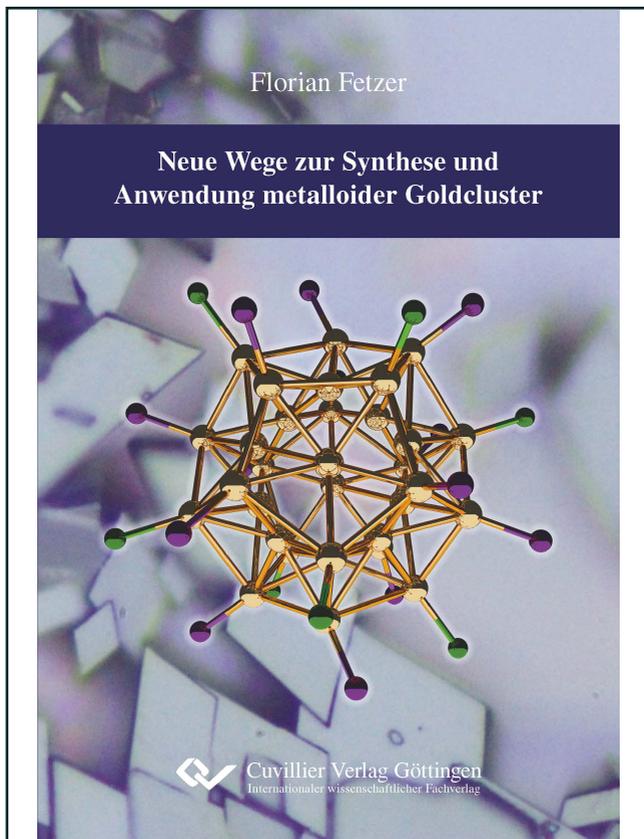




Florian Fetzter (Autor)  
**Neue Wege zur Synthese und Anwendung  
metalloider Goldcluster**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8587>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	3
1.2	Zielsetzung . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>6</b>
2.1	Nanopartikel und Cluster . . . . .	6
2.1.1	Die “magischen Zahlen” des Clusteraufbaus . . . . .	8
2.2	Metalloide Cluster des Goldes . . . . .	11
2.2.1	Charakteristika von elementarem Gold . . . . .	11
2.2.2	Synthesewege in der Goldclusterchemie . . . . .	13
2.2.3	Entwicklungen in der Goldclusterchemie . . . . .	15
2.2.4	Eigenschaften von Goldclustern . . . . .	16
2.3	Grundlagen gängiger Charakterisierungsmethoden . . . . .	24
2.3.1	Einkristallstrukturanalyse . . . . .	24
2.3.2	Grundlagen optischer Untersuchungen und Phänomene . . . . .	26
2.4	Kollektive Eigenschaften metalloider Cluster . . . . .	29
<b>3</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>31</b>
3.1	Synthese der Vorstufenverbindungen . . . . .	31
3.1.1	Von Gold zu Clustern und wieder zurück . . . . .	31
3.1.2	Synthese der Phosphane . . . . .	32
3.1.3	Synthese von Gold(I)vorstufen . . . . .	33
3.2	Reduktionen mit Kalium-Benzophenon und -Naphthalenid . . . . .	36
3.2.1	Reduktionen mit Kalium-Naphthalenid . . . . .	37
3.2.2	Reduktionen mit Kalium-Benzophenon . . . . .	40
3.3	Reduktionen mit Ga(I)-Verbindungen . . . . .	42
3.3.1	Synthese von Au <sub>1</sub> -Verbindungen . . . . .	42
3.3.2	Die Clusterverbindungen Au <sub>6</sub> (R <sub>3</sub> P) <sub>6</sub> (GaCl <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> . . . . .	45
3.3.3	Der Cluster Au <sub>7</sub> ( <sup>n</sup> Pr <sub>3</sub> P) <sub>6</sub> (GaCl <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .	47
3.3.4	Der Cluster [Au <sub>8</sub> (PPh <sub>3</sub> ) <sub>8</sub> ] <sup>2+</sup> . . . . .	49
3.3.5	Der Cluster [Au <sub>9</sub> (PPh <sub>3</sub> ) <sub>8</sub> GaCl <sub>2</sub> ] <sup>2+</sup> . . . . .	53
3.3.6	Zusammenfassung . . . . .	60

