

Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung	1
I.1	Bioanorganische Chemie.....	1
I.2	Die bioanorganische Chemie des Nickels.....	3
I.2.1	Nickel in biologischen Systemen	3
I.2.2	Das Nickelzentrum der Urease	3
I.2.3	Das Nickelzentrum der [NiFe]-Hydrogenase.....	4
I.2.4	Das Nickelzentrum der Acetyl-CoA-Synthase/CO-Dehydrogenase.....	6
I.3	Die bioanorganische Chemie des Kupfers.....	8
I.3.1	Die Klassifizierung von Kupferzentren in Biomolekülen.....	10
I.3.2	Typ-1-Zentren in Blauen Kupferproteinen.....	11
I.3.3	Das zweikernige Cu _A -Zentrum der Cytochrom-c-Oxidase	12
II.	Aufgabenstellung und Zielsetzung	14
III.	Übergangsmetallkomplexe mit <i>btmgp</i>	
	als chelatisierenden Liganden	16
III.1	1,3-Bis(N,N'-tetramethylguanidino)propan: Ein neutraler zweizähniger mehrfachalkylierter Guanidin-Ligand	16
III.1.1	Synthese des verwendeten <i>btmgp</i> -Liganden.....	17
III.1.2	Das unterschiedliche Komplexierungsverhalten des <i>btmgp</i> - Liganden... 18	
III.2.	Synthese von <i>btmgp</i> -Übergangsmetallkomplexen mit zusätzlichen Halogenidliganden	18
III.2.1	Ergebnisse der Röntgenstrukturanalysen	19
III.2.1.1	Kristallstrukturanalysen der Komplexe des [MX ₂ (<i>btmgp</i>)]-Typs (MX ₂ = NiI ₂ (1), CoCl ₂ (2) und PdCl ₂ (3)).	19
III.2.2	Spektroskopische Untersuchung der Verbindungen 1- 3, A und B	21
III.2.2.1	UV-Vis-Spektroskopie.....	21
III.2.2.2	IR-Spektroskopie	25
III.2.2.3	Raman-Spektroskopie	27
III.2.2.4	Elektrochemisches Verhalten der Komplexe 1,3 und A	28
III.3	Heteroleptische d ⁸ -Metall-Komplexe mit Arenchalkogenolaten	29
III.3.1	Synthese von d ⁸ -Metall-Komplexen mit sterisch anspruchsvollen Arenchalkogenolatliganden.....	30

III.3.2.	Ergebnisse der Röntgenstrukturanalysen	31
III.3.2.1	Kristallstrukturanalyse von $[\text{Ni}(\text{btmgp})(\text{STip})_2]$ (4)	31
III.3.2.2	Kristallstrukturanalyse von $[\text{Ni}(\text{btmgp})(\text{StmsiPh})_2]$ (5)	32
III.3.2.3	Kristallstrukturanalyse von $[\text{Ni}(\text{btmgp})(\text{bdf})]$ (6)	32
III.3.2.4	Kristallstruktur von $[\text{Pd}_3(\text{btmgp})_2(\text{SePh})_4][(\text{BPh}_4)_2]$ (7 $[(\text{BPh}_4)_2]$)	34
III.3.3	Spektroskopische Untersuchung der Verbindungen 4-7	38
III.3.3.1	UV/Vis-Spektroskopie	38
III.3.3.2	IR-Spektroskopie	40
III.4	Synthese von dreikernigen Komplexen mit MFe_2 -Gerüst ($\text{M} = \text{Ni}, \text{Fe}$) ...	42
III.4.1	Ergebnisse der Röntgenstrukturanalysen	44
III.4.1.1	Kristallstrukturanalyse von $[(\text{btmgp})\text{Ni}^{\text{II}}(\mu_3\text{-Se})_2\text{Fe}_2(\text{CO})_6]$ (8)	44
III.4.1.2	Kristallstrukturanalyse von $[(\text{btmgp})\text{Fe}^{\text{II}}(\mu_3\text{-Se})_2\text{Fe}_2(\text{CO})_6]$ (9)	46
III.4.1.3	Kristallstrukturanalyse von $[(\text{btmgp})\text{FeFe}_2(\text{CO})_8]$ (10)	47
III.4.2	Diskussion der Schwingungsspektren der Verbindungen 8 und 10	50
III.4.2.1	IR-Spektroskopie	50
IV.	Zweikernige Nickelkomplexe mit	
	ungewöhnlichen Koordinationsmustern	52
IV.1	Vorkommen von zweikernigen Komplexen in der Biosphäre	52
IV.1.1	Nickelkomplexe mit heteropolyfunktionellen Chelatliganden	53
IV.2.	Synthese von multifunktionellen Chelatliganden des $(\text{N}_2^{\text{R}}\text{S}^{\text{Me}})$ -Typ	56
IV.3	Synthese neuartiger chiraler dinuklearer Nickel-Komplexe	
	mit multifunktionellen $(\text{N}_2^{\text{R}}\text{S})$ -Chelatliganden	57
IV.3.1	Ergebnisse der Röntgenstrukturanalysen	57
IV.3.1.1	Kristallstrukturanalyse von $[\text{Ni}_2(\text{pN}_2^{\text{iPr}}\text{S}^{\text{Me}})_2(\text{acac})][\text{BPh}_4]$ (15 $[\text{BPh}_4]$)	57
IV.3.1.2	Kristallstrukturanalyse von	
	$[\text{Ni}_2(\text{hPipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{acac})][\text{BPh}_4]$ (16 $[\text{BPh}_4]$)	61
IV.3.1.3	Kristallstrukturanalyse von $[\text{Ni}_2(\text{PipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{OAc})_2]$ (17)	63
IV.3.1.4	Kristallstrukturanalyse von $[\text{Ni}_2(\text{PipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{Cl})_2]$ (18)	66
IV.3.1.5	Kristallstrukturanalyse von $[\text{Ni}_2(\text{MorphON}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{Cl})_2]$ (19)	68
IV.3.2.	Spektroskopische Untersuchungen der Komplexe 15-19	70
IV.3.2.1	UV/Vis-Spektroskopie	70
IV.3.2.2	IR-Spektroskopie	73
IV.4	EXAFS-Untersuchungen der Komplexe 16 und 17	
	in kristalliner und gelöster Form	74

