

# Handbuch der Präparativen Anorganischen Chemie

in drei Bänden

Herausgegeben von Georg Brauer



## Erster Band

Unter Mitarbeit von

M. Baudler, Köln · G. Brauer, Freiburg · F. Fehér, Köln  
F. Huber, Dortmund · R. Klement, Fürstfeldbruck · W. Kwasnik, Nister  
P. W. Schenk †, Berlin · M. Schmeisser, Dortmund · R. Steudel, Berlin

Dritte, umgearbeitete Auflage

226 Abbildungen, 26 Tabellen



Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1975

# Inhaltsübersicht

## Teil I, Präparative Methoden

*P. W. Schenk* †, *R. Steudel* und *G. Brauer* . . . . . 1–127

1. Aufbau von Apparaturen 1; 2. Glas (Glassorten, Reinigung, Schliffverbindungen, andere Verbindungen) 3; 3. Keramische Materialien (Physikalische und chemische Eigenschaften) 12; 4. Metalle 22; 5. Kunststoffe 26; 6. Reine und trockene Lösungsmittel 29; 7. Dichtungs- und Schmiermittel (Fettähnliche Mittel, fettfreie Mittel, reversible und irreversible Kitte) 33; 8. Temperaturmessung (Flüssigkeitsthermometer, Tensionsthermometer, Widerstandsthermometer, Thermoelemente, Strahlungs-pyrometer) 36; 9. Hohe Temperaturen (Erhitzen durch Verbrennung, elektrische Heizung, Drahtöfen, Silitöfen, Kohlerohröfen, Heizrohre aus hochschmelzenden Materialien, Induktionsöfen, Lichtbogen-, Kathodenstrahl und Plasmaöfen, Spiegelöfen) 40; 10. Tiefe Temperaturen 50; 11. Konstante Temperaturen (Konstanz hoher Temperaturen, Thermostate, Kryostate) 54; 12. Temperatur-Regelung und -Programmsteuerung 58; 13. Hochvakuum und Luftausschluß (Vakuumpumpen, Druckmessung, Undichtigkeiten, Hähne, Ventile, Vakuumpapparaturen, Ausschluß von Sauerstoff und Luftfeuchtigkeit) 60; 14. Gase (Gasentwicklung, Reinigung, Trocknung, Schutz- und Trägergase, Strömungsgeschwindigkeit, Mengemessung, Gasvorräte) 90; 15. Verflüssigte Gase als Lösungsmittel 102; 16. Arbeiten mit elektrischen Entladungen 107; 17. Reinigung von Substanzen (Trocknung, Destillation, Sublimation, Chromatographische Trennung, Umkristallisieren, Kristallzüchtung, Zonenschmelzverfahren, Schwereretrennung) 109; 18. Reinheitsprüfung 122; 19. Pulverreaktionen 126

## Teil II, Elemente und Verbindungen . . . . . 128–604

1. Abschnitt: Wasserstoff, Deuterium, Wasser, *M. Baudler* . . . . . 128–155

Wasserstoff  $H_2$  128; Wasser reinst 133; Deuterium und Deuteriumverbindungen 137; Deuterium  $D_2$  139; Wasserstoffdeuterid HD 143; Deuteriumfluorid DF 144; Deuteriumchlorid DCI 145; Deuteriumbromid DBr 147; Deuteriumjodid DJ 148; Deuteriumsulfid  $D_2S$  149; Deuterioschwefelsäure  $D_2SO_4$  150; Deuteroammoniak  $ND_3$  152; Deuterophosphorsäure  $D_3PO_4$  153

2. Abschnitt: Wasserstoffperoxid, *M. Schmeisser* und *F. Huber* . . . . . 156–158

3. Abschnitt: Fluor, *W. Kwasnik* . . . . . 159–287

Allgemeines über Fluor und Fluorverbindungen 159; Fluor  $F_2$  162; Fluorwasserstoff HF 164; Chlor(I)-fluorid ClF 166; Chlor(III)-fluorid  $ClF_3$  168; Nitrosyl-tetrafluorochlorat  $NOClF_4$  169; Brom(III)-fluorid  $BrF_3$  169; Brom(V)-fluorid  $BrF_5$  170; Jod(I)-fluorid JF 171; Jod(III)-fluorid  $JF_3$  172; Jod(III)-fluorid-Pyridin  $JF_3 \cdot C_5H_5N$  173; Jod(V)-fluorid  $JF_5$  174; Jod(VII)-fluorid  $JF_7$  175; Trisauerstoffdifluorid  $O_3F_2$  176; Disauerstoffdifluorid  $O_2F_2$  177; Sauerstofffluorid  $OF_2$  178; Chlordioxidfluorid  $ClO_2F$  179; Chlortrioxidfluorid  $ClO_3F$  180; Chlortetroxidfluorid  $ClO_4F$  180; Difluordisulfan FSSF 181; Thiothionylfluorid  $SSF_2$  182; Schwefel(IV)-fluorid  $SF_4$  183; Dischwefeldekafluorid  $S_2F_{10}$  184; Schwefel(VI)-fluorid  $SF_6$  184; Schwefelmonochloridpentafluorid  $SClF_5$  186; Thionylfluorid  $SOF_2$  186; Schwefeloxidtetrafluorid  $SOF_4$  187; Thionyltetrafluorid-Arsenpentafluorid  $SOF_4 \cdot AsF_5$  188; Sulfurylfluorid  $SO_2F_2$  188; Disulfurylfluorid  $S_2O_5F_2$  189; Peroxodisulfuryldifluorid  $S_2O_8F_2$  190; Thionylchloridfluorid  $SOCIF$  191; Sulfurylbromidfluorid  $SO_2BrF$  192; Fluoroschwefelsäure

