendet es in Feuerlöschern, zum Herstellen von Backpulver, in der Medizin und zur Weinbereitung (Entsäuerungsmittel).
- 4) Gefälltes Calciumcarbonat. Das hierher gehörende gefällte Calciumcarbonat (CaCO_3) entsteht beim Einleiten von Kohlendioxid in Calciumsalzlösungen. Man verwendet es als Füllmittel zum Herstellen von Zahnpasten und sogenanntem Reispuder, in der Medizin (als Heilmittel gegen Rachitis) usw.

Zu dieser Nummer gehören nicht die natürlichen Kalksteine (Kapitel 25) die Kreide (natürliches Calciumcarbonat) auch geschlämmt oder pulverisiert (Nr. 2509) sowie pulverförmiges Calciumcarbonat, dessen Partikel mit einem wasserabweisenden Film aus Fettsäure (z.B. Stearinsäure) umhüllt sind (Nr. 3824).

- 5) Gefälltes Bariumcarbonat. Das hierher gehörende gefällte Bariumcarbonat (BaCO_3) wird aus Bariumsulfid und Natriumcarbonat gewonnen. Es ist ein weisses, nicht wasserlösliches Pulver. Man verwendet es zum Reinigen von Industrieabwässern, zum Herstellen von Schädlingsbekämpfungsmitteln und optischen Gläsern, ferner als Pigment und Schmelzmittel bei der Emailherstellung, in der Kautschukindustrie, in der Papierindustrie, bei der Seifenherstellung, in der Zuckerindustrie, zum Herstellen von reinem Bariumhydroxid und in der Feuerwerkerei (grüne Feuer).

Natürliches Bariumcarbonat (Witherit) gehört zu Nr. 2511.

- 6) Bleicarbonate.

Die hierher gehörenden künstlichen Bleicarbonate sind folgende:

- a) Neutrales Bleicarbonat (PbCO_3) ist ein weisses, kristallines oder amorphes, wasserunlösliches Pulver. Man verwendet es in der Keramik und zum Herstellen von Farben, Kitten, Indigo usw.
- b) Basische Bleicarbonate oder Hydrocarbonate der Zusammensetzung ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) kommen als Pulver, Brote, Schuppen oder Pasten in den Handel; sie sind unter dem Namen Bleiweiss bekannt. Bleiweiss gewinnt man aus Bleiacetat, das man erhält, indem man Essigsäure auf Bleiblech oder Bleiglätte einwirken lässt. Es ist ein Sikkativpigment. Man verwendet es zum Herstellen von Ölfarben, Schmelzglasuren, von Spezialkitten (z.B. für Dampfrohrflansche) und zum Herstellen von Orangemennige. Allein oder in Mischung mit Bariumsulfat, Zinkoxid, Gips, Kaolin, bildet es das Pigment Bleiweiss, Kremserweiss, Venedigweiss, Hamburgerweiss usw.

Cerussit, natürliches Bleicarbonat, gehört zu Nr. 2607.

- 7) Lithiumcarbonate. Das neutrale Lithiumcarbonat (Li_2CO_3), das man durch Fällen des Lithiumsulfats mit Natriumcarbonat gewinnt, ist ein weisses, kristallines, geruchloses, an der Luft unveränderliches und wenig wasserlösliches Pulver. Man verwendet es in der Medizin (Krankheiten der Harnwege) und zum Herstellen von Erzeugnissen zum Bereiten künstlicher Mineralwasser.
- 8) Gefälltes Strontiumcarbonat. Das hierher gehörende gefällte Strontiumcarbonat (SrCO_3) ist ein weisses, sehr feines, wasserunlösliches Pulver, das man in der Feuerwerkerei (rote Feuer) und zum Herstellen von schillernden Gläsern, Leuchtfarben, Strontiumoxid und Strontiumsalzen verwendet.

Natürliches Strontiumcarbonat (Strontianit) gehört zu Nr. 2530.

- 9) Wismutcarbonat. Das hierher gehörende künstliche Carbonat ist im Wesentlichen das basische Wismutcarbonat ($(\text{BiO})_2\text{CO}_3$), ein amorphes Pulver, weiss oder gelblich und wasserunlöslich. Man verwendet es in der Medizin und zum Herstellen von Schminken.

Natürliches hydratisiertes Wismutcarbonat (Bismutit) gehört zu Nr. 2617.

- 10) Gefälltes Magnesiumcarbonat. Das hierher gehörende gefällte Magnesiumcarbonat ist ein mehr oder weniger basisches und hydratisiertes Carbonat. Man gewinnt es durch doppelte Zersetzung von Natriumcarbonat und Magnesiumsulfat. Es ist ein weisses Erzeugnis, geruchlos und praktisch wasserunlöslich. Das leichte Carbonat ist die weisse Magnesia der Apotheker, ein Abführmittel, das oft in Würfeln in den Handel kommt. Das schwere Carbonat ist ein weisses, körniges Pulver. Man verwendet Magnesiumcarbonat als Füllstoff in der Papier- und Kautschukindustrie, ferner in der Parfümerie und als Wärmeschutzmittel.

Natürliches Magnesiumcarbonat (Giobertit, Magnesit) gehört zu Nr. 2519.

- 11) Mangancarbonate. Das hierher gehörende künstliche Mangancarbonat ($MnCO_3$), wasserfrei oder kristallin (mit 1 H_2O), ist ein feines Pulver, gelb, rosafarben oder bräunlich und wasserunlöslich. Man verwendet es als Pigment für Anstrichfarben, in der Kautschukindustrie, in der Keramik und in der Medizin.

Natürliches Mangancarbonat (Diallogit, Rhodochrosit) gehört zu Nr. 2602.

- 12) Eisencarbonate. Das hierher gehörende künstliche Eisencarbonat ($FeCO_3$), wasserfrei oder kristallin (mit 1 H_2O), erhält man durch doppelte Zersetzung von Eisensulfat und Natriumcarbonat; es bildet graue, wasserunlösliche Kristalle, die leicht an der Luft oxidiieren, besonders bei Feuchtigkeit. Man verwendet es zum Herstellen von Eisensalzen und gewissen Heilmitteln.

Natürliches Eisencarbonat (Siderit oder Chalybit) gehört zu Nr. 2601.

- 13) Kobaltcarbonate. Das Kobaltcarbonat ($CoCO_3$), wasserfrei oder kristallisiert (mit 6 H_2O), ist ein kristallines, rosafarbenes, rotes oder grünliches, wasserunlösliches Pulver. Man verwendet es als Pigment in der Emailindustrie; es dient auch zum Herstellen der Kobaltoxide und -salze.

- 14) Nickelcarbonate. Das normale künstliche Nickelcarbonat ($NiCO_3$) ist ein hellgrünes, wasserunlösliches Pulver, das man als Pigment für keramische Erzeugnisse und zum Herstellen von Nickeloxid verwendet. Das hydratisierte basische Carbonat, grünliche Kristalle, verwendet man in der Keramik, in der Glasindustrie, bei der Elektrolyse usw.

Natürliches basisches Nickelcarbonat (Texacit) gehört zu Nr. 2530.

- 15) Kupfercarbonate. Die künstlichen Kupfercarbonate, auch künstlicher Malachit und künstlicher Azurit genannt, sind grünlich-blaue Pulver, giftig und wasserunlöslich; sie bestehen aus neutralem Carbonat ($CuCO_3$) oder aus basischen Carbonaten verschiedener Art. Man stellt sie aus Natriumcarbonat und Kupfersulfat her. Man verwendet sie als Pigmente, rein oder in Mischung (Blauasche oder Grünasche, Bergblau und Berggrün), als Insekticide und Fungicide, in der Medizin (Adstringens und Gegengift gegen Phosphor), in der Galvanoplastik, in der Feuerwerkerei usw.

Natürliche basische Kupfercarbonate (Malachit, Azurit) gehören zu Nr. 2603.

- 16) Gefälltes Zinkcarbonat. Das hierher gehörende gefällte Zinkcarbonat ($ZnCO_3$), das man durch doppelte Zersetzung von Natriumcarbonat und Zinksulfat erhält, ist ein weisses, kristallines Pulver, das praktisch wasserunlöslich ist. Man verwendet es als Pigment für Anstrichfarben, in der Kautschukindustrie, in der Keramik und Parfümerie.

Natürliches Zinkcarbonat (Smithsonit) gehört zu Nr. 2608.

B. Peroxocarbonate (Percarbonate)

- 1) Natriumperoxocarbonate. Die verschiedenen Natriumperoxocarbonate, die durch Behandlung des Natriumperoxids oder seines Hydrats mit flüssigem Kohlendioxid entstehen, sind weisse Pulver, die sich in Wasser unter Bildung von Sauerstoff und neutralem Natriumcarbonat lösen. Man verwendet sie zum Bleichen, zum Herstellen von Haushaltwaschmitteln und in der Fotografie.
- 2) Kaliumperoxocarbonate. Man gewinnt sie durch Elektrolyse einer gesättigten Lösung von neutralem Kaliumcarbonat bei - 10°C oder - 15°C. Sie sind weisse, sehr hygrokopische Kristalle, die bei Feuchtigkeit bläulich werden und wasserlöslich sind. Sie sind starke Oxidationsmittel, die man manchmal zum Bleichen verwendet.
- 3) Andere Peroxocarbonate. Es sind noch Ammoniumperoxocarbonat und Bariumperoxocarbonat zu nennen.

2837. Cyanide, Oxycyanide und komplexe Cyanide

Hierher gehören, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, die Cyanide, Oxycyanide und komplexen Cyanide.

A. Cyanide

Die hierher gehörenden einfachen Cyanide sind die Metallsalze der Cyanwasserstoffsäure (Blausäure) (HCN) der Nr. 2811. Diese Salze sind sehr giftig.

- 1) Natriumcyanid (NaCN) wird hergestellt, indem man entweder Koks oder gasförmige Kohlenwasserstoffe auf Luftstickstoff in Gegenwart von Natriumcarbonat einwirken lässt, oder indem man Calciumcyanamid der Nr. 3102 mit Holzkohle, oder aber auch indem man pulverisierte Kohle, Natrium und Ammoniak miteinander reagieren lässt. Es kommt als Pulver, weisse Tafeln oder Pasten in den Handel; es ist kristallin, hygrokopisch und leicht wasserlöslich, mit Bittermandelgeruch. In geschmolzenem Zustand nimmt es Sauerstoff auf; es kann auch Hydrate bilden. Man versendet es in verschlossenen Behältern. Man verwendet es in der Metallurgie von Gold und Silber, zum Vergolden und Versilbern, in der Fotografie, Lithografie und im grafischen Druck, als Schädlingsbekämpfungsmittel und Insekticid etc., ferner zum Herstellen von Cyanwasserstoffsäure, Cyaniden, Indigo und bei Flotationsverfahren (insbesondere um Bleiglanz von Zinkblende und die Pyrite von Chalcopyriten zu trennen).
- 2) Kaliumcyanid (KCN) wird durch analoge Verfahren gewonnen. Es hat die gleichen Eigenschaften und Verwendungszwecke wie Natriumcyanid.
- 3) Calciumcyanid $\text{Ca}(\text{CN})_2$ ist ein weisses oder graues Pulver, je nach dem Reinheitsgrad, und wasserlöslich. Man verwendet es zum Vernichten von Insekten, Pilzen und schädlichen Tieren.
- 4) Nickelcyanid ($\text{Ni}(\text{CN})_2$) hat hydratisiert die Form von Blättchen oder grünlichem Pulver; amorph ist es ein gelbes Pulver. Man verwendet es in der Metallurgie und Galvanoplastik.
- 5) Kupfercyanide.
 - a) Kupfer(I)-cyanid (CuCN) ist ein weisses oder graues Pulver, wasserunlöslich und wird zu denselben Zwecken wie Cupricyanid und in der Medizin verwendet.

- b) Kupfer(II)-cyanid $\text{Cu}(\text{CN})_2$ ist ein amorphes Pulver, wasserunlöslich, leicht zersetzbar und wird zum Verkupfern von Eisen und in der organischen Synthese verwendet.
- 6) Zinkcyanid ($\text{Zn}(\text{CN})_2$) ist ein weisses, wasserunlösliches Pulver, das in der Galvanoplastik verwendet wird.

Quecksilbercyanid gehört zu Nr. 2852 und Cyanide der nichtmetallischen Elemente, wie Bromcyanid, gehören zu Nr. 2853.

B. Hexacyanoferrat (II) (Ferrocyanide)

Hexacyanoferrate (II) (Ferrocyanide) sind die Metallsalze der Hexacyanoeisen(II)-säure ($\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$) der Nr. 2811. Sie werden praktisch aus den Rückständen der Steinkohlengasreinigung gewonnen (ausgebrauchte Gasreinigungsmasse), die mit gelöschem Kalk umgesetzt wurden, oder indem man Ferrohydroxid auf Cyanide einwirken lässt. Sie zersetzen sich beim Erhitzen.

Die wichtigsten sind nachstehend aufgeführt:

- 1) Tetraammoniumhexacyanoferrat ($(\text{NH}_4)_4\text{Fe}(\text{CN})_6$) bildet wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es zum Schwarzvernicken und als Katalysator bei der Ammoniaksynthese.
- 2) Tetranatriumhexacyanoferrat ($\text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) bildet gelbe Kristalle, die unveränderlich an der Luft und besonders in der Hitze wasserlöslich sind. Man verwendet es zum Herstellen von Cyanwasserstoffsäure, Berlinerblau, Thioindigo usw., zum Zementieren von Stahl, in der Fotografie, in der Färberei (als Beizmittel und zum Blau-färben), beim Drucken (als Oxidationsmittel beim Drucken mit Anilinschwarz) und als Fungicid.
- 3) Tetrakaliumhexacyanoferrat ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) bildet gelbe Kristalle, die verwittern und besonders beim Erhitzen wasserlöslich sind. Es wird wie Tetranatriumhexacyanoferrat verwendet.
- 4) Kupfer(II)-hexacyanoferrat ($\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) ist ein violettbraunes, wasserunlösliches Pulver, das man zum Herstellen von Florentinerbraun oder Vandyckbraun für die Kunstmalerei verwendet.
- 5) Doppelhexycyanoferrate (II) (z.B. Dilithium und Dikalium $\text{Li}_2\text{K}_2(\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$).

Hierher gehören nicht Preussischblau (Berlinerblau) und andere Pigmente auf der Grundlage von Hexacyanoferrat (Nr. 3206).

C. Hexacyanoferrate (III) (Ferricyanide)

Hexacyanoferrate (III) (Ferricyanide) sind die Salze der Hexacyanoeisen(III)-säure ($\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) der Nr. 2811.

Die wichtigsten sind nachstehend aufgeführt:

- 1) Trinatriumhexacyanoferrat ($\text{Na}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$) wird hergestellt, indem man Chlor auf Hexacyanoferrat (II) einwirken lässt. Es bildet granatfarbene Kristalle, die zerfliessen, wasserlöslich und giftig sind. Seine wässrigen Lösungen sind grünlich und zersetzen sich am Licht. Man verwendet es beim Färben und Bedrucken, in der Fotografie, zum Zementieren von Stahl, in der Galvanoplastik und als Oxidationsmittel in der organischen Synthese.

- 2) Trikaliumhexacyanoferrat ($K_3Fe(CN)_6$) hat das gleiche Aussehen wie Natriumhexacyanoferrat (III), neigt aber weniger zum Zerfliessen. Es wird zu denselben Zwecken verwendet.

D. Andere Verbindungen

Hierher gehören auch die Pentacyanonitrosylferrate (II), Pentacyanonitrosylferrate (III), Cyanocadmate, Cyanochromate, Cyanomanganate, Cyanokobaltate, Cyanoniccolate, Cyanocuprate usw. der anorganischen Basen.

Zu erwähnen sind z.B. Natriumpentacyanonitrosylferrat (III) (Nitroprussidnatrium oder Natriumnitroferricyanid) ($Na_2Fe(CN)_5NO \cdot H_2O$), das in der analytischen Chemie verwendet wird.

Cyanomercurate gehören jedoch nicht zu dieser Nummer (Nr. 2852).

2839. Silicate; handelsübliche Silicate der Alkalimetalle

Hierher gehören, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, die Silicate, Metallsalze der verschiedenen im freien Zustand nicht isolierten Kieselsäuren und Derivate des Kieselsäuredioxides der Nr. 2811.

- 1) Natriumsilicate: Man erhält sie durch Schmelzen von Sand und Natriumcarbonat (oder -sulfat). Ihre Zusammensetzung ist sehr verschieden (Monosilicat, Metasilicat, Polysilicat usw.). Je nach Art der Herstellung und dem Reinheitsgrad sind sie mehr oder weniger hydratisiert oder löslich. Sie kommen als Pulver oder farblose Kristalle, als glasige Massen (lösliches Glas) oder als mehr oder weniger viskose wässrige Lösungen in den Handel. Sie entflocken die Gangart der Erze und werden als Flotationsregler verwendet. Man verwendet sie auch als Füllstoff bei der Herstellung von Silicatsäifen, als Klebemittel und Bindemittel zum Herstellen von Pappen und Steinkohlenbriketts, als Feuerschutzmittel, zum Konservieren von Eiern, zum Herstellen unverweslicher Leime, als Härtemittel zum Herstellen von säurefesten Zementen, Kitten und künstlichen Steinen, zum Herstellen von Waschmitteln usw., als Kesselsteinlösemittel, sowie zum Abbeizen von Metallen (s. die Erläuterungen zu Nr. 3824).
- 2) Kaliumsilicate. Die Kaliumsilicate haben die gleichen Verwendungszwecke wie die Natriumsilicate.
- 3) Mangansilicat ($MnSiO_3$). Dies ist ein orangefarbenes, wasserunlösliches Pulver, das man als Keramikfarbe und als Sikkativ für Anstrichfarben und Lacke verwendet.
- 4) Gefällte Calciumsilicate. Diese sind weisse Pulver, die aus Natrium- und Kaliumsilicaten gewonnen werden. Man verwendet sie zum Herstellen von feuerfesten Stampfmassen und Zahnzementen.
- 5) Bariumsilicate. Dies sind weisse Pulver, die man zum Herstellen von Bariumoxid und optischen Gläsern verwendet.
- 6) Bleisilicate. Dies sind Pulver oder weisse, glasige Massen. Sie werden in der Keramik zum Herstellen von Glasuren verwendet.
- 7) Andere Silicate, einschliesslich der handelsüblichen Silicate der Alkalimetalle, andere, als die oben erwähnten. Es sind noch zu nennen: Caesumsilicat (gelbes Pulver, wird

in der Keramik verwendet) Zinksilicat (zum Auskleiden fluoreszierender Röhren), Aluminiumsilicat (Herstellung von Porzellan und feuerfesten Erzeugnissen).