V.	Polynukleare Kupferkomplexe	79
V.1	Verwendung von N/S-Chelatliganden zum Aufbau von polynuklearen Komplexen	79
V.1.1.	Homoatomare d^{10} - d^{10} -Wechselwirkungen der einwertigen Münzmetalle in clusterähnlichen Verbindungen	83
V.2.	Synthese von vierkernigen Kupfer-(I)-komplexen mit multifunktionalen Liganden des (N ₂ S)-Typs	85
V.2.1	Ergebnisse der Röntgenkristallstruktur	86
V.2.1.1	Kristallstrukturanalyse der vierkernigen Komplexe des [M ₄ (N ₂ ^R S ^{Me}) ₄]-Typs (20 , 21 , 22 , 23 (M = Cu), 24 (M = Ag))	86
V.2.2	Spektroskopische Untersuchung der Komplexe 20 bis 24	91
V.2.2.1	UV/Vis-Spektroskopie	91
V.2.2.2	IR-Spektroskopie	91
V.2.2.3	Raman-Spektroskopie	92
V.2.2.4	¹ H-NMR-Untersuchungen der Komplexe 20-23 in gelöster Form	93
V.3.	Synthese des Komplexes [Cu ₈ (PipN ^{Me} N ^{iPr} S) ₆ (Cl) ₂] (25)	95
V.3.1	Ergebnis der Röntgenstrukturanalyse	96
V.3.1.1	Kristallstrukturanalyse von [Cu ₈ (PipN ^{Me} N ^{iPr} S) ₆ (Cl) ₂] (25)	96
V.4	Synthese von vierkernigen Kupfer-(I)-komplexen vom Typ [Cu ₄ (pN ₂ ^R S ₂ ^{Me}) ₂]	98
V.4.1	Ergebnisse der Röntgenstrukturanalyse	99
V.4.1.1	Kristallstrukturanalyse der vierkernigen Komplexe 29 und 30	99
V.4.2	Spektroskopische Untersuchungen der Komplexe 29 und 30	103
V.4.2.1	UV/Vis-Spektroskopie	103
V.4.2.2	IR-Spektroskopie	103
V.4.2.4	Raman-Spektroskopie	103
V.4.2.5	¹ H-NMR Untersuchungen der Komplexe 29 und 30 in gelöster Form	104
V.5	Darstellung von höherkernigen gemischtvalenten Kupferkomplexen ...	107
V.5.1	Ergebnisse der Röntgenstrukturanalysen	108
V.5.1.1	Kristallstrukturanalyse der achtkernigen Kupferkomplexe [Cu ₃ (pN ₂ ^{Me} S ₂ ^{Me}) ₃ Cu ₅ Cl ₅] (31) und [Cu ₃ (pN ₂ ^{Me} S ₂ ^{Me}) ₃ Cu ₅ Br ₅] (32)	108
V.5.1.2	Kristallstrukturanalyse des zehnkernigen Kupferkomplexes [Cu ₄ (eN ₂ ^{Me} S ₂ ^{Me}) ₄ Cu ₆ I ₆] (33)	113

