

Inhaltsverzeichnis

1	SUMMARY.....	1
2	ZUSAMMENFASSUNG.....	3
3	AUFGABENSTELLUNG	6
4	ALLGEMEINER TEIL.....	7
4.1	MMA-HERSTELLUNG.....	7
4.1.1	Geschichtliches	7
4.1.2	Aceton-Cyanhydrin -Verfahren (ACH-Verfahren)	7
4.1.3	Oxidation von Isobuten	8
4.1.4	Hydroformylierung von Ethen	9
4.2	MMA-EIGENSCHAFTEN.....	10
4.3	PMMA-HERSTELLUNG.....	11
4.4	VERWENDUNG VON PMMA	16
4.5	RECYCLING VON PMMA	17
4.6	MECHANISMUS DER THERMISCHEN DEPOLYMERISATION VON PMMA	20
4.7	PYROLYSE	21
4.7.1	Verfahrensgrundlagen.....	21
4.7.2	Industrielle Kunststoffpyrolyseprozesse	25
4.7.3	Das Hamburger Pyrolyseverfahren.....	30
4.8	DAS KREISLAUFWIRTSCHAFTS- UND ABFALLGESETZ (KRW-/ABFG).....	32
5	ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	35
5.1	UMBAU DER LABORWIRBELSCHICHTANLAGE 4	35
5.2	ANLAGENBESCHREIBUNGEN	43
5.2.1	Technikumswirbelschichtanlage (TWS).....	43
5.2.2	Laborwirbelschichtanlage 5 (LWS 5).....	45
5.2.3	Laborwirbelschichtanlage 4 (LWS 4).....	47
5.2.4	Laborwirbelschichtanlage 2 (LWS 2).....	49
5.3	BESCHREIBUNG DER EINTRAGSGÜTER	51
5.4	VERSUCHSPARAMETER	53
5.5	DEGUSSA-FESTSTOFF-VERSUCHE: V3, V4, V6 UND TWS1	54
5.5.1	Gesamtmaschenbilanzen	55
5.5.2	Massenbilanzen ohne Quenchöl, Sand und anorganische Verbindungen im Edukt	56
5.5.3	Organische Produktmassenbilanzen	57
5.5.4	Gasfraktion	60
5.5.5	Ölfaktion	63

5.5.6	<i>Energiebetrachtungen zum Versuch TWS1.....</i>	65
5.6	DEGUSSA-FLÜSSIGEINTRAGSVERSUCH: V1.....	66
5.6.1	<i>Gesamtmassenbilanz</i>	66
5.6.2	<i>Massenbilanz ohne Wasser und anorganische Verbindungen.....</i>	67
5.6.3	<i>Organische Produktmassenbilanz</i>	68
5.6.4	<i>Gasfraktion.....</i>	69
5.6.5	<i>Ölfraction</i>	70
5.7	BLANCO-VERSUCHE: V2, V5 UND TWS2.....	71
5.7.1	<i>Gesamtmassenbilanzen.....</i>	72
5.7.2	<i>Massenbilanzen ohne Quenchöl, Sand und anorganische Verbindungen im Edukt</i>	73
5.7.3	<i>Organische Produktmassenbilanzen</i>	73
5.7.4	<i>Gasfraktion.....</i>	76
5.7.5	<i>Beispielhafte wirkliche Zusammensetzung der Gasphase</i>	80
5.7.6	<i>Ölfraction</i>	82
5.7.7	<i>Energiebetrachtungen zum Versuch TWS2.....</i>	84
5.8	DISKUSSION	85
6	EXPERIMENTELLER TEIL.....	91
6.1	DURCHFÜHRUNG DER PYROLYSEVERSUCHE.....	91
6.1.1	<i>Durchführung von Versuchen an den Laboranlagen</i>	91
6.1.2	<i>Durchführung von Versuchen an der Technikumsanlage.....</i>	93
6.2	PRODUKTANALYTIK	94
6.2.1	<i>Gaschromatographische Analyse der Gasfraktion.....</i>	94
6.2.2	<i>Berechnung der Gas-Volumenanteile.....</i>	96
6.2.3	<i>Berechnung der Gasdichte</i>	97
6.2.4	<i>Destillation</i>	97
6.2.5	<i>Gaschromatographische Analyse der Destillate</i>	97
6.2.6	<i>GC-MS-Kopplung.....</i>	98
6.2.7	<i>Wasserbestimmung nach Karl Fischer</i>	99
6.2.8	<i>Bestimmung des Gluhrückstands nach DIN 51719</i>	99
6.2.9	<i>Bestimmung der Responsefaktoren für den Flammenionisationsdetektor (FID).....</i>	100
7	LITERATURVERZEICHNIS	102
ANHANG		