Die natürlichen Silicate gehören nicht hierher; von ihnen sind zu erwähnen:

- Wollastonit (Calciumsilicat), Rhodonit (Mangansilicat) Phenazit (Berylliumsilicat) und Titanit (Titansilicat) gehören zu Nr. 2530.*
- Erze wie Kupfersilicate (Chrysokoll, Dioptas), Zinkhydrosilicat (Galmei, Heminorphit), Zirkonsilicat (Zirkon), gehören zu den Nrn. 2603, 2608 oder 2615.*
- Edelsteine des Kapitels 71.*

2840.

Borate; Peroxoborate (Perborate)

A. Borate

Hierher gehören, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, die Borate, Metallsalze, die sich von den verschiedenen Borsäuren ableiten, hauptsächlich der gewöhnlichen oder der Orthoborsäure (H_3BO_3) der Nr. 2810.

Hierher gehören die Borate, die durch Kristallisation oder ein chemisches Verfahren erhalten werden, sowie Natriumborate, die durch Eindampfen des Wassers gewisser Salzseen gewonnen werden.

- 1) Natriumborate. Das wichtigste ist das Tetraborat ($Na_2B_4O_7$) (Dinatriumtetraborat, raffinierter Borax). Man gewinnt es, indem man Lösungen natürlicher Borate kristallisieren oder natürliche Calciumborate oder Borsäure mit Natriumcarbonat reagieren lässt. Es kommt wasserfrei oder kristallin (mit 5 oder 10 H_2O) vor. Erhitzt und dann abgekühlt bildet es eine glasige Masse (geschmolzener oder raffinierter Borax, Boraxglas, Boraxperle). Man verwendet es zum Appretieren von Stoffen und Papier, zum Löten von Metallen (Flussmittel für Hartlötzungen), als Emailschmelzmittel, zum Herstellen von farbigen Schmelzglasuren, Spezialgläsern (optische Gläser, Glas für Glühlampen), Leimen, Bohnerwachsen, zum Raffinieren von Gold, zum Herstellen von Boraten und Anthrachinonfarbstoffen.

Es gibt noch andere Natriumborate (Metaborat, saures Wasserstoffdiborat), die in Laboratorien verwendet werden.

- 2) Ammoniumborate. Es handelt sich hauptsächlich um das Metaborat ($NH_4BO_2 \cdot 2H_2O$). Es hat die Form farbloser Kristalle, die leicht wasserlöslich sind und verwittern. Es zersetzt sich beim Erhitzen unter Bildung einer schmelzbaren Glasur aus Borsäureanhydrid; es wird deshalb als Feuerschutzmittel verwendet. Man verwendet es auch als Fixativ in Haarwassern, als Elektrolyt für Kondensatoren oder für das Streichen von Papier.
- 3) Gefällte Calciumborate werden aus den natürlichen Boraten durch Umsetzen mit Calciumchlorid gewonnen. Es sind weisse Pulver, die in Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, das Ausbreiten des Feuers zu verzögern, in Frostschutzzubereitungen und für Isolatoren in der Keramik verwendet werden. Sie können ebenfalls als Antiseptikum verwendet werden.
- 4) Manganborate. Es handelt sich hauptsächlich um das Tetraborat (MnB_4O_7), ein wenig lösliches, rosaarbenes Pulver. Man verwendet es als Sikkativ für Farben und Lacke.
- 5) Nickelborat, das blassgrüne Kristalle bildet; es wird als Katalysator verwendet.

- 6) Kupferborat hat die Form blauer, sehr harter, wasserunlöslicher Kristalle. Man verwendet es als Pigment (Keramikfarben), als Antiseptikum und Insekticid.
- 7) Bleiborat ist ein graues, wasserunlösliches Pulver. Man verwendet es zum Herstellen von Sikkativen, in der Glasindustrie, als Farbstoff für Porzellan und in der Galvanoplastik.
- 8) Andere Borate. Cadmiumborat dient zum Auskleiden fluoreszierender Röhren. Kobaltborat wird als Sikkativ, Zinkborat als Antiseptikum, als feuerhemmendes Mittel in Textilien oder als Flussmittel in der Keramik und Zirkonborat als Trübungsmittel verwendet.

Die natürlichen unreinen Natriumborate (Kernit, Tinkal), die zum Herstellen der hier aufgeführten künstlichen Borate dienen und die natürlichen Calciumborate (Pandermit, Priceit), aus denen Borsäure hergestellt wird, gehören zu Nr. 2528.

B. Peroxoborate (Perborate)

Hierher gehören die Metallperoxoborate, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen. Diese Salze, die sauerstoffhaltiger als die Borate sind, geben ihren Sauerstoff leicht ab.

Sie bestehen im Allgemeinen aus komplexen Verbindungen, deren Formel verschiedenen Säuren entspricht, z.B. HBO_3 oder HBO_4 .

Die wichtigsten Peroxoborate sind nachstehend aufgeführt.

- 1) Natriumperoxoborat (Perborax) wird gewonnen, indem man Natriumdioxid auf eine wässrige Lösung von Borsäure einwirken lässt, oder dadurch, dass man eine wässrige Natriumboratlösung mit Wasserstoffperoxid umsetzt. Es kommt in amorphem Zustand, als weisses Pulver oder kristallisiert (mit 1 oder 4 H_2O) in den Handel. Man verwendet es zum Bleichen von Wäsche, Textilien und Stroh, zum Konservieren von Häuten und zum Herstellen von Haushaltwaschmitteln, von sonstigen Waschmitteln und Antiseptika.
- 2) Magnesiumperoxoborat ist ein weisses, wasserunlösliches Pulver, das man in der Medizin und zum Herstellen von Zahnpasten verwendet.
- 3) Kaliumperoxoborat. Seine Eigenschaften und Verwendungszwecke sind die gleichen wie die des Natriumperoxoborats.
- 4) Andere Peroxoborate. Ammonium-, Calcium-, Zink-, Aluminiumperoxoborat, die weiße Pulver sind, verwendet man zu denselben Zwecken wie Magnesiumperoxoborat.

2841.

Salze der Metalloxidsäuren oder Metallperoxidsäuren

Hierher gehören die Salze der Oxometall- und Peroxometallsäuren (die den Metalloxiden mit Anhydridbestandteilen entsprechen).

Die wichtigsten Gruppen der hierher gehörenden Verbindungen sind nachstehend aufgeführt.

- 1) Aluminate sind Derivate der Aluminiumhydroxide.
 - a) Natriumaluminat erhält man beim Umsetzen von Bauxiten mit Natronlauge. Es kommt als weisses, wasserlösliches Pulver, als wässrige Lösungen oder als Paste in den Handel. Man verwendet es als Beizmittel in der Färberei (Alkalibeizmittel), zum Herstellen von Lacken, zum Leimen von Papier, zum Beschweren von Seife, zum Härteten von Gips, zum Herstellen von undurchsichtigem Glas und zum Reinigen industrieller Abwässer usw.
 - b) Kaliumaluminat wird durch Lösen von Bauxit in Ätzkali gewonnen. Es ist eine weisse, mikrokristalline, hygroskopische, wasserlösliche Masse. Seine Verwendung entspricht der des Natriumaluminats.
 - c) Calciumaluminat wird durch Schmelzen von Bauxit und Kalk im elektrischen Ofen gewonnen. Es ist ein weisses, nicht wasserlösliches Pulver. Man verwendet es in der Färberei (Beizmittel), zum Reinigen industrieller Wasser (Ionenaustauscher), in der Papierindustrie (Leimen), zum Herstellen von Glas, Seifen, Spezialzementen, Poliermitteln und anderen Aluminaten.
 - d) Chromaluminat wird durch Erhitzen einer Mischung von Tonerde, Calciumfluorid und Ammoniumdichromat gewonnen. Es ist eine Keramikfarbe.
 - e) Kobaltaluminat wird aus Natriumaluminat und einem Kobaltsalz gewonnen. Es bildet, rein oder in Mischung mit Tonerde, das Kobaltblau oder Thenards Blau. Es dient zum Herstellen von Coeruleum (Himmelblau) (mit Zinkaluminat), Azurblau, Smalte, Sächsischblau, Seversblau usw.
 - f) Zinkaluminat ist ein weisses Pulver, das wie Natriumaluminat verwendet wird.
 - g) Bariumaluminat wird aus Bauxit, Baryt und Kohle gewonnen. Es ist eine weisse oder braune Masse. Es dient zum Reinigen industrieller Abwässer und als Kesselsteinlösgungsmittel.
 - h) Bleialuminat entsteht beim Erhitzen einer Mischung von Bleiglätte und Tonerde. Es ist ein schlecht schmelzbarer, fester Stoff, der als weisses, festes Pigment und zum Herstellen von Ziegeln und feuerfesten Auskleidungen verwendet wird.

Natürliches Berylliumaluminat (Chrysoberyll) gehört je nach Beschaffenheit zu Nr. 2530 oder zu den Nrn. 7103 oder 7105.

- 2) Chromate. Die neutralen oder sauren Chromate (Dichromate), die Tri- und Tetrachromate und die Peroxochromate leiten sich von den verschiedenen Chromsäuren ab, insbesondere von der normalen Chromsäure (H_2CrO_4) und der Dichromsäure oder Pyrochromsäure ($H_2Cr_2O_7$), die nicht isoliert werden konnten.

Die wichtigsten dieser Salze, von denen die meisten giftig sind, sind nachstehend aufgeführt.

- a) Zinkchromat. Durch Reaktion eines Zinksalzes mit einem Alkalidichromat erhält man ein hydratisiertes oder basisches Zinkchromat in Form eines wasserunlöslichen Pulvers. Es ist ein Pigment, das allein oder in Mischung das Zinkgelb darstellt. Zusammen mit Berliner Blau bildet es das Zinkgrün.

- b) Bleichromat. Das künstliche, neutrale Bleichromat erhält man durch Einwirken von Bleiacetat auf Natriumdichromat. Es ist ein gelbes, manchmal orangefarbenes oder rotes Pulver, je nach der Art der Fällung. Allein oder in Mischung bildet dieses Pigment das Chromgelb, das man sehr viel in der Emailindustrie, in der Keramik, bei der Farben- und Lackherstellung usw. verwendet.

Das basische Chromat, allein oder in Mischung, bildet das Chromrot oder das Türkischrot.

- c) Natriumchromate. Das Natriumchromat ($\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) erhält man bei der Chromgewinnung durch Rösten von natürlichem Eisenchromoxid (Chromit, Chromeisenstein), das mit Kohle und Natriumcarbonat gemischt wird. Es bildet dicke, gelbe Kristalle, die zerfliessen und sich leicht in Wasser lösen. Man verwendet es in der Färberei (Beizmittel), in der Gerberei, zum Herstellen von Tinten, Pigmenten und anderen Chromaten und Dichromaten. In Mischung mit Antimonsulfid dient es zum Herstellen von Blitzlichtpulver für die Fotografie.

Das Natriumdichromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), das aus Natriumchromat hergestellt wird, hat die Form roter, zerfliessender, wasserlöslicher Kristalle. Beim Erhitzen wandelt es sich in wasserfreies Dichromat um, das weniger zum Zerfliessen neigt. Dies ist das geschmolzene oder gegossene Dichromat, das oft etwas Natriumsulfat enthält. Man verwendet es in der Gerberei (Chromgerbung), in der Färberei (Ätz- und Oxidationsmittel), in der Farbstoffindustrie, als Oxidationsmittel in der organischen Synthese, in der Fotografie, in der Grafik, bei der Ölherstellung (zum Reinigen und Entfärben von Fetten), in der Feuerwerkerei, zum Herstellen von Dichromatelementen, beim Flotationsprozess, bei der Raffination von Erdöl, zum Herstellen von Dichromatgelatinen, die bei Einwirkung von Licht in warmem Wasser unlöslich werden, und als Antiseptikum.

- d) Kaliumchromate. Das Kaliumchromat (K_2CrO_4) (gelbes Chromat), das aus Chromit gewonnen wird, bildet gelbe Kristalle. Es ist wasserlöslich und giftig.

Das Kaliumdichromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) (rotes Chromat) gewinnt man ebenfalls aus Chromit. Es bildet orangefarbene Kristalle, die wasserlöslich sind. Dieses Erzeugnis ist sehr giftig. Sein Staub und seine Dämpfe ätzen die Nasenschleimhäute; seine Lösungen entzünden Kratzwunden.

Kaliumchromat und -dichromat haben die gleichen Verwendungszwecke wie Natriumchromat und -dichromat.

- e) Ammoniumchromate. Das Ammoniumchromat ($(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$) wird durch Sättigen einer Chromsäureanhydridlösung mit Ammoniak gewonnen. Es bildet gelbe, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es in der Fotografie und Färberei.

Das Ammoniumdichromat ($(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) wird aus natürlichem Eisenchromoxid (Chromit, Chromeisenerz) gewonnen. Es bildet rote, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es in der Fotografie, Färberei (Beizmittel) und in der Gerberei, zum Reinigen von Fetten und Ölen, in der organischen Synthese usw.

- f) Calciumchromat ($\text{CaCrO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), das aus Natriumdichromat und Kreide gewonnen wird, wird beim Erhitzen wasserfrei und gelb. Allein oder in Mischung stellt es das Ultramarangelb dar.

- g) Manganchromat. Neutrales Manganchromat ($MnCrO_4$), das aus Manganooxid und Chromsäureanhdydrit gewonnen wird, hat die Form bräunlicher, wasserlöslicher Kristalle. Es ist ein Beizmittel in der Färberei.

Das basische Chromat, ein braunes Pulver, ist wasserunlöslich, man verwendet es als Aquarellfarbe.

- h) Eisenchromate. Ferrichromat ($Fe_2(CrO_4)_3$), das aus Lösungen von Ferrichlorid und Kaliumchromat gewonnen wird, ist ein gelbes, wasserunlösliches Pulver.

Es gibt auch ein basisches Eisenchromat, das allein oder in Mischung als Anstrichfarbe unter der Bezeichnung Sideringelb verwendet wird; zusammen mit Berliner Blau bildet es verschiedene Sorten von Grün, die dem Zinkgrün ähneln. Man verwendet es auch bei der Metallverhüttung.

- i) Strontiumchromat ($SrCrO_4$), entspricht dem Calciumchromat. Allein oder in Mischung stellt es das Strontiumgelb dar, das in der Kunstmalerei verwendet wird.

- k) Bariumchromat ($BaCrO_4$) wird durch Fällen von Bariumchlorid- und Natriumchromatlösungen gewonnen. Es ist ein kräftig gelb gefärbtes, wasserunlösliches, giftiges Pulver. Allein oder in Mischung bildet es das Barytgelb (manchmal Ultramaringelb genannt, wie die ähnlichen Erzeugnisse auf der Grundlage von Calciumchromat). Es wird in der Kunstmalerei, in der Email- und Glasherstellung, zum Herstellen von Zündhölzern und als Ätzmittel in der Färberei verwendet.

Hierher gehören nicht:

- a) *Natürliches Bleichromat (Krokoit) (Nr. 2530).*
 b) *Pigmente auf der Basis von Chromaten (Nr. 3206).*

- 3) Manganate, Permanganate. Diese Salze entsprechen der Mangansäure (H_2MnO_4) (nicht isoliert) respektive der Permangansäure ($HMnO_4$) (die nur in wässerigen Lösungen existiert).

- a) Manganate. Natriummanganat (Na_2MnO_4) wird durch Schmelzen einer Mischung von natürlichem Mangandioxid der Nr. 2602 (Pyrolusit) und Natriumhydroxid gewonnen. Es bildet grüne Kristalle, die in kaltem Wasser löslich sind und durch heißes Wasser zersetzt werden; man verwendet es in der Metallurgie von Gold.

Kaliummanganat (K_2MnO_4), kleine grünlichschwarze Kristalle, dient zum Herstellen des Permanganats.

Bariummanganat ($BaMnO_4$), das durch Erhitzen von mit Bariumnitrat gemischtem Mangandioxid hergestellt wird, ist ein smaragdgrünes Pulver; mit Bariumsulfat gemischt, bildet es das Manganblau, das in der Kunstmalerei verwendet wird.

- b) Permanganate. Natriumpermanganat ($NaMnO_4 \cdot 3H_2O$), das aus dem Manganat hergestellt wird, bildet rötlichschwarze, zerfliessende, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als Desinfektionsmittel, in der organischen Synthese und zum Bleichen von Wolle.

Kaliumpermanganat ($KMnO_4$) wird aus Kaliummanganat oder durch Oxidieren einer Mischung von Mangandioxid und Ätzkali gewonnen. Es kommt in violetten, metallisch glänzenden, wasserlöslichen Kristallen, die die Haut färben, in rot-violetten wässerigen Lösungen oder auch in Pastillen in den Handel. Es ist ein

sehr starkes Oxidationsmittel, das man in der Chemie als Reagens, in der organischen Synthese (Herstellung von Saccharin), in der Metallurgie (Raffination von Nickel), zum Bleichen von Fetten, Harzen, Seidenfäden oder -geweben und Stroh, zum Reinigen von Wasser, als Antiseptikum, als Färbemittel (für Wolle, Holz, Herstellung von Haarfärbemitteln), als Absorptionsmittel in Gasmasken und in der Therapie verwendet.