V.5.2	Schwingungsspektroskopische Untersuchung von 31 und 32	115
V.5.2.1	IR-Spektroskopie	115
V.5.2.2	UV/Vis-Spektroskopie	115
V.5.2.3	Zeitabhängige UV/Vis-Messung der Komplexe 31 und 32	118
VI.	Experimenteller Teil	121
VI.1	Allgemeine Bemerkungen zum experimentellen Teil	121
VI.2	Analytische und spektroskopische Methoden	122
VI.3	Synthese und Charakterisierung von Ausgangsverbindungen	125
VI.4	Synthese und Charakterisierung der Verbindungen	130
VII.	Zusammenfassung	148
VIII.	Anhang	150

Abbildungsverzeichnis

Abb. I-1:	Kristallstruktur der [NiFe]-Hydrogenase aus <i>Desulfovibrio gigas</i> [PDB-File: 1FRV]: Enzym (links), reaktives Zentrum (rechts). ¹⁸	5
Abb. I-2:	Kristallstruktur der CO-Dehydrogenase/CoA-Synthase aus <i>Moorella thermoacetica</i> [1MJG]: Enzym (links), reaktives Zentrum (rechts). ²²	7
Abb. I-3:	Kristallstruktur des Plastocyanin (ox.) aus <i>Populus Nigra, Variant Italica</i> [PDB-File: 1PLC]: Enzym (links), reaktives Zentrum (rechts). ⁶²	11
Abb. I-4:	Kristallstruktur der CCO aus Rinderherzmitochondrien [PDB-File: 1OCC]: Enzym (links), reaktives Zentrum (rechts). ⁵⁸	13
Abb. III-1:	Reaktionsschema zur Synthese von <i>btmgp</i>	17
Abb. III-2:	Darstellung von <i>btmgp</i> -Komplexen von Metallsalzen mit koordinierenden und nicht-koordinierenden Anionen.....	18
Abb. III-3:	Kristallstruktur von 1-3.	19
Abb. III-4:	Grundgerüst $MCl_2(btmgp)$	20
Abb. III-5:	UV/Vis-Spektrum von $[NiCl_2(btmgp)]$ (A).	22
Abb. III-6:	UV/Vis-Spektrum von $[NiBr_2(btmgp)]$ (B).	22
Abb. III-7:	UV/Vis-Spektrum von $[NiI_2(btmgp)]$ (1).	23
Abb. III-8:	UV/Vis-Spektrum von $[CoCl_2(btmgp)]$ (2).	24
Abb. III-9:	UV/Vis-Spektrum von $[PdCl_2(btmgp)]$ (3).	25
Abb. III-10:	IR-Spektrum $[NiCl_2(btmgp)]$ (A)(links); IR-Spektrum $[PdCl_2(btmgp)]$ (3) (rechts).	26
Abb. III-11:	Raman-Spektrum von $[PdCl_2(btmgp)]$ (3).	27
Abb. III-12:	Cyclovoltammogramm von $[NiI_2(btmgp)]$ (1).	28
Abb. III-13:	Reaktionsschema über die Umsetzungen von Übergangsmetall-halogenid- <i>btmgp</i> -Vorstufen mit verschiedenen Arenthiolaten.....	30
Abb. III-14:	Kristallstruktur von $[Ni(btmgp)(STip)_2]$ (4) (ohne H-Atome).....	31
Abb. III-15:	Kristallstruktur von $[Ni(btmgp)(StmsiPh)_2]$ (5) (ohne H-Atome).	32
Abb. III-16:	Kristallstruktur von $[Ni(btmgp)(bdt)]$ (6).	33
Abb. III-17:	Kristallstruktur von $[Pd_3(btmgp)_2(SePh)_4][[(BPh_4)_2]$ (7 $[(BPh_4)_2]$) (ohne H-Atome).	34
Abb. III-19:	$Pd_3Se_4N_4$ -Grundgerüst von 7.....	35
Abb. III-18:	$p\pi$ -Wechselwirkungen in Me_2Se_2 -Einheiten: planare Anordnung (links); gefaltete Anordnung (rechts).....	36
Abb. III-20:	UV/Vis-Spektrum von $[Ni(btmgp)(STip)_2]$ (4).	38
Abb. III-21:	UV/Vis-Spektrum von $[Ni(btmgp)(StmsPh)_2]$ (5).	39
Abb. III-22:	UV/Vis-Spektrum von $[Ni(btmgp)(bdt)]$ (6).	39
Abb. III-23:	UV/Vis-Spektrum von $[Pd_3(SePh)_4(btmgp)_2][[(BPh_4)_2]$ (7 $[(BPh_4)_2]$).	40