$\text{HSO}_3\text{F}$  193; Kaliumfluorsulfinat  $\text{FSO}_2\text{K}$  194; Selen(VI)-fluorid  $\text{SeF}_6$  195; Selen(IV)-fluorid  $\text{SeF}_4$  195; Selenyldifluorid  $\text{SeOF}_2$  196; Kaliumfluoroselenit  $\text{FSeO}_2\text{K}$  196; Tellur(VI)-fluorid  $\text{TeF}_6$  197; Stickstoff(III)-fluorid  $\text{NF}_3$  197; Difluorammonium  $\text{NH}_2\text{F}$  199; Tetrafluorhydrazin  $\text{N}_2\text{F}_4$  199; Difluordiazin  $\text{N}_2\text{F}_2$  200; Nitrosylfluorid  $\text{NOF}$  201; Nitrosylfluorid-trihydrogenfluorid  $\text{NOF}\cdot 3\text{HF}$  202; Nitrososulfurylfluorid  $\text{FSO}_2\text{NO}$  203; Nitrylfluorid  $\text{NO}_2\text{F}$  203; Stickstofftrioxidfluorid  $\text{NO}_3\text{F}$  204; Thiazylfluorid  $\text{NSF}$  205; Difluorsulfiminfluorid  $\text{SNF}_3$  206; Phosphor(III)-fluorid  $\text{PF}_3$  207; Phosphor(V)-fluorid  $\text{PF}_5$  208; Phosphordichloridfluorid  $\text{PCl}_2\text{F}$  209; Phosphordichloridtrifluorid  $\text{PCl}_2\text{F}_3$  209; Phosphotetrachloridfluorid  $\text{PCl}_4\text{F}$  210; Phosphorchloridtetrafluorid  $\text{PClF}_4$  210; Phosphoroxidfluorid  $\text{POF}_3$  211; Tetrachlorphosphoniumhexafluorophosphat  $\text{PCl}_4\cdot\text{PF}_6$  211; Phosphordibromidfluorid  $\text{PBr}_2\text{F}$  211; Phosphortetra-bromidfluorid  $\text{PBr}_4\text{F}$  212; Phosphornitrilfluoride  $(\text{PNF}_2)_3$  und  $(\text{PNF}_2)_4$  213; Ammoniumhexafluorophosphat  $\text{NH}_4[\text{PF}_6]$  213; Ammoniumdioxiddifluorophosphat  $\text{NH}_4[\text{PO}_2\text{F}_2]$  214; Kaliumhexafluorophosphat  $\text{K}[\text{PF}_6]$  215; Arsen(III)-fluorid  $\text{AsF}_3$  215; Addukt  $\text{AsF}_3$  mit  $\text{SO}_3$   $2\text{AsF}_3\cdot 3\text{SO}_3$  216; Arsen(V)-fluorid  $\text{AsF}_5$  216; Antimon(III)-fluorid  $\text{SbF}_3$  216; Antimon(V)-fluorid  $\text{SbF}_5$  217; Antimondichloridtrifluorid  $\text{SbCl}_2\text{F}_3$  217; Wismut(III)-fluorid  $\text{BiF}_3$  218; Wismut(V)-fluorid  $\text{BiF}_5$  219; Kohlenstofftetrafluorid  $\text{CF}_4$  220; Fluoroform  $\text{CHF}_3$  221; Trifluorjodmethan  $\text{CJF}_3$  222; Carbonyldifluorid  $\text{F}_2\text{CO}$  223; Carbonylchloridfluorid  $\text{ClFCO}$  223; Carbonylbromidfluorid  $\text{BrFCO}$  224; Carbonyljodidfluorid  $\text{JFCO}$  225; Cyanurfluorid  $(\text{FCN})_3$  226; Fluorocyan  $\text{FCN}$  227; Siliciumfluorid  $\text{SiF}_4$  227; Trifluorsilan  $\text{SiHF}_3$  229; Hexafluorokieselsäure  $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$  229; Germanium(II)-fluorid  $\text{GeF}_2$  230; Germanium(IV)-fluorid  $\text{GeF}_4$  230; Kaliumhexafluorogermanat  $\text{K}_2[\text{GeF}_6]$  231; Zinn(II)-fluorid  $\text{SnF}_2$  231; Zinn(IV)-fluorid  $\text{SnF}_4$  232; Blei(II)-fluorid  $\text{PbF}_2$  232; Blei(IV)-fluorid  $\text{PbF}_4$  233; Borfluorid  $\text{BF}_3$  233; Fluoroborsäure  $\text{H}[\text{BF}_3]$  235; Natriumfluoroborat  $\text{Na}[\text{BF}_4]$  236; Kaliumfluoroborat  $\text{K}[\text{BF}_4]$  236; Kaliumhydroxofluoroborat  $\text{K}[\text{BF}_3\text{OH}]$  236; Nitrosylfluoroborat  $\text{NO}[\text{BF}_4]$  237; Aluminiumfluorid  $\text{AlF}_3$  238; Ammoniumfluoroaluminat  $(\text{NH}_4)_3[\text{AlF}_6]$  238,  $\text{NH}_4[\text{AlF}_4]$  239; Gallium(III)-fluorid  $\text{GaF}_3$  239; Ammoniumfluorogallat  $(\text{NH}_4)_3[\text{GaF}_6]$  240; Indium(III)-fluorid  $\text{InF}_3$  240; Ammoniumhexafluoroindat  $(\text{NH}_4)_3[\text{InF}_6]$  241; Thallium(I)-fluorid  $\text{TlF}$  241; Thallium(III)-fluorid  $\text{TlF}_3$  241; Beryllium(II)-fluorid  $\text{BeF}_2$  242; Ammoniumfluoroberyllat  $(\text{NH}_4)_2[\text{BeF}_4]$  243; Erdalkalifluoride  