Calciumpermanganat ($\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), das durch Elektrolyse von Lösungen von Alkalimanganaten und Chlorkalk gewonnen wird, bildet dunkelviolette, wasserlösliche Kristalle. Es ist ein Oxidations- und Desinfektionsmittel, das man in der Färberei, in der organischen Synthese, zum Reinigen von Wasser sowie zum Bleichen von Papiermassen verwendet.

- 4) Molybdate. Die Molybdate, Paramolybdate und Polymolybdate (Di-, Tri-, Tetra-) leiten sich von der normalen Molybdänsäure (H_2MoO_4) oder den anderen Molybdänsäuren ab. Sie besitzen einige Analogien mit den Chromaten.

Die wichtigsten dieser Salze sind nachstehend aufgeführt:

- Ammoniummolybdat erhält man in der Metallurgie von Molybdän. Es bildet hydratisierte Kristalle, die schwach grün oder gelb gefärbt sind und sich beim Erhitzen zersetzen. Man verwendet es als chemisches Reagens und zum Herstellen von Pigmenten, Feuerschutzmitteln, in der Glasindustrie usw.
- Natriummolybdat bildet hydratisierte, glänzende, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als Reagens, zum Herstellen von Pigmenten und in der Medizin.
- Calciummolybdat ist ein weisses, wasserunlösliches Pulver, das in der Metallurgie verwendet wird.
- Bleimolybdat. Künstliches Bleimolybdat mit Bleichromat gefällt, ergibt Molybdänerot.

Natürliches Bleimolybdat (Wulfenit) gehört zu Nr. 2613.

- 5) Wolframate. Die Wolframate, Parawolframate und Perwolframate leiten sich von der normalen Wolframsäure (H_2WO_4) und den anderen Wolframsäuren ab.

Nachstehend sind die wichtigsten dieser Salze aufgeführt:

- Ammoniumwolframat wird durch Lösen von Wolframsäure in Ammoniak gewonnen. Es ist ein weisses, kristallines, hydratisiertes und wasserlösliches Pulver, das man zum Unentflammbar machen von Geweben und zum Herstellen anderer Wolframate verwendet.
- Natriumwolframat gewinnt man in der Metallurgie von Wolfram aus Wolframit der Nr. 2611 und Natriumcarbonat. Es kommt als Blättchen oder als weisse, hydratisierte und wasserlösliche Kristalle mit Perlmuttenglanz in den Handel. Es wird wie Ammoniumwolframat verwendet; man verwendet es ausserdem als Beizmittel beim Zeugdruck, zum Herstellen von Farben, Lacken, Katalysatoren und in der organischen Chemie.
- Calciumwolframat kommt als weisse, glänzende, wasserunlösliche Schuppen in den Handel. Man verwendet es bei der Herstellung von Röntgenschirmen und fluoreszierenden Röhren.
- Bariumwolframat ist ein weisses Pulver, das in der Kunstmalerei, allein oder in Mischung, unter dem Namen Wolframweiss verwendet wird.

- e) Andere Wolframate. Es sind noch zu nennen: Kaliumwolframat (zum Unentflammbar machen von Geweben), Magnesiumwolframat (für Röntgenschirme), Chromwolframat (grünes Pigment) und Bleiwolframat (weisses Pigment).

Hierher gehören nicht:

- a) *Natürliches Calciumwolframat (Scheelit) ist ein Wolframerz der Nr. 2611.*
- b) *Das natürliche Manganwolframat (Hüberit) oder Eisenwolframat (Ferberite) (Nr. 2611).*
- c) *Die Wolframate - insbesondere Calciumwolframat und Magnesiumwolframat - die durch geeignete Behandlung eine besondere Kristallstruktur erhalten haben und dadurch leuchtend geworden sind, gehören als anorganische Luminophore zu Nr. 3206.*

- 6) Titanate. Die Titanate (Ortho-, Meta- und Peroxititanate, neutral oder sauer) leiten sich von den verschiedenen Titansäuren, Hydroxiden des Titansäuredioxyds (TiO_2) ab.

Barium- und Bleititanat sind weisse Pulver, die als Pigmente verwendet werden.

Natürliches Eisentitanat (Ilmenit) gehört zu Nr. 2614. Die anorganischen Fluorotitanate gehören zu Nr. 2826.

- 7) Vanadate. Die Vanadate (Ortho-, Meta-, Pyro-, Hypo-, neutrale oder saure) leiten sich von den verschiedenen Vanadinsäuren ab, die sich aus dem Vanadiumpentaoxid (V_2O_5) oder anderen Vanadiumoxiden ableiten.

- a) Ammoniumvanadat (NH_4VO_3) (Metavanadat) ist ein gelblichweisses, kristallines Pulver, das sich in kaltem Wasser wenig, aber sehr leicht in heissem Wasser löst, in dem es eine gelbe Lösung bildet. Man verwendet es als Katalysator, als Beizmittel in der Färberei und beim Zeugdruck, als Sikkativ für Anstrichfarben und Lacke, als Farbstoff in der Keramik, zum Herstellen von Schreibtinten und Druckfarben usw.
- b) Natriumvanadate (Ortho- und Meta-) sind weisse, kristalline, hydratisierte und wasserlösliche Pulver. Man verwendet sie in der Färberei und beim Bedrucken mit Anilinschwarz.

- 8) Ferrate und Ferrite. Die Ferrate und Ferrite leiten sich von Ferrihydroxid (Eisen-III-hydroxid) ($Fe(OH)_3$) bzw. dem Ferrohydroxid (Eisen-II-hydroxid) ($Fe(OH)_2$) ab. Kaliumferrat ist ein schwarzes Pulver, das sich in Wasser unter Bildung einer roten Flüssigkeit löst.

Mit Ferrate bezeichnet man fälschlich einfache Mischungen von Eisenoxiden mit anderen Metalloxiden, die Keramikfarben bilden und zu Nr. 3207 gehören.

Ferroferrit ist nichts anderes als das magnetische Eisenoxid Fe_3O_4 , das zu Nr. 2601 gehört. Eisenhammerschlag gehört zu Nr. 2619.

- 9) Zinkate sind Verbindungen, die sich von dem amphoteren Zinkhydroxid ($Zn(OH)_2$) ableiten.
- a) Natriumzinkat wird gewonnen, indem man Natriumcarbonat auf Zinkoxid oder Ätznatron auf metallisches Zink einwirken lässt. Man verwendet es zum Herstellen von Zinksulfid, das als Anstrichfarbe verwendet wird.

- b) Eisenzinkat wird als Keramikfarbe verwendet.
 - c) Kobaltzinkat stellt rein oder in Mischung mit Kobaltoxid oder anderen Salzen das Kobaltgrün oder Rinmanns Grün dar.
 - d) Bariumzinkat wird durch Fällen einer wässerigen Bariumhydroxidlösung mit einer ammonikalischen Zinksulfatlösung gewonnen. Es ist ein weisses, wasserlösliches Pulver, das man zum Herstellen von Zinksulfid verwendet, das als Anstrichfarbe dient.
- 10) Stannate. Die Stannate (Ortho-, Metastannate) leiten sich von den Zinnsäuren ab.
- a) Natriumstannat ($\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) wird durch Schmelzen einer Mischung von Zinn, Ätznatron, Natriumchlorid und -nitrat gewonnen. Es kommt als harte Massen oder unregelmässige Stücke in den Handel, die wasserlöslich, weiss oder je nach dem Anteil der Verunreinigung (Natrium- und Ferroverbindungen) farbig sind. Man verwendet es in der Färberei und beim Zeugdruck (Beizmittel), in der Glasindustrie und Keramik, ferner zum Trennen des Bleis von Arsen, als Beschwerungsmittel für Seide und in der organischen Synthese.
 - b) Aluminiumstannat wird durch Erhitzen einer Mischung von Zinnsulfat und Aluminiumsulfat gewonnen. Es ist ein weisses Pulver. Man verwendet es als Trübungsmittel in der Emailherstellung und Keramik.
 - c) Chromstannat ist der Hauptbestandteil der Rosafarbstoffe für Keramik und Kunstmalerie, der sogenannten Pinkfarben. Man verwendet es auch als Beschwerungsmittel für Seiden.
 - d) Kobaltstannat bildet allein oder in Mischung ein himmelblaues Pigment, das in Anstrichfarben verwendet wird.
 - e) Kupferstannat stellt allein oder in Mischung das Zinngrün dar.
- 11) Antimonate sind die Salze der verschiedenen Säuren, die dem Antimonpentoxid (Sb_2O_5) entsprechen; sie weisen einige Analogien mit den Arsenaten auf.
- a) Natriummetaantimonat (Leuconin) wird aus Ätznatron und Antimonpentoxid gewonnen. Es ist ein weisses, kristallines, wenig wasserlösliches Pulver. Es ist ein Trübungsmittel für die Email- und Glasindustrie und dient zum Herstellen des Natriumsulfoantimonats (Schlippesches Salz) der Nr. 2842.
 - b) Kaliumantimonate. Es handelt sich besonders um das saure Antimonat, das durch Erhitzen des mit Salpeter gemischten Metalls gewonnen wird. Es ist ein weisses, kristallines Pulver, das man als Abführmittel in der Medizin und als Keramikfarbe verwendet.
 - c) Bleiantimonat wird durch Schmelzen von Antimonpentoxid mit Mennige gewonnen. Es ist ein gelbes, wasserunlösliches Pulver. Allein oder in Mischung mit Bleioxychlorid bildet es das Neapelgelb (Antimongelb), ein Pigment, das in der Keramik, Glasindustrie und Kunstmalerie Verwendung findet.

Die Antimonide gehören zu Nr. 2853.

- 12) Plumbate sind die Derivate des amphoteren Bleidioxids (PbO_2).

Natriumplumbat verwendet man als Farbstoff, Calciumplumbat (gelb), Strontiumplumbat (kastanienbraun) und Bariumplumbat (schwarz) verwendet man zum Herstellen von Zündhölzern und zum Färben von Feuerwerkskörpern.

- 13) Andere Salze der Säuren der Oxometalloxide und Peroxometalloxide. Von den anderen hierher gehörenden Salzen sind zu nennen:
- Tantalate und Niobate.
 - Germanate.
 - Rhenate und Perrhenate.
 - Zirkonate.
 - Bismutate.

Hierher gehören nicht:

- Die Verbindungen der Edelmetalle (Nr. 2843).
- Die Verbindungen der radioaktiven chemischen Elemente (oder der radioaktiven Isotopen) (Nr. 2844).
- Die Verbindungen des Scandiums, Ytriums und der Seltenerdmetalle (Nr. 2846).
- Quecksilberverbindungen (Nr. 2852).

Die komplexen Fluorosalze, wie z.B. die Fluorotitanate, gehören zu Nr. 2826.

2842. Andere Salze anorganischer Säuren oder Peroxosäuren (einschliesslich Aluminosilicate, auch chemisch nicht einheitlich), ausgenommen Azide

Hierher gehören, mit Ausnahme der in der Einleitung zu diesem Unterkapitel angeführten Verbindungen, folgende Erzeugnisse:

I. Salze der anderweitig nicht erfassten anorganischen Säuren der nichtmetallischen Elemente und Peroxosäuren.

Dies sind insbesondere:

- Fulminate, Cyanate, Isocyanate und Thiocyanate, die Metallsalze der nicht isolierten Cyanursäure ($\text{HO}-\text{C}\equiv\text{N}$) oder der Isocyanatsäure ($\text{HN}=\text{C}=\text{O}$), oder der Knallsäure ($\text{H}\equiv\text{N}^+-\text{O}$), ein Isomer der Cyanursäure. Hierher gehören auch die Thiocyanate, die Salze der Thiocyanatsäure ($\text{HS}-\text{C}\equiv\text{N}$).
 - Fulminate. Dies sind Verbindungen von wenig bekannter Struktur, sehr unbeständig, die durch schwachen Stoss oder unter Hitzeinwirkung, z.B. durch Funken, explodieren. Sie bilden Zündsprengstoffe, die zum Herstellen von Zündern oder Sprengkapseln verwendet werden.
 - Cyanate. Ammonium-, Natrium- oder Kaliumcyanate verwendet man zum Herstellen verschiedener organischer Verbindungen. Es gibt auch Erdalkalicyanate.
 - Thiocyanate (Sulfocyanate, Sulfocyanide) sind Metallsalze der (nicht isolierten) Thiocyanwasserstoffsäure ($\text{HS}-\text{C}\equiv\text{N}$). Die Wichtigsten sind Folgende:
 - Ammoniumthiocyanat (NH_4SCN). Es bildet farblose, zerfliessende, leicht wasserlösliche Kristalle, die an der Luft und am Licht rot werden und durch Wärme zersetzt werden können. Man verwendet es bei der Galvanoplastik,

in der Fotografie, in der Färberei und beim Druck (insbesondere um eine Beschädigung beschwerter Seidengewebe zu verhüten), bei der Herstellung von Kältemischungen, von Cyaniden und Hexacyanoferraten (II), von Thioharnstoff, von Guanidin, von Kunststoffen, von Klebstoffen, von Herbiciden usw.

- b) Natriumthiocyanat (NaSCN). Es sieht wie Ammoniumthiocyanat aus oder ist ein Pulver. Man verwendet dieses giftige Salz in der Fotografie, der Färberei und beim Druck (Beizmittel), in der Medizin, als Reagens im Laboratorium, in der Galvanoplastik, zum Herstellen von künstlichem Senföl, in der Kautschukindustrie usw.
- c) Kaliumthiocyanat (KSCN). Es besitzt die gleichen Eigenschaften wie Natriumthiocyanat. Man verwendet es in der Textilindustrie, in der Fotografie, zum Herstellen von Thiocyanaten, von Thioharnstoff, von künstlichem Senföl, von Farbstoffen und anderen synthetischen organischen Verbindungen, von Kältemischungen, Schädlingsbekämpfungsmitteln usw.
- d) Calciumthiocyanat ($\text{Ca}(\text{SCN})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Es bildet farblose, zerfliessende, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als Beizmittel in der Färberei und beim Druck als Lösungsmittel für Zellulose, beim Mercerisieren von Baumwolle, in der Medizin als Ersatz für Kaliumjodid (gegen Arteriosklerose), zum Herstellen anderer Thiocyanate und von Hexacyanoferraten (II) und bei der Pergamentherstellung.
- e) Kupferthiocyanate.

Kupfer(II)-thiocyanat (CuSCN) ist pulver- oder pastenförmig, von weisslicher, graustichiger oder gelblicher Farbe und wasserunlöslich. Man verwendet es als Beizmittel beim Zeugdruck, in Unterwasseranstrichfarben und in der organischen Synthese.

Kupfer(I)-thiocyanat ($\text{Cu}(\text{SCN})_2$) ist ein schwarzes, wasserunlösliches Pulver, das sich leicht in Kupfer(II)-thiocyanat umwandelt. Man verwendet es bei der Herstellung von Sprengkapseln oder Zündhölzern.

Quecksilberfulminat und Quecksilberthiocyanat gehören zu Nr. 2852.

B) Arsenite und Arsenate.

Dieses sind die Metallsalze der Säuren des Arsens; Arsenite sind die Salze der arsenigen Säure und Arsenate die Salze der Arsensäuren der Nr. 2811. Sie sind starke Gifte. Es handelt sich insbesondere um folgende Erzeugnisse:

- 1) Natriumarsenit (NaAsO_2), durch Schmelzen von Natriumcarbonat und Arsenigsäureanhydrid gewonnen. Es kommt als Pulver oder Tafeln in den Handel; es ist weiss oder grau und wasserlöslich. Man verwendet es im Weinbau (Insekticid), zum Konservieren von Häuten, in der Medizin, zum Herstellen von Seifen und antiseptischen Erzeugnissen usw.
- 2) Calciumarsenit (CaHAsO_3), ein weisses, wasserunlösliches Pulver, Insekticid.
- 3) Kupferarsenit (CuHAsO_3) wird aus Natriumarsenit und Kupfersulfat gewonnen. Es ist ein wasserunlösliches, grünes Pulver; es wird als Insekticid und als Farbstoff unter dem Namen Scheele's Grün verwendet. Es dient zum Herstellen bestimmter grünfarbiger Pigmente der Nr. 3206 (s. die Erläuterungen zu dieser Nummer).

- 4) Zinkarsenit ($Zn(AsO_2)_2$) hat das gleiche Aussehen und gleiche Verwendungszwecke wie Calciumarsenit.
- 5) Bleiarsenit ($Pb(AsO_2)_2$) ist ein weisses, sehr wenig wasserlösliches Pulver, das im Weinbau verwendet wird (Insekticid).
- 6) Natriumarsenate (Ortho-, Meta- und Pyroarsenat). Diese Arsenate, von denen die wichtigsten das Dinatriumorthoarsenat (Na_2HAsO_4) (mit 7 oder 12 H_2O je nach der Kristallisationstemperatur) und das Trinatriumorthoarsenat (wasserfrei oder mit 12 H_2O) sind, werden aus arseniger Säure und Natriumnitrat gewonnen. Sie kommen als farblose Kristalle oder als grünliches Pulver in den Handel. Man verwendet sie zum Herstellen bestimmter Heilmittel (Pearsonsche Flüssigkeit), von Antiseptika, Insekticiden, anderen Arsenaten und zum Zeugdruck.
- 7) Kalimarsenate, Mono- und Dikaliumorthoarsenat, die auf die gleiche Weise wie die Natriumarsenate gewonnen werden, sind farblose, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet sie als Antiseptika und Insekticide, zum Konservieren von Häuten, die gegerbt werden sollen, und von Pelzen, sowie beim Zeugdruck usw.
- 8) Calciumarsenate. Tricalciumorthoarsenat ($Ca_3(AsO_4)_2$), das oft Di- und Tetracalciumarsenat als Verunreinigungen enthält, wird gewonnen, indem man Calciumchlorid auf Natriumarsenat einwirken lässt. Es ist ein weisses, wasserunlösliches Pulver, das insbesondere in der Landwirtschaft als Insekticid verwendet wird.
- 9) Kupferarsenate, Tricupriorthoarsenat ($Cu_3(AsO_4)_2$) aus Natriumorthoarsenat und Kupfersulfat (oder -chlorid) gewonnen, ist ein wasserunlösliches, grünes Pulver, das als Schädlingsbekämpfungsmittel im Weinbau (Grünspan) und zum Herstellen von Farben und Unterwasseranstrichfarben verwendet wird.
- 10) Bleiarsenate. Tribleiorthoarsenat ($Pb_3(AsO_4)_2$) und das saure Orthoarsenat sind sehr wenig wasserlöslich. Sie kommen als Pulver, Pasten oder weisse Emulsionen in den Handel; sie dienen insbesondere zum Herstellen von Insekticiden.
- 11) Andere Arsenate. Es sind noch zu nennen: Aluminiumarsenat (Insekticid) und Kobaltarsenat (rosafarbenes Pulver, in der Keramik verwendet).

