

# INHALTSVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| Inhaltsübersicht  |    |
| Inhaltsverzeichnis  | 2  |
| Abkürzungsverzeichnis   | 6  |
| Abbildungsverzeichnis   | 9  |
| Tabellenverzeichnis   | 14 |
| Kurzfassung   | 16 |
| Abstract  | 18 |
| 1. Einleitung   | 20 |
| 2. Forschungsthema und Theorie  | 24 |
| 2.1. Theoretischer Hintergrund / Forschungsstand                        | 24 |
| 2.2. Forschungsfragestellung  | 25 |
| 2.2.1. Erläuterung der Forschungsfrage                                  | 25 |
| 2.2.1.1. Unternehmensgrößen   | 25 |
| 2.2.1.2. Zeitpunkte   | 28 |
| 2.2.1.3. Neuanschaffung   | 28 |
| 2.2.1.4. Aufrüstung   | 29 |
| 2.2.1.5. Umweltfreundlichkeit   | 29 |
| 2.2.1.6. Wirtschaftlichkeit – Kostenfaktoren                            | 30 |
| 2.2.2. Hypothesen   | 30 |
| 2.3. Energieeffizienz und Umwelteinwirkungen                            | 30 |
| 2.3.1. Definition Green-IT  | 31 |
| 2.3.2. Gesetze der IT-Abfallwirtschaft (BRD)                            | 31 |
| 2.3.2.1. Elektro G Richtlinie   | 31 |
| 2.3.2.2. Verbringung zur Beseitigung oder Verwertung von Elektroschrott | 32 |
| 2.3.3. IT Energie Labels in Europa                                      | 34 |
| 2.3.4. IT-Abfallaufkommen in der BRD                                    | 37 |
| 2.3.5. Vorhandene Schadstoffe in Elektrogeräten                         | 37 |
| 2.3.6. Materialvorschriften und Stoffverbote 2007                       | 39 |
| 2.3.7. Energiebilanz von Elektronikgeräten                              | 40 |
| 2.3.8. Treibhausgasbilanz von Elektronikgeräten                         | 41 |
| 2.3.9. UCTE-Mix Deutschland   | 42 |

|  |     |
|--|-----|
| 3. Methode   | 44  |
| 3.1. Forschungsdesign und Instrumente                                | 44  |
| 3.2. Datenerhebung   | 45  |
| 4. Ökonomische Ergebnisse der Studie                                 | 56  |
| 4.1. Stichprobenbeschreibung   | 56  |
| 4.2. Ergebnisse zu den Fragestellungen und Hypothesen                | 56  |
| 4.2.1. Messwertanalyse   | 56  |
| 4.2.1.1. Ein-Personen-Unternehmen                                    | 57  |
| 4.2.1.2. Kleinunternehmen  | 60  |
| 4.2.1.3. Mittelständische Unternehmen                                | 65  |
| 4.2.1.4. Großunternehmen   | 72  |
| 4.2.2. Berechnungsformel für die TCO                                 | 73  |
| 4.2.2.1. Parameterdefinition   | 74  |
| 4.2.2.2. Berechnung der Szenarien                                    | 77  |
| 4.2.3. Weitere Befunde   | 87  |
| 4.2.3.1. Leistungssteigerung Server                                  | 87  |
| 4.2.3.2. Leistungssteigerung durchschnittlicher Computer             | 88  |
| 4.2.3.3. Virtualisierung   | 89  |
| 4.2.3.4. Heizkostensenkung durch Abwärme                             | 89  |
| 4.2.3.5. Mobiliar  | 90  |
| 4.2.3.6. Steuereinsparung  | 90  |
| 4.2.3.7. Effizienzsteigerung   | 90  |
| 5. Ökologische Ergebnisse der Studie                                 | 91  |
| 5.1. Lifecycle Assessment eines Arbeitsplatz Computer                | 91  |
| 5.1.1. Einleitung  | 91  |
| 5.1.2. Ziel der Studie   | 92  |
| 5.1.3. Vorgehensweise  | 92  |
| 5.2. Herstellung eines Arbeitsplatz Computer                         | 94  |
| 5.2.1. Extraktions- und Produktionsphase                             | 94  |
| 5.2.2. Produktionsphase  | 99  |
| 5.2.3. Distributionsphase  | 102 |
