



Universität Hamburg  
Fakultät für Mathematik,  
Informatik und Naturwissenschaften

Bachelorarbeit

# Green IT

Erweiterte Sichtweise und praktische Anwendung

Erstgutachter: Prof. Dr. Arno Rolf  
Zweitgutachter: Dipl. Wi.-Inf. Paul Drews

Verfasser:

Omid Yaghoutfam  
6. Fachsemester B. Sc. Wirtschaftsinformatik  
Matrikelnummer: 5859526

Langenharmer Weg 39F  
22844 Norderstedt  
[omid.yaghoutfam@studium.uni-hamburg.de](mailto:omid.yaghoutfam@studium.uni-hamburg.de)

Verfasst am 03.11.2009



# I. Inhaltsverzeichnis

|   |            |
|---|------------|
| <i>I. Inhaltsverzeichnis</i> .....                                | <i>III</i> |
| <i>II. Abbildungsverzeichnis</i> .....                            | <i>IV</i>  |
| <b>1. Einleitung</b> .....  | <b>1</b>   |
| <b>2. Aufgabenstellung</b> .....                                  | <b>3</b>   |
| <b>3. Green IT Status Quo</b> .....                               | <b>5</b>   |
| 3.1. Bewertung existierender Green IT Definitionen .....          | 5          |
| 3.2. Mögliche Motive für Green IT.....                            | 8          |
| 3.2.1. Ökologische Motive .....                                   | 8          |
| 3.2.2. Ökonomische Motive .....                                   | 10         |
| 3.3. Zusammenfassende Green IT Definition .....                   | 13         |
| <b>4. Analyse von Green IT Konzepten</b> .....                    | <b>16</b>  |
| 4.1. Servervirtualisierung.....                                   | 18         |
| 4.2. Klimatisierung .....   | 23         |
| <b>5. Kritische Würdigung von Green IT</b> .....                  | <b>28</b>  |
| <b>6. Erweiterung des Green IT Verständnisses</b> .....           | <b>31</b>  |
| 6.1. Wechselwirkungen der IT nach dem Mikropolis-Modell.....      | 31         |
| 6.2. Indirekte Umwelteinflüsse des IuK-Technik Lebenszyklus ..... | 34         |
| 6.3. Erweiterte Green IT Definition.....                          | 37         |
| 6.4. Modell zur erweiterten Green IT Definition .....             | 39         |
| <b>7. Fallbeispiel</b> .....                                      | <b>44</b>  |
| <b>8. Fazit</b> .....   | <b>55</b>  |
| <i>III. Literaturverzeichnis</i> .....                            | <i>VI</i>  |
| <i>IV. Eidesstattliche Erklärung zur Bachelorarbeit</i> .....     | <i>X</i>   |

## II. **Abbildungsverzeichnis**

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Umweltbelastung eines PCs während seiner Lebenszyklusphasen..... | 9  |
| Abbildung 2: Strompreisentwicklung in Deutschland .....                       | 11 |
| Abbildung 3: IuK-Technik Lebenszyklus.....                                    | 14 |
| Abbildung 4: Green IT Maßnahmen .....   | 17 |
| Abbildung 5: Servervirtualisierung .....                                      | 18 |
| Abbildung 6: Prozessorauslastung.....   | 19 |
| Abbildung 7: Leistung-Strom Ratio.....  | 20 |
| Abbildung 8: Typische Anteile am Stromverbrauch im Rechenzentrum .....        | 23 |
| Abbildung 9: Raumbasiertes Kühlungssystem .....                               | 25 |
| Abbildung 10: Reihenbasiertes Kühlungssystem .....                            | 26 |
| Abbildung 11: Mikropolis-Modell.....  | 32 |
| Abbildung 12: Umwelteinflüsse des IuK-Technik Lebenszyklus.....               | 34 |
| Abbildung 13: Green IT Modell - Allgemein .....                               | 40 |

## 1. Einleitung

In der heutigen Welt der Globalisierung spielt die Informationstechnologie (IT) eine entscheidende Rolle und ist aus unserem Leben nicht mehr weg zu denken. Vor allem in der Arbeitswelt sind digitalisierte Informationen ein wichtiges Gut und wesentlicher Bestandteil unserer Gesellschaft. Die Verwendung moderner Informationstechniken und die Verfügbarkeit des Internets bestimmen die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens. Sie vereinfachen den Zugriff auf Marktinformationen, das Speichern und Verwalten von unternehmensrelevanten Daten, unterstützen Geschäftsprozesse und eröffnen neue Beschaffungs- und Absatzmärkte. Beispielsweise speicherte man vor 50 Jahren lediglich den Namen und die Anschrift eines Kunden ab, heute hingegen verwalten ganze Customer Relationship Management Systeme eine Vielzahl an Kundeninformationen. Unternehmen investieren infolgedessen große Summen in eine effiziente und sichere IT-Infrastruktur.

Das Betreiben von Informations- und Kommunikationssystemen benötigt jedoch Energie in Form von Strom. Der European Commission zur Folge sind 2-3 % des Gesamtenergieverbrauch Europas der Informations- und Kommunikationstechnologie zuzuschreiben, Tendenz stark steigend.<sup>1</sup> Zur Energiegewinnung wird hauptsächlich die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Öl und Gas verwendet. Dieser Vorgang setzt große Mengen an Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) in die Atmosphäre frei. Der Anteil der CO<sub>2</sub>-Emission für die Energiegewinnung und -umwandlung lag im Jahre 2006 in Deutschland bei 41,5 %.<sup>2</sup> Der hohe Austritt an CO<sub>2</sub> führt zu einer Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes, der wiederum Auswirkungen auf das menschliche Leben z.B. die globale Erderwärmung mit sich zieht. Nicht wenige Umweltforscher warnen daher vor einem zu hohen CO<sub>2</sub>-Ausstoß und den verheerenden Folgen. Die Fachzeitschrift „Chip“ stellt somit in der Herbst Ausgabe „Die grüne Ausgabe“ berechtigterweise die Frage: „Ist die IT ein Klimakiller?“<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> [Eur08] , vgl. European Commission, 2008, S. 7

<sup>2</sup> [Bun06] , vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2006

<sup>3</sup> [Chip08] , Michl, 2008

## Einleitung

Viele IT-Hersteller reagieren auf diese Situation und werben mit umweltschonenden Angeboten, welche unter dem Begriff „Green IT“ zusammengefasst werden. Green IT bezeichnet umweltfreundliche und ressourcenschonende Bemühungen im IT-Sektor. Der Hard- und Softwarehersteller Apple wirbt beispielsweise für seine neue Notebook-Reihe mit Slogan wie „Besonders recyclingfähig und noch stromsparender – beim Design der neuen MacBook Pro Familie wurde Umweltschutz groß geschrieben“<sup>4</sup> und appelliert so an das ökologische Verantwortungsbewusstsein seiner Kunden. Auf der anderen Seite verspricht das Unternehmen IBM seinen Kunden Unterstützung bei der „[...] Entwicklung eines energieeffizienten, umweltverantwortlich betriebenen Rechenzentrums [...]“<sup>5</sup> und dadurch verbundene Energieeinsparungen bis zu 40 %. Selbst die weltweit größte Messe für Informationstechnik, die CeBIT, stand dieses Jahr unter dem Motto Green IT. Viele grüne Innovationen sollten vor allem Rechenzentumbetreibern dazu verhelfen Energieeinsparungen vorzunehmen. Doch das Ergebnis ließ zu wünschen übrig. Nur eine der 23 Messehallen stellte Green IT Maßnahmen vor,<sup>6</sup> von denen wenige neu und tatsächlich effizient sind. Ein deutlich zu erkennendes Problem ist, dass zu viele verschiedene Ansichten bezüglich Green IT existieren. Was Green IT genau beschreibt und welche Maßnahmen es umfasst, ist ungewiss.