Hierher gehören nicht:

- a) *Natürliche Nickelarsenate (Annabergit usw.) (Nr. 2530).*
 - b) *Arsenide (Nr. 2853).*
 - c) *Acetoarsenite (Kapitel 29).*
- C) Die Salze der Selensäuren: Selenide, Selenite, Selenate. Nebst den unter dieser Nummer aufgeführten Salzen können zudem erwähnt werden:
- 1) Cadmiumselenid wird zum Herstellen von Blendschutzgläsern und Farben verwendet.
 - 2) Natriumselenit dient zum Verhüten der Grünfärbung von Glas oder zu seiner Rotfärbung.
 - 3) Ammoniumselenat und Natriumselenat werden als Insekticide verwendet. Natriumselenat wird ausserdem medizinisch gebraucht.
 - 4) Kaliumselenat dient zu fotografischen Zwecken.

Zorgit, ein natürliches doppeltes Blei-Kupfer-Selenid, gehört zu Nr. 2530.

D) Die Salze der Tellursäuren: Telluride, Tellurite, Tellurate. Nebst den unter dieser Nummer aufgeführten Salzen können zudem erwähnt werden:

- 1) Wismuttellurid ist ein Halbleiter für Thermoelemente.
- 2) Natriumtellurat und Kaliumtellurat werden medizinisch gebraucht.

II. Doppelsalze oder Komplexsalze

Hierher gehören die Doppelsalze oder Komplexsalze, soweit sie nicht in anderen Nummern genannt sind.

Die wichtigsten hierher gehörenden Doppel- oder Komplexsalze sind:

A. Doppelchloride oder komplexe Chloride (Chlorosalze).

- 1) Ammoniumchlorid enthaltend:
 - a) Ammoniummagnesiumchlorid, zerfliessende Kristalle, werden zum Schweißen verwendet.
 - b) Ammoniumeisen (II) und (III)-chlorid als Masse oder als hygroskopische Kristalle. Man verwendet sie zum Metallisieren oder in der Pharmazie.
 - c) Ammoniumnickelchlorid, ein gelbes Pulver oder hydratisiert in grünen Kristallen. Dieses Erzeugnis wird als Beizmittel oder zum Galvanisieren gebraucht.
 - d) Ammoniumkupfer (II)-chlorid, blaue oder grünliche, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als Farbstoff und in der Feuerwerkerei.
 - e) Ammoniumzinkchlorid, ein kristallines, weisses, wasserlösliches Pulver. Man verwendet es zum Schweißen (Schweissalz), in Trockenbatterien und in der Galvanoplastik.
 - f) Ammoniumzinnchlorid, insbesondere Ammoniumchlorostannat, weisse oder rosaarbene Kristalle oder in wässriger Lösung. Zuweilen Pinksalz genannt, wird diese Verbindung in der Färberei und zum Beschweren von Seide verwendet.
- 2) Natriumaluminiumchlorid, ein kristallines, weisses, hygroskopisches Pulver. Man verwendet es in der Gerberei.
- 3) Calciummagnesiumchlorid, weisse, zerfliessende Kristalle. Es wird in der Papier-, Textil-, Mehl- und Farbenindustrie verwendet.
- 4) Chlorosalze. Die wichtigsten Chlorosalze sind die Chlorobromide, Chlorojodide, Chlorojodate, Chlorophosphate, Chlorochromate und Chlorovanadate.

Kaliumchlorochromat (Peligotsalz), rote Kristalle, die durch Wasser zersetzt werden. Man verwendet es als Oxidationsmittel in der organischen Synthese.

Pyromorphit (natürliches Bleichlorophosphat) und Vanadinit (natürliches Bleichlorovanadat) gehören zu Nr. 2607 bzw. 2615.

B. Doppeljodide oder komplexe Jodide (Jodosalze).

- 1) Natriumwismutjodid, rote Kristalle, die durch Wasser zersetzt werden. Man verwendet es in der Medizin.

- 2) Kaliumcadmiumjodid, ein weisses, zerfliessendes Pulver, das an der Luft gelb wird. Man verwendet es in der Medizin.
- C. Schwefelhaltige Doppelsalze oder Komplexsalze (Thiosalze).
- 1) Ammoniumsulfat enthaltend:
 - a) Ammoniumeisen(II)sulfat (Mohrsches Salz) $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$, hellgrüne, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es in der Metallurgie und in der Medizin.
 - b) Ammoniumkobaltsulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ rote, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es zum Kobaltieren und in der Keramik.
 - c) Ammoniumnickelsulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$, grüne, durch Hitze zersetzbliche, leicht in Wasser lösliche Kristalle. Es wird hauptsächlich zum Vernickeln verwendet.
 - d) Ammoniumkupfersulfat, ein kristallines, blaues, wasserlösliches, an der Luft verwitterndes Pulver. Man verwendet es als Schädlingsbekämpfungsmittel, im Zeugdruck, bei der Textilveredlung, zum Herstellen von Kupferarsenat usw.
 - 2) Natriumzirkonsulfat, ein fester, weisser Stoff, der in der Metallurgie des Zinks verwendet wird.
 - 3) Thiosalze und andere schwefelhaltige Doppelsalze oder Komplexsalze: Thioselenide und Selenosulfate, Thiotellurate, Thioarsenate, Thioarsenite und Arsenulfide, Thiocarbonate, Germanosulfide, Thioantimonate, Thiomolybdate, Thiosannate, Reineckate.
- Diese Gruppe umfasst:
- a) Kaliumtrithiocarbonat, gelbe, wasserlösliche Kristalle, wird in der Landwirtschaft (gegen die Reblaus) und in der analytischen Chemie verwendet.
 - b) Alkalithiomolybdate. Sie werden als Beschleuniger in den Phosphatierungsbädern der Metalle verwendet.
 - c) Ammoniumtetrathiocyanatodiaminchromate (III) oder Ammoniumtetrakis(thiocyanato)diaminchromat (Ammoniumreineckat) oder Reinecke-Salz $(\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_4] \cdot \text{H}_2\text{O})$, kristallines Pulver oder dunkelrote Kristalle, ist ein Reagens für Laboratorien.
 - d) Kaliumhexakisthiocyanatoferrat(II), Kaliumhexakisthiocyanatoferrat (III).
- Natürliches Kobaltarsenosulfid (Kobaltglanz) und natürliches Kupfergermanosulfid (Germanit) gehören zu Nr. 2605 und 2617.*
- D. Doppelsalze oder Komplexsalze des Selens (Selenocarbonate, Selenocyanate usw.).
- E. Doppelsalze oder Komplexsalze des Tellurs (Tellurocarbonate, Tellurocyanate usw.).
- F. Kobalt(III)-nitrate (Nitrokobaltate(III))

Kaliumnitrokobaltat(III) (Kaliumhexanitrokobaltat(III)), Kaliumkobaltdoppelnitrit (Fischers Salz) $(\text{K}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6)$, ist ein in Wasser ziemlich lösliches, mikrokristallines Pulver, das allein oder gemischt als Pigment dient und Kobaltgelb genannt wird.

G. Doppelnitrate oder komplexe Nitrate (Nickelhexamin- und tetraminnitrate usw.)

Aminonickelnitrate bilden blaue oder grüne, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet sie als Oxidationsmittel und zum Herstellen von Nickelkatalysatoren.

H. Doppelphosphate oder komplexe Phosphate (Phosphosalze).

- 1) Ammoniumnatriumorthophosphat ($\text{NH}_4\text{NaHPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) (Phosphorsalz) bildet farblose, verwitternde, wasserlösliche Kristalle. Man verwendet es als Schmelzmittel zum Auflösen von Metalloxiden.
- 2) Ammoniummagnesiumorthophosphat, ein weisses, sehr wenig wasserlösliches Pulver. Man verwendet es als Flammfestmittel für Textilien und auch in der Medizin.
- 3) Komplexe Salze: Insbesondere Phosphomolybdate, Phosphosilicate, Phosphowolframate, Phostannate.

Diese Gruppe umfasst:

- a) Die Phosphomolybdate, die bei mikroskopischen Untersuchungen verwendet werden.
- b) Die Phosphosilicate und Phostannate als Beschwerungsmittel für Seide.

I. Borowolframate.

Cadmiumborowolframat, gelbe Kristalle oder wässrige Lösungen, verwendet man zum Herstellen von Flüssigkeiten, mit denen man Mineralien nach ihrer Dichte trennen kann.

K. Doppelcyanate oder komplexe Cyanate.

L. Silicate oder Doppelsilicate.

Zu dieser Gruppe gehören Aluminosilicate, auch unvermischte, chemisch einheitliche Verbindungen. Aluminosilicate werden in der Glasindustrie als Isolierstoffe, Ionenaustauscher, Katalysatoren, Molekularsiebe usw. verwendet.

Zu dieser Kategorie gehören auch die synthetischen Zeolithe mit der Bruttoformel $\text{M}_{2/n}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y \text{ SiO}_2 \cdot w \text{ H}_2\text{O}$, wo M ein Kation mit der Ladungszahl n (im Allgemeinen Natrium, Kalium, Magnesium oder Calcium), y grösser oder gleich 2 und w die Anzahl Wassermoleküle bedeutet.

Die Aluminosilicate, welche Bindemittel (z.B. Zeolith mit kieselsäurehaltigem Ton) enthalten, sind ausgeschlossen (Nr. 3824). Aufgrund der Partikelgrösse (gewöhnlich über 5 Mikron), kann Zeolith mit Zusatz von Bindemitteln von anderem unterschieden werden.

M. Doppelsalze oder komplexe Salze der Metalloxide.

Hierbei handelt es sich um Salze wie z.B. das Doppelsalz von Kalium- und Calciumchromat

Hierher gehören nicht:

- a) Komplexe Fluorsalze (Nr. 2826).

- b) Alaune (Nr. 2833).
- c) Komplexe Cyanide der Nr. 2837.
- d) Die Salze der Stickstoffwasserstoffsäure (Azide) (Nr. 2850).
- e) Ammoniumchlorid mit Quecksilber (Ammoniumquecksilberchlorid oder Ammoniumchlorquecksilber) und Kupferquecksilberjodid (Nr. 2852).
- f) Magnesium- und Kaliumdoppelsulfate, auch reine (Kapitel 31).

Unterkapitel VI

Verschiedenes

2843. Edelmetalle in kolloidem Zustand; anorganische oder organische Verbindungen der Edelmetalle, auch chemisch nicht einheitlich; Edelmetallamalgame

A. Edelmetalle in kolloidem Zustand

Es handelt sich hier um die in Kapitel 71 aufgeführten Edelmetalle in kolloidem Zustand: Silber, Gold, Platin, Iridium, Osmium, Palladium, Rhodium und Ruthenium.

Die Edelmetalle werden in diesem Zustand entweder durch Dispersion oder elektrische Zerstäubung oder durch Reduktion eines ihrer anorganischen Salze übergeführt.

Kolloides Silber kommt als kleine Körnchen oder Blättchen von bläulich-grauer, bräunlicher oder grünlicher Farbe in metallischem Zustand in den Handel. Man verwendet es in der Medizin als Antiseptikum.

Kolloides Gold kann rot, violett, blau oder grün sein; man verwendet es zu denselben Zwecken.

Kolloides Platin hat die Form von kleinen grauen Partikeln; es hat bemerkenswerte katalytische Eigenschaften.

Diese kolloiden Metalle, insbesondere Gold, können kolloide Lösungen mit Zusatz von Schutzkolloiden wie Gelatine, Kasein, Fischleim sein. Auch solche Lösungen bleiben in dieser Nummer.

B. Anorganische oder organische Verbindungen der Edelmetalle, auch chemisch nicht einheitlich

Hierzu gehören:

- I) Die Oxide, Peroxide und Hydroxide der Edelmetalle, die den Verbindungen des Unterkapitels IV entsprechen.
- II) Die anorganischen Salze der Edelmetalle, die den Verbindungen des Unterkapitels V entsprechen.
- III) Die Phosphide, Carbide, Hydride, Nitride, Silicide und Boride, die den Verbindungen der Nrn. 2849, 2850 und 2853 entsprechen (z.B. Platinphosphid, Palladiumhydrid, Silbernitrid, Platinsilicid).
- IV) Die organischen Verbindungen der Edelmetalle, die den Verbindungen des Kapitels 29 entsprechen.

Die Verbindungen, die gleichzeitig Edelmetalle und andere Metalle enthalten, z.B. die Doppelsalze eines beliebigen Metalls und eines Edelmetalls, die komplexen Ester, die Edelmetalle enthalten, gehören ebenfalls hierher.

Nachstehend sind von jedem Edelmetall die gebräuchlichsten Verbindungen aufgeführt:

1) Silberverbindungen.

- a) Silberoxide. Disilberoxid (Ag_2O) ist ein braun-schwarzes, leicht wasserlösliches Pulver, das bei Licht schwarz wird.

Silberoxid (AgO) ist ein grau-schwarzes Pulver.

Die Silberoxide werden insbesondere zur Herstellung von Trockenbatterien verwendet.

- b) Silberhalogenide. Silberchlorid (AgCl) ist ein weisses Erzeugnis, eine Masse oder ein schweres Pulver, in Wasser unlöslich, färbt sich bei Licht und wird in undurchsichtigen, stark gefärbten Gefäßen versandt. Man verwendet es in der Fotografie, in der Keramik, in der Medizin oder beim Versilbern.

Natürliches Chlorsilber und Jodsilber (Cerargyrit, Hornsilber) gehören zu Nr. 2616.

Silverbromid (gelbliches), Silberjodid (gelb) und Silberfluorid dienen den gleichen Zwecken wie das Chlorid.

- c) Silbersulfid. Dieses Silbersulfid (Ag_2S) ist ein schweres Pulver, grau-schwarz, in Wasser unlöslich. Es wird in der Glasindustrie verwendet.

Natürliches Silbersulfid (Argyros, Acanthit, Argentit), natürliches Silberantimonsulfid (Pyrargyrit, Stephanit, Polybasit), natürliches Silbersulfoarsenid (Proustit) gehören zu Nr. 2616.

- d) Silbernitrat. Silbernitrat (AgNO_3) bildet weisse, wasserlösliche, giftige Kristalle, die die Haut ätzen. Es wird zum Versilbern von Glas (Spiegeln) und Metallen, zum Färben von Seide und Horn, in der Fotografie, zum Herstellen von Wäschetinte, als Antiseptikum und Schädlingsbekämpfungsmittel verwendet. Es wird auch "Höllensteine" genannt. Mit diesem Namen bezeichnet man auch Silbernitrat, das mit einer geringen Menge Natriumnitrat oder Kaliumnitrat oder zuweilen mit etwas Silberchlorid verschmolzen ist. Dies ist ein Ätzmittel des Kapitels 30.

- e) Andere Salze und anorganische Verbindungen.

Silbersulfat (Ag_2SO_4) ist im wasserfreien Zustand ein kristallisierendes Salz.

Silberphosphat (Ag_3PO_4) bildet wenig wasserlösliche, gelbe Kristalle und wird in der Medizin, Fotografie und Optik verwendet.

Silbercyanid (AgCN) ist ein weisses Pulver, das sich am Licht verändert, wasserunlöslich ist und in der Medizin und zum Versilbern verwendet wird. Silberthiocyanat (AgSCN) sieht gleich aus; es wird als Verstärker in der Fotografie verwendet.

Silberkaliumcyanidkomplexsalze ($\text{KAg}(\text{CN})_2$) oder Silbernatriumcyanidkomplexsalze ($\text{NaAg}(\text{CN})_2$) sind lösliche, weisse Salze, sie werden in der Galvanotechnik verwendet.

Silberfulminat bildet weisse Kristalle, explodiert beim geringsten Stoss und ist gefährlich zu handhaben. Es dient zum Herstellen von Zündern.

Silberdichromat ($\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ist ein rubinrotes, kristallines, wenig wasserlösliches Pulver. Man verwendet es in der Kunstmalerei für Miniaturen (Silberrot, Purpurrot).

Silberpermanganat ist ein dunkelviolettes, kristallines, wasserlösliches Pulver. Es wird in Gasmasken verwendet.

Silberazid ist ein Sprengstoff.

f) Organische Verbindungen. Es sind zu nennen:

1. Silberlactat (weisses Pulver) und Silbercitrat (gelbliches Pulver), die man in der Fotografie und als Antiseptika verwendet.
2. Silberoxalat, das sich beim Erhitzen unter Explosion zersetzt.
3. Silberacetat, -benzoat, -butyrat, -cinnamat, -pikrat, -salicylat, -tartrat und -valerat.
4. Silberproteinate, -nuclease, -nucleinate, -albuminate, -peptone, -vitellinate und -tannate.

2) Goldverbindungen.

a) Oxide. Aurooxid (Au_2O) ist ein unlösliches, dunkelviolettes Pulver. Diaurioxid (Au_2O_3) (Aurianhydrid) ist ein braunes Pulver. Ihm entspricht das Aurihydroxid ($\text{Au}(\text{OH})_3$), ein schwarzer Stoff, den Licht zersetzt und von dem sich die Alkaliaurate ableiten.

b) Halogenide. Aurochlorid (AuCl) ist ein kristallines, gelbliches oder rötliches Pulver. Auritrichlorid (braunes Chlorid) (AuCl_3) ist ein rot-bräunliches Pulver oder eine sehr hygroskopische, kristalline Masse. Es wird in verschlossenen Flaschen oder Röhrchen aufbewahrt. Hierher gehört auch Auritetrachlorwasserstoffsäure(III) ($\text{AuCl}_3 \cdot \text{HCl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) (gelbes Chlorid, Chlorogoldsäure), hydratisiert, in gelben Kristallen, und die Alkaliaurichloride (Chloroaurate, Doppelsalze von Alkaligoldchloriden), in rötlich-gelben Kristallen. Diese verschiedenen Produkte verwendet man in der Fotografie (Herstellung von Tonungsbädern), in der Keramik- und Glasindustrie und in der Medizin.

