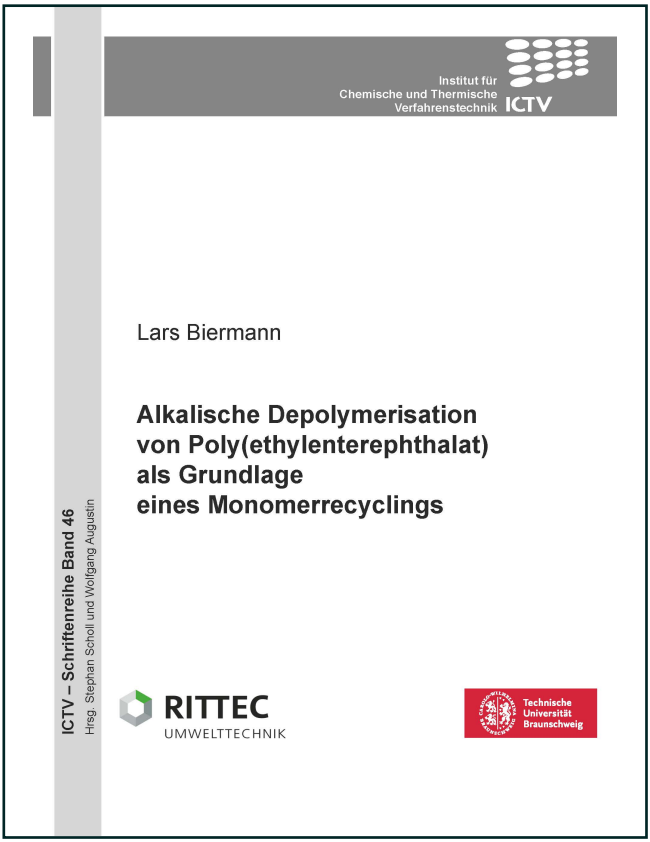
Lars Biermann (Autor)

Alkalische Depolymerisation von Poly(ethylenterephthalat) als Grundlage eines Monomerrecyclings



https://cuvillier.de/de/shop/publications/8982

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

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung IV
Abstract V
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis VI

1 EINLEITUNG 1

1.1 EINORDNUNG DES THEMAS 1
1.2 ZIELSETZUNG DER ARBEIT 2

2 STAND DES WISSENS 3

2.1 POLYETHYLENTEREPHTHALAT: KONVENTIONELLE HERSTELLUNG UND ANWENDUNGSGEBIETE 3
2.1.1 EINSATZGEBIETE UND EINSATZVOLUMEN VON PET 3
2.1.2 LEBENSMITTELVERPACKUNGEN 3
2.1.3 FASERN UND TEXTILIEN 5
2.1.4 SYNTHESE VON PET 5
2.2 AUSGANGSSTOFFE FÜR DIE PET-HERSTELLUNG 7
2.2.1 TEREPHTHALSÄURE 7
2.2.2 MONOETHYLENGLYKOL 9
2.3 RECYCLING 11
2.3.1 RECYCLINGWEGE UND ALLGEMEINE RECYCLINGTECHNOLOGIEN 11
2.3.2 PET IM KONTEXT DER KREISLAUFWIRTSCHAFT 16
2.3.3 CHEMISCHES RECYCLING VON PET 19
2.4 EINSATZFELDER VON LABORKNETERN 28
2.4.1 STAND DES WISSENS ZUM ÜBERTRAG VON LABORKNETERN AUF VERFAHREN MIT DOPPELSCHNECKENEXTRUDERN 30
2.4.2 KONTINUIERLICHE DEPOLYMERISATION VON PET 31
2.4.3 PROZESSPARAMETER 32
2.5 EINORDNUNG DER EIGENEN ARBEIT 34