Festzustellen ist jedoch, dass IT-Hersteller trotz dieser Uneinigkeit den umweltbewussten Trend ausnutzen und „grüne“ Werbung für eigene Produkte auf dem IT-Markt schalten. Grüne Anzeigen, die Energieeinsparungen und Kostensenkungen versprechen, sind in Fachzeitschriften und im Internet keine Seltenheit und begegnen dem Leser nahezu täglich. Nichtsdestotrotz müssen sich Unternehmen mit dieser Thematik beschäftigen und Green IT Konzepte in Betracht ziehen, um in Zeiten steigender Strompreise Energieeinsparpotenziale zu nutzen und somit Kosten zu senken.

Auch die Beiersdorf Shared Services (BSS) GmbH, eine Tochtergesellschaft der Beiersdorf AG, befasst sich mit dieser Thematik. BSS übernimmt Buchhaltungs- und Information System-Dienstleistungen für die gesamte Beiersdorf Gruppe und betreibt ein eigenes Rechenzentrum. Nicht zuletzt wegen der momentanen Finanzkrise werden in Bezug auf das Rechenzentrum die Sinnhaftigkeit und Profitabilität von Green IT Maßnahmen erörtert.

---

<sup>4</sup> [App09] , Apple Inc., 2009

<sup>5</sup> [IBM09] , IBM Deutschland GmbH, 2009

<sup>6</sup> [CeB09] , vgl. CeBIT, 2009

## 2. Aufgabenstellung

Diese Bachelorarbeit befasst sich im Wesentlichen mit den beiden Fragestellungen: „Wie ist das allgemeine Verständnis von Green IT?“ und „Wie sollte das allgemeine Verständnis von Green IT sein?“.

Beide Fragen werden in den zugehörigen Kapiteln anhand einer eigen erstellten Definition indirekt beantwortet. Zunächst wird die Frage nach dem heutigen Verständnis von Green IT, dem Status Quo, geklärt, indem existierende Definitionen bewertet und miteinander verglichen werden. Die Erkenntnisse hieraus und eine anschließende Betrachtung möglicher Motive sind die Basis für die erste vorläufige Definition von Green IT. Sie dient als gemeinsame Interpretation und ist die Grundlage für die nachstehenden Kapitel.

Anschließend verdeutlichen zwei ausgewählte Konzepte, wie eine Umsetzung erfolgen kann und welche möglichen Vorteile dadurch zu erzielen sind.

Im darauf folgenden Kapitel wird Green IT kritisch hinterfragt. Hierbei wird hervorgehoben, dass nicht alle Maßnahmen, die mit Green IT assoziiert werden, zwangsläufig positive Umwelteinflüsse folgern und der Begriff als solches zu Marketingzwecken missbraucht werden kann.

In dem darauffolgenden Kapitel wird dem Leser erklärt, dass der Status Quo nicht ausreicht und die Definition erweitert werden muss. Hierzu werden die Inhalte der Bücher „Mikropolis 2010“ von Arno Rolf und „Information Technology and Sustainability“ von Lorenz M. Hilty zur Erklärung herangezogen, wobei Ersteres in dieser Arbeit als bekannt voraus gesetzt wird. Aufbauend auf den Erklärungen wird die zuvor entwickelte Definition erweitert und repräsentiert dann das Verständnis von Green IT, wie es aus Sicht des Verfassers sein sollte. Ein anschließendes, auf Rolfs und Hiltys Büchern aufbauendes Modell veranschaulicht die Wechselwirkungen zwischen IT und Umwelt unter Berücksichtigung der erweiterten Definition.

Um die bis dahin erlangten Kenntnisse besser verstehen und einordnen zu können, werden in einem Fallbeispiel die theoretischen Erkenntnisse praktisch auf das Unternehmen Beiersdorf Shared Services GmbH übertragen. Hierbei wird die Unternehmung zunächst kurz vorgestellt und das Modell an ihr angepasst. Weiterhin werden einige von BSS umgesetzten Maßnahmen unter Green IT Gesichtspunkten bewertet. Geprüft wird hierbei, ob sie der

## Aufgabenstellung

erweiterten Definition von Green IT entsprechen. Ein abschließender Ausblick zeigt, welche zusätzlichen Bestrebungen BSS verfolgen könnte.

Zu erwähnen ist, dass sich die gesamte Arbeit auf Maßnahmen bezüglich der Informationstechnologie beschränkt. In der Literatur wird die Informationstechnologie meist nicht separat betrachtet, sondern häufig mit der Kommunikationstechnologie zur Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zusammengefasst. Um eine richtige Zitation zu gewährleisten und die wiedergegebenen Inhalte nicht zu verfälschen, wird in dieser Arbeit an einigen Stellen der Begriff IKT verwendet, wobei im Rahmen dieser Arbeit lediglich die Teilmenge der IT zu betrachten ist.

Weiterhin liegt der Fokus auf umweltschonenden Konzepten in Unternehmen und speziell in Rechenzentren. Auch wenn solche Maßnahmen in der privaten Nutzung von IT nicht zu vernachlässigen sind und sogar stärkere Einsparpotenziale bieten können, wird die Sicht auf sie vernachlässigt, da aufgrund des beschränkten Umfangs eine Eingrenzung stattfinden muss.

### 3. Green IT Status Quo

„Bioware“ oder „Blue-Motion“-Autos sind Schlagworte, die uns beinahe täglich in den Medien begegnen. Sie sollen signalisieren, dass es sich hierbei um fortschrittliche und umweltbewusste Produkte handelt.

In der IT-Branche hat sich für denselben Zweck der Begriff „Green IT“ gebildet. Von ihm ist mittlerweile in vielen Fachzeitschriften die Rede. Doch was ist Green IT eigentlich genau? Schon nach kurzem Recherchieren wird deutlich, dass kein einheitliches Verständnis existiert. Zu viele unterschiedliche Vorstellungen über die Bedeutung, den Umfang und die Umsetzung lassen Green IT einen schwammigen und unklaren Begriff sein.