3.4	Reduktionen von Tris-Alkyl-Phosphan-Goldvorstufen mit $\text{NaBH}_4$ . . . . .	61
3.4.1	Reduktionen von ${}^t\text{Bu}_3\text{PAuCl}$ . . . . .	61
3.4.2	Die Cluster $\text{Au}_{32}(\text{R}_3\text{P})_{12}\text{Cl}_8$ . . . . .	74
3.4.3	Der Cluster $\text{Au}_{129}\text{R}_{24}$ . . . . .	86
3.4.4	Zusammenfassung . . . . .	93
3.5	Kollektive Eigenschaften hochgeordneter Systeme aus metalloiden Clustern	95
3.5.1	Herstellung von Dünnschichtfilmen . . . . .	96
3.5.2	Untersuchung der Mikro-Kristalle aus $\text{Au}_{32}$ -Clustern . . . . .	98
3.5.3	Charakterisierung der Mikro-Kristalle . . . . .	103
3.5.4	Messung der elektronischen Eigenschaften der Mikro-Kristalle . . .	110
3.5.5	Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	118
3.5.6	Untersuchung zu möglichen Anwendungen . . . . .	119
3.6	Zusammenfassung . . . . .	121
<b>4</b>	<b>Experimentalteil</b>	<b>125</b>
4.1	Allgemeine Arbeitsmethoden . . . . .	125
4.2	Synthese der Phosphane . . . . .	129
4.3	Synthese der Goldvorstufen . . . . .	131
4.3.1	Herstellung von $\text{HAuCl}_4$ . . . . .	131
4.3.2	Herstellung von $\text{HAuBr}_4$ . . . . .	131
4.3.3	Synthese von $\text{THTAuCl}$ . . . . .	131
4.3.4	Synthese von $\text{THTAuBr}$ . . . . .	132
4.3.5	Synthese von $\text{R}_3\text{PAuX}$ . . . . .	132
4.3.6	Synthese von $\text{PPh}_3\text{AuGeCl}_3$ . . . . .	134
4.4	Reduktionen mit Kalium-Benzophenon und Kalium-Naphthalenid . . . . .	135
4.4.1	Synthese der Verbindung $(\text{PPh}_3)_2\text{AuCl}$ . . . . .	135
4.4.2	Synthese der Verbindung $(\text{PPh}_3)_4\text{Au}_4(\text{GeCl}_3)_2$ . . . . .	135
4.4.3	Synthese von $[\text{Au}_6(\text{Et}_3\text{P})_6\text{C}]^{2+}$ . . . . .	135
4.4.4	Synthese von $[\text{Au}_6({}^n\text{Pr}_3\text{P})_6\text{C}]^{2+}$ . . . . .	136
4.5	Reduktionen mit Gallium(I)verbindungen . . . . .	137
4.5.1	Synthese von $\text{GaCp}$ . . . . .	137
4.5.2	Synthese von $\text{GaCp}^*$ . . . . .	137
4.5.3	Synthese von $[\text{Au}({}^t\text{Bu}_3\text{P})_2]^+[\text{GaCl}_3\text{Cp}]^-$ . . . . .	137
4.5.4	Synthese von $[\text{Au}((\text{C}_6\text{H}_{11})_3\text{P})_2]^+[\text{GaCl}_2\text{Cp}_2]^-$ . . . . .	138
4.5.5	Synthese von $[(\text{GaCp}^*)({}^n\text{Pr}_3\text{P})_3\text{Au}]^+[\text{GaCp}^*\text{Cl}_3]^-$ . . . . .	138
4.5.6	Synthese von $\text{Au}_6(\text{GaCl}_2)_4(\text{PEt}_3)_6$ . . . . .	139

4.5.7	Synthese von $\text{Au}_6(\text{GaCl}_2)_4(^n\text{Pr}_3\text{P})_6$ . . . . .	139
4.5.8	Synthese von $\text{Au}_7(\text{GaCl}_2)_3(^n\text{Pr}_3\text{P})_6$ . . . . .	139
4.5.9	Synthese von $[\text{Au}_8(\text{PPh}_3)_8]^{2+}$ . . . . .	140
4.5.10	Synthese von $[\text{Au}_9(\text{PPh}_3)_8\text{GaCl}_2]^{2+}$ . . . . .	140
4.6	Reduktionen mit $\text{NaBH}_4$ . . . . .	141
4.6.1	Synthese von $[\text{Au}(^t\text{Bu}_3\text{P})_2]^+\text{Cl}^-$ . . . . .	141
4.6.2	Synthese von $\text{Au}_7(^t\text{Bu}_3\text{P})_8$ . . . . .	141
4.6.3	Synthese von $\text{Au}_{20}(^t\text{Bu}_3\text{P})_8$ . . . . .	142
4.6.4	Synthese von $\text{Au}_{23}(^t\text{Bu}_3\text{P})_8\text{Cl}_3$ . . . . .	142
4.6.5	Synthese von $\text{Au}_{32}(^n\text{Bu}_3\text{P})_{12}\text{Cl}_8$ . . . . .	143
4.6.6	Synthese von $\text{Au}_{32}(^i\text{Pr}_2\text{MeP})_{12}\text{Cl}_8$ . . . . .	143
4.6.7	Synthese von $\text{Au}_{129}\text{R}_{24}$ . . . . .	143
4.7	Leitfähigkeitsmessungen am Einkristall . . . . .	144
4.7.1	Herstellung der $\text{Au}_{32}(^n\text{Bu}_3\text{P})_{12}\text{Cl}_8$ -Einkristalle . . . . .	144
4.7.2	Untersuchung des Kristallisationsprozesses . . . . .	144
<b>5</b>	<b>Anhang</b> . . . . .	<b>145</b>
5.1	Absorptionsspektren . . . . .	145
5.2	Thermogravimetrische Analyse . . . . .	147
5.3	NMR-Spektren . . . . .	148
5.4	Massenspektren . . . . .	149
5.5	Rechnungen . . . . .	151
5.6	Kristallographische Informationen . . . . .	152
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> . . . . .	<b>160</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b> . . . . .	<b>162</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b> . . . . .	<b>163</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	<b>166</b>
	<b>Publikationsliste und Tagungsbeiträge</b> . . . . .	<b>175</b>
	<b>Erklärung zu geteilten Erstautorenpublikationen</b> . . . . .	<b>176</b>
	<b>Lebenslauf</b> . . . . .	<b>179</b>
	<b>Danksagung</b> . . . . .	<b>180</b>