| 5.2.4. Zusammenfassung der Herstellungsphase                         | 102 |
| 5.3. Herstellung der Einzelbestandteile eines Arbeitsplatz-Computers | 104 |
| 5.3.1. Extraktions- und Produktionsphase                             | 105 |
| 5.3.1.1. Mainboard   | 105 |
| 5.3.1.2. Power Supply / Netzteil                                     | 109 |
| 5.3.1.3. Hard Disk Drive / Festplatte                                | 112 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.3.1.4. CD/DVD-Laufwerk   | 115 |
| 5.3.1.5. Grafikkarte   | 117 |
| 5.3.1.6. Floppy / Diskettenlaufwerk  | 120 |
| 5.3.1.7. Packaging / Verpackung  | 122 |
| 5.3.1.8. Zusammenfassung der Extraktions- und Produktionsphase                         | 124 |
| 5.3.2. Produktionsphase  | 126 |
| 5.3.3. Zusammenfassung der Herstellung der Computerbestandteile                        | 132 |
| 5.4. Herstellung von Monitor und Drucker   | 134 |
| 5.4.1 LCD-Monitor  | 134 |
| 5.4.1.1. Extraktions- und Produktionsphase   | 134 |
| 5.4.1.2. Produktionsphase  | 137 |
| 5.4.1.3. Distributionsphase  | 139 |
| 5.4.1.4. Zusammenfassung der Herstellungsphase   | 140 |
| 5.4.2. CRT-Monitor   | 140 |
| 5.4.2.1. Extraktions- und Produktionsphase   | 140 |
| 5.4.2.2. Produktionsphase  | 143 |
| 5.4.2.3. Distributionsphase  | 146 |
| 5.4.2.4. Zusammenfassung des Herstellungsprozess                                       | 146 |
| 5.4.3. Kopierer / Drucker  | 147 |
| 5.4.3.1. Extraktions- und Produktionsphase   | 147 |
| 5.4.3.2. Produktionsphase  | 150 |
| 5.4.3.3. Distributionsphase  | 152 |
| 5.4.3.4. Zusammenfassung des Herstellungsprozesses                                     | 153 |
| 5.5. Gebrauchsphase  | 153 |
| 5.5.1. Methodik  | 153 |
| 5.5.2. Ergebnisse der Messungen  | 155 |
| 5.5.2.1. Ergebnisse der Messungen bei einem deutschen<br>mittelständischen Unternehmen | 155 |
| 5.5.2.2. Ergebnisse der Messungen bei einem Elektrogroßhandel                          | 157 |
| 5.6. Entsorgung  | 158 |
| 5.6.1. Desktop PC  | 159 |
| 5.6.2. Einzelkomponenten   | 160 |
| 5.6.3. Zusätzliche Untersuchung von LCD-, CRT-Monitor und<br>Drucker bzw. Kopierer     | 167 |
| 5.6.3.1. LCD-Monitor   | 167 |
| 5.6.3.2. CRT-Monitor   | 169 |
| 5.6.3.3. Drucker / Kopierer  | 171 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.7. Zusammenfassung                           | 173 |
| 5.8. Ökologischer Vergleich                    | 178 |
| 5.8.1. Herstellung und Nutzung eines Computers | 179 |
| 5.8.2. Fall 1: Neuanschaffung                  | 181 |
| 5.8.2.1. Entsorgung und Herstellung            | 181 |
| 5.8.2.2. Gebrauchsphase                        | 182 |
| 5.8.2.3. Zusammenfassung                       | 182 |
| 5.8.3. Fall 2: Aufrüsten                       | 184 |
| 5.8.3.1. Entsorgung und Herstellung            | 184 |
| 5.8.3.2. Gebrauchsphase                        | 185 |
| 5.8.3.3. Zusammenfassung                       | 186 |
| 5.8.4. Vergleich Neuanschaffung – Aufrüsten    | 189 |
| 6. Diskussion und Ausblick                     | 194 |
| <br>   |     |
| Anhang   | 196 |
| Teil A: Preisentwicklung im Hardwaresektor     | 196 |
| Teil B: Konfigurator-Abgleich                  | 210 |
| Teil C: Messwerte                              | 212 |
| Literatur                                      | 216 |
| Disclaimer                                     | 220 |