Das Cassius-Purpur genannte Erzeugnis, das eine Mischung von Stannihydroxid und kolloidalem Gold ist, gehört zu Kapitel 32. Man verwendet es zum Herstellen von Anstrichfarben und Lacken sowie insbesondere als Porzellanfarbe.

c) Andere Verbindungen. Goldsulfid (Au_2S_3) ist ein schwärzlicher Stoff, der mit Alkalisulfiden Thioaurate bildet.

Goldnatriumdoppelsulfit ($\text{NaAu}(\text{SO}_3)$) und Goldammoniumdoppelsulfit ($\text{NH}_4\text{Au}(\text{SO}_3)$) werden als farblose Lösungen gehandelt und zum Galvanisieren verwendet.

Goldnatriumthiosulfat wird in der Medizin verwendet.

Goldcyanid (AuCN) ist ein gelbes, kristallines Pulver, das sich beim Erhitzen zersetzt; man verwendet es zum elektrolytischen Vergolden und in der Medizin. Mit Alkalien bildet es Aurocyanide wie z.B. Kaliumtetracyanoaurat (KAu(CN)₄) das ein weisses, lösliches Salz ist und in der Galvanoplastik verwendet wird.

Das Goldnatriumthiocyanat, das in orangefarbenen Nadeln kristallisiert, verwendet man in der Medizin und Fotografie (Tonungsbäder).

- 3) Rutheniumverbindungen. Rutheniumdioxid (RuO₂) ist ein blauer Stoff, Rutheniumtetraoxid (RuO₄) ist orangefarben. Das Trichlorid (RuCl₃) und das Tetrachlorid (RuCl₄) bilden mit Alkali- und Chlorosalzen oder anderen Ammonium- und Nitrosoderivaten kristalline Doppelchloride.

Es gibt auch Doppelsalze von Alkalirutheniumnitriten.

- 4) Rhodiumverbindungen. Dem Rhodiumoxid (Rh₂O₃), einem schwarzen Pulver, entspricht ein Trihydroxid (Rh(OH)₃). Es gibt ein Trichlorid (RhCl₃), das Chlorrhodate mit den Alkalichloriden bildet, ein Sulfat, Alaune und Phosphate, komplexe Nitrate und Nitrite. Man kennt ausserdem Rhodocyanide und sehr komplexe Ammonium- und Oxalsäurederivate.
- 5) Palladiumverbindungen. Von den Palladiumoxiden ist das beständigste das Palladoxid (PdO); nur dieses ist basisch. Es ist ein schwarzes Pulver und zersetzt sich beim Erhitzen.

Palladium(II)-chlorid (PdCl₂) ist ein dunkelbraunes Pulver, das zerfliesst, wasserlöslich ist und mit 2 H₂O kristallisiert. Es wird in der Keramik, in der Fotografie und bei Elektrolysen verwendet.

Hierher gehören auch: Kaliumpalladium(II)-chlorid (PdCl₂.2KCl) ein ziemlich lösliches, braunes Salz, ein Indikator für Kohlenoxid. Es gibt Palladiumchloride, Palladiumamine (Palladodiamine), Palladiumsulfide, Palladiumnitrite, Palladiumcyanide, Palladiumoxalate und ein Palladium(II)-sulfat.

- 6) Osmiumverbindungen. Osmiumdioxid (OsO₂) ist ein dunkelbraunes Pulver. Das Osmiumtetroxid (OsO₄) ist ein flüchtiger, fester Stoff, der die Augen und Atemwege angreift. Es kristallisiert in weissen Nadeln. Man verwendet es in der Histologie und Mikrographie. Von diesem Oxid leiten sich die Osmate ab, wie z.B. das Kaliumosmat, in roten Kristallen, und unter Einwirkung von Ammoniak und Alkalihydroxiden die Ammoniosmate, wie Natriumkaliumaminoosmat, in gelben Kristallen.

Von Osmiumtetrachlorid (OsCl₄) und Osmiumtrichlorid (OsCl₃) leiten sich die Alkalichloroosmate und -chloroosmite ab.

- 7) Iridiumverbindungen. Ausser dem Iridiumoxid gibt es ein Iridiumtetrahydroxid (Ir(OH)₄), ein blauer, fester Stoff, ferner Chloroiridate und Chloroiridite, Doppelsulfate und Amine.
- 8) Platinverbindungen.

- a) Oxide. Platin(II)-oxid (PtO) ist ein violettes oder schwärzliches Pulver. Dem Platin(IV)-oxid (PtO₂) entsprechen mehrere Platinhydroxide, von denen eines, das

Tetrahydrat ($\text{H}_2\text{Pt}(\text{OH})_6$), eine komplexe Säure ist (Hexahydroplatinat(IV)), der die Salze wie die Alkalihexahydroxyplatinate und komplexe Platinamine entsprechen.

- b) Andere Verbindungen. Platin(IV)-chlorid (PtCl_4) kommt als braunes Pulver oder als gelbe Lösung in den Handel. Man verwendet es als Reagens. Das Platinchlorid des Handels die Chlorplatin(IV)-säure ($\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{HCl}$), ist das Tetrachlorid, das wasserlöslich ist und zerfliessende orangefarbene oder bräunliche Prismen bildet. Man verwendet sie in der Fotografie (Platintonung), in der Galvanoplastik (Platinierung), zum Herstellen von keramischen Glasuren und von Platinschwamm. Dieser Säure entsprechen die komplexen Aminoplantinate.

Der Tetrachloroplatinsäure (H_2PtCl_4), einem roten, festen Stoff, entsprechen die komplexen Platinamine. Kalium- und Bariumcyanoplantinate verwendet man zum Herstellen von Röntgenleuchtschirmen.

C. Edelmetallamalgame

Dies sind Legierungen der Edelmetalle mit Quecksilber. Gold- und Silberamalgam sind die verbreitetsten. Man verwendet sie als Zwischenerzeugnisse für die Gewinnung dieser Edelmetalle.

Die Amalgame der anderen Metalle gehören zu Nr. 2853. Jedoch verbleiben die Amalgame hier, die gleichzeitig Edelmetalle und andere Metalle enthalten; dies trifft für gewisse in der Zahntechnik verwendete Amalgame zu.

Quecksilerverbindungen, auch chemisch nicht einheitlich, andere als Amalgame, gehören zu Nr. 2852.

- 2844. Radioaktive chemische Elemente und radioaktive Isotope (einschliesslich der spaltbaren oder brütbaren chemischen Elemente und Isotope) und ihre Verbindungen; Mischungen und Rückstände, die solche Erzeugnisse enthalten**

I. Isotope

Die Kerne der Atome eines Elementes, die durch ihre Atomzahl bestimmt sind, umfassen immer die gleiche Anzahl Protonen, sie können sich jedoch durch die Anzahl Neutronen unterscheiden; daraus folgt, dass sie verschiedene Massen haben können (verschiedene Massenzahlen).

Die Nuclide, die sich nur durch die Massenzahl unterscheiden und nicht in der Atomzahl, werden Isotope des Elementes genannt. Daraus geht hervor, dass es mehrere Nuclide gibt, welche die gleiche Ordnungszahl 92 aufweisen und die alle als Uran bezeichnet werden, weisen jedoch eine Massenzahl von 227 bis 240 auf und werden deshalb Uran 233, Uran 235, Uran 238 usw. genannt. Analog dazu sind: Wasserstoff 1, Wasserstoff 2 oder Deuterium (zu Nr. 2845 gehörend) und Wasserstoff 3 oder Tritium, Isotope des Wasserstoffes.

Der wichtigste Faktor des chemischen Verhaltens eines Elementes ist mit der Anzahl positiver elektrischer Ladungen des Kernes (Anzahl Protonen) verbunden. Diese bestimmt die Zahl orbitaler Elektronen, welche in Wirklichkeit die chemischen Eigenschaften festlegt.

Aus diesem Grunde werden die Isotope des nämlichen Elementes - dessen Kerne die gleiche elektrische Nuklearladung aufweisen, jedoch unterschiedliche Massen haben - die

gleichen chemischen Eigenschaften aufweisen; die physikalischen Eigenschaften können jedoch von einem Isotop zum andern verschieden sein.

Die chemischen Elemente sind entweder aus einem einzigen Isotop (Monoisotopelement) oder aus einem Gemisch von zwei oder mehreren Isotopen zusammengesetzt, deren Verhältnisse im Allgemeinen genau bestimmt und festgelegt sind (z.B. natürliches Chlor, in freier oder gebundener Form, ist immer ein Gemisch aus 75,4 % Chlor 35 und 24,6 % Chlor 37 - daher mit einem Atomgewicht von 35,457 -).

Wenn das Element aus einem Isotopengemisch besteht, kann man seine Bausteine isolieren: diese Trennung kann beispielsweise durch die Diffusion durch ein poröses Rohr, durch elektromagnetische Trennung oder durch fraktionierte Elektrolyse erfolgen. Isotope können auch durch Beschuss der natürlichen Elemente mit Neutronen oder mit hoher kinetischer Energie beschleunigten Partikeln gebildet werden.

Im Sinne der Anmerkung 6 zu diesem Kapitel und der Tariftexte der Nrn. 2844 und 2845 gilt der Begriff Isotope nicht nur für reine Isotope, sondern auch für chemische Elemente, deren natürliche Isotopenzusammensetzung künstlich verändert wurde; dies durch Anreicherung einiger ihrer Isotope dieser Elemente (und was gleichbedeutend ist durch Entzug von einigen andern) oder durch Umbildung einiger Isotope in künstliche Isotope mittels Kernreaktion. Z.B. Chlor mit einem Atomgewicht von 35,30, durch Anreicherung dieses Elementes bis es 85 % Chlor 35 enthält (sowie, folglich durch Entzug bis es nur noch 15 % Chlor 37 enthält).

Zu erwähnen ist, dass die natürlicherweise vorkommenden monoisotopischen Elemente (z.B. Beryllium 9, Fluor 19, Aluminium 27, Phosphor 31, Mangan 55) nicht als Isotope einzureihen sind, sondern in ihrer ungebundenen oder gebundenen Form, je nach Fall, zu den spezifischen Nummern der chemischen Elemente oder ihrer Verbindungen gehören.

Jedoch gelten die künstlich gewonnenen radioaktiven Isotope dieser Elemente (z.B. Be 10, F 18, Al 29, P 32, Mn 54) als Isotope.

Weil die künstlichen chemischen Elemente (allgemein eine Atomzahl von über 92 oder Transuraniumelemente) keine fixe Isotopenzusammensetzung aufweisen, da sich diese je nach Herstellungsverfahren verändert, ist es unter diesen Umständen unmöglich, eine Unterscheidung zwischen chemischen Elementen und Isotopen im Sinne der Anmerkung 6 vorzunehmen.

Hierher gehören nur Isotope, die das Phänomen der Radioaktivität aufweisen (hierach beschrieben); dagegen gehören stabile Isotope zu Nr. 2845.

II. Radioaktivität

Bestimmte Nuclide, die wegen ihrem instabilen Aufbau der Kerne - sowohl in reiner Form als auch in Form chemischer Verbindungen - komplexe Strahlungen aussenden, welche physikalische oder chemische Wirkungen hervorrufen können, z.B.:

- 1) Ionisation von Gasen;
- 2) Fluoreszenz;
- 3) Belichtung von fotografischen Platten;

Dadurch können diese Strahlungen festgestellt und ihre Intensität gemessen werden mit z.B. Geiger-Müller-Zählern, Proportionalzählern, Ionisationskammern, Wilson-Kammern, Blasenkammern, Szintillationszählern, lichtempfindlichen Filmen und Platten.

Es ist die Erscheinung der Radioaktivität; die chemischen Elemente, die Isotope, die Verbindungen und im Allgemeinen jene Substanzen, die diese Eigenschaft aufweisen, werden als radioaktiv bezeichnet.

III. Radioaktive chemische Elemente, radioaktive Isotope und ihre Verbindungen; Mischungen und Rückstände, die solche Erzeugnisse enthalten

A) Radioaktive Elemente.

Hierher gehören die in der Anmerkung 6 a) zu diesem Kapitel bezeichneten radioaktiven chemischen Elemente, diese sind: Technetium, Promethium, Polonium sowie alle Elemente mit einer höheren Atomzahl wie Astat (Astatin), Radon, Francium, Radium, Actinium, Thorium, Protactinium, Uranium, Neptunium, Plutonium, Americium, Curium, Berkelium, Californium, Einsteinium, Fermium, Mendelevium, Nobelium und Lawrencium.

Es handelt sich um Elemente, die im Allgemeinen aus mehreren Isotopen - die alle radioaktiv sind - bestehen.

Dagegen gibt es auch aus Gemischen von stabilen Isotopen und von radioaktiven Isotopen zusammengesetzte Elemente wie Kalium, Rubidium, Samarium, Lutetium (Nr. 2805), die wegen der sehr geringen spezifischen Radioaktivität ihrer radioaktiven Isotope und wegen ihres sehr geringen Anteils am Gemisch, praktisch als stabil bezeichnet werden können und deshalb nicht zu dieser Nummer gehören.

Dagegen sind die in ihren radioaktiven Isotopen angereicherten Elemente (Kalium, Rubidium, Samarium, Lutetium bzw. K 40, Rb 87, Sm 147, Lu 176) als radioaktiv zu betrachten und gehören zu dieser Nummer.

B) Radioaktive Isotope.

Nebst den bereits genannten natürlichen radioaktiven Isotopen d.h. Kalium 40, Rubidium 87, Samarium 147, Lutetium 176 können Uran 235 und Uran 238 erwähnt werden, die Gegenstand einer vertieften Studie im Absatz IV sind, sowie gewisse Isotope des Talliums, des Bleis, des Wismuths, des Poloniums, des Radiums, des Actiniums oder des Thoriums, die meistens anders bezeichnet werden als die entsprechenden Elemente. Diese Bezeichnung erinnert an den Namen des Ausgangselementes, aus dem sie durch radioaktive Umwandlung gewonnen worden sind. Dies ist beispielsweise der Fall für Wismuth 210 genannt Radium E, Polonium 212 genannt Thorium C und Actinium 228 genannt Mesothorium II.

Chemische Elemente, die normalerweise stabil sind, können entweder durch Beschließen mit Teilchen (Protonen, Deuteronen), welche in Beschleunigern (z.B. Cyclotronen oder Synchotronen) eine sehr hohe kinetische Energie erhalten haben oder aber durch Absorption von Neutronen in Kernreaktoren radioaktiv gemacht werden.

Die derart radioaktiv gemachten Elemente werden als künstliche radioaktive Isotope bezeichnet. Unter ihnen werden etwa 500 erfasst, von denen ungefähr 200 eine praktische Verwendung haben. Nebst dem Uran 233 und den Plutoniumisotopen, die nachstehend beschrieben werden, gehören zu den wichtigsten Wasserstoff 3 (Tritium), Kohlenstoff 14, Natrium 24, Phosphor 32, Schwefel 35, Kalium 42, Calcium 45, Chrom 51, Eisen 59, Kobalt 60, Krypton 85, Strontium 90, Yttrium 90, Palladium 109,

Jod 131 und 132, Xenon 133, Caesium 137, Thulium 170, Iridium 192, Gold 198 und Polonium 210.

Radioaktive chemische Elemente und radioaktive Isotope wandeln sich auf natürliche Weise in stabilere Elemente oder Isotope um.

Die Zeit, innerhalb der ein radioaktives Isotop auf die Hälfte seiner ursprünglichen Menge zerfällt, nennt man die Halbwertszeit. Dieser Wert schwankt zwischen Milliarden Jahren ($1,5 \times 10^{11}$ Jahre bei Samarium 147) oder einem winzigen Bruchteil einer Sekunde ($0,3 \times 10^{-6}$ Sekunde bei Thorium C) und liefert eine praktische Angabe zur Einschätzung der statistischen Instabilität des entsprechenden Kernes.

Die chemischen Elemente und radioaktiven Isotope gehören auch dann hierher, wenn sie untereinander oder mit radioaktiven Verbindungen oder auch mit nicht radioaktiven Stoffen gemischt sind (z.B. bestrahlte, unbearbeitete Scheiben und radioaktive Quellen), unter der Bedingung, dass die spezifische Radioaktivität des betreffenden Erzeugnisses 74 Bq/g (0,002 μ Ci/g) übersteigt.

- C) Radioaktive Verbindungen; Gemische und Rückstände, die radioaktive Substanzen enthalten.

Die radioaktiven chemischen Elemente und die radioaktiven Isotope dieser Nummer werden häufig als Verbindungen oder markierte Erzeugnisse verwendet, d.h. sie umfassen Moleküle, von denen ein oder mehrere Atome radioaktiv sind. Diese Verbindungen gehören auch dann hierher, wenn sie gelöst, dispergiert oder auf natürliche oder künstliche Weise mit anderen radioaktiven oder nicht radioaktiven Stoffen gemischt sind. Die radioaktiven Elemente und radioaktiven Isotope gehören auch in Form von Legierungen, Dispersionen oder Cermets hierher.