3 MATERIAL UND METHODEN 36

3.1 AUFBAU LABORKNETER UND VERSUCHSDURCHFÜHRUNG 36
3.1.1 AUFBAU LABORKNETER 36
3.1.2 STANDARDVERSUCHSDURCHFÜHRUNG UND AUFARBEITUNG 37
3.2 DEPOLYMERISATION VON PET IM LABORKNETER 38
3.3 AUFBAU UND BETRIEB TECHNIKUMSEXTRUDER 40
3.4 CHEMIKALIEN UND PROBENMATERIAL 41
3.5 AUSWERTUNGSMETHODIK 43
3.5.1 AUSBEUTEBERECHNUNG 43
3.5.2 DREHMOMENTAUSWERTUNG 44
3.5.3 MASSENTEMPERATURAUSWERTUNG 44

3.6 ANALYTIK DER TEREPHTHALSÄURE 46
3.6.1 UV/VIS-SPEKTROSKOPIE 46
3.6.2 NMR-SPEKTROSKOPIE 46
3.6.3 HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY 46
3.6.4 IR-SPEKTROSKOPIE 47
3.6.5 TEXTURE ANALYZER 47

4 DISKONTINUIERLICHE DEPOLYMERISATION VON PET IM LABORKNETER 48

4.1 EINFLUSS DER PROZESSPARAMETER 48
4.1.1 EINFLUSS DER KAMMERTEMPERATUR AUF DIE DEPOLYMERISATIONSREAKTION 48
4.1.2 EINFLUSS DER VERWEILZEIT 54
4.1.3 BERECHNUNG DER RAUM-ZEIT-AUSBEUTE 57
4.1.4 KINETISCHE BETRACHTUNG DER PET-DEPOLYMERISATION 58
4.1.5 EINFLUSS DER DREHZAHL AUF DIE DEPOLYMERISATIONSREAKTION 60
4.2 EINFLUSS APPARATIVER PARAMETER 64
4.2.1 EINFLUSS DES KAMMERFÜLLGRADS AUF DIE DEPOLYMERISATIONSREAKTION 65
4.2.2 EINFLUSS DER ROTORGEOMETRIE AUF DAS DREHMOMENT 68
4.3 EINFLUSS DES FEEDMATERIALS AUF DIE DEPOLYMERISATIONS-REAKTION VON PET 69
4.3.1 EINFLUSS EINER INERTEN BESCHICHTUNG UND DER PET-PARTIKELGRÖßE AUF DIE DEPOLYMERISATIONSREAKTION 69
4.3.2 EINFLUSS VON INERTEN FREMDSTOFFANTEILEN AUF DIE DEPOLYMERISATION VON PET 73
4.3.3 DEPOLYMERISATION VON REALEN ABFALLFRAKTIONEN UND MULTILAYERMATERIALIEN 74
4.3.4 EINFLUSS DER STÖCHIOMETRIE 79
4.3.5 EINFLUSS DES LÖSUNGSMITTELS 82
4.3.6 EINFLUSS DER BASEN-PARTIKELGRÖßE AUF DIE DEPOLYMERISATIONSREAKTION 88
4.4 ENTWICKLUNG EINES PET-GEHALT-BESTIMMUNGSVERFAHRENS REALER ABFALLFRAKTIONEN 94
4.5 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE UND ABLEITUNG VORTEILHAFTER BETRIEBSBEDINGUNGEN 97
4.6 ÜBERSICHT DER EINFLUSSPARAMETER AUF DIE DEPOLYMERISATION VON PET 99

5 KONTINUIERLICHE DEPOLYMERISATION VON PET IM TECHNIKUMSEXTRUDER 102

5.1 ÜBERTRAGBARKEIT DER DEPOLYMERISATION VON PET IM LABORKNETER AUF DIE DEPOLYMERISATION VON PET IM TECHNIKUMSEXTRUDER 102
5.1.1 BERECHNUNG DES FREIEN VOLUMENS IM DOPPELSCHNECKENEXTRUDER 103

6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK 112

6.1 ZUSAMMENFASSUNG 112
6.2 AUSBLICK 113

7 LITERATURVERZEICHNIS 115

8 ANHANG 121

8.1 NMR-SPEKTREN **121**
8.2 BESTIMMUNG DER AKTIVIERUNGSENERGIE DER PET-DEPOLYMERISATIONSREAKTION **124**
8.3 ROHDATEN ZUR BESTIMMUNG DER MITTLEREN RAUM-ZEIT-AUSBEUTE **129**

9 PUBLIKATIONSLISTE **130**