Für diese Bachelorarbeit wird zunächst ein einheitliches Verständnis in Form einer eigenen Definition zu Green IT geschaffen.

#### 3.1. Bewertung existierender Green IT Definitionen

Beginnend werden einige existierende Definitionen vorgestellt und kritisch begutachtet, um herauszufinden, wie der Begriff Green IT interpretiert wird.

Das Onlinelexikon für IT „ITWissen“ schreibt über Green IT:

**„Es ist ein Trend, der dem steigenden Umweltbewusstsein gerecht wird und der für die Entwicklung umweltschonender Hard- und Software und für Energieeinsparung steht.“<sup>7</sup>**

In dieser Definition wird Green IT als ein Trend gekennzeichnet. Nach wissen.de ist ein Trend eine Richtung oder eine Entwicklungstendenz.<sup>8</sup> Tatsächlich ist eine umweltbewusste Orientierung der IT zu sehen. Immerhin sind bei ca. 75 % der deutschen Unternehmen Green IT Richtlinien vorhanden oder geplant.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> [ITW09c] , ITWissen, 2009

<sup>8</sup> [Wis09] ,vgl. wissen.de, 2009

<sup>9</sup> [Kon09] , Accenture nach Konrad, 2009, S. 45

## Green IT Status Quo

Das Onlinelexikon berücksichtigt hauptsächlich ökologische Aspekte. Wie im nächsten Kapitel deutlich wird, können aber auch wirtschaftliche Aspekte eine bedeutende Rolle spielen und eine große Motivation für das Einsetzen von Green IT Maßnahmen sein. Der ökonomische Gedanke wird in dieser Definition jedoch vernachlässigt.

Auffallend ist, dass nur die Verwendung von Informationstechniken, hier Hard- und Software, erfasst wird. Der Informationstechnik Lebenszyklus umfasst jedoch mehr. Lorenz M. Hilty, Leiter der Abteilung Technologie und Gesellschaft der Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), definiert in seinem Buch „Information Technology and Sustainability“ neben der Verwendungsphase („Use“) noch zwei weitere Phasen, die Herstellungsphase („Production“) und die Entsorgungsphase („End of Life“).<sup>10</sup> Green IT Maßnahmen könnten in allen drei Lebenszyklusphasen ansetzen, um die Umweltbelastung zu verringern. In der Herstellungsphase kann beispielsweise auf eine materialarme Produktion von Monitoren geachtet werden.

Die Website TecChannel versteht unter Green IT:

**„Green IT: Strom sparen in Serverräumen durch optimales Energiemanagement“<sup>11</sup>**

TecChannel beschränkt Green IT in seiner Definition lediglich auf das Stromsparen in Serverräumen. Dies ist in zweierlei Hinsicht zu speziell. Zum Einen ist das Stromsparen nur eine von vielen umweltschonenden Maßnahmen der Green IT und zum Anderen lässt sich die IT nicht nur auf Serverräume reduzieren. Beispielsweise werden die Personal Computer (PC), die in nahezu jedem privaten Haushalt vorhanden sind, vernachlässigt.

Zudem wird in der Definition erneut nur die Verwendung, eine der drei Phasen des Informationstechnik Lebenszyklus, berücksichtigt.

Weiterhin zu bemängeln ist, dass ökologische Beweggründe von TecChannel nicht explizit erwähnt werden.

---

<sup>10</sup> [Hil08] , vgl. Hilty, 2008, S. 121 ff

<sup>11</sup> [Tec08] , TecChannel, 2008

Wikipedia Autoren schreiben:

**„Unter dem Stichwort Green IT (seltener auch Green ICT) versteht man Bestrebungen, die Nutzung von Informationstechnik (IT) bzw. Informations- und Kommunikationstechnologie (früher IKT oder IuK, engl. ICT) über deren gesamten Lebenszyklus hinweg umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten, also vom Design der Systeme und zur Produktion der Komponenten über deren Verwendung bis zur Entsorgung, bzw. dem Recycling der Geräte.“<sup>12</sup>**

Wikipedias Definition zu Green IT ist im Vergleich zu den bisherigen sehr allgemein und umfassend. Sie berücksichtigt den ganzen Informationstechnik Lebenszyklus von der Wiege bis zur Bahre und beschränkt sich nicht nur auf die Verwendung.

Positiv ist auch die Einbeziehung von Ressourcen, wobei in der Formulierung nicht weiter darauf eingegangen wird, welche Art von Ressourcen gemeint ist.

Ausgelassen wird jedoch, welche möglichen Anreize für Green IT Bestrebungen existieren.

Aus den unterschiedlichen Definitionen kann man deutlich erkennen, dass teilweise noch sehr unterschiedliche Vorstellungen über Green IT existieren. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die gesamte IT ein sehr junges Gewerbe ist. Vor etwa 50 Jahren, war die Anzahl an Informationstechniken so gering, dass dessen Einflüsse auf die Außenwelt unbedeutend waren. Im Jahre 2008 hingegen besaßen 95 % der deutschen Unternehmen<sup>13</sup> und 75 % der Haushalte<sup>14</sup> einen Internetzugang und somit auch entsprechende Informationstechniken, um diese Verbindung zu nutzen, Tendenz steigend. Durch den starken Zuwachs dieser Techniken und dessen Verbreitung in den letzten Jahrzehnten wurden die Auswirkungen wesentlich. Beispielsweise zählen hierzu die steigenden Stromkosten für das Betreiben von zusätzlichen Rechnern. Das bemerkten vor allem Unternehmen und begannen, meist unter finanziellen Gesichtspunkten, bestimmte Maßnahmen zu treffen. Diese verschiedenen und unterschiedlich effektiven Maßnahmen befassten sich meistens in erster Linie mit der Energieeinsparung zwecks Kostensenkung. Daher wurden sie später unter dem Begriff Green

---

<sup>12</sup> [Wik09a] , Wikipedia, 2009

<sup>13</sup> [StB09] , vgl Eurostat nach Statistisches Bundesamt, 2009

<sup>14</sup> [BIT09] , vgl. BITKOM, 2009

IT zusammengefasst. Welche Arten von Maßnahmen das waren, wird in späteren Kapiteln noch genauer erläutert.

Festzuhalten ist also, dass der Gedanke sich erst in den letzten Jahren konkretisiert hat und immer mehr Unternehmen in Erwägung ziehen Green IT Maßnahmen einzuleiten.

### 3.2. Mögliche Motive für Green IT

Die Motive, sich mit Green IT auseinander zu setzen, können verschieden sein. Die nachfolgend beschriebenen lassen sich dabei in ökologische und ökonomische unterteilen.

#### 3.2.1. Ökologische Motive

Nicht zuletzt wegen der Bezeichnung „Green“ sind die als erstes assoziierten Motive ökologisch. Diese betreffen allerdings nicht allein die IT; auch in vielen anderen Branchen wie z.B. in der Autoindustrie führen die nachfolgenden Gründe zu umweltbewussten Bemühungen seitens Hersteller und Verbraucher.