Verbindungen, auch organische, deren Molekül radioaktive chemische Elemente oder radioaktive Isotope enthält sowie ihre Lösungen gehören hierher, auch wenn die spezifische Radioaktivität dieser Verbindungen oder dieser Lösungen weniger als 74 Bq/g (0,002 μ Ci/g) beträgt; dagegen gehören Legierungen, Dispersionen (auch Cermets), keramische Erzeugnisse und radioaktive Erzeugnisse beinhaltende Gemische (Elemente, Isotope oder ihre Verbindungen) nur hierher, wenn ihre spezifische Radioaktivität 74 Bq/g (0,002 μ Ci/g) übersteigt. Die selten in ungebundenem Zustand verwendeten radioaktiven Elemente und radioaktiven Isotope werden in Form von chemischen Verbindungen oder Legierungen gehandelt. Ungeachtet der Verbindungen spaltbarer und brütbarer Elemente, deren Charakteristik und Wichtigkeit eine Zusammenfassung im Absatz IV rechtfertigt, sind die bedeutendsten radioaktiven Verbindungen die folgenden:

- 1) Radiumsalze (Chlorid, Bromid, Sulfat usw.), die als Strahlungsquelle zur Krebsbehandlung und für bestimmte physikalische Versuche verwendet werden.
- 2) Verbindungen der in Absatz III B genannten radioaktiven Isotopen.

Die künstlich radioaktiven Isotopen und ihre Verbindungen werden verwendet:

- a) In der Industrie: bei der Radiografie der Metalle; zum Messen der Dicke von Eisenblechen, Drähten usw.; zum Feststellen des Flüssigkeitsspiegels in schwer zugänglichen Behältern; zum Erreichen der Vulkanisation, zum Einleiten der Polymerisation oder zum Aufpropfen von mehreren organischen Verbindungen; zum Herstellen von Leuchtfarben (z.B. in Mischung mit Zinksulfid) für Zifferblätter von Uhren, Bordinstrumenten usw.

- b) In der Medizin: zu diagnostischen Zwecken oder zum Behandeln bestimmter Krankheiten (Kobalt 60, Jod 131, Gold 198, Phosphor 32 usw.).
- c) In der Landwirtschaft: zum Sterilisieren von Lebensmitteln; zur Keimverhütung; zum Studium der Düngeraufnahme durch Pflanzen; um genetische Mutationen zur Verbesserung der Arten hervorzurufen usw. (Kobalt 60, Caesium 137, Phosphor 32 usw.).
- d) In der Biologie: zum Studium der Funktion oder der Entwicklung bestimmter tierischer oder pflanzlicher Organe (Tritium, Kohlenstoff 14, Natrium 24, Phosphor 32, Schwefel 35, Kalium 42, Calcium 45, Eisen 59, Strontium 90, Jod 131 usw.).
- e) Bei physikalischen oder chemischen Untersuchungen.

Radioaktive Isotope und ihre Verbindungen liegen in Form von Pulvern, Lösungen, Nadeln, Drähten, Rohren und Folien vor. Man bewahrt sie meist in Glasampullen, feinen Platinneedeln, Rohren aus rostfreiem Stahl usw. auf, die ihrerseits in mehr oder weniger dicken Metallbehältern (meist aus Blei) eingeschlossen sind. Diese Behälter sind je nach der Radioaktivität der Isotope mehr oder weniger dickwandig, um vor Strahlung zu schützen. Die Behälter sind nach bestimmten internationalen Regeln mit Etiketten beklebt, auf denen Angaben über die Natur des Isotops und seine Aktivität stehen.

Als Gemische sind gewisse Neutronenquellen zu nennen, die durch die Verbindung (mischen, legieren, zusammenfügen usw.) eines radioaktiven Elementes oder eines radioaktiven Isotopes (Radium, Radon, Antimon 124, Americium 241 usw.) mit einem anderen Element (Beryllium, Fluor usw.) nach der Art und Weise bestehen, um eine Reaktion zu erhalten (Gamma,n) oder (Alpha,n) (Einführen eines (Gamma-) Photons oder bzw. eines (Alpha-Teilchens) und Aussendung eines Neutrons).

Jedoch gelten montierte Neutronenquellen, die zur Auslösung der Kettenreaktion in Kernreaktoren eingeführt werden können, als Reaktorteile und sind in Nr. 8401 zu klassieren.

Die mit Schichten von Kohlenstoff oder Siliciumcarbid umhüllten mikrosphärischen Kernbaustoffe, die in sphärische oder prismenförmige Brennelemente eingeführt werden können, gehören hierher.

Zu nennen sind die Erzeugnisse wie Luminophore, denen geringe Mengen radioaktiver Stoffe zugeführt worden sind, um sie selbstleuchtend zu machen, sofern die spezifische Radioaktivität, welche daraus hervorgeht, 74 Bq/g (0,002 μ Ci/g) übersteigt.

Die wichtigsten radioaktiven Abfälle sind hinsichtlich ihrer Wiederverwendbarkeit die folgenden:

- 1) Bestrahltes oder mit Tritium behandeltes schweres Wasser: Nach einem kürzeren oder längeren Verbleib im Atomreaktor verwandelt sich ein Teil des Deuteriums - Bestandteil des schweren Wassers - durch Neutronenabsorption in Tritium, dadurch wird das schwere Wasser radioaktiv.
- 2) Verbrauchte (bestrahlte) Brennelemente (Packungen) - allgemein hochgradig radioaktiv - werden hauptsächlich zur Rückgewinnung des darin enthaltenen spaltbaren und angereicherten Materials verwendet (s.a. folgender Absatz IV).

**IV. Spaltbare und brütbare chemische Elemente und Isotope
und ihre Verbindungen; Gemische und Rückstände,
die diese Erzeugnisse enthalten.**

A) Spaltbare und brütbare chemische Elemente und Isotope

Gewisse unter Absatz III genannte chemische radioaktive Elemente und radioaktive Isotope, mit hohem Atomgewicht z.B. Thorium, Uran, Plutonium, Americium, weisen einen besonders komplex strukturierten Atomkern auf. Werden diese Kerne der Einwirkung von Elementarteilchen (Neutronen, Protonen, Deuteronen, Tritonen, Alpha-Teilchen usw.) ausgesetzt, können sie diese Teilchen absorbieren, was die Instabilität erhöht, bis es zum Zerfall in zwei Atomkerne von Elementen mittlerer und einander ähnlicher Masse (seltener in drei oder vier Bruchstücke) kommt. Dieser Zerfall setzt eine enorme Energiemenge frei und führt zur Bildung sekundärer Neutronen. Dieser Vorgang wird als Kernspaltung oder Kernumwandlung bezeichnet.

Die Kernspaltung erfolgt selten spontan oder unter Einwirkung von Photonen.

Die im Augenblick der Spaltung frei werdenden sekundären Neutronen können eine zweite Spaltung bewirken, wobei von neuem sekundäre Neutronen entstehen und so fort. Dieser wiederholte Vorgang führt zu einer Kettenreaktion.

Manche Atomkerne (U 233, U 235, Pu 239) lassen sich mit langsamen Neutronen, d.h. Neutronen mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von ca. 2200 m/sec (oder einer Energie von 1/40 Elektronenvolt (eV) gewöhnlich leicht spalten. Da diese langsamen Neutronen in ihrer Geschwindigkeit mit gewöhnlichen Gasmolekülen (thermische Bewegung) vergleichbar sind, werden sie auch als thermische Neutronen bezeichnet.

Gegenwärtig wird die Spaltung in Kernreaktoren in den meisten Fällen durch thermische Neutronen bewirkt.

Aus diesem Grunde werden mit dem Begriff spaltbares Material, im doppelten Sinne, die durch thermische Neutronen gespaltenen Isotope z.B. Uran 233, Uran 235, Plutonium 239 sowie die chemischen Elemente, die sie enthalten, z.B. Uran, Plutonium, bezeichnet.

Andere Nucleide, wie Uran 238 und Thorium 232, sind nur mit schnellen Neutronen spaltbar und werden nicht im doppelten Sinne als spaltbar sondern als brütbar bezeichnet: "Brütbarkeit" röhrt daher, dass diese Nucleide langsame Neutronen absorbieren können und dadurch die Entstehung von spaltbarem Plutonium 239 resp. spaltbarem Uran 233 ermöglichen.

In den thermischen Atomreaktoren (mit verlangsamten Neutronen) besitzen die bei der Spaltung frei werdenden sekundären Neutronen eine erheblich höhere Energie (in der Größenordnung von 2 Millionen Elektronenvolt (eV)), deshalb müssen die Neutronen abgebremst werden, damit eine Kettenreaktion stattfinden kann. Dies kann mit Moderatoren vorgenommen werden, d.h. Erzeugnisse auf der Grundlage von Elementen mit geringem Atomgewicht (wie z.B. natürliches Wasser, schweres Wasser, bestimmte Kohlenwasserstoffe, Grafit, Beryllium usw.), die beim Aufprall einen Teil der Neutronenenergie aufnehmen, jedoch die Neutronen nicht oder nur in vernachlässigbaren Größen absorbieren.

Damit eine Kettenreaktion beginnt und sich fortsetzt, muss die Zahl der durch Spaltung frei gewordenen sekundären Neutronen im Mittel ebenso gross oder grösser sein

als die Zahl der Neutronen, die durch Einfangen oder Abwandern verloren gehen, weil diese verlorenen Neutronen keine Spaltung bewirken.

Brütbare oder spaltbare chemische Elemente sind folgende:

1) Natürliche Uran

Natürliche Uran besteht aus einer Mischung von drei Isotopen: Uran 238 mit 99,28 % der totalen Masse, Uran 235 mit 0,71 % der totalen Masse und Uran 234, das nur in sehr geringer Menge von 0,006 % vorkommt und vernachlässigt werden kann. Folglich kann es gleichzeitig als spaltbares Element (durch seinen Gehalt an U 235) und als brütbares Element (durch seinen Gehalt an U 238) bezeichnet werden.

Dieses Metall wird hauptsächlich aus der Pechblende, dem Uraninit, dem Autunit, dem Brannerit, dem Carnotit und dem Chalkolith (Torbernit) gewonnen. Man erhält es auch aus bestimmten Nebenerzeugnissen, insbesondere aus den Rückständen der Superphosphatherstellung oder aus den Rückständen der Goldgewinnung. Gewöhnlich gewinnt man es durch Reduzieren des Urantetrafluorids mit Calcium oder Magnesium oder durch Elektrolyse.

Uran ist ein schwach radioaktives Metall, sehr schwer (Dichte 19) und hart. Seine frisch polierte Oberfläche ist silbergrau; mit dem Luftsauerstoff bildet es jedoch unter Braufärbung schnell Uranoxide. Uranpulver oxidiert und entflammt sich rasch an der Luft.

Uran wird gewöhnlich in Form von Rohblöcken gehandelt, die poliert, geteilt, gewalzt usw. werden können um Barren, Rohre, Folien, Fäden usw. zu erhalten.

2) Thorium

Thorit und Orangit sind reichhaltige aber seltene Mineralien; Thorium wird hauptsächlich aus Monazit extrahiert, woraus ebenfalls die seltenen Erden extrahiert werden.

Das unreine Metall kommt als graues, leicht entzündliches Pulver vor. Es wird durch Elektrolyse der Fluoride oder durch Reduktion der Fluoride, Chloride oder Oxide gewonnen. Das derart gewonnene Metall wird in inerter Atmosphäre gereinigt und gesintert sowie in schwere (Dichte 11,5), harte (jedoch geringer als Uran), silbergraue, mit der Luft sehr rasch oxidierende Barren umgewandelt.

Bleche, Barren, Rohre, Drähte usw. werden durch Walzen, Strangpressen oder Ziehen hergestellt. Das Element Thorium besteht hauptsächlich aus dem Isotop Thorium 232.

Thorium und gewisse seiner Legierungen werden hauptsächlich als angereicherte Materie in Atomreaktoren verwendet. Nichtsdestoweniger wurden die Legierungen Thorium-Magnesium und Thorium-Wolfram in der Luftfahrtindustrie oder in der Herstellung von thermoionischem Material verwendet.

Hierher gehören nicht: Waren oder Warenteile aus Thorium des Abschnittes XVI bis XIX.

3) Plutonium

Das industriell verwendete Plutonium wird durch Bestrahlung von Uran 238 in einem Atomreaktor gewonnen.

Es ist sehr schwer (Dichte 19,8), radioaktiv und sehr giftig. Sein Ansehen ähnelt dem des Uran. Es ist wie dieses leicht oxidierbar.

Es kommt in den gleichen Formen wie angereichertes Uran in den Handel. Seine Handhabung erfordert grösste Vorsicht.

Als spaltbare Isotope sind zu nennen:

- 1) Uran 233, das man in Kernreaktoren aus Thorium 232 gewinnt, welches nacheinander in Thorium 233, in Protactinium 233 und schliesslich in Uran 233 umgewandelt wird.
- 2) Uran 235, das im natürlichen Uran mit einem Anteil von 0,71 % enthalten ist, ist das einzige natürlich vorkommende spaltbare Isotop.

Nach Umwandeln des natürlichen Urans in Uranhexafluorid gewinnt man durch Isotopentrennung einerseits an U 235 angereichertes Uran und andererseits an U 235 verarmtes (an U 238 angereichertes) Uran. Die Isotopentrennung erfolgt entweder durch ein elektromagnetisches Verfahren oder durch Zentrifugieren oder auch durch Gasdiffusion.

- 3) Plutonium 239 gewinnt man in Kernreaktoren aus dem Uran 238; dieses wird nacheinander in Uran 239, Neptunium 239 und Plutonium 239 überführt.

Ebenfalls können einige Transplutoniumelemente genannt werden, wie Californium 252, Americium 241, Curium 242 und Curium 244, die zu Spaltungen (spontane oder nicht) führen können oder als intensive Neutronenquelle dienen können.

Als brütbare Isotope sind noch zu nennen, ausser dem Thorium 232, verarmtes Uran (d.h. verarmt an Uran 235 und deshalb angereichert mit U 238). Es handelt sich um ein Nebenprodukt der Anreicherung von Uran an U 235. Wegen des geringeren Preises und der verfügbaren Mengen ersetzt es das natürliche Uran insbesondere als brütbare Material, als Schutzschild gegen Strahlungen, als Schwermetall für die Flugscheibenfabrikation oder zur Herstellung von absorbierenden Gemischen (Getters), die in der Reinigung gewisser Gase verwendet werden.

Hierher gehören nicht Waren und Warenteile aus an U 235 verarmtem Uran der Abschnitte XVI bis XIX.

B) Verbindungen chemischer Elemente und Isotope, spaltbar und brütbar.

Hierher gehören beispielsweise folgende Verbindungen:

- 1) Aus Uran:
 - a) Oxide: UO_2 , U_3O_8 und UO_3
 - b) Fluoride: UF_4 und UF_6 (dieses sublimiert bei 56°C)
 - c) Carbide: UC und UC_2
 - d) Uranate: $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ und $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$

- e) Uranylnitrat: $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 - f) Uranylsulfat: $\text{UO}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- 2) Aus Plutonium:
- a) Tetrafluorid PuF_4
 - b) Dioxid PuO_2
 - c) Nitrat $\text{PuO}_2(\text{NO}_3)_2$
 - d) Carbid PuC und Pu_2C_3
 - e) Nitrid PuN

Diese Verbindungen von Uran und Plutonium werden hauptsächlich in der Atomindustrie, entweder als Zwischenerzeugnisse oder als Enderzeugnisse, verwendet. Uranhexafluorid wird in Zylindern geliefert. Es ist ziemlich giftig und muss vorsichtig gehandhabt werden.

3) Des Thoriums

- a) Oxid und Hydroxid: Thoriumoxid (ThO_2) (Thorin) ist ein weiss-gelbliches, in Wasser unlösliches Pulver. Hydroxid ($\text{Th}(\text{OH})_4$) besteht aus hydratisiertem Thorin. Beide werden aus Monazit gewonnen. Sie werden zum Ausrüsten von Glühstrümpfen, als feuerfeste Stoffe und als Katalysatoren (Synthese von Aceton) verwendet. Das Oxid wird als brütbare Material in Atomreaktoren verwendet.
 - b) Anorganische Salze; diese Salze sind im Allgemeinen weiss. Die wichtigsten sind:
 1. Thoriumnitrat kommt in mehr oder weniger hydratisiertem Zustand in Form von Kristallen oder Pulver (calciniertes Nitrat) vor. Es wird zur Zubereitung von Leuchtfarben verwendet. Im Gemisch mit Cernitrat wird es zum Imprägnieren von Glühstrümpfen verwendet;
 2. Thoriumsulfat (als kristallines Pulver ist es in kaltem Wasser löslich), Thoriumhydrogensulfat und Alkalidoppelsulfate;
 3. Thoriumchlorid (ThCl_4) wasserfrei oder hydratisiert und Thoriumoxychlorid;
 4. Thoriumnitrid und Thoriumcarbid, werden als feuerfeste Erzeugnisse, als Schleifstoffe oder als brütbare Material in Atomreaktoren verwendet.
 - c) Organische Verbindungen. Am besten bekannt sind Thoriumformiat, -acetat, -tartrat und -benzoat, die in der Medizin eingesetzt werden.
- C) Legierungen, Dispersionen (einschliesslich Cermets), keramische Erzeugnisse, Gemische und Rückstände, die spaltbare, brütbare Elemente oder Isotope oder ihre anorganischen oder organischen Verbindungen enthalten.

Die wichtigsten Erzeugnisse dieser Gruppe sind:

- 1) Legierungen von Uran und Plutonium mit Aluminium, Chrom, Zirkon, Molybdän, Titan, Niobium, Vanadium, die Uran-Plutonium-Legierungen und Ferro-Uran-Legierungen.

- 2) Urandioxiddispersionen (UO_2) oder Urancarbiddispersionen (UC), auch mit Thoriumdioxid oder Thoriumkarbid in Grafit oder Polyethylen vermischt.
- 3) Cermets bestehend aus Urandioxid (UO_2), Plutoniumdioxid (PuO_2), Urancarbid (UC) oder Plutoniumcarbid (PuC) (oder aus Gemischen dieser Bestandteile mit Thoriumdioxid oder Thoriumcarbid) und verschiedenen Metallen (insbesondere rostfreiem Stahl).

Diese Erzeugnisse werden, in Form von Barren, Platten, Kugeln, Drähten, Pulvern usw., entweder zur Herstellung von Brennelementen oder direkt in Atomreaktoren verwendet.