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$  243; Kaliumfluorid  $\text{KF}$  244; Kaliumtetrafluorochlorat(III)  $\text{K}[\text{ClF}_4]$  244; Kaliumtetrafluorobromat(III)  $\text{K}[\text{BrF}_4]$  244; Kaliumhexafluorobromat(V)  $\text{K}[\text{BrF}_6]$  245; Caesiumtetrafluorojodat(III)  $\text{Cs}[\text{JF}_4]$  245; Kaliumhexafluorojodat(V)  $(\text{K}[\text{JF}_6])$  246; Rubidiumfluorid, Caesiumfluorid  $\text{RbF}$ ,  $\text{CsF}$  246; Kupfer(II)-fluorid  $\text{CuF}_2$  246; Disilberfluorid  $\text{Ag}_2\text{F}$  247; Silber(I)-fluorid  $\text{AgF}$  248; Silber(II)-fluorid  $\text{AgF}_2$  248; Silbertetrafluoroborat  $\text{Ag}[\text{BF}_4]$  249; Kaliumtetrafluoroargentat  $\text{K}[\text{AgF}_4]$  250; Gold(III)-fluorid  $\text{AuF}_3$  250; Kaliumtetrafluoroaurat(III)  $\text{K}[\text{AuF}_4]$  250; Zink(II)-fluorid  $\text{ZnF}_2$  251; Quecksilber(I)-fluorid  $\text{Hg}_2\text{F}_2$  251; Quecksilber(II)-fluorid  $\text{HgF}_2$  252; Quecksilber(II)-fluorid-Dihydrat  $\text{HgF}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  253; Scandium(III)-fluorid  $\text{ScF}_3$  254; Selten-Erd-Trifluoride  $\text{LnF}_3$  254; Selten-Erd-Difluoride  $\text{SmF}_2$ ,  $\text{EuF}_2$ ,  $\text{YbF}_2$  255; Cer(IV)-fluorid  $\text{CeF}_4$  256; Selten-Erd-Oxidfluoride  $\text{LnOF}$  256; Titan(III)-fluorid  $\text{TiF}_3$  257; Titan(IV)-fluorid  $\text{TiF}_4$  258; Zirkon(III)-fluorid  $\text{ZrF}_3$  259; Zirkon(IV)-fluorid  $\text{ZrF}_4$  259; Vanadium(III)-fluorid  $\text{VF}_3$  260; Vanadium(IV)-fluorid  $\text{VF}_4$  261; Vanadium(V)-fluorid  $\text{VF}_5$  261; Niob(V)-fluorid  $\text{NbF}_5$  261; Kaliumheptafluoroniobat  $\text{K}_2[\text{NbF}_7]$  262; Tantal(V)-fluorid  $\text{TaF}_5$  262; Kaliumheptafluorotantalat  $\text{K}_2[\text{TaF}_7]$  263; Chrom(II)-fluorid  $\text{CrF}_2$  263; Chrom(III)-fluorid  $\text{CrF}_3$  264; Chrom(IV)-fluorid  $\text{CrF}_4$  264; Chrom(V)-fluorid  $\text{CrF}_5$  264; Chrom(VI)-fluorid  $\text{CrF}_6$  265; Chromylfluorid  $\text{CrO}_2\text{F}_2$  265; Molybdän(III)-fluorid  $\text{MOF}_3$  266; Molybdän(VI)-fluorid  $\text{MoF}_6$  267; Wolfram(VI)-fluorid  $\text{WF}_6$  267; Mangan(II)-fluorid  $\text{MnF}_2$  268; Mangan(III)-fluorid  $\text{MnF}_3$  268; Mangan(IV)-fluorid  $\text{MnF}_4$  269; Mangantrioxidfluorid  $\text{MnO}_3\text{F}$  269; Kaliumtrifluoromanganat(II)  $\text{K}[\text{MnF}_3]$  270; Kaliumtetrafluoromanganat(III)  $\text{K}[\text{MnF}_4]$  270; Kaliumpentafluoromanganat(IV)  $\text{K}[\text{MnF}_5]$  270; Kaliumhexafluoromanganat(IV)  $\text{K}_2[\text{MnF}_6]$  271; Rhenium(VI)-fluorid  $\text{ReF}_6$  271; Rhenium(VII)-fluorid  $\text{ReF}_7$  272; Rheniumtrioxidfluorid  $\text{ReO}_3\text{F}$  272; Kaliumhexafluororhenat(IV)  $\text{K}_2[\text{ReF}_6]$  273; Hexafluororheniumsäure  $\text{H}_2[\text{ReF}_6]$  273; Eisen(II)-fluorid  $\text{FeF}_2$  274; Eisen(II,III)-fluorid  $\text{Fe}_2\text{F}_9$  274; Eisen(III)-fluorid  $\text{FeF}_3$  275; Kobalt(II)-fluorid  $\text{CoF}_2$  275; Kobalt(III)-fluorid  $\text{CoF}_3$  276; Nickel(II)-fluorid  $\text{NiF}_2$  276; Kaliumtrifluoronickelat  $\text{K}[\text{NiF}_3]$  277; Kaliumhexafluoronickelat(IV)  $\text{K}_2[\text{NiF}_6]$  277; Platin(V)-fluorid  $\text{PtF}_5$  278; Platin(VI)-fluorid  $\text{PtF}_6$  278; Kaliumhexafluoroplatinat(IV)  $\text{K}_2[\text{PtF}_6]$  279; Palladium(II)-fluorid  $\text{PdF}_2$  280; Rhodium(III)-fluorid  $\text{RhF}_3$  280; Rhodium(VI)-fluorid  $\text{RhF}_6$  280; Iridium(V)-fluorid  $\text{IrF}_5$  281; Iridium(VI)-fluorid  $\text{IrF}_6$  281; Ruthenium(V)-fluorid  $\text{RuF}_5$  282; Ruthenium(VI)-