Wie in der Einleitung bereits erklärt, wird durch den zu hohen, vom Menschen verursachten CO<sub>2</sub>-Ausstoß der natürliche Treibhauseffekt erhöht, welches folglich eine Erderwärmung mit sich bringt. Die IT trägt seinen Teil zur CO<sub>2</sub>-Emission bei. Der weltweit geschätzte Ausstoß an IT-induziertem Kohlenstoffdioxid beträgt ca. 600 Millionen Tonnen und wird bis zum Jahre 2020 voraussichtlich um 60 % steigen.<sup>15</sup> Zu erklären ist durch den hohen Verbrauch an Energie, der während des gesamten Informationstechnik Lebenszyklus anfällt.

- Green IT könnte dazu beitragen den Energieverbrauch und somit den Strombedarf zu senken. Demzufolge würde der Rückgang des Energiebedarfs einen Rückgang des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei der Energiegewinnung bewirken.

Besonders stark wird die Umwelt während der Herstellung von Informationstechniken belastet. Viele PCs werden beispielsweise in China unter ökologisch mangelhaften

---

<sup>15</sup> [ATK08a] , vgl. A.T.Kearney, 2008, S. 1

## Green IT Status Quo

Bedingungen produziert. Laut Hilty ist die „Umweltbelastung durch die Produktion eines PCs in China etwa so hoch wie sechs Jahre Betrieb unter durchschnittlichen Bedingungen.“<sup>16</sup>

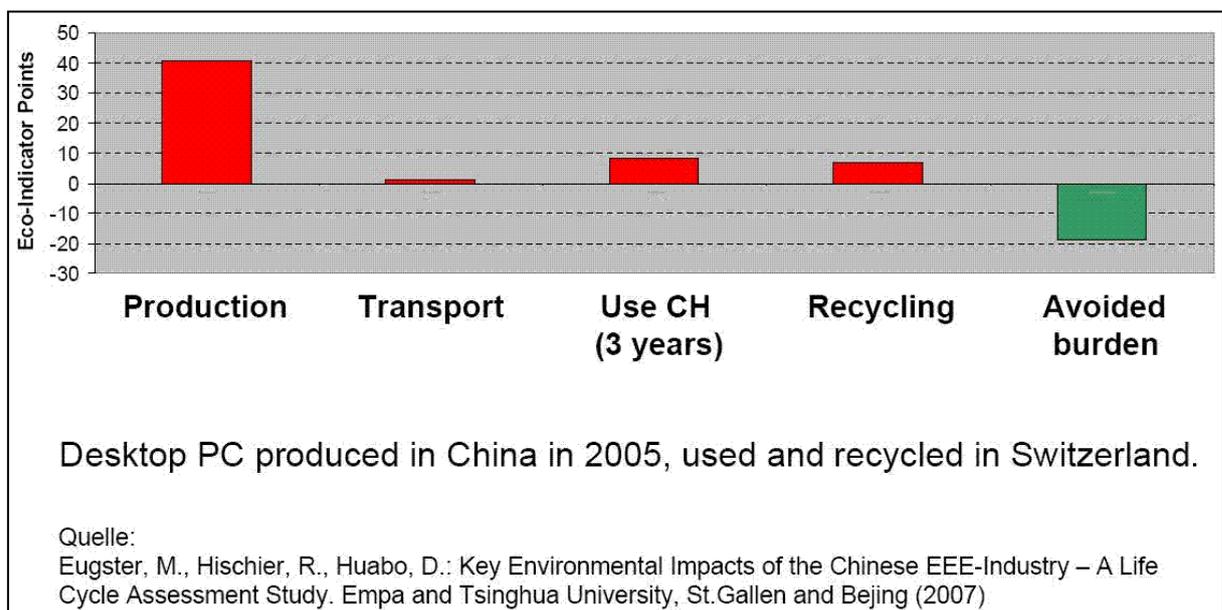


Abbildung 1: Umweltbelastung eines PCs während seiner Lebenszyklusphasen<sup>17</sup>

Die Abbildung 1 unterstützt die Aussage von Hilty. Hier sind die drei Phasen des Informationstechnik Lebenszyklus wiederzufinden. Bemerkenswert ist, dass die ökologische Belastung während der Herstellungsphase (Production) mit Abstand am größten ist. „[Die Herstellung] stellt eine ökologische Belastung für die Umwelt sowie eine Gesundheitsgefährdung der Arbeiter und Arbeiterinnen sowie der Anwohner und Anwohnerinnen in der Umgebung der Fabriken dar.“<sup>18</sup>

- Green IT könnte die ökologische Belastung bei der Herstellung von Informationstechniken verringern. Maßnahmen könnten ansetzen, um eine „grüne“ Fertigung zu gewährleisten.

Zur Produktion von Informationstechniken werden seltene Metalle wie „Indium zur Herstellung von Flachbildschirmen“<sup>19</sup> verwendet. Diese Metalle heute nicht nachhaltig

<sup>16</sup> [Hil09a] , Hilty, 2009, S. 2 f

<sup>17</sup> Quelle: [Hil09b] , Hilty, 2009

<sup>18</sup> [Pro09] , Butollo et al., 2009, S. 11

<sup>19</sup> [Buhl09] , Buhl et al., 2009, S. 3

abzubauen und zu verwenden bedeutet, dass diese Ressourcen schon bald erschöpft sind und in Zukunft für weitere Technologien nicht mehr zur Verfügung stehen.

- Green IT könnte dafür sorgen, dass Ressourcen für die Herstellung von Informationstechniken nachhaltig verwendet werden und somit keine Knappheit für die Zukunft entsteht.

Häufig unterschätzt ist der elektronische Abfall, genannt „e-waste“, der nach der Verwendung anfällt. Die U.S. Environmental Protection Agency (EPA) stellte fest, dass „Americans throw out more than 2 million tons of consumer electronics annually, making electronic waste (also known as e-waste) one of the fastest growing components of the municipal waste stream“.<sup>20</sup> In der EU wird die Entsorgung von elektronischem Abfall durch Richtlinien wie die WEEE-Richtlinie (von engl.: Waste Electrical and Electronic Equipment) geregelt. Diese EG-Richtlinie hat das Ziel den elektronischen Abfall zu verringern und eine umweltverträgliche Entsorgung zu gewährleisten.<sup>21</sup> Allerdings wird sie aus Kostengründen häufig umgangen und entstandenes e-waste in Entwicklungsländer transportiert. „Dort wird der Elektronikschrott mit einfachsten Mitteln (Feuer, Hammer und Zange, Säurebad etc.) und großer Belastung von Mensch und Umwelt wiederverwertet.“<sup>22</sup>

- Aus Green IT Gesichtspunkten sollte e-waste unter Einhaltung entsprechender Richtlinien entsorgt werden, um die Belastung für Mensch und Umwelt möglichst gering zu halten.

