

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hans-Kurt von Werder,
Bröckel

Planung der Demontage elektrischer und elektroni- scher Altgeräte

Reihe **16**: Technik
und Wirtschaft

Nr. **88**

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage und Problemstellung	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Situation des Elektronikschrott-Recyclings	2
1.3 Zielsetzung der Arbeit	8
2 Stand der Planungstechnik	11
2.1 Abgrenzung zwischen der Demontage und den Vollzugsbereichen der Produktion	11
2.2 Relevante Methoden der Produktionsplanung	13
2.2.1 Produktmodelle	13
2.2.2 Möglichkeiten der Familienbildung	15
2.2.3 Planung der Montagereihenfolge	19
2.3 Stand der Demontageplanung	26
2.3.1 Analyse der Geräte und Mengen	27
2.3.2 Planung der Demontageschritte	27
2.3.2.1 Geräteorientierte Bestimmung der Demontageschritte	27
2.3.2.2 Anlagenorientierte Bestimmung der Demontageschritte	31
2.3.3 Gruppierung von Altgeräten	32
2.3.4 Optimalitätsbetrachtungen	32
2.3.5 Auswahl von Demontagesystemen und Verfahren	35
2.3.6 Zusammenfassung und Bewertung der verfügbaren Methoden zur Demontageplanung	37
2.4 Zusammenfassung der Defizite des Standes der Planungstechnik	38
3 Konzept zur Demontageplanung	39
3.1 Gerätespektrum	39
3.2 Ablauf der Demontageplanung	41
3.2.1 Gesamtkonzept	42

3.2.2 Gerätemodell	43
3.2.3 Gruppierungsverfahren	45
3.2.4 Bestimmung der optimalen Demontagefolge und -tiefe	46
3.3 Zusammenfassung zum Planungskonzept	47
4 Gerätemodell für die Demontageplanung	49
4.1 Fraktionsmodell	49
4.2 Strukturmodell	51
4.3 Vorrangmodell	54
4.4 Trennmodell	56
4.4.1 Grundform des Trennmodells	56
4.4.2 Berücksichtigung der Handhabungsrichtung des Trennwerkzeuges	59
4.5 Zusammenfassung zum Gerätemodell	61
5 Bildung von Gerätegruppen für die Demontage	63
5.1 Zielrichtung bei der Gerätegruppenbildung	63
5.2 Auswahl von Referenzgeräten	64
5.3 Auswahl zielabhängiger Merkmale	66
5.4 Aufbereitung der Merkmale für die Gruppierung	67
5.5 Ähnlichkeits- und Distanzmaße	70
5.5.1 Verwendete Standardmaße	71
5.5.2 Ähnlichkeit der Demontagereihenfolgen	73
5.5.3 Ähnlichkeit der Gerätestruktur	80
5.5.4 Ähnlichkeit einsetzbarer Trennwerkzeuge	84
5.5.5 Elimination von Ausreißern auf Basis der Distanzmatrizen	90
5.6 Clustermethoden	93
5.7 Spezialisierende und generalisierende Gruppierung	94
5.7.1 Gruppierung von Geräten einer Geräteart	95
5.7.2 Gruppierung von Geräten verschiedener Gerätearten	101

5.8 Zusammenfassung zur Gruppenbildung	104
6 Bestimmung der optimalen Demontagetiefe und -folge	105
6.1 Begriff der optimalen Demontagetiefe und -folge	105
6.2 Ermittlung der deckungsbeitragsmaximalen Demontagefolge	107
6.2.1 Prinzip der Generierung aller möglichen Demontagefolgen	107
6.2.2 Bestimmung der möglichen Demontagefolgen für eine Gerätegruppe	110
6.2.3 Bestimmung und Zuordnung der direkt zurechenbaren Demontageskosten	113
6.2.4 Bestimmung und Zuordnung der Erlösvorteile durch die Demontage	115
6.2.4.1 Erlösvorteilsarten der Demontage	115
6.2.4.2 Ermittlung der Erlösvorteile aus der Verwertungsplanung	116
6.2.5 Ermittlung der deckungsbeitragsmaximalen Demontagetiefe und -folge	118
6.2.5.1 Ermittlung bei unverzweigten Demontagemöglichkeitengraphen	119
6.2.5.2 Fixkosten bei verzweigten Demontagemöglichkeitengraphen	120
6.2.5.3 Simultane Betrachtung direkt und nicht direkt zurechenbarer Kosten bei verzweigten Demontagemöglichkeitengraphen	122
6.3 Zusammenfassung zur Bestimmung der optimalen Demontagetiefe und -folge	124
7 Demontageablaufplanung	126
7.1 Planung des Demontageablaufes	126
7.2 Ausgliederbare und parallelisierbare Operationen	128
7.2.1 Notwendigkeit der Berücksichtigung der Operationsausgliederung und -parallelisierung in den Planungsphasen	128
7.2.2 Ermittlung ausgliederbarer Operationen	129
7.2.3 Ermittlung parallelisierbarer Operationen	131
7.3 Zusammenfassung zur Demontageablaufplanung	133

8 Exemplarische Anwendung der Methoden zur Demontageplanung	134
8.1 Betrachtungsgegenstand und Randbedingungen	134
8.2 Abbildung der Geräte im Gerätemodell	135
8.3 Exemplarische Gruppenbildung	139
8.3.1 Festlegung der Merkmale und Distanzmaße	139
8.3.2 Elimination von Gerätetypen	140
8.3.3 Vorbereitung der Gruppierung	142
8.3.4 Durchführung der Gruppierung	143
8.4 Exemplarische Bestimmung optimaler Demontagetiefen und -folgen	145
8.4.1 Bestimmung der Verwertungsmöglichkeiten und Kosten	146
8.4.2 Zuordnung der Demontageskosten	147
8.5 Bestimmung der optimalen Demontagetiefe und -folge	150
8.6 Demontageablaufplanung	153
8.7 Konzept einer Demontageanlage	156
8.8 Zusammenfassung und Diskussion zur exemplarischen Anwendung	160
8.8.1 Zusammenfassung zur exemplarischen Anwendung	160
8.8.2 Diskussion zum Einsatz des vorgestellten Planungskonzeptes in der Praxis	161
9 Zusammenfassung und Ausblick	163
9.1 Zusammenfassung	163
9.2 Ausblick	165
Anhang A: Clusteranalyse	168
Anhang B: Daten zur exemplarischen Anwendung der Planungsmethoden	173
Literaturverzeichnis	176