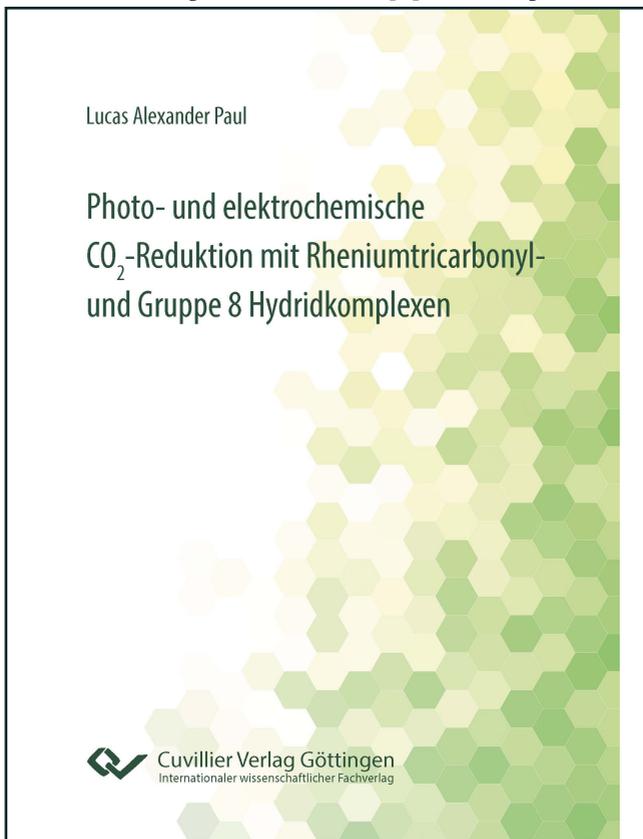




Lucas Alexander Paul (Autor)

# Photo- und elektrochemische CO<sub>2</sub>-Reduktion mit Rheniumtricarbonyl- und Gruppe 8 Hydridkomplexen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8769>

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>4</b>
1.1	CO <sub>2</sub> als Rohstoff . . . . .	4
1.1.1	Reduktion von CO <sub>2</sub> . . . . .	5
1.1.2	Elektrochemische CO <sub>2</sub> -Reduktion . . . . .	6
1.1.3	Heterogenisierung molekularer Katalysatoren der CO <sub>2</sub> -Reduktion basierend auf $\alpha$ -Diimintricarbonylrheniumkomplexen . . . . .	13
1.1.4	Photochemische CO <sub>2</sub> -Reduktion . . . . .	15
1.2	CO <sub>2</sub> -Reduktion zu anderen Produkten als CO mit Rheniumtricarbonylkomplexen . . . . .	19
1.3	Platinhydridkomplexe . . . . .	21
1.4	Photoreaktivität von Hydridkomplexen . . . . .	24
1.5	Photochemie eines Nickelhydrid Komplexes gegenüber CO <sub>2</sub> . . . . .	27
<b>2</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>30</b>
2.1	Elektrochemische CO <sub>2</sub> -Reduktion mit einem dinukleare Rheniumkomplex . . . . .	30
2.2	Photochemie mononuklearer Rheniumkomplexe . . . . .	30
2.3	Photoelektrische CO <sub>2</sub> -Reduktion mit Gruppe 8 Hydridkomplexen . . . . .	31
<b>3</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>34</b>
3.1	Verankerung eines Dinuklearen CO <sub>2</sub> -Reduktionskatalysators . . . . .	34
3.1.1	Synthese und Charakterisierung von <b>XXXVIII</b> . . . . .	34
3.1.2	Elektrochemie von <b>XXXVIII</b> in Lösung . . . . .	40
3.1.3	Homogene CO <sub>2</sub> -Reduktion mit <b>XXXVIII</b> . . . . .	45
3.1.4	Verankerung von <b>XXXVIII</b> auf <i>MWCNTs</i> . . . . .	48
3.2	Photochemie mononuklearer Rhenium(I) Komplexe . . . . .	52
3.2.1	Photophysikalische Eigenschaften von <b>XI</b> und <b>XII</b> . . . . .	52
3.2.2	Reaktivität des langlebigen <i>T</i> <sub>1</sub> Zustandes . . . . .	58
3.2.3	Die Photoreaktivität von <b>XI</b> . . . . .	64
3.2.4	Photochemische CO <sub>2</sub> -Reduktion . . . . .	68
3.3	CO <sub>2</sub> -Reduktion mit einem Rheniumbipyridinkomplex mit einem redoxaktiven Disulfid im Liganden . . . . .	71
3.4	Photo- und elektrochemische Untersuchungen an Platin Komplexen mit dem EtXantPhos Liganden . . . . .	74
3.4.1	Elektrochemische Regenerierung von <b>XXII</b> . . . . .	74
3.4.2	Photochemie von <b>XXII</b> . . . . .	78