### 3.2.2. Ökonomische Motive

Neben den ökologischen gibt es eine Reihe von ökonomischen Motiven, die Green IT vor allem für Unternehmen attraktiv machen.

Die in Unternehmen eingesetzte und verwendete Informationstechnik benötigt Energie in Form von Strom und stellt für Unternehmen damit einen Kostenfaktor dar. Hinzu kommt die aktuelle Entwicklung der Strompreise. In der untenstehenden Abbildung 2 wird deutlich,

---

<sup>20</sup> [Vel08] , Velte, 2008, S. 4

<sup>21</sup> [Wik09i] , vgl. Wikipedia, 2009

<sup>22</sup> [Wik09h] , Wikipedia, 2009

dass die Strompreise in den letzten Jahren gestiegen sind. Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung weiterhin anhält.

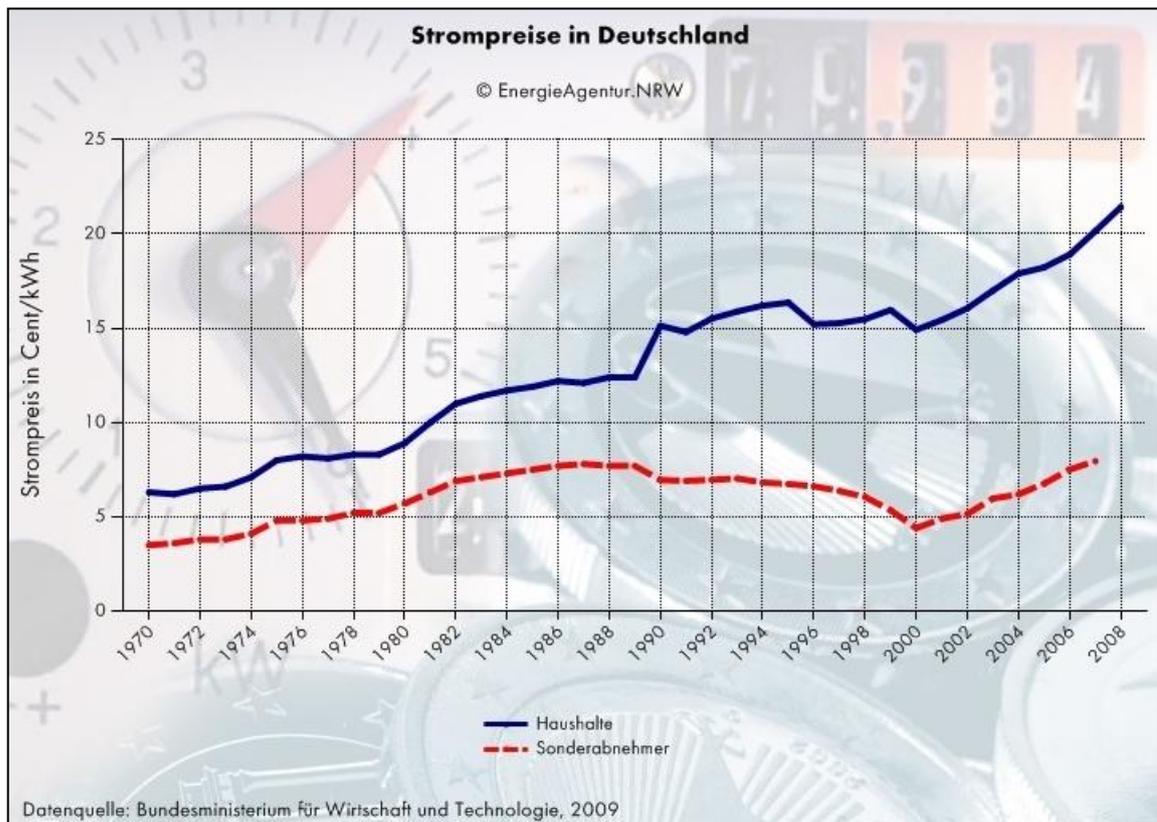


Abbildung 2: Strompreisentwicklung in Deutschland<sup>23</sup>

- Green IT könnte den Stromverbrauch für die Verwendung von Informationstechniken in Unternehmen senken und somit Stromkosten einsparen.

Unternehmen investieren jährlich große Summen in Informationstechniken. Dabei werden leistungsstärkere Techniken gekauft, dessen Rechner- und Speicherkapazitäten dann meist zu wenig ausgelastet sind.

Oftmals sind solche Investitionen jedoch überdimensioniert, da im Zuge von Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen häufig Techniken erneuert werden, bei denen noch kein Bedarf besteht.

- Green IT könnte für eine effizientere Nutzung alter und eine höhere Auslastung neuer Techniken sorgen. Damit würden vorhandene Ressourcen besser genutzt und

<sup>23</sup> Quelle: [Ene09] EnergieAgentur.NRW, 2009

## Green IT Status Quo

der Bedarf an neuer Hardware reduziert werden. Hohe Kosten für teure Neubeschaffungen von Informationstechniken könnten somit minimiert werden.

Green IT ist nicht nur für Unternehmen von Bedeutung, sondern auch im Interesse der Regierung. Diese erhofft sich, die Umwelt langfristig zu schonen und damit dem Land und seiner Bevölkerung zu dienen. Die Bundesrepublik Deutschland bietet beispielsweise staatliche Förderungen für Unternehmen, die zur Verminderung der Umweltbelastung beitragen. „In der Regel wird vom BMU [Bundesministerium für Umwelt] ein Zinszuschuss zu einem Darlehen der KfW Bankengruppe [...] gewährt.“<sup>24</sup>

- Green IT kann staatliche Förderungen und eventuelle Steuervorteile für Unternehmen mit sich bringen.

Unternehmen könnten Green IT Bestrebungen auch zu Marketingzwecken verwenden. Dabei könnten sowohl interne Prozesse als auch eigene Produkte als „grün“ gekennzeichnet werden. Die „[...] Firma [schafft sich] dadurch ein positives Image in der zunehmend sensibilisierten Öffentlichkeit“.<sup>25</sup>

Ein Paradebeispiel hierfür stellt der IT-Hersteller IBM dar. Dieser begann im Mai 2007 mit einem Projekt namens „Big Green“, in dem unternehmensinterne Maßnahmen getroffen wurden, um den eigenen Energieverbrauch um 80 % zu senken. Der Erfolg führte dazu, dass IBM ihr Projekt auf der CeBIT 2008 vorstellte<sup>26</sup> und seitdem verstärkt auf die Vermarktung eigener, umweltbewusster IT-Lösungen setzt.<sup>27</sup> Dabei bietet IBM seinen Kunden energieeffizientere Lösungen an und verspricht unter anderem damit auch „[...] das Image zu verbessern“.<sup>28</sup>

- Green IT kann dafür sorgen, dass ein Unternehmen sein Image verbessert, somit als attraktiver Arbeitgeber gilt und gleichzeitig seine Produkte positiv vermarktet.

---

<sup>24</sup> [BunU] , Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, o.J.