fluorid  $\text{RuF}_6$  282; Osmium(V)-fluorid  $\text{OsF}_5$  283; Osmium(VI)-fluorid  $\text{OsF}_6$  283; Osmium-(VII)-fluorid  $\text{OsF}_7$  284; Krypton(II)-fluorid  $\text{KrF}_2$  284; Xenon(II)-fluorid  $\text{XeF}_2$  285; Xenon-(IV)-fluorid  $\text{XeF}_4$  286; Xenon(VI)-fluorid  $\text{XeF}_6$  286

4. Abschnitt: Chlor, Brom, Jod, *F. Huber* und *M. Schmeisser* . . . . . 288–346

Chlor  $\text{Cl}_2$  288; Chlorhydrat  $8\text{Cl}_2 \cdot 46\text{H}_2\text{O}$  289; Brom  $\text{Br}_2$  290; Bromhydrat  $6\text{Br}_2 \cdot 46\text{H}_2\text{O}$  291; Jod  $\text{J}_2$  291; Chlorwasserstoff  $\text{HCl}$  294; Bromwasserstoff  $\text{HBr}$  296; Jodwasserstoff  $\text{HJ}$  299; Kaliumjodid  $\text{KJ}$  302; Brom(I)-chlorid  $\text{BrCl}$  302; Jod(I)-chlorid  $\text{JCl}$  303; Jod(II)-bromid  $\text{JBr}$  304; Jod(III)-chlorid  $\text{JCl}_3$  305; Polyhalogenide 306; Kaliumtrijodid  $\text{KJ}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  306; Caesiumdichlorobromat(I)  $\text{CsBrCl}_2$  306; Kaliumdichlorojodat(I)  $\text{KJCl}_2$  307; Caesiumdichlorojodat(I)  $\text{CsJCl}_2$  308; Kaliumdibromojodat(I)  $\text{KJBr}_2$  308; Kaliumtetrachlorojodat(III)  $\text{KJCl}_4$  309; Tetraäthylammonium-tetrachlorojodat(III)  $[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{JCl}_4]$  309; Tetrachlorojod(III)-säure  $\text{HJCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  310; Dichlormonoxid  $\text{Cl}_2\text{O}$  310; Chlordioxid  $\text{ClO}_2$  312; Dichlorhexoxid  $\text{Cl}_2\text{O}_6$  315; Dichlorheptoxid  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  316; Bromoxide  $\text{Br}_2\text{O}$ ,  $\text{Br}_2\text{O}_3$  317; Jodpentoxid  $\text{J}_2\text{O}_5$  318; Hypochlorige Säure  $\text{HClO}$  319; Natriumhypochlorit  $\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  319; Natriumhypobromit  $\text{NaBrO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  320; Kaliumhypobromit  $\text{KBrO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  321; Tert-Butyl-hypobromit  $\text{tert.-C}_4\text{H}_9\text{OBr}$  321; Natriumchlorit  $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  322; Chlorsäure  $\text{HClO}_3$  323; Ammoniumchlorat  $\text{NH}_4\text{ClO}_3$  323; Bariumchlorat  $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  324; Bromsäure  $\text{HBrO}_3$  325; Bariumbromat  $\text{Ba}(\text{BrO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  325; Jodsäure  $\text{HJO}_3$  325; Perchlorsäure  $\text{HClO}_4$  327; Erdalkalimetall-perchlorate 329; Nitrosylperchlorat  $\text{NOClO}_4$  329; Nitrylperchlorat  $\text{NO}_2\text{ClO}_4$  330; Perbromsäure  $\text{HBrO}_4$  331; Kaliumperbromat  $\text{KBrO}_4$  333; Ammoniumperbromat  $\text{NH}_4\text{BrO}_4$  333; Perjodsäure  $\text{H}_5\text{JO}_6$  334; Natriumperjodate  $\text{Na}_3\text{H}_2\text{JO}_6$ ,  $\text{NaJO}_4$  334; Kaliumperjodat  $\text{KJO}_4$  336; Bariumperjodat  $\text{Ba}_3(\text{H}_2\text{JO}_6)_2$  336; Chlor(I)-nitrat  $\text{ClNO}_3$  337; Chlor(I)-perchlorat  $\text{ClOClO}_3$  338; Chlor(I)-fluorosulfat  $\text{ClOSO}_2\text{F}$  338; Brom(I)-fluorosulfat  $\text{BrOSO}_2\text{F}$  339; Brom(I)-nitrat  $\text{BrNO}_3$  340; Dipyridin-jod(I)-perchlorat  $[\text{J}(\text{C}_5\text{H}_5\text{N})_2\text{ClO}_4]$  340; Brom(III)-nitrat  $\text{Br}(\text{NO}_3)_3$  341; Brom(III)-fluorosulfat  $\text{Br}(\text{OSO}_2\text{F})_3$  341; Jod(III)-nitrat  $\text{J}(\text{NO}_3)_3$  342; Jod(III)-jodat  $\text{J}(\text{JO}_3)_3$ ,  $\text{J}_4\text{O}_9$  343; Jod(III)-perchlorat  $\text{J}(\text{OClO}_3)_3$  343; Jod(III)-sulfat  $\text{J}_2(\text{SO}_4)_3$  344; Dijodosylsulfat  $(\text{JO})_2\text{SO}_4$  344; Jod(III)-fluorosulfat  $\text{J}(\text{OSO}_2\text{F})_3$  345; Jodosyljodat(V)  $\text{JOJO}_3$ ,  $\text{J}_2\text{O}_4$  345; Bromylnitrat  $\text{BrO}_2\text{NO}_3$  346; Hexahydroxojod(VII)-hydrogensulfat  $[\text{J}(\text{OH})_6]\text{HSO}_4$  346