Barren, Platten und Kugeln, die mit einer Hülle versehen für die Handhabung ausgerüstet sind, gehören zu Nr. 8401.

- 4) Verbrauchte (bestrahlte) Brennstoffelemente (Patronen) d.h. solche, die nach einer mehr oder weniger langen Verwendung ersetzt werden müssen, z.B. weil die Anhäufung von Spaltprodukten die Kettenreaktion hemmt, oder weil die Hüllen der Patronen beschädigt sind. Die verbrauchten Brennstoffelemente werden, nach Kühlung und genügend langer Lagerung in tiefem Wasser zur Verringerung ihrer Radioaktivität, in Bleibehältern verpackt in Spezialfabriken gebracht, um das restliche spaltbare Material, das durch Umwandlung von Brutstoffen entstandene spaltbare Material, das allgemein in den Brennstoffelementen enthalten ist, und die Spaltprodukte zurückzugewinnen.

2845. Isotope, ausgenommen solche der Nr. 2844; ihre anorganischen oder organischen Verbindungen, auch chemisch nicht einheitlich

Für die Begriffsbestimmung der "Isotope" wird auf den Abschnitt I der Erläuterungen zu Nr. 2844 verwiesen.

Hierher gehören die stabilen Isotope, d.h. die keine radioaktive Erscheinung aufweisen, und ihre anorganischen oder organischen Verbindungen, auch chemisch nicht einheitlich.

Von den hierher gehörenden Isopen und ihren Verbindungen sind zu nennen:

- 1) Schwerer Wasserstoff oder Deuterium, der aus normalem Wasserstoff abgetrennt werden kann, in dem er in einem Verhältnis von ungefähr 1:6'500 enthalten ist.
- 2) Schweres Wasser, das Deuteriumoxid ist. Es ist in gewöhnlichem Wasser ungefähr im Verhältnis 1:6'500 enthalten. Man gewinnt es meist als Nebenerzeugnis der Wasser-elektrolyse. Schweres Wasser dient zum Gewinnen von Deuterium und wird in den Atommeilern als Neutronenbremse bei der Spaltung der Uranatome verwendet.
- 3) Andere Verbindungen, die von Deuterium abgeleitet sind, wie: schweres Acetylen, schweres Methan, schwere Essigsäuren und schweres Paraffin.
- 4) Lithiumisotope (Lithium 6 und 7 genannt) und ihre Verbindungen.
- 5) Das Kohlenstoffisotop, das als Kohlenstoff 13 bezeichnet wird und seine Verbindungen.

2846. Anorganische oder organische Verbindungen der Seltenerdmetalle, des Yttriums oder des Scandiums oder der Mischungen dieser Metalle

Hierher gehören die anorganischen oder organischen Verbindungen des Yttriums, des Scandiums und der Seltenerdmetalle der Nr. 2805 (Lanthan, Cer, Praseodym, Neodym,

Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium, Lutetium). Hierher gehören auch die Verbindungen, die direkt durch chemische Behandlung der Elementgemische erhalten werden. Folglich gehören hierher die Oxid- oder Hydroxidgemische dieser Elemente oder die Salzgemische mit dem nämlichen Anion (z.B. Metallchloride der Seltenerden), dagegen nicht Salzgemische mit unterschiedlichen Anionen, auch wenn diese das nämliche Kation aufweisen. Hierher gehören also nicht, z.B., weder ein Gemisch aus Europiumnitrat und Samarium mit den Oxalaten noch ein Gemisch aus Cerchlorid und Cersulfat - davon ausgehend, dass es sich nicht um Verbindungen handelt, die direkt aus Gemischen von Elementen, sondern aus Elementgemischen, die absichtlich zu speziellen Zwecken so hergestellt wurden, und folglich zu Nr. 3824 gehören.

Hierher gehören auch die Doppelsalze und Komplexsalze dieser Metalle mit anderen Metallen.

Von den hierher gehörenden Verbindungen sind folgende zu nennen:

1) Cerverbindungen.

- a) Oxide und Hydroxide. Cerioxid ist ein weisses, wasserunlösliches Pulver, das aus dem Nitrat gewonnen wird. Man verwendet es in der Keramik als Trübungsmittel, in der Glasindustrie als Farbstoff, zum Herstellen von Bogenlampenkohlen und auch als Katalysator zum Herstellen von Salpetersäure und Ammoniak. Es gibt auch ein Cerihydroxid. Ceroxid und -hydroxid sind wenig beständig.
- b) Cersalze. Cer(III)-nitrat ($\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$) verwendet man zum Herstellen von Glühstrümpfen, Ammoniumcer(IV)-nitrat hat die Form roter Kristalle.

Die Cersulfate (Cer(III)-sulfat und seine Hydrate, hydratisiertes Cer(IV)-sulfat, in orangegelben Prismen, wasserlöslich) werden in der Fotografie als Abschwächer verwendet. Es gibt auch Cerdoppelsulfate.

Ausser dem Cer(III)-chlorid (CeCl_3) sind noch verschiedene andere Cer(III)-salze (farblos) und Cer(IV)-salze (gelb oder orangefarben) zu nennen.

Ceroxalat kommt als Pulver oder als hellgelbe, hydratisierte, praktisch wasserunlösliche Kristalle vor. Man verwendet es zum Herstellen der Metalle der Cergruppe und in der Medizin.

2) Verbindungen anderer Seltenerdmetalle. Im Handel gibt es in mehr oder weniger reinem Zustand: Yttriumoxid (Yttererde), Terbiumoxid (Terbit). Mischungen von Ytterbiumoxiden (Ytterinerde) und von Oxiden anderer Seltenerdmetalle (Terbin). Von diesen Oxidgemischen direkt erhaltene Gemische bleiben in dieser Nummer.

Die Oxide des Europiums, Samariums usw. werden in Kernreaktoren zum Absorbierten von langsamen Neutronen verwendet.

Hierher gehören nicht:

- a) *Die natürlichen Verbindungen der Seltenerdmetalle, insbesondere Xenotim (komplexe Phosphate), Gadolinit oder Ytterbit und Cerit (komplexe Silicate) (Nr. 2530.); Monazit (Phosphat des Thoriums und der Seltenerdmetalle) (Nr. 2612).*
- b) *Die Salze und andere anorganische oder organische Verbindungen von Promethium (Nr. 2844).*

2847.

Wasserstoffperoxid, auch mit Harnstoff verfestigt

Wasserstoffperoxid (Wasserstoffsperoxid) (H_2O_2) wird aus Barium- oder Natriumdioxid oder Kaliumperoxosulfat durch Behandeln mit Säure oder durch elektrolytische Oxidation von Schwefelsäure und nachfolgender Destillation gewonnen. Es ist eine farblose Flüssigkeit, die wie gewöhnliches Wasser aussieht. Es kann eine sirupartige Beschaffenheit haben. Es ätzt die Haut, besonders wenn es konzentriert ist. Wasserstoffperoxid wird in Korbflaschen versandt.

Wasserstoffperoxid ist in alkalischem Medium sehr unbeständig, besonders bei Hitze und Licht. Es bleibt in dieser Nummer, auch wenn ihm, zumeist zum Erhalt seiner Beschaffenheit, geringe Mengen von Stabilisatoren (Borsäure, Citronensäure usw.) zugesetzt sind, deren Anwesenheit keine Änderung der Einreihung bewirkt.

Hierher gehört auch mit Harnstoffen verfestigtes Wasserstoffperoxid, auch stabilisiert.

Wasserstoffperoxid verwendet man zum Bleichen von Textilien, Federn, Stroh, Schwämmen, Elfenbein, Haaren usw., ferner in der Küpenfärberei, zum Reinigen von Trinkwasser, zum Restaurieren von alten Bildern, in der Fotografie und Medizin (Antiseptikum und blutstillendes Mittel).

Dosiert als Medikament aufgemacht oder in Einzelverkaufsaufmachung gehört Wasserstoffperoxid zu Nr. 3004.

2849.

Carbide, auch chemisch nicht einheitlich

Zu dieser Position gehören:

- A) Binäre Carbide sind chemische Verbindungen von Kohlenstoff und eines anderen stärker elektropositiven Elementes als der Kohlenstoff. Zu dieser Nummer gehören auch jene, die als Acetylide bekannt sind.

Am meisten bekannte binäre Carbide sind:

- 1) Calciumcarbid (CaC_2) ist ein fester Stoff, der in reinem Zustand durchscheinend und farblos, in unreinem Zustand undurchsichtig und grau ist. Es wird durch Wasser unter Bildung von Acetylen zersetzt. Man verwendet es zum Herstellen dieses Gases und von Calciumcyanamid.
- 2) Siliciumcarbid (Kohlenstoffsilicid, Carborundum) (SiC) wird aus Kohlenstoff und Kieselerde im elektrischen Ofen gewonnen. Es kommt in schwarzen Kristallen oder Stücken, zerkleinerten Massen oder Körnern vor. Es ist ein schwer schmelzbarer Stoff, der widerstandsfähig gegen chemische Reagenzien ist, eine gewisse Hitzebeständigkeit besitzt und fast ebenso hart wie Diamant, aber ziemlich brüchig ist. Es wird viel als Schleifmittel und als feuerfestes Erzeugnis verwendet. In Mischung mit Grafit verwendet man es zum Auskleiden von elektrischen Öfen und anderen Hochtemperaturöfen. Man verwendet es auch zum Herstellen von Silicium. Als Schleifmittel in Pulver oder Körnern auf Geweben, Papier, Karton und anderen Materialien gehört es zu Nr. 6805, als Mühlsteine, Schleif-, Polier- und Wetzsteine zu der Nr. 6804.
- 3) Borcarbid (Borkohlenstoff) wird aus Grafit und Borsäure im elektrischen Ofen gewonnen. Es bildet schwärzliche, harte und glänzende Kristalle. Man verwendet es

als Schleifmittel zu Gesteinsbohrungen, zum Herstellen von Spinndüsen und Elektroden.

- 4) Aluminiumcarbid (Al_4C_3) wird im elektrischen Ofen durch Reduktion von Tonerde mit Koks gewonnen. Es kommt in gelben, durchscheinenden Kristallen oder in Lamellen vor. Es wird durch Wasser unter Bildung von Methan zersetzt.
 - 5) Zirkoncarbid (ZrC) wird im elektrischen Ofen aus Zirkonoxid und Russ gewonnen. Es wird durch Luft und Wasser angegriffen und zum Herstellen der Glühfäden für elektrische Birnen verwendet.
 - 6) Bariumcarbid (BaC_2) wird im Allgemeinen im elektrischen Ofen gewonnen. Es hat die Form bräunlicher, kristalliner Massen und wird durch Wasser unter Bildung von Acetylen zersetzt.
 - 7) Wolframcarbide werden aus Wolframpulver oder Wolframoxid und Russ im elektrischen Ofen gewonnen. Es ist ein Pulver, das sich durch Wasser nicht zersetzen lässt und grosse chemische Stabilität besitzt. Es hat einen hohen Schmelzpunkt, besitzt grosse Härte und starke Hitzebeständigkeit. Seine Leitfähigkeit ist mit der der Metalle vergleichbar. Es verbindet sich leicht mit den Metallen der Eisengruppe. Es bildet einen Bestandteil der Hartlegierungen und des Werkzeugstahls (meist mit Zusatz eines Bindemittels wie Kobalt oder Nickel).
 - 8) Andere Carbide. Es gibt noch Chromcarbid und Mangancarbid. Molybdän-, Vanadium-, Titan-, Tantal- und Niobcarbid, die aus dem Metallpulver oder dem Oxid und Russ im elektrischen Ofen gewonnen werden, und dieselben Verwendungszwecke wie Wolframcarbid haben.
- B) Carbide, die aus Kohlenstoff und beispielsweise mehr als einem Metallelement (Ti , W)C bestehen.
- C) Verbindungen aus einem oder mehreren Metallelementen, kombiniert mit Kohlenstoff und anderen Nichtmetallelementen, z.B. Aluminiumborcarbide, Zirkoncarbonitride und Titancarbonitride.
- Die Proportion der Elemente ist in einigen dieser Verbindungen nicht stöchiometrisch. Mechanische Mischungen gehören jedoch nicht hierher.
- Hierher gehören ebenfalls nicht:*
- a) Binäre Verbindungen von Kohlenstoff mit folgenden Elementen: Sauerstoff (Nr. 2811), Halogenen (Nr. 2812 und 2903), Schwefel (Nr. 2813), Edelmetallen (Nr. 2843), Stickstoff (Nr. 2853), Wasserstoff (Nr. 2901).
 - b) Mischungen von Metallcarbiden, nicht agglomeriert, die zum Herstellen von Plättchen, Stäbchen, Spitzen und ähnlichen Formstücken für Werkzeuge zubereitet sind (Nr. 3824).
 - c) Eisen-Kohlenstoff-Legierungen des Kapitels 72, wie Weissguss, ohne Rücksicht auf den Eisencarbidgehalt.
 - d) Mischungen von agglomerierten Metallcarbiden, die zu Plättchen, Stäbchen, Spitzen und ähnlichen Formstücken für Werkzeuge verarbeitet sind (Nr. 8209).

2850. **Hydride, Nitride, Azide, Silicide und Boride, auch chemisch nicht einheitlich, andere als solche Verbindungen, die ebenfalls Carbide der Nr. 2849 sind.**

Die vier hierher gehörenden Gruppen von vier Verbindungen enthalten zwei oder mehr Elemente, von denen das eine sich aus der Bezeichnung ergibt (Wasserstoff, Stickstoff, Silicium und Bor), das andere aber ein Nichtmetall oder ein Metall ist.

A. Hydride

Das wichtigste der hierher gehörenden Hydride ist das Calciumhydrid (CaH_2) (Hydrolith), das durch unmittelbare Reaktion seiner Elemente gewonnen wird. Es ist eine weisse Masse mit kristallinem Bruch, die sich in der Kälte mit Wasser unter Abgabe von Wasserstoff zersetzt. Es ist ein Reduktionsmittel, das hauptsächlich zum Herstellen von gefrittetem Chrom aus Chromchlorid verwendet wird.

Es gibt auch andere Hydride wie: Arsen-, Silicium-, Bor- (Natriumborhydrid), Lithium- (einschliesslich Lithium-Aluminium-Hydrid), Natrium-, Kalium-, Strontium-, Antimon-, Nickel-, Titan-, Zirkon-, Zinn-, Bleihydrid usw.

Hierher gehören nicht die Verbindungen von Wasserstoff mit folgenden Elementen: Sauerstoff (Nrn. 2201, 2845, 2847 und 2853), Stickstoff (Nrn. 2811, 2814 und 2825), Phosphor (Nr. 2853), Kohlenstoff (Nr. 2901), andere Nichtmetalle (Nrn. 2806 und 2811). Die Hydride von Palladium und anderen Edelmetallen gehören zu Nr. 2843.

B. Nitride

- 1) Nichtmetallnitride. Bornitrid (BN) ist ein weisses, leichtes, sehr feuerfestes Pulver. Als Wärmeisolator und elektrischer Isolator dient dieser Stoff zum Auskleiden von elektrischen Öfen und zum Herstellen von Schmelzriegeln. Siliciumnitrid (Si_3N_4) ist ein grauweisses Pulver.
- 2) Metallnitride. Die Nitride von Aluminium, Titan, Zirkon, Hafnium, Vanadium, Tantal und Niob werden entweder durch Erhitzen des reinen Metalls in Stickstoff auf 1100 °C oder 1200 °C gewonnen oder besser durch Erhitzen einer Mischung des Oxids und Kohlenstoffs in einem Stickstoff- oder Ammoniakstrom bei höherer Temperatur.

Hierher gehören nicht die Verbindungen von Stickstoff mit folgenden Elementen: Sauerstoff (Nr. 2811), Halogenen (Nr. 2812), Schwefel (Nr. 2813), Wasserstoff (Nr. 2814), Kohlenstoff (Nr. 2853). Die Nitride von Silber und anderen Edelmetallen gehören zu Nr. 2843, Thoriumnitrid und Urannitrid zu Nr. 2844.

C. Azide

Die Metallazide können als Salze der Stickstoffwasserstoffsäure (HN_3) angesehen werden.

- 1) Natriumazid (NaN_3) wird erhalten, indem man Stickstoffoxidul mit Natriumamid oder auch Hydrazin, Ethylnitrit und Äznatron miteinander reagieren lässt. Dieser Stoff kristallisiert in farblosen Schuppen. Er ist wasserlöslich und bei Feuchtigkeit wenig veränderlich, wird jedoch durch das Kohlendioxid der Luft angegriffen. Natriumazid ist stossempfindlich wie Knallquecksilber, aber nicht so hitzeempfindlich. Man verwendet es zum Herstellen von Zündsprengstoffen für Zündkapseln.

- 2) Bleiazid (PbN_6) stellt man aus Natriumazid und Bleiacetat her. Es ist ein weisses, kristallines, sehr stossempfindliches Pulver; es wird unter Wasser aufbewahrt. Es kann Knallquecksilber als Zünder ersetzen.

D. Silicide

- 1) Calciumsilicid ist eine sehr harte, graue, kristalline Masse. Es wird in der Metallurgie, zum Herstellen von Wasserstoff am Verwendungsort und von Rauchbomben verwendet.
- 2) Chromsilicide. Es gibt mehrere Chromsilicide, die sehr harte Stoffe sind und als Schleifmittel verwendet werden.
- 3) Kupfersilicid (anderes als das Kupfersiliciumvorlegierungen der Nr. 7405) hat im Allgemeinen die Form von gepressten, zerreibbaren Tafeln. Es ist ein Reduktionsmittel, mit dem man Kupfer reinigen, seine Formung verbessern und seine Härte und Zerreissbarkeit erhöhen kann. Es erhöht die Korrosionsfestigkeit der Kupferlegierungen. Man verwendet es besonders zum Herstellen von Siliciumbronze und von Nickelkupferlegierungen.
- 4) Silicide von Magnesium und Mangan.