Abb. III-24: IR-Spektrum von $[\text{Ni}(\text{btmgp})(\text{StmsiPh})_2]$ (5) (links); IR-Spektrum von $[\text{Ni}(\text{btmgp})(\text{bdt})]$ (6) (rechts).....	41
Abb. III-25: Reaktionsschema über die geplanten Umsetzungen von $\text{Ni}(\text{btmgp})(\text{QR})_2$ -Vorstufen mit Eisenkarbonylkomplexen.	42
Abb. III-26: Kristallstruktur von $[(\text{btmgp})\text{Ni}^{\text{II}}(\mu_3\text{-Se})_2\text{Fe}^{\text{I}}_2(\text{CO})_6]$ (8).	44
Abb. III-27: Grundgerüst von $[(\text{btmgp})\text{Ni}^{\text{II}}(\mu_3\text{-Se})_2\text{Fe}^{\text{I}}_2(\text{CO})_6]$ (8).	45
Abb. III-28: Kristallstruktur von $[(\text{btmgp})\text{Fe}^{\text{II}}(\mu_3\text{-Se})_2\text{Fe}^{\text{I}}_2(\text{CO})_6]$ (9).	46
Abb. III-29: Grundgerüst von $[(\text{btmgp})\text{Fe}^{\text{II}}(\mu_3\text{-Se})_2\text{Fe}^{\text{I}}_2(\text{CO})_6]$ (9).	47
Abb. III-30: Kristallstruktur von $[(\text{btmgp})\text{FeFe}_2(\text{CO})_6]$ (10).	48
Abb. IV-1: Ausgewählte Koordinationsmuster für (N_2S) -Liganden.....	55
Abb. IV-2: Allg. Schema zur Herstellung von chiralen Chelatliganden des (N_2S) -Typs.	56
Abb. IV-3: Kristallstruktur von $[\text{Ni}_2(\rho\text{N}_2^{\text{iPr}}\text{S}^{\text{Me}})_2(\text{acac})][\text{BPh}_4]$ (15 $[\text{BPh}_4]$) (ohne H-Atome).	58
Abb. IV-4: Kristallstruktur von $[\text{Ni}_2(\text{hPipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{acac})][\text{BPh}_4]$ (16 $[\text{BPh}_4]$) (ohne H-Atome).	62
Abb. IV-5: Kristallstruktur von $[\text{Ni}_2(\text{PipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{OAc})_2]$ (17) (ohne H-Atome).....	64
Abb. IV-6: Kristallstruktur von $[\text{Ni}_2(\text{PipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{Cl})_2]$ (18) (ohne H-Atome).	66
Abb. IV-7: Kristallstruktur von $[\text{Ni}_2(\text{MorphON}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{Cl})_2]$ (19) (ohne H-Atome).	66
Abb. IV-8: UV/Vis-Spektrum von $[\text{Ni}_2(\text{hPipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{acac})][\text{BPh}_4]$ (16 $[\text{BPh}_4]$).	70
Abb. IV-9: UV/Vis-Spektrum von $[\text{Ni}_2(\text{PipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2(\text{OAc})_2]$ (17).	71
Abb. IV-10: UV/Vis-Spektrum von $[\text{Ni}_2(\text{PipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_2\text{Cl}_2]$ (18).	72
Abb. IV-11: UV/Vis-Spektrum von $[\text{Ni}_2(\text{MorphON}^{\text{iPr}}\text{S})_2\text{Cl}_2]$ (19).	72
Abb. IV-12: k^3 gewichtete Ni-K-Kante EXAFS-Spektren des Komplexes 16 in kristalliner Form.	75
Abb. IV-13: k^3 gewichtete Ni-K-Kante EXAFS-Spektren des Komplexes 17 in kristalliner Form.	77
Abb. V-1: Reaktion von Cu^{II} -Verbindungen mit Thiolaten.	79
Abb. V-2: (Weg A) Synthese von polynuklearen Kupferkomplexen unter Verwendung von $(\text{N}_2^{\text{RS}})_2$	80
Abb. V-3: (Weg B) Darstellung hetero- und homonukleare Komplexe mit multifunktionalen N,S-Chelatligande.	81
Abb. V-4: Synthesestrategie von Tolman zur Synthese von gemischtvalenten Cu-Komplexen.	83
Abb. V-5: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_4(\text{PipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_4]$ (20) (ohne H-Atome).	86
Abb. V-6: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_4(\text{hPipN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_4]$ (21) (ohne H-Atome).	86
Abb. V-7: Grundgerüst $\text{Cu}_4\text{S}_4\text{N}_4$ von 20	87
Abb. V-8: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_4(\text{MorphON}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_4]$ (22) (ohne H-Atome).	87