5. Abschnitt: Sauerstoff, Ozon, *P. W. Schenk* †, *F. Huber* und *M. Schmeisser* 347–355  
Sauerstoff  $\text{O}_2$  347; Ozon  $\text{O}_3$  350

6. Abschnitt: Schwefel, Selen, Tellur, *F. Fehér* . . . . . 356–441

Schwefel  $\text{S}$  356; Schwefelwasserstoff  $\text{H}_2\text{S}$  260; Rohsulfan  $\text{H}_2\text{S}_x$  362; Reine Sulfane 364; Ammoniumhydrogensulfid  $\text{NH}_4\text{HS}$  370; Natriumhydrogensulfid  $\text{NaHS}$  371; Natriumsulfid  $\text{Na}_2\text{S}$  372; Kaliumsulfid  $\text{K}_2\text{S}$  373; Natriumdisulfid  $\text{Na}_2\text{S}_2$  374; Kaliumdisulfid  $\text{K}_2\text{S}_2$  375; Kaliumtrisulfid  $\text{K}_2\text{S}_3$  375; Natriumtetrasulfid  $\text{Na}_2\text{S}_4$  376; Kaliumtetrasulfid  $\text{K}_2\text{S}_4$  377; Natriumpentasulfid  $\text{Na}_2\text{S}_5$  377; Kaliumpentasulfid  $\text{K}_2\text{S}_5$  378; Kaliumhexasulfid  $\text{K}_2\text{S}_6$  378; Ammoniumpentasulfid  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_5$  379; Dichlormonosulfan  $\text{SCl}_2$  380; Dichlordisulfan  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  380; Dichlortri-, -tetra-, -penta-, -hexa-, -hepta-, -octasulfan,  $\text{S}_3\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}_5\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}_6\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}_7\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}_8\text{Cl}_2$  381; Schwefeltetrachlorid  $\text{SCl}_4$  386; Dibromdisulfan  $\text{S}_2\text{Br}_2$  386; Niedere Schwefeloxide  $\text{S}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}$  387; Polyschwefelperoxid  $(\text{SO}_{3-x})_x$  387; Thionylchlorid, Sulfurylchlorid,  $\text{SOCl}_2$ ,  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  388; Chloroschwefelsäure  $\text{HSO}_3\text{Cl}$  388; Disulfurylchlorid  $\text{S}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$  389; Trisulfurylchlorid  $\text{S}_3\text{O}_8\text{Cl}_2$  389; Tetrasulfurylchlorid  $\text{S}_4\text{O}_{11}\text{Cl}_2$  390; Thionylbromid  $\text{SOBr}_2$  390; Peroxomonoschwefelsäure  $\text{H}_2\text{SO}_5$  391; Peroxodischwefelsäure  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  392; Kaliumperoxodisulfat  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  393; Kobaltsulfoxylat  $\text{CoSO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  393; Natriumdithionit  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  394; Zinkdithionit  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$  395; Natriumdithionat  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  395; Bariumdithionat  $\text{BaS}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  396; Kaliumtrithionat  $\text{K}_2\text{S}_3\text{O}_6$  397; Kaliumtetrathionat  $\text{K}_2\text{S}_4\text{O}_6$  398; Kaliumpentathionat  $\text{K}_2\text{S}_5\text{O}_6 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$  399; Kaliumhexathionat  $\text{K}_2\text{S}_6\text{O}_6$  401; Wackenrodersche Flüssigkeit 402; Sulfanmono- und Sulfandisulfonsäuren  $\text{H}_2\text{S}_x\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}_x\text{O}_6$  402; Nitrosylhydrogensulfat  $(\text{NO})\text{HSO}_4$  403; Tetraschwefeltetranitrid  $\text{S}_4\text{N}_4$  403; Tetraschwefeldinitrid  $\text{S}_4\text{N}_2$  404; Dischwefeldinitrid  $\text{S}_2\text{N}_2$  405; Tetraschwefeltetramid  $\text{S}_4(\text{NH})_4$  406; Heptaschwefelimid  $\text{S}_7\text{NH}$  407; Thiotriazylchlorid  $\text{S}_3\text{N}_3\text{Cl}$  407;  $\alpha$ -Sulfanurchlorid  $[\text{OS}(\text{N})\text{Cl}]_3$  408; Trischwefeldistickstoffdioxid  $\text{S}_3\text{N}_2\text{O}_2$  409; Trischwefeldistickstoffpentoxid  $\text{S}_3\text{N}_2\text{O}_5$  409; Selen  $\text{Se}$  410; Selenwasserstoff  $\text{H}_2\text{Se}$  412; Natriumhydrogenselenid  $\text{NaHSe}$