Hierher gehören nicht die Verbindungen von Silicium mit folgenden Elementen: Sauerstoff (Nr. 2811), Halogenen (Nr. 2812), Schwefel (Nr. 2813), Phosphor (Nr. 2853). Kohlenstoffsilicid (Siliciumcarbid) gehört zu Nr. 2849, die Silicide von Platin und anderen Edelmetallen gehören zu Nr. 2843, die Eisenlegierungen und Kupfervorlegierungen, die Silicium enthalten, zu den Nrn. 7202 und 7405, Siliciumaluminium ins Kapitel 76. Für Verbindungen des Siliciums mit Wasserstoff siehe den vorstehenden Absatz A.

E. Boride

- 1) Calciumborid (CaB_6), das durch Elektrolyse der Mischung eines Borats mit Calciumchlorid gewonnen wird, ist ein dunkles, kristallines Pulver. Es ist ein starkes Reduktionsmittel, das insbesondere in der Metallurgie verwendet wird.
- 2) Aluminiumborid, das im elektrischen Ofen gewonnen wird, ist eine kristalline Masse. Man verwendet es in der Glasindustrie.
- 3) Die Boride von Titan, Zirkon, Vanadium, Niob, Tantal, Molybdän und Wolfram werden durch Erhitzen einer Mischung aus dem jeweiligen Metallpulver und reinem Borpulver im Vakuum zwischen 1800 °C und 2200 °C oder durch Umsetzen des verdampften Metalls mit Bor gewonnen. Diese Erzeugnisse sind sehr hart und besitzen eine gute elektrische Leitfähigkeit. Sie sind Bestandteil gefritteter Hartlegierungen.
- 4) Die Boride von Magnesium, Antimon, Mangan, Eisen usw.

Hierher gehören nicht die Verbindungen von Bor mit folgenden Elementen: Sauerstoff (Nr. 2810), Halogenen (Nr. 2812), Schwefel (Nr. 2813), Edelmetallen (Nr. 2843), Phosphor (Nr. 2853), Kohlenstoff (Nr. 2849). Für Verbindungen mit Wasserstoff, Stickstoff und Silicium siehe die vorstehenden Absätze A, B und D.

Borkupfer gehört zu Nr. 7405 (s. Erläuterungen zu dieser Nummer).

2852. Anorganische oder organische Verbindungen von Quecksilber, auch chemisch nicht einheitlich, ausgenommen Amalgame

Hierher gehören anorganische oder organische Quecksilerverbindungen, auch chemisch nicht einheitlich, andere als Amalgame. Nachstehend sind die gebräuchlichsten Quecksilerverbindungen aufgeführt:

- 1) Quecksilberoxide. Das wichtigste ist das Quecksilberoxid (HgO), ein rotes, kristallines Pulver (rotes Oxid) oder ein dichteres, orange-gelbes, amorphes Pulver (gelbes Oxid). Diese Oxide sind giftig und färben sich am Licht dunkel. Sie werden zur Herstellung von Unterwasseranstrichen, von Quecksilbersalzen oder als Katalysatoren verwendet.
 - 2) Quecksilberchloride.
 - a) Quecksilber(I)-chlorid (Protochlorid, Calomel) (Hg_2Cl_2). Es kommt als amorphe Masse, Pulver oder weisse Kristalle vor und ist wasserunlöslich. Quecksilber(I)-chlorid wird in der Pyrotechnik, Porzellanindustrie usw. verwendet.
 - b) Quecksilber(II)-chlorid (Quecksilberdichlorid, ätzendes Sublimat) ($HgCl_2$) kristallisiert in Prismen oder langen Nadeln. Es ist weiss, wasserlöslich, besonders beim Erhitzen, und ein starkes Gift. Man verwendet es zum Brünieren von Eisen, als Feuerschutzmittel für Holz, als Verstärker in der Fotografie, als Katalysator in der organischen Chemie oder zum Herstellen von Quecksilber(II)-chlorid.
 - 3) Quecksilberjodide.
 - a) Quecksilber(I)-jodid (HgJ oder Hg_2J_2), ein gelbes, manchmal grünliches oder rötliches, amorphes oder bisweilen kristallines Pulver, sehr wenig wasserlöslich und sehr giftig. Man verwendet es in der organischen Synthese.
 - b) Quecksilber(II)-jodid (Quecksilberdijodid, rotes Jodid) (HgJ_2), ein rotes, kristallines Pulver, sehr wenig wasserlöslich und sehr giftig. Man verwendet es in der Fotografie (als Verstärker) und bei Analysen.
 - 4) Quecksilbersulfide. Künstliches Quecksilbersulfid (HgS) ist schwarz. Durch Erhitzen, durch Sublimieren oder mit Alkalipolysulfiden wandelt sich das schwarze Sulfid in rotes, pulverförmiges Sulfid (künstlicher Vermillon) um. Es ist ein Pigment, das zum Herstellen von feinen Farben und zum Färben von Siegellack dient; das auf nassem Weg hergestellte Erzeugnis ist glänzender, aber weniger lichtbeständig. Dieses Salz ist giftig.
- Natürliches Quecksilbersulfid (Zinnober) gehört zu Nr. 2617.*
- 5) Quecksilbersulfate.
 - a) Quecksilber(I)-sulfat (Hg_2SO_4), ein kristallines, weisses Pulver, das durch Wasser zu basischem Sulfat zersetzt wird. Man verwendet es zum Herstellen von Kalomel oder von Dauerbatterien.
 - b) Quecksilber(II)-sulfat ($HgSO_4$), wasserfrei als weisse, kristalline, Masse, die am Licht schwarz wird, oder hydratisiert (mit 1 H_2O) als kristalline Schuppen. Man verwendet es zum Herstellen des Sublimats und anderer Quecksilbersalze, in der Metallurgie von Gold, Silber usw.
 - c) Triquecksilber(II)-dioxisulfat ($HgSO_4 \cdot 2HgO$) (basisches Quecksilbersulfat).
 - 6) Quecksilbernitrate.

- a) Quecksilber(I)-nitrat ($\text{HgNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ist giftig und bildet farblose Kristalle. Man verwendet es zum Vergolden, in der Medizin, als Beizmittel in der Gerberei, zur Zubereitung der Haare zum Verfilzen (Aqua fortis der Hutmacher), zum Gewinnen von Quecksilberacetat, usw.
- b) Quecksilber(II)-nitrat ($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$), hydratisiertes Salz (im Allgemeinen mit 2 H_2O), farblose Kristalle oder weisse oder gelbliche Tafeln. Es zerfliesst und ist giftig. Man verwendet es in der Hutmacherei und zum Vergolden. Es ist auch ein Nitrierungsmittel und ein Katalysator in der organischen Synthese; man verwendet es zum Herstellen von Knallquecksilber und Quecksilber(II)-oxid, usw.
- c) Basische Quecksilbernitrate.
- 7) Quecksilbercyanide.
- a) Quecksilber(II)-cyanid ($\text{Hg}(\text{CN})_2$).
- b) Basisches Quecksilbercyanid ($\text{Hg}(\text{CN})_2 \cdot \text{HgO}$).
- 8) Cyanomercurate der anorganischen Basen. Kaliumcyanomercurat, farblose, giftige, wasserlösliche Kristalle. Es dient zum Versilbern von Spiegeln.
- 9) Quecksilberfulminat (Knallquecksilber), dem man die Formel $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ gibt. Weisse oder gelbliche, nadelförmige Kristalle, in kochendem Wasser löslich, giftig. Bei der Explosion erzeugt es roten Rauch. Man transportiert es in nichtmetallischen, mit Wasser gefüllten Behältern.
- 10) Quecksilberthiocyanat ($\text{Hg}(\text{SCN})_2$), ein kristallines, weisses, wenig wasserlösliches Pulver. Dieses giftige Salz wird in der Fotografie zum Verstärken von Negativen verwendet.
- 11) Quecksilberarsenate. Trimercuriorthoarsenat ($\text{Hg}_3(\text{AsP}_4)_2$), ein hellgelbes, wasserunlösliches Pulver, das insbesondere in Unterwasseranstrichen verwendet wird.
- 12) Doppelsalze oder Komplexsalze.
- a) Ammoniumquecksilber(II)-chlorid oder Ammoniumchloromercurat, ein kristallines, weisses, giftiges, in heissem Wasser ziemlich lösliches Pulver. Man verwendet es in der Pyrotechnik.
- b) Kupferquecksilberjodid, ein dunkelrotes, giftiges, wasserunlösliches Pulver, verwendet in der Thermoskopie.
- 13) Quecksilberchloramid (Quecksilberammoniumchlorid) (HgNH_2Cl), ein weisses Pulver, das bei Licht grau oder gelblich wird, wasserunlöslich, giftig. Man verwendet es in der Pyrotechnik.
- 14) Quecksilberlactat, das Salz der Milchsäure.
- 15) Organisch-anorganische Quecksilberverbindungen. Wichtige Verbindungen, die ein oder mehrere Quecksilberatome enthalten können, insbesondere aber die Gruppe (-Hg.X), in der X ein anorganischer oder organischer Säurerest ist.
- a) Quecksilberdiethyl.
- b) Quecksilberdiphenyl.
- c) Phenyl(quecksilberacteta).

- 16) Hydromercuridibromofluorescein.
- 17) Chemisch nicht einheitliche Quecksilberverbindungen (Quecksilbertannate, Quecksilberalbuminate, Quecksilber-Nukleoproteide, usw.).

Hierher gehören nicht:

- a) Quecksilber (Nr. 2805 oder Kapitel 30).
- b) Amalgame der Edelmetalle, Amalgame, die sowohl Edelmetalle als auch andere Metalle enthalten (Nr. 2843) und Amalgame von anderen Metallen als Edelmetallen (Nr. 2853).

2853. **Phosphide, auch chemisch nicht einheitlich, ausgenommen Ferrophosphor; andere anorganische Verbindungen (einschliesslich des destillierten Wassers, Leitfähigkeitswassers oder Wasser von gleicher Reinheit); flüssige Luft (einschliesslich von Edelgasen befreite flüssige Luft); komprimierte Luft; Amalgame, ausgenommen solche von Edelmetallen**

A. Phosphide, auch chemisch nicht einheitlich, ausgenommen Ferrophosphor

Phosphide sind Verbindungen von Phosphor und einem anderen Element.

Von den hierher gehörenden Phosphiden, die unmittelbar aus den sie bildenden Elementen entstehen, sind folgende zu nennen:

1. Kupferphosphid (Cuprophosphor) wird im Flamm- oder Schmelzofen gewonnen. Es liegt meist in Form gelblichgrauer Massen oder kleiner Barren mit kristalliner Struktur vor und ist sehr bröcklig. Hierher gehören nur Kupfer und Kupferlegierungen mit einem Phosphorgehalt von mehr als 15 Gewichtsprozent. *Kupfererzeugnisse mit einem Phosphorgehalt von 15 Gewichtsprozent oder weniger gehören im Allgemeinen zum Kapitel 74.* Kupferphosphid ist ein sehr gutes Reduktionsmittel für Kupfer, dessen Härte es erhöht; es verbessert die Flüssigkeit der Schmelze und wird bei der Herstellung von Phosphor(III)-bronzen verwendet.
2. Calciumphosphid (Ca_3P_2), in Stücken, kleinen Prismen oder Zylindern von kastanienbrauner Farbe, das mit Wasser Phosphorwasserstoffe entwickelt, die sich entzünden. Zusammen mit Calciumcarbid verwendet man es für Seezeichen (selbstentzündliche Ladung für Leuchtbojen).
3. Zinkphosphid (Zn_3P_2), ein graues giftiges Pulver mit glasigem Bruch, das Phosphorwasserstoff entwickelt und sich bei Feuchtigkeit verändert. Man verwendet es zum Vernichten von Nagetieren und Heuschrecken sowie in der Medizin als Ersatz für Phosphor.
4. Zinnphosphid, silberweisse, leicht zerbröckelnde, kristalline Blättchen. Man verwendet es in der Giesserei.
5. Andere Phosphide. Beispielsweise Phosphorwasserstoffe (fest, flüssig und gasförmig), Arsen-, Bor-, Silicium-, Barium- und Cadmiumphosphid.

Hierher gehören nicht:

- a) Die Verbindungen von Phosphor mit Sauerstoff (Nr. 2809), mit Halogenen (Nr. 2812) oder mit Schwefel (Nr. 2813).
- b) Die Phosphide von Platin oder anderen Edelmetallen (Nr. 2843).
- c) Die Ferrophosphore (Eisenphosphide) (Nr. 7202).

B. Destilliertes Wasser, Leitfähigkeitswasser oder Wasser von gleicher Reinheit

Hierher gehört nur destilliertes Wasser, zweimal destilliertes Wasser, elektroosmotisches Wasser und Leitfähigkeitswasser oder Wasser von gleicher Reinheit, einschliesslich des mit Ionenaustauschern behandelten Wassers.

Natürliches Wasser, auch filtriert, sterilisiert, gereinigt oder enthärzt gehört zu Nr. 2201. Dosiert als Medikament aufgemacht oder in Einzelverkaufsaufmachung gehört Wasser zu Nr. 3004.

C. Verschiedene anorganische Verbindungen

Hierher gehören die anderweit weder genannten noch inbegriffenen anorganischen chemischen Erzeugnisse sowie bestimmte Kohlenstoffverbindungen, die in der Anmerkung 2 zu diesem Kapitel aufgeführt sind.

Als Beispiele für die hierher gehörenden Erzeugnisse können genannt werden:

- 1) Cyan (Dicyan) und seine Halogenderivate, insbesondere Cyanchlorid (Chlorcyan) (CNCI), Cyanamid und seine Metallderivate, ausgenommen jedoch Calciumcyanamid (Nrn. 3102 oder 3105).
- 2) Die Nichtmetalloxsulfide (Arsen-, Kohlenstoff-, Silicium-) und die Nichtmetallchlorsulfide (Schwefelchloride) (Phosphor-, Kohlenstoff- usw.). Kohlenstoffdichlorosulfid (Thiophosgen, Thiocarbonylchlorid) (CSCl₂), das durch Umsetzen von Chlor mit Schwefelkohlenstoff erhalten wird. Es ist eine rote, erstickende, tränenreizende Flüssigkeit, die von Wasser zersetzt und in organischen Synthesen verwendet wird.
- 3) Die Alkaliamide. Natriumamid (NaNH₂) wird erhalten, indem man Ammoniak auf eine Legierung von Blei und Natrium unter Erhitzen einwirken lässt, oder indem man Ammoniakgas über geschmolzenes Natrium leitet. Es ist eine rosafarbene oder grünliche, kristalline Masse, die durch Wasser zersetzt wird. Man verwendet es zum Herstellen der Azide und Cyanide und in organischen Synthesen.

Es gibt auch Amide von Kalium und anderen Metallen.

- 4) Phosphoniumjodid wird z.B. aus Phosphor, Jod und Wasser durch eine Austauschreaktion gewonnen. Es dient als Reduktionsmittel.
- 5) Trichlorsilan (SiHCl₃) wird durch Reaktion von Chlorwasserstoff mit Silicium gewonnen und wird in der Herstellung von pyrogener Kieselsäure und sehr reinem Silicium verwendet.

D. Flüssige Luft und Pressluft

Industriell verflüssigte Luft wird in Gefässen aus Stahl oder Messing mit isolierendem Vakuummantel versandt. Sie verursacht schwere Verbrennungen und macht biegsame organische Stoffe brüchig. Man verwendet sie zum Gewinnen von Sauerstoff, Stickstoff und Edelgasen durch fortgesetzte fraktionierte Destillation. Wegen ihres schnellen Verdampfens verwendet man sie in Laboratorien als Kältemittel. In Mischung mit Holzkohle und anderen Stoffen ist sie ein starker Sprengstoff, der in Bergwerken verwendet wird.

Hierher gehören auch:

- 1) Von Edelgasen befreite flüssige Luft.
- 2) Pressluft.

E. Amalgame von anderen Metallen als Edelmetalle

Es handelt sich hier um die Amalgame, die das Quecksilber mit verschiedenen anderen Metallen als den Edelmetallen bilden kann (Alkali- und Erdalkalimetalle, Zink, Cadmium, Antimon, Aluminium, Zinn, Kupfer, Blei, Wismut usw.).

Diese Amalgame erhält man entweder unmittelbar durch Zusammenbringen eines Pulvers des jeweiligen Metalls mit Quecksilber oder durch Elektrolyse eines Metallsalzes des jeweiligen Metalls, wobei die Kathode durch Quecksilber gebildet wird, oder durch Elektrolyse eines Quecksilbersalzes, wobei die Kathode durch das in Frage stehende Metall gebildet wird.

Die durch Elektrolyse gewonnenen und bei niedriger Temperatur destillierten Amalgame verwendet man zum Herstellen von pyrophoren (luftentzündlichen) Metallen, deren Reaktionsfähigkeit grösser ist als die der Metalle, die bei hoher Temperatur erhalten wurden. Man verwendet sie auch in der Metallurgie der Edelmetalle.

- 1) Die Amalgame der Alkalimetalle zersetzen Wasser unter geringerer Wärmeabgabe als die isolierten Metalle; sie sind deshalb aktiver Reduktionsmittel als diese. Natriumamalgam wird zum Herstellen von Wasserstoff verwendet.
- 2) Aluminiumamalgam verwendet man als Reduktionsmittel in der organischen Synthese.
- 3) In der Zahntechnik verwendet man hauptsächlich Kupferamalgam mit Zusatz von etwas Zinn. Die Kupferamalgame bilden Metallkitte, die beim Erhitzen weich werden, für die Formerei und zum Kitten von Porzellan.
- 4) Zinkamalgam verwendet man in Batterien, um einen Verbrauch bei offenem Stromkreis zu verhindern.
- 5) Cadmiumamalgam verwendet man in der Zahntechnik und zum Herstellen von Wolframdrähten aus dem gefritteten Metall.
- 6) Antimonzinnamalgam verwendet man zum Bronzieren von Gipsfiguren.

Die edelmetallhaltigen Amalgame, auch in Verbindung mit anderen Metallen, gehören zu Nr. 2843. Quecksilerverbindungen, auch chemisch nicht einheitlich, andere als Amalgame, gehören zu Nr. 2852.