---

3.4.3	Reaktivitäten gegenüber CO . . . . .	84
3.5	Photoelektrochemische CO <sub>2</sub> -Reduktion mit einem Nickelhydridkomplex . .	90
3.5.1	Elektrochemische Regenerierung von <b>XXXI</b> . . . . .	90
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>95</b>
4.1	Elektrochemische CO <sub>2</sub> -Reduktion mit einem Hybridsystem aufgebaut aus einem dinuklearen Rheniumkomplex und <i>MWCNT</i> s . . . . .	95
4.2	Photochemie dinuklearer Rhenium(I) Komplexe mit und ohne interne Pro- tonenquelle . . . . .	95
4.3	Etablierung photoelektrischer Zyklen zur CO <sub>2</sub> -Reduktion mit Gruppe 8 Hy- dridkomplexen . . . . .	97
4.3.1	Photo- und Elektrochemie eines Platinhydridkomplexes ( <b>XXII</b> ) . .	97
4.3.2	Photo- und elektrochemische Untersuchungen an einem Nickelhy- dridkomplex ( <b>XXXI</b> ) . . . . .	98
<b>5</b>	<b>Experimentelles</b>	<b>99</b>
5.1	Generelle Arbeitstechniken . . . . .	99
5.2	Synthesen . . . . .	99
5.3	Analytische Methoden . . . . .	99
5.3.1	IR-Spektroskopie . . . . .	99
5.3.2	<i>NMR</i> -Spektroskopie . . . . .	100
5.3.3	Massenspektrometrie . . . . .	100
5.3.4	UV/Vis-Spektroskopie . . . . .	100
5.3.5	Lumineszenzspektroskopie . . . . .	100
5.3.6	<i>XPS</i> . . . . .	100
5.3.7	Beschichtung mit <i>MWCNT</i> und <b>XXXVIII</b> . . . . .	100
5.3.8	Gas-Chromatographie . . . . .	101
5.4	Mikroskopie . . . . .	101
5.5	Bestrahlungsexperimente . . . . .	101
5.6	Elektrochemie . . . . .	101
5.6.1	Bestimmung der Lumineszenzquantenausbeute . . . . .	103
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>104</b>
6.1	Weitere CV Daten . . . . .	104
6.2	Weitere Auftragungen . . . . .	105
6.3	Synthesen . . . . .	107

---

6.3.1	Synthese von 2-(Ethoxymethoxy)-1,3-diiodbenzol . . . . .	107
6.3.2	Synthese von 2-(Ethoxymethoxy)-1,3-bis(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)benzol . . . . .	108
6.3.3	Synthese von 2-(Ethoxymethoxy)-1,3-bis(6-(1-methylimidazol-2-yl)pyridin-2-yl)benzol . . . . .	108
6.3.4	Synthese von 2,6-Bis(6-(1-methylimidazol-2-yl)pyridin-2-yl)phenol .	110
6.3.5	Synthese von 4-Brom-2,6-Bis(6-(1-methylimidazol-2-yl)pyridin-2-yl)phenol . . . . .	111
6.3.6	Synthese von 5-Brom-2-(Ethoxymethoxy)-1,3-Bis(6-(1-methylimidazol-2-yl)pyridin-2-yl)benzol ( <b>XXXIX</b> ) . . . . .	111
6.3.7	Synthese von 2-(Ethoxymethoxy)-1,3-bis(6-(1-methylimidazol-2-yl)pyridin-2-yl)-5-(pyren-1-yl)benzol . . . . .	113
6.3.8	Synthese von <b>XLI</b> . . . . .	114
6.3.9	Synthese von <b>XXXVIII</b> . . . . .	115
6.3.10	Synthese von <b>XLII</b> . . . . .	116
6.4	Abkürzungsverzeichnis . . . . .	117
6.5	Verbindungsverzeichnis . . . . .	119
<b>7</b>	<b>Danksagung</b> . . . . .	<b>127</b>
<b>8</b>	<b>Wissenschaftliche Beiträge</b> . . . . .	<b>129</b>