

INHALTSVERZEICHNIS

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	VII
VORWORT	IX
INHALTSVERZEICHNIS	XI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XIII
1 EINLEITUNG	1
1.1 CO ₂ IN DER HEUTIGEN WELT UND IN DER MODERNNEN FORSCHUNG	2
1.1.1 EINFANG UND SPEICHERUNG VON CO ₂	3
1.1.2 NUTZUNG VON CO ₂ FÜR SYNTHESEN IM TECHNISCHEN KONTEXT	7
1.1.3 NUTZUNG VON CO ₂ IN DER ORGANISCHEN SYNTHESE	8
1.2 WISSENSWERTES ZUR MECHANOCHEMIE	11
1.3 CO ₂ IN DER MECHANOCHEMIE	15
1.4 ZIELSETZUNG UND KONZEPT	18
2 MECHANOCHEMISCHE INITIIERTE FREISETZUNG VON CO₂ AUS CARBONATEN UND DESSEN EINBAU IN EPOXIDE	19
2.1 WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG	19
2.2 EINSATZ EINES ISOBAREN AUFBAUS IN EINER SCHWINGKUGELMÜHLE	21
2.3 EINSATZ EINES ISOCHOREN AUFBAUS IN EINER PLANETENKUGELMÜHLE	25
2.4 VERSUCHE ZUM EINBAU VON CO ₂ IN EPOXIDE UND THIRANE	28
2.5 ZUSAMMENFASSUNG	32
3 MECHANOCHEMISCHE GRIGNARD-REAKTIONEN MIT CO₂ UND Natriummethylcarbonat	33
3.1 WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG	34
3.1.1 GRIGNARD-REAGENZIEN UND BILDUNGSMECHANISMUS	34
3.1.2 METALLORGANIK IN DER KUGELMÜHLE	38
3.2 MECHANOCHEMISCHE GRIGNARD-REAKTIONEN MIT CO ₂	43
3.2.1 OPTIMIERUNG DER MECHANOCHEMISCHEN GRIGNARD-REAKTION MIT CO ₂	44
3.2.2 REPRODUZIERBARKEIT UND ALTERNATIVE AUFARBEITUNGSMETHODEN	55
3.2.3 ANWENDUNGSBREITE MECHANOCHEMISCHER GRIGNARD-REAKTIONEN MIT CO ₂	59
3.3 MECHANOCHEMISCHE GRIGNARD-REAKTIONEN MIT Natriummethylcarbonat	64
3.3.1 OPTIMIERUNG IN EINER SCHWINGKUGELMÜHLE	66
3.3.2 OPTIMIERUNG IN EINER PLANETENKUGELMÜHLE	68
3.3.3 ANWENDUNGSBREITE MECHANOCHEMISCHER GRIGNARD-REAKTIONEN MIT NaCO ₃ Me	70
3.4 WEITERFÜHRENDE EXPERIMENTE	73
3.5 ZUSAMMENFASSUNG	76
4 MECHANOCHEMISCHE KOLBE-SCHMITT-REAKTIONEN	79
4.1 WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG	80
4.2 VERSUCHE ZUR MECHANOCHEMISCHEN CARBOXYLIERUNG VON PHENOL	87
4.3 MECHANOCHEMISCHE CARBOXYLIERUNG VON CATECHOL UND CATECHOLATEN	92
4.3.1 OPTIMIERUNG DER MECHANOCHEMISCHEN KOLBE-SCHMITT-REAKTION	97
4.3.2 FESTKÖRPER-NMR-SPEKTROSKOPIE AN DIALKALIMETALLCATECHOLATEN	100
4.3.3 ZUGABE VON ADDITIVEN UND KONTROLLREAKTIONEN	105
4.3.4 UNTERSUCHUNG DER ANWENDUNGSBREITE	108
4.4 ZUSAMMENFASSUNG	112