<sup>25</sup> [IBM08] , IBM Deutschland GmbH, 2008, S. 6

<sup>26</sup> [Pro08] , vgl. Professional Computing, 2008

<sup>27</sup> [IBM07] , IBM Deutschland GmbH, 2007

<sup>28</sup> [IBM] , vgl. IBM Deutschland GmbH, o.J.

### 3.3. Zusammenfassende Green IT Definition

Ausgehend von den obigen Definitionen und Motiven soll nun eine eigene Definition von Green IT entwickelt werden, die vorerst als Grundlage dieser Arbeit dienen soll.

**Unter dem Trend „Green IT“ sind umweltorientierte und ressourcenschonende Bestrebungen in der IT Branche zu verstehen. Die Motive hierfür können ökologische und/oder ökonomische Interessen sein.**

**Maßnahmen zur Umsetzung von Green IT können sich auf den gesamten Lebenszyklus von Informationstechniken auswirken, also von deren Herstellung über deren Verwendung bis hin zur Entsorgung.**

Green IT kann heute als Trend tituliert werden, da, wie bereits festgestellt, eine klare Entwicklungstendenz hin zu Green IT Bestrebungen zu verzeichnen ist.

Diese Bestrebungen sind umweltorientiert und ressourcenschonend, wobei unter letzterem auch nachhaltige Ansätze zu verstehen sind. „Der Begriff ‚nachhaltig‘ kommt ursprünglich aus der Forstwirtschaft des 17. Jahrhunderts und besagt, dass man Bäume nicht schneller fällen soll als sie nachwachsen.“<sup>29</sup> Grundsätzlich kann man zwischen ökologisch und ökonomisch sozialer Nachhaltigkeit differenzieren. „Während sich die ökologische Nachhaltigkeit eng an der forstwirtschaftlichen Definition orientiert, verkörpern ökonomische und soziale Nachhaltigkeit eine visionäre Weltordnung, in welcher der Lebensstil der heutigen Generation nicht zu Einbußen der nachkommenden Generationen führt und möglichst alle Menschen an der Weltgemeinschaft teilhaben können.“<sup>30</sup> Dabei ist es wichtiger zu verstehen, welche Bedeutung nachhaltiges Handeln hat, als sie in Kategorien zu unterteilen.

Wie bereits erklärt, könnten ökologische und/oder ökonomische Interessen eine Motivation für Green IT Bemühungen darstellen. Hierbei ist das Ergebnis jedoch relevanter als die ursprüngliche Art der Motivation, denn der „[...] Umwelt ist es egal, ob ich Strom spare, um meine Energiekosten zu reduzieren oder um ein gutes Gewissen zu haben.“<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> [Buhl09] , Buhl et al., 2009, S. 3

<sup>30</sup> [Buhl09] , Buhl et al., 2009, S. 3

<sup>31</sup> [Hil09a] , Hilty, 2009, S. 2

Die Maßnahmen zur Umsetzung von Green IT können an allen Lebenszyklusphasen von Informations- und Kommunikationstechniken (IuK-Techniken) ansetzen. Dieser Lebenszyklus ist in der nachstehenden Abbildung 3 abgebildet.

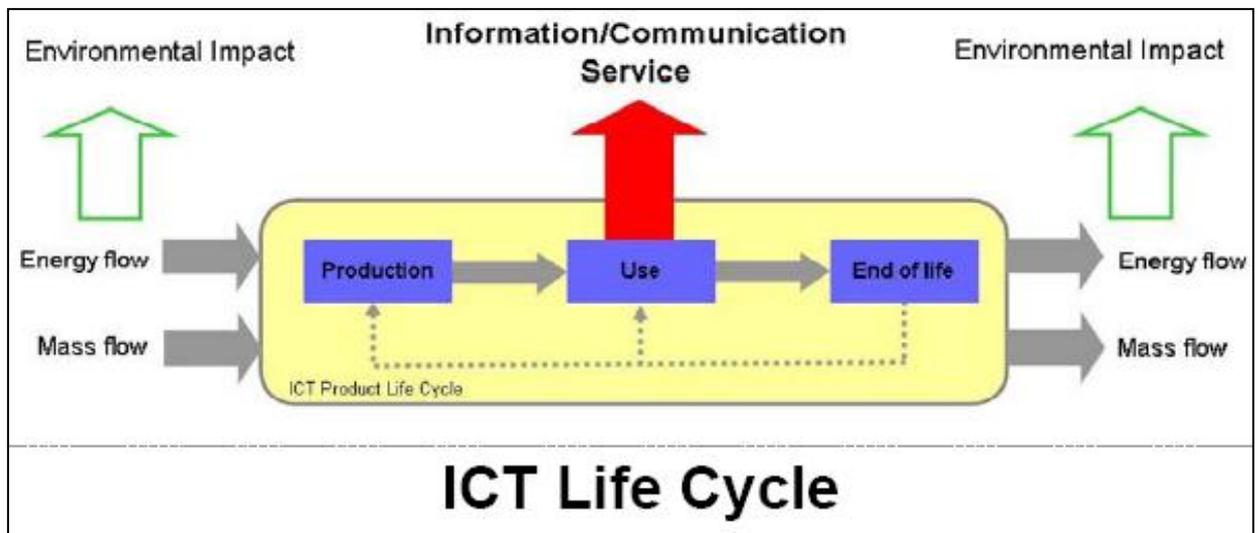


Abbildung 3: IuK-Technik Lebenszyklus<sup>32</sup>

Der IuK-Technik Lebenszyklus, gekennzeichnet durch die gelbe Markierung, besteht aus den drei bereits angesprochenen Phasen „Production“, „Use“ und „End of Life“. In der Produktionsphase werden Input-Ressourcen in die zu entstehende IuK-Technik umgewandelt. Während der Verwendungsphase wird diese Technik dann eingesetzt und liefert den Service, für den sie gefertigt wurde. Anschließend wird sie in der Entsorgungsphase zur Wiederverwendung aufbereitet, recycelt oder entsorgt.

Für den gesamten Lebenszyklus werden Energie und Materialien benötigt, die als Input auf der linken Seite durch graue Pfeile gekennzeichnet sind. Auf der rechten Seite treten Restbestände an Energie und Materialien als Output aus. Dies ist der Fall, weil während des Lebenszyklus nicht alle Ressourcen vollständig verwertet werden können. Sowohl Input als auch Output haben Auswirkungen auf die Umwelt (Environmental Impact). Verdeutlichen kann man dies anhand der Ressource Plastik im Rahmen der Herstellung eines Monitorgehäuses. Auf der Input-Seite entsteht eine Umweltbelastung dadurch, dass für die Bereitstellung von Plastik Öl verarbeitet werden muss. Plastik Restbestände, die im

<sup>32</sup> Quelle: [Cor07], Coroama et al., 2007, S. 20

## Green IT Status Quo

Lebenszyklus nicht weiter verwendet werden und somit auf der Output-Seite austreten, beeinflussen die Umwelt dadurch, dass sie nicht biologisch abbaubar sind.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> [Hil08] , vgl. Hilty, 2008, S. 119 ff

## 4. Analyse von Green IT Konzepten

Nachdem Green IT klar definiert und Beweggründe aufgezeigt wurden, werden in diesem Kapitel Konzepte zur Umsetzung von Green IT vorgestellt. Ziel ist es diese zu beschreiben und anschließend zu bewerten. Im Blickpunkt stehen dabei die Effektivität und die Sinnhaftigkeit dieser Konzepte.