414; Natriumselenid, Kaliumselenid,  $\text{Na}_2\text{Se}$ ,  $\text{K}_2\text{Se}$  415; Natriumdiselenid  $\text{Na}_2\text{Se}_2$  415; Diselendichlorid  $\text{Se}_2\text{Cl}_2$  415; Selentetrachlorid  $\text{SeCl}_4$  416; Hexachloroselenate(IV)  $(\text{NH}_4)_2\text{SeCl}_6$ ,  $\text{K}_2\text{SeCl}_6$  417; Diselendibromid  $\text{Se}_2\text{Br}_2$  418; Selentetrabromid  $\text{SeBr}_4$  419; Seliendioxid  $\text{SeO}_2$  419; Selentrioxid  $\text{SeO}_3$  421; Selenoxidchlorid  $\text{SeOCl}_2$  422; Selenige Säure  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  424; Natriumselenit  $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  424; Selensäure  $\text{H}_2\text{SeO}_4$  425; Natriumselenat  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  425; Natriumselenopentathionat  $\text{Na}_2\text{SeS}_4\text{O}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  426; Selennitrid  $\text{Se}_2\text{N}_4$  427; Tellur  $\text{Te}$  428; Tellurwasserstoff  $\text{H}_2\text{Te}$  429; Natriumtellurid, Kaliumtellurid  $\text{Na}_2\text{Te}$ ,  $\text{K}_2\text{Te}$  431; Natriumditellurid  $\text{Na}_2\text{Te}_2$  432; Tellurtetrachlorid  $\text{TeCl}_4$  432; Hexachlorotellurate(IV),  $(\text{NH}_4)_2\text{TeCl}_6$ ,  $\text{K}_2\text{TeCl}_6$  433; Tellurtetrabromid  $\text{TeBr}_4$  434; Tellurtetrajodid  $\text{TeJ}_4$  435; Tellurioxid  $\text{TeO}_2$  436; Tellurige Säure  $\text{H}_2\text{TeO}_3$  437; Natriumtellurit  $\text{Na}_2\text{TeO}_3$ ; Tellurtrioxid  $\text{TeO}_3$  438; Tellursäure  $\text{H}_6\text{TeO}_6$  438; Natriumtellurat  $\text{Na}_2\text{H}_4\text{TeO}_6$  440; Natriumorthotellurat  $\text{Na}_6\text{TeO}_6$  440; Natriumtellurpentathionat  $\text{Na}_2\text{TeS}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  440

## 7. Abschnitt: Stickstoff, *R. Steudel und P. W. Schenk* . . . . . 442-504

Stickstoff  $\text{N}_2$  442; Ammoniak  $\text{NH}_3$  445; Lithiumamid  $\text{LiNH}_2$  448; Natriumamid  $\text{NaNH}_2$  449; Lithiumimid  $\text{Li}_2\text{NH}$  451; Hydrazin  $\text{N}_2\text{H}_4$  451; Hydraziniumsulfat  $[\text{N}_2\text{H}_6]\text{SO}_4$  455; Hydrogenazid  $\text{HN}_3$  456; Natriumazid  $\text{NaN}_3$  457; Lithiumazid  $\text{LiN}_3$  457; Kalium-, Rubidium- und Caesiumazid,  $\text{KN}_3$ ,  $\text{RbN}_3$ ,  $\text{CsN}_3$  458; Chloramin  $\text{NH}_2\text{Cl}$  459; Stickstofftrichlorid  $\text{NCl}_3$  462; Chlorazid  $\text{ClN}_3$  463; Hydroxylamin  $\text{NH}_2\text{OH}$  464; Hydroxylammoniumchlorid  $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{Cl}$  465; Hydroxylammoniumphosphat  $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{PO}_4$  466; Hydroxylammoniumarsenat  $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{AsO}_4$  467; Hydroxylammoniumoxalat  $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{C}_2\text{O}_4$  467; Distickstoffmonoxid  $\text{N}_2\text{O}$  468; Stickstoffmonoxid  $\text{NO}$  470; Stickstoffdioxid  $\text{NO}_2$  471; Distickstofftrioxid  $\text{N}_2\text{O}_3$  472; Distickstoffpentoxid  $\text{N}_2\text{O}_5$  473; Nitrosylchlorid  $\text{ClNO}$  474; Nitrosylbromid  $\text{BrNO}$  476; Nitrylchlorid  $\text{ClNO}_2$  476; Salpetersäure  $\text{HNO}_3$  477; Hyposalpeterige Säure  $\text{H}_2\text{O}_2\text{N}_2$  479; Natriumhyponitrit  $\text{Na}_2\text{O}_2\text{N}_2$  480; Silberhyponitrit  $\text{Ag}_2\text{O}_2\text{N}_2$  481; Dinatriumtrioxodinitrat  $\text{Na}_2[\text{ONNO}_2]$  482; Nitrylamid  $\text{H}_2\text{NNO}_2$  483; Thionylimid  $\text{HNSO}$  484; Salze des Tetraschwefel-tetranitrid-imidoxids  $\text{NH}_4[\text{S}_4\text{N}_5\text{O}]$ ,  $\text{Ag}[\text{S}_4\text{N}_5\text{O}]$  486; Amidoschwefelsäure  $\text{H}_2\text{NSO}_3\text{H}$  487; Kaliumamidosulfat  $\text{H}_2\text{NSO}_3\text{K}$  488; Dikaliumimido-bis-sulfat  $\text{HN}(\text{SO}_3\text{K})_2$  488; Triammoniumimido-bis-sulfat  $\text{NH}_4\text{N}(\text{SO}_3\text{NH}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  489; Trikaliumnitrido-tris-sulfat  $\text{N}(\text{SO}_3\text{K})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  489; Sulfamid  $\text{SO}_2(\text{NH}_2)_2$  490; Salze des Trisulfimids  $(\text{SO}_2\text{NH})_3$  491; Salze des Tetrasulfimids  $(\text{SO}_2\text{NH})_4$  492; Sulfuryl-bis-isocyanat und Disulfuryl-bis-isocyanat  $\text{SO}_2(\text{NCO})_2$ ,  $\text{S}_2\text{O}_5(\text{NCO})_2$  492; Sulfurylamidfluorid  $\text{H}_2\text{NSO}_2\text{F}$  493; Sulfurylfluorid-isocyanat  $\text{FSO}_2\text{NCO}$  494; Imido-bis-schwefelsäurefluorid  $\text{HN}(\text{SO}_3\text{F})_2$  494; Sulfurylchlorid-isocyanat  $\text{ClSO}_2\text{NCO}$  495; Sulfurylamidchlorid  $\text{H}_2\text{NSO}_2\text{Cl}$  497; Imido-bis-schwefelsäurechlorid  $\text{HN}(\text{SO}_3\text{Cl})_2$  497; Dikaliumchloramido-bis-sulfat  $\text{ClN}(\text{SO}_3\text{K})_2$  498; Salze der Hydrazido- $\text{N,N}'$ -bis-schwefelsäure  $\text{H}_2\text{N}_2(\text{SO}_3\text{H})_2$  498; Dikaliumdiimido-bis-sulfat  $\text{N}_2(\text{SO}_3\text{K})_2$  499; Hydroxylamido-O-Schwefelsäure  $\text{H}_2\text{NOSO}_3\text{H}$  500; Dikaliumhydroxylamido-bis-sulfat  $\text{HON}(\text{SO}_3\text{K})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  501; Kaliumhydroxylamido-tris-sulfat  $(\text{KO}_2\text{S})_2\text{NOSO}_3\text{K} \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$  501; Dikaliumnitroso-bis-sulfat  $\text{ON}(\text{SO}_3\text{K})_2$  502; Dikalium-N-nitrosohydroxylamido-N-sulfat  $\text{K}_2[\text{ONN}(\text{O})\text{SO}_3]$  504