Abb. V-9: Kristallstruktur von $[\text{Ag}_4(\text{hPiPrN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_4]$ (24) (ohne H-Atome).	88
Abb. V-10: ^1H -NMR-Spektrum von 21 .	93
Abb. V-11: ^1H - ^{13}C (HMQC)-Spektrum von 21 .	94
Abb. V-12: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_6(\text{PiPrN}^{\text{Me}}\text{N}^{\text{iPr}}\text{S})_6](\text{Cl})_2$ (25) (ohne H-Atome).	96
Abb. V-13: Grundgerüst $\text{Cu}_8\text{N}_6\text{S}_6\text{Cl}_2$.	97
Abb. V-14: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_4(\rho\text{N}_2^{\text{Me}}\text{S}_2^{\text{Me}})_2]$ (29) (ohne H-Atome).	100
Abb. V-15: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_4(\rho\text{N}_2^{\text{Et}}\text{S}_2^{\text{Me}})_2]$ (30) (ohne H-Atome).	100
Abb. V-16: ^1H -NMR-Spektrum von 30 .	104
Abb. V-17: ^1H - ^{13}C (HMQC)-Spektrum von 30 .	105
Abb. V-18: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_3(\rho\text{N}^{\text{Me}}\text{S}_2^{\text{Me}})_3\text{Cu}_5\text{Cl}_5]$ (31) (ohne H-Atome).	109
Abb. V-19: $\text{Cu}_3^{\text{II}}\text{Cu}_2^{\text{I}}\text{N}_6\text{S}_6$ -Grundgerüst von 31 .	110
Abb. V-20: Zentrales $\text{Cu}_5^{\text{I}}\text{Cu}_3^{\text{II}}\text{S}_6\text{N}_6\text{Cl}_5$ -Gerüst von 31 .	110
Abb. V-21: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_3(\rho\text{N}^{\text{Me}}\text{S}_2^{\text{Me}})_3\text{Cu}_5\text{Br}_5]$ (32) (ohne H-Atome).	111
Abb. V-22: Kristallstruktur von $[\text{Cu}_3(\rho\text{N}^{\text{Me}}\text{S}_2^{\text{Me}})_4\text{Cu}_6\text{I}_6]$ (33) (ohne H-Atome).	113
Abb. V-23: Zentrales $\text{Cu}_6^{\text{I}}\text{Cu}_4^{\text{II}}\text{S}_8\text{N}_8\text{I}_6$ -Gerüst von 33 .	114
Abb. V-24: Darstellung einer <i>d</i> -Orbital Wechselwirkung wie sie in den $\text{Cu}(\text{II})\text{N}_2\text{S}_2$ -Komplexen gefunden wird. ¹⁹²	116
Abb. V-25: UV/Vis-Spektrum von $[\text{Cu}_3(\rho\text{N}^{\text{Me}}\text{S}_2^{\text{Me}})_3\text{Cu}_5\text{Cl}_5]$ (31).	117
Abb. V-26: Zeitaufgelöste UV/Vis-spektroskopische Untersuchung von 31 .	118
Abb. V-27: Reaktionsschema Oxidation von Cu^{I} mittels Alkylhalogeniden.	119
Abb. V-28: Zeitaufgelöste UV/Vis-spektroskopische Untersuchung von $\text{Cu}_4(\rho\text{N}_2^{\text{Et}}\text{S}_2^{\text{H}})_2$.	120
Abb. VIII-1: Schematische Zusammenfassung der Reaktionen und Verbindungen des Kapitels III.	150
Abb. VIII-2: Schematische Zusammenfassung der Reaktionen und Verbindungen des Kapitels IV.	151
Abb. VIII-3: Schematische Zusammenfassung der Reaktionen und Verbindungen der Kapitel V.2-V.3.	152
Abb. VIII-4: Schematische Zusammenfassung der Reaktionen und Verbindungen des Kapitels V.4.	153