Wie aus der entstandenen Definition des vorherigen Kapitels deutlich wird, ist Green IT ein sehr umfassender und neuer Begriff. Daher existieren viele unterschiedliche Umsetzungen, die in ihrer Effektivität und Sinnhaftigkeit stark variieren. Eine Auflistung aller Konzepte und Maßnahmen ist somit unmöglich. Nach längerer Einarbeitung in die Thematik kristallisieren sich jedoch bestimmte Maßnahmen heraus, die in der Literatur häufig mit umweltbewusstem Handeln der IT in Verbindung gebracht werden und somit als anerkannte Maßnahmen zur Umsetzung von Green IT gelten. In einer von der Unternehmensberatung A.T.Kearney erstellten Graphik werden zehn Maßnahmen zusammengefasst (siehe Abbildung 4). Diese und das von A.T.Kearney nicht aufgeführte Konzept des „Thin-Client-Computing“ gehören zu den am häufigsten genannten und in Unternehmen am stärksten etablierten. Nennenswert ist, dass alle in erster Linie zur Reduktion von kohlenstoffdioxid-äquivalenten Gasen (CO<sub>2</sub>e) eingesetzt werden, obwohl andere Bestrebungen wie z.B. die nachhaltige Verwendung von Ressourcen während der Herstellung ebenso bedeutend sind. Es spiegelt die Erkenntnis wider, dass in der Literatur die Emissionseinsparung der wichtigste Aspekt ökologischen Handelns ist.

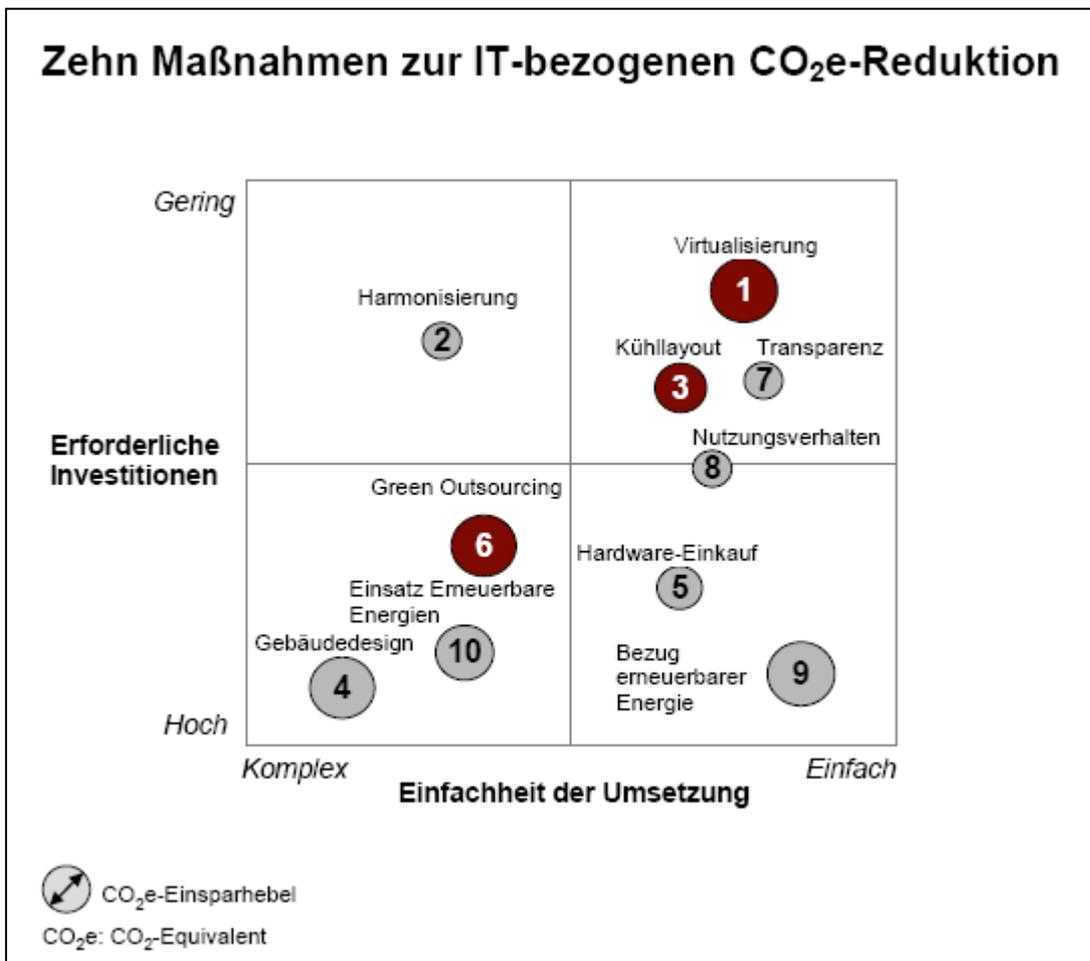


Abbildung 4: Green IT Maßnahmen<sup>34</sup>

Zu erkennen ist, dass die Maßnahmen eins und drei, die Virtualisierung und das Kühllayout, nicht nur große Einsparpotenziale bieten, sondern in ihrer Umsetzung sehr einfach und kostengünstig sind.<sup>35</sup> A.T.Kearney bewertet diese beiden als wichtige Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>e-Reduktion in der IT.<sup>36</sup> Da im Rahmen dieser Arbeit nicht alle Konzepte behandelt werden können, werden jene der Servervirtualisierung und der Klimatisierung exemplarisch vorgestellt. Der Fokus liegt hierbei auf den Informationstechniken in Rechenzentren von Unternehmen.

<sup>34</sup> Quelle: [ATK08b] , A.T.Kearney, 2008, S. 12

<sup>35</sup> Bemerkung: Die rote Einfärbung der Maßnahmen 1,3 und 6 ist vom Autor lediglich zur Kennzeichnung seiner Auswahl vorgenommen worden und hat inhaltlich keine weitere Bedeutung.