## 8. Abschnitt: Phosphor, *R. Klement* . . . . . 505-566

Farbloser Phosphor  $\text{P}_4$  505; Roter Phosphor 506; Schwarzer Phosphor 508; Kolloider Phosphor 510; Monophosphan  $\text{PH}_3$  510; Diphosphan  $\text{P}_2\text{H}_4$  514; Natriumdihydrogenphosphid  $\text{NaPH}_2$  516; Phosphoniumjodid  $\text{PH}_4\text{J}$  517; Phosphorsulfidtrichlorid  $\text{PSCl}_3$  519; Phosphoroxidtribromid  $\text{POBr}_3$  520; Phosphorsulfidtribromid  $\text{PSBr}_3$  521; Diphosphorsäure-tetrachlorid  $\text{P}_2\text{O}_3\text{Cl}_4$  522; Monophosphorsäuredichlorid  $\text{HPO}_2\text{Cl}_3$  524; Diphosphortetrajodid  $\text{P}_2\text{J}_4$  524; Phosphortrijodid  $\text{PJ}_3$  525; Phosphor(III)-oxid  $\text{P}_4\text{O}_6$  526; Phosphor(V)-oxid  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  527; Monophosphorsäure  $\text{H}_3\text{PO}_4$  528; Hydroxylapatit  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ; Octacalciumphosphat  $\text{Ca}_8\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$  530; Diphosphorsäure  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  531; Tetraammoniumdiphosphat  $(\text{NH}_4)_4\text{P}_2\text{O}_7$  532; Pentanatriumtriphosphat  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  532; Hexanatriumtetraphosphat  $\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$  533; Hexaguanidinium-tetraphosphat  $[\text{NH}_2\text{CNH}_2\text{H}]_6\text{P}_4\text{O}_{13}$  533; Madrellsches Salz  $(\text{NaPO}_3)_x$  534; Grahamsches Salz  $(\text{NaPO}_3)_y$  535; Kurrolsches Natriumpolyphosphat  $(\text{NaPO}_3)_z$  536; Natriumtrimetaphosphat  $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  536; Natriumtetrametaphosphat  $\text{Na}_4\text{P}_4\text{O}_{12} \cdot n\text{H}_2\text{O}$  537; Phosphorige Säure  $\text{H}_3\text{PO}_3$  538; Hypophosphorige Säure  $\text{H}_3\text{PO}_2$  539; Bariumhypophosphit  $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  541; Hypophosphorsäure  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$  541;

Dinatriumdihydrogenhypophosphat  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  543; Tetranatriumhypophosphat  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_6 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  544; Bariumdihydrogenhypophosphat  $\text{BaH}_2\text{P}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  544; Kaliumperoxodiphosphat  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_8$  544; Tetraphosphortrisulfid  $\text{P}_4\text{S}_3$  545; Tetraphosphorpentasulfid  $\text{P}_4\text{S}_5$  547; Tetraphosphorheptasulfid  $\text{P}_4\text{S}_7$  547; Tetraphosphornonasulfid  $\text{P}_4\text{S}_9$  548; Monothio-phosphorsäure  $\text{H}_3\text{PO}_3\text{S}$  549; Natriummonothio-phosphat  $\text{Na}_3\text{PO}_3\text{S} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  549; Natrium-dithiophosphat  $\text{Na}_3\text{PO}_2\text{S}_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$  551; Bariumdithiophosphat  $\text{Ba}_3(\text{PO}_2\text{S}_2)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  551; Na-triumtrithiophosphat  $\text{Na}_3\text{POS}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$  552; Natriumtetrathiophosphat  $\text{Na}_3\text{PS}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  552; Tetraphosphortriselenid  $\text{P}_4\text{Se}_3$  553; Triphosphorpenitanitrid  $\text{P}_3\text{N}_5$  553; Phosphornitrilchlorid  $(\text{PNCl}_2)_n$  554; Phosphornitrilbromid  $(\text{PNBr}_2)_n$  556; Trichlorophosphazophosphor(V)-oxidchlorid  $\text{Cl}_3\text{PNP}(\text{O})\text{Cl}_2$  557; Monoamidophosphorsäure  $\text{H}_2\text{PO}_3\text{NH}_2$  558; Dinatrium-monoamidophosphat  $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{NH}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  559; Diamidophosphorsäure  $\text{HPO}_2(\text{NH}_2)_2$  560; Phosphoroxidtriamid  $\text{PO}(\text{NH}_2)_3$  562; Phosphorsulfidtriamid  $\text{PS}(\text{NH}_2)_3$  564; Tetraamino-phosphoniumjodid  $[\text{P}(\text{NH}_2)_4]\text{J}$  564; Tetranatriumimidodiphosphat  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_6\text{NH} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  565