Inhaltsverzeichnis

5 KOOPERATIONSPROJEKTE UND ERPROBTE IDEEN.....	115
5.1 VERSUCHE ZUM EINBAU VON CO ₂ IN SULFOXIMINE	115
5.2 VERSUCHE ZU MECHANOCHEMISCHEN NICKELKATALYSIERTEN CARBOXYLIERUNGEN....	117
5.3 VERSUCHE ZUR MECHANOCHEMISCHEN ESTERSPALTUNG MIT AlI ₃	124
5.4 VERSUCHE ZUR EINLAGERUNG VON CO ₂ IN MINERALIEN	129
5.5 VERSUCHE ZUR MECHANOCHEMISCHEN HERSTELLUNG VON OME _x	133
5.6 HERSTELLUNG VON VICINALEN DIOLEN AUS ALKENEN.....	137
6 ZUSAMMENFASSUNG	143
7 EXPERIMENTELLER TEIL	145
7.1 ALLGEMEINE ARBEITSTECHNIKEN.....	145
7.2 KUGELMÜHLEN UND ZUBEHÖR FÜR MECHANOCHEMISCHE REAKTIONEN	146
7.3 ANALYTIK	146
7.3.1 DÜNNSCHICHTCHROMATOGRAPHIE.....	146
7.3.2 KERNSPINRESONANZSPEKTROSKOPIE	147
7.3.3 MASSENSPEKTROMETRIE.....	147
7.3.4 SCHMELZPUNKTBESTIMMUNG	148
7.3.5 ELEMENTARANALYSE.....	148
7.3.6 BESTIMMUNG SPEZIFISCHER DREHWINKEL	148
7.4 EXPERIMENTELLE UND SPEKTROSKOPISCHE DATEN ZU KAPITEL 2.....	149
7.4.1 EINSATZ EINES ISOBAREN AUFBAU IN EINER SCHWINGKUGELMÜHLE.....	149
7.4.2 EINSATZ EINES ISOCHOREN AUFBAU IN EINER PLANETENKUGELMÜHLE	151
7.4.3 VERSUCHE ZUM EINBAU VON CO ₂ IN EPOXIDE UND THIIRANE	155
7.5 EXPERIMENTELLE UND SPEKTROSKOPISCHE DATEN ZU KAPITEL 3.....	159
7.5.1 MECHANOCHEMISCHE GRIGNARD-REAKTIONEN MIT CO ₂	159
7.5.2 MECHANOCHEMISCHE GRIGNARD-REAKTIONEN MIT Natriummethylcarbonat.....	162
7.5.3 WEITERFÜHRENDE EXPERIMENTE	165
7.5.4 SPEKTROSKOPISCHE DATEN.....	167
7.6 EXPERIMENTELLE UND SPEKTROSKOPISCHE DATEN ZU KAPITEL 4.....	181
7.6.1 HERSTELLUNG VON DIAALKALIMETALLCATECHOLATEN	181
7.6.2 MECHANOCHEMISCHE CARBOXYLIERUNG VON DIAALKALIMETALLCATECHOLATEN	182
7.6.3 HERSTELLUNG VON MONOALKALIMETALLCATECHOLATEN UND CATECHOLEN	183
7.6.4 SPEKTROSKOPISCHE DATEN.....	185
7.7 EXPERIMENTELLE UND SPEKTROSKOPISCHE DATEN ZU KAPITEL 5.....	192
7.7.1 VERSUCHE ZUM EINBAU VON CO ₂ IN SULFOXIMINE	192
7.7.2 VERSUCHE ZU MECHANOCHEMISCHEN NICKELKATALYSIERTEN CARBOXYLIERUNGEN....	193
7.7.3 VERSUCHE ZUR MECHANOCHEMISCHEN ESTERSPALTUNG MIT AlI ₃	196
7.7.4 VERSUCHE ZUR EINLAGERUNG VON CO ₂ IN MINERALIEN	197
7.7.5 VERSUCHE ZUR MECHANOCHEMISCHEN HERSTELLUNG VON OME _x	198
7.7.6 HERSTELLUNG VON VICINALEN DIOLEN AUS ALKENEN	200
8 LITERATURVERZEICHNIS	207
DANKSAGUNG.....	241
LEBENSLAUF	247