

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	XI
Glossar.....	XII
Kurzfassung	XIV
Abstract.....	XVI
 1. Motivation für eine kreislaufgerechte Konstruktion.....	1
1.1 Monetäre Potentiale für eine Kreislaufwirtschaft	1
1.2 Das Trilemma zwischen Produkt-, Materialrecycling und Produktinnovation.....	3
1.3 Einflüsse auf die Preisbildung von Rohstoffen	6
1.4 Rohstoffsicherheit und Arbeitsplätze	10
1.5 Forschungsfragen.....	11
 2. Grundlagen und Stand der Technik zur Kreislaufwirtschaft	13
2.1 Wesentliche wirtschaftliche Grundbegriffe im Kontext der Konstruktion und Kreislaufwirtschaft.....	13
2.2 Die Rahmenbedingungen der Kreislaufwirtschaft und Anforderungen für die Konstruktionsansätze im Wirtschaftssystem	15
2.2.1 Übersicht und rechtliche Rahmenbedingungen bestehender Kreislaufwirtschaftsansätze	17
2.2.2 Auswahl von Kreislaufansätzen innerhalb der Arbeit	19
2.3 Güterarten im Kontext der Kreislaufwirtschaft	25
2.4 Recyclingtechnik als Schlüsseltechnologie für die Kreislaufwirtschaft	26
2.4.1 Auswirkung der Konstruktion auf die Recyclingtechnik	26
2.4.2 Übersicht des Recyclingprozesses.....	29
2.4.3 Übersicht zu verfahrenstechnischen Aufbereitungsmethoden und notwendigem Aufwand abhängig vom Werkstoff.....	36
2.5 Grundlagen aus der Entwicklungsmethodik mit Bezug zur kreislaufgerechten Konstruktion	38
2.5.1 Hintergrund und Dynamik der Produktentwicklung.....	39
2.5.2 Motivation für die Produktentwicklung aus technischer Sicht ...	40
2.5.3 Technische Grundlagen zum Produktentstehungsprozess (PEP).....	45
2.6 Einbindung der kreislaufgerechten Konstruktion in den Entwicklungsprozess unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und recyclingtechnischen Anforderungen.....	55
 3. Zusammenhänge und Einflüsse der Kreislaufgerechten Konstruktion aus weiteren relevanten Bereichen.....	61
3.1 Wirtschaftliche Einflussfaktoren auf eine kreislaufgerechte Produktentwicklung	61

3.1.1	Grundsätze der Produktentwicklung	62
3.1.2	Die Güterklassen und deren Entwicklungseinflüsse	63
3.1.3	Rahmen zur Bewertung der Kreislauffansätze.....	67
3.1.4	Potentielle Kreislaufstrategien der Güterklassen	69
3.1.5	Zwischenkritik zur wirtschaftlichen Einflüssen	72
3.1.6	Zwischenausblick zu wirtschaftlichen Einflüssen	73
3.2	Die Einbettung kreislaufgerechter Konstruktionsansätze in den Produktentstehungsprozess	73
3.2.1	Die Produktentwicklung für die Kreislaufwirtschaft	74
3.2.2	Einflüsse der strategischen Ebene auf die Entwicklung.....	75
3.2.3	Die Anschlussstellen der Kreislaufwirtschaft im Produktentstehungsprozess	77
3.2.4	Einflussmöglichkeiten auf die Produkteigenschaften der operativen Ebene.....	79
3.2.5	Beispiel: Ein Akkuschrauber für den Kreislaufansatz Recycling	82
3.2.6	Zwischenfazit zur Einbettung der Kreislaufgerechtigkeit im PEP	84
3.3	Erstellung einer Materialdatenbank zur digitalen Systematisierung im Konstruktionsprozess für kreislaufgerechte Produkte	84
3.3.1	Konstruktive Einflüsse bezüglich der Datenbankerstellung.....	85
3.3.2	Grundlagen und Zusammenhänge der Kreislaufwirtschaft	86
3.3.3	Konstruktive Einflüsse auf Produkte für die Kreislaufwirtschaft.....	90
3.3.4	Systematisierung der Entscheidungen im Produkt-Entstehungs-Prozess.....	91
3.3.5	Zwischenfazit zur Nutzung einer Datenbank im PEP.....	93
3.4	Der Einfluss der Fügetechnik auf die Konstruktion von Produkten für das Kreislaufwirtschaftssystem	94
3.4.1	Motivation zur Kombination von Fügetechnik und Produktentwicklung.....	94
3.4.2	Grundlegende Zusammenhänge von Konstruktionsentscheidung auf Produkte für die Kreislaufwirtschaft.....	95
3.4.3	Vorgehen zur systematischen Lösungsfindung	96
3.4.4	IT gestütztes Feedback aus der Datenbank für Konstruierende	102
3.4.5	Zusammenfassung und Ausblick zu den Einflüssen der Fügetechnik im PEP	105
4.	Programmentwicklung und Struktur.....	107
4.1	Struktur des Unterstützungsprogrammes	107
4.1.1	Periodensystem, die chemischen Elemente als Bausteine für Werkstoffe.....	109
4.1.2	Werkstoffe aus chemischen Elementen für die Erstellung von Bauteilen zur Funktionserfüllung.....	109
4.1.3	Fügetechnik zur Verbindung von Bauteilen zu Baugruppen	111

4.1.4 Metus Raute zur Verknüpfung von Bauteilen und Baugruppen mit Fügetechnik.....	112
4.1.5 Anbindung des Kreislaufdreiecks zur Visualisierung der Kreislauffeignung.....	112
4.2 Anwendung des Programmes zur Konstruktionsunterstützung	115
4.2.1 Eingaben aus der Konstruktion	115
4.2.2 Auswertung durch die Datenbank	117
4.2.3 Baugruppen und Fügetechnik	121
5. Beispielkonstruktion einer Stromschiene und eines Produktes mit Unterstützung durch das Programm	122
5.1 Beispielprodukt Stromschiene in der Grundausführung	122
5.2 Variationsmöglichkeiten der Stromschiene.....	124
5.3 Integration des Zulieferteils Stromschiene in ein Gesamtprodukt....	128
6. Kritik, Ausblick und weitere Forschung	132
6.1 Kritik an den wirtschaftlichen Faktoren und Ausblick zur Optimierung.....	132
6.2 Kritik und Ausblick für Faktoren in Verbindung mit dem Recycling....	134
6.3 Kritik und Ausblick für die Anpassung der Einflüsse aus der Konstruktion	137
6.3.1 Entwicklungsmethodisches Vorgehen.....	137
6.3.2 Weiterführende Betrachtung der Fertigungstechnik	140
6.3.3 Baugruppen und Einfluss deren Kreislaufansätze auf das Gesamtprodukt.....	141
6.3.4 Spezifische physikalische Werkstoffeigenschaften	142
7. Zusammenfassung.....	145
Literaturangaben	i
Anhang	viii
A1. Bewertung von Fügetechniken nach Kanzler	viii
A2. Detaildarstellung Baugruppen zum Beispielprodukt	x
A3. Liste der Veröffentlichungen mit Bezug zur vorliegenden Arbeit	xii
A4. Liste vom Autor betreuter Abschlussarbeiten mit Bezug zur vorliegenden Arbeit.....	xiii