9. Abschnitt: Arsen, Antimon, Wismut, *R. Steudel* und *P. W. Schenk* . . . 567–604

Arsen  $\text{As}$  567; Arsan  $\text{AsH}_3$  569; Diarsan  $\text{As}_2\text{H}_4$  571; Natriumdihydrogenarsenid  $\text{NaAsH}_2$  571<sup>9</sup> Arsen-trichlorid  $\text{AsCl}_3$  572; Tetramethylammonium-tetrachloroarsenat(III)  $[(\text{CH}_3)_4\text{N}]\text{AsCl}_4$  573; Tetraäthylammonium-hexachloroarsenat(V)  $[(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}]\text{AsCl}_6$  573; Arsentribromid  $\text{AsBr}_3$  574; Arsenrijodid  $\text{AsJ}_3$  575; Diarsentetrajodid  $\text{As}_2\text{J}_4$  575; Methyl-dijodarsan  $\text{CH}_3\text{AsJ}_2$  577; Triphenylarsan  $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{As}$  578; Triphenylarsandichlorid  $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{AsCl}_2$  579; Arsen(III)-oxid  $\text{As}_2\text{O}_3$  580; Arsensäure  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  580; Natriumdihydro-genarsenat(V)  $\text{NaH}_2\text{AsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  581; Ammoniumarsenat(V)  $(\text{NH}_4)_3\text{AsO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  581; Tetra-arsentetrasulfid  $\text{As}_4\text{S}_4$  582; Diarsenpentasulfid  $\text{As}_2\text{S}_5$  582; Ammoniumtetrathioarsenat(V)  $(\text{NH}_4)_3\text{AsS}_4$  583; Natriumtetrathioarsenat(V)  $\text{Na}_3\text{AsS}_4$  583; Natriummonothioarsenat(V)  $\text{Na}_3\text{AsO}_3\text{S} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  583; Natriumdithioarsenat(V)  $\text{Na}_3\text{AsO}_2\text{S}_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$  584; Antimon  $\text{Sb}$  584; Antimonwasserstoff  $\text{SbH}_3$  585; Antimontrichlorid  $\text{SbCl}_3$  587; Antimonpentachlorid  $\text{SbCl}_5$  588; Antimonoxidchlorid  $\text{SbOCl}$  589; Tetraantimonpentoxididichlorid  $\text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2$  589; Hexa-antimon(V)-säure  $\text{H}_3\text{O}[\text{SbCl}_6] \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$  590; Nitrosylhexachloroantimonat(V)  $\text{NO}[\text{SbCl}_6]$  590; Antimontribromid  $\text{SbBr}_3$  591; Antimontrijodid  $\text{SbJ}_3$  591; Ammoniumhexabromoanti-monat(IV)  $(\text{NH}_4)_2[\text{SbBr}_6]$  592; Tri- und Pentaphenylantimon  $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{Sb}$ ,  $(\text{C}_6\text{H}_5)_5\text{Sb}$  592; Antimon(III)-oxid  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  593; Antimon(V)-oxid-aquat  $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  594; Arsen(V)-Anti-mon(V)-oxid  $\text{AsSbO}_5$  594; Antimon(IV)-oxid  $\text{Sb}_2\text{O}_4$  595; Antimonoxidsulfat  $(\text{SbO})_2\text{SO}_4$  596; Natriumtetrathioantimonat(V)  $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  596; Wismut  $\text{Bi}$  596; Wismutwasser-stoff  $\text{BiH}_3$  597; Wismuttrichlorid  $\text{BiCl}_3$  597; Wismutoxidchlorid  $\text{BiOCl}$  598; Wismuttri-bromid  $\text{BiBr}_3$  599; Wismutoxidbromid  $\text{BiOBr}$  599; Wismuttrijodid  $\text{BiJ}_3$  600; Wismutoxid-jodid  $\text{BiOJ}$  600; Triphenylwismut  $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{Bi}$  601; Wismut(III)-oxid  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  601; Wismut(III)-nitrat  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  602; Wismutoxidnitrit  $\text{BiO}(\text{NO}_2)$  602; Wismut(III)-phosphat  $\text{BiPO}_4$  603; Wismut(III)-borat  $\text{BiBO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  603; Trinatriumtetraoxobismutat(V)  $\text{Na}_3\text{BiO}_4$  603; Na-triumtrioxobismutat(V)  $\text{NaBiO}_3 \cdot \text{aq}$  604; Kaliumtrioxobismutat(V)  $\text{KBiO}_3 \cdot \text{aq}$  604.

Formelregister zu Band I . . . . . 605–608