Tabellenverzeichnis

Tab. I-1:	Die biologisch essentiellen Elemente im Periodensystem.	1
Tab. I-2:	Metall-Metall- Abstände von verschiedenen [NiFe]-Hydrogenasen aus Kristallstrukturdaten.....	6
Tab. I-3a:	Klassische Kupferzentren in biologischen Systemen.	10
Tab. I-3b:	Nicht-Klassische Kupferzentren in biologischen Systemen.....	11
Tab. III-1:	Chemische Verschiebung (δ [ppm]) und Multiplizität der Signale, sowie zugehörige Kopplungskonstante (3J [Hz]).	18
Tab. III-2:	Ausgewählte Strukturdaten der Komplexe 1-3.	20
Tab. III-3:	Ausgewählte Schwingungen von Verbindungen des Typs <i>Mbtm</i> gpX _n	26
Tab.III-4:	Ausgewählte Strukturdaten von 4	37
Tab.III-5:	Ausgewählte Strukturdaten von 5	37
Tab.III-6:	Ausgewählte Strukturdaten von 6	37
Tab.III-7:	Ausgewählte Strukturdaten von 7	37
Tab.III-8:	Ausgewählte Strukturdaten von 8	44
Tab.III-9:	Ausgewählte Strukturdaten von 9	46
Tab.III-10:	Ausgewählte Strukturdaten von 10	48
Tab. IV-1:	Ausgewählte Strukturdaten von 15	60
Tab. IV-2:	Ausgewählte Strukturdaten von 16	63
Tab. IV-3:	Ausgewählte Strukturdaten von 17	65
Tab. IV-4:	Ausgewählte Strukturdaten von 18	67
Tab. IV-5:	Vergleich μ -Thiolat verbrückter Nickel-Verbindungen.	69
Tab.IV-6:	Ausgewählte Strukturdaten von 19	70
Tab. IV-7:	Gegenüberstellende Abstandsbetrachtung der näheren Nickelumgebung für Verbindung 16	76
Tab. IV-8:	Gegenüberstellende Abstandsbetrachtung der näheren Nickelumgebung für Verbindung 17	77
Tab. V-1:	Ausgewählte Kristalldaten der Komplexe 20-24	89
Tab. V-2:	Ausgewählte Strukturdaten von 20	89
Tab. V-3:	Ausgewählte Strukturdaten von 21	89
Tab. V-4:	Ausgewählte Strukturdaten von 22	90
Tab. V-5:	Ausgewählte Strukturdaten von 23	90
Tab. V-6:	Ausgewählte Strukturdaten von 24	90
Tab. V-7:	Ausgewählte Schwingungsfrequenzen (UV/Vis) der Verbindungen 20-23	91

Tab. V-8:	Ausgewählte Schwingungsfrequenzen (Raman) der Verbindungen 20-23.	93
Tab. V-9:	Ausgewählte Strukturdaten von 25	97
Tab. V-10:	Ausgewählte Strukturdaten von 29	101
Tab. V-11:	Ausgewählte Strukturdaten von 30	102
Tab. V-12:	Ausgewählte Schwingungsfrequenzen (UV/Vis) der Verbindungen 29 und 30	103
Tab. V-13:	Ausgewählte Schwingungsfrequenzen (Raman) der Verbindungen 29 und 30	104
Tab. V-14:	Ausgewählte Strukturdaten von 31	112
Tab V-15:	Ausgewählte Strukturdaten von 32	112
Tab. V-16:	Ausgew. Bindungswinkel von $\text{Cu}^{\text{II}}(\text{N}_2^{\text{R}}\text{S}_2)$ -Einheit in gemischtvalenten Kupferkomplexen.	115
Tab. V-17:	Ausgew. Messdaten der zeitaufgelösten UV/Vis-sektroskopischen Untersuchung von 31	118
Tab. V-18:	Ausgew. Messdaten der zeitaufgelösten UV/Vis-sektroskopischen Untersuchung von 32	119
Tab. VI-1:	Trockenmittel für die verwendeten Lösungsmittel. a.) und b.) wurde je nach Anspruch alternativ angewendet.	121
Tab. VI-2:	Definition der kristallographischen R-Werte und des GOF.	124