<sup>36</sup> [ATK08b] , vgl. A.T.Kearney, 2008, S. 12

## 4.1. Servervirtualisierung

Unter einer Virtualisierung aus Sicht der Informatik ist grundsätzlich das Zusammenfassen oder Aufteilen von Computerressourcen zu verstehen. Dabei erfolgt eine logische Trennung zwischen dem Benutzer (oder Applikation oder Schnittstelle) und den physischen Ressourcen wie z.B. den Hardwarekomponenten eines Rechners.<sup>37</sup>

Bei der Servervirtualisierung geht es konkret darum, mehrere unabhängige Instanzen eines oder verschiedener Betriebssysteme zusammenzufassen und auf einem physischen Server unabhängig voneinander zu betreiben. Die Instanzen sind als virtuelle Maschinen (VM) bekannt und agieren genauso, als würden sie direkt auf dem physischen Server betrieben werden.<sup>38</sup>

Die nachstehende Abbildung 5 modelliert eine Servervirtualisierung.

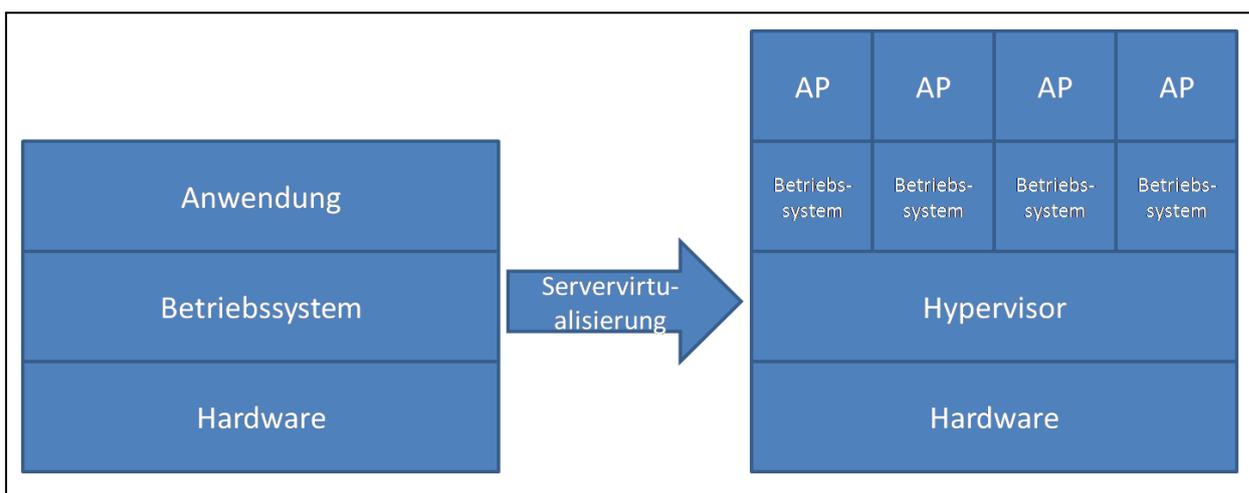


Abbildung 5: Servervirtualisierung<sup>39</sup>

Ursprünglich vorgesehen war die Ausführung eines Betriebssystems und einer Anwendung (AP) auf einem physischen Server (Hardware). Allerdings wird hierbei die Hardware als Ressource meistens nicht ausreichend ausgelastet und Ressourcen bleiben ungenutzt.<sup>40</sup> Eine Servervirtualisierung kann helfen die Serverauslastung zu steigern und Ressourcen somit

<sup>37</sup> [ITW09a] , vgl. ITWissen, 2009

<sup>38</sup> [ITW09b] vgl. ITWissen, 2009

<sup>39</sup> Quelle: Eigene Darstellung

<sup>40</sup> [VMw09] , vgl. VMware, 2009

effizienter zu nutzen. Dabei wird ein Hypervisor zwischen den Betriebssystemen und der Hardware zwischengeschaltet. Der Hypervisor ist eine Software, welche das Verwalten multipler virtueller Server ermöglicht. Sie kann statt einem physischen mehrere virtuelle Server simulieren, die von den Betriebssystemen als solches nicht erkannt werden. Daher ist es möglich „[...] mehrere virtuelle Maschinen auf einem physischen [Server] auszuführen, wobei die Ressourcen dieses einzelnen [Servers] von mehreren Umgebungen gemeinsam genutzt werden.“<sup>41</sup> Die Aufteilung der Ressourcen kann je nach Konfiguration des Hypervisors dynamisch oder statisch erfolgen.

Sinnvoll ist die Servervirtualisierung, wenn man die folgende Erhebung der Firma VMware, die auf Virtualisierungen spezialisiert ist, betrachtet (siehe Abbildung 6).

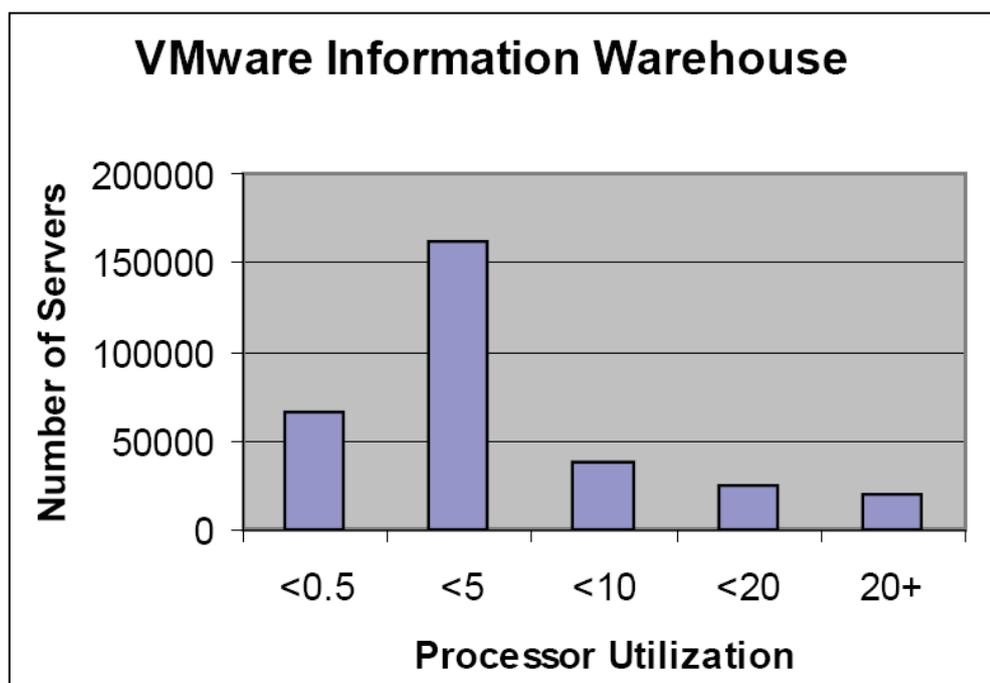


Abbildung 6: Prozessorauslastung<sup>42</sup>

Zur Analyse wurden Messungen an über 300.000 Server von mehr als 1000 Unternehmen weltweit durchgeführt.<sup>43</sup> Die prozentuale Prozessorauslastung ist der oben stehenden Grafik zu entnehmen.

---

<sup>41</sup> [VMw09] , VMware, 2009

<sup>42</sup> Quelle: [GGr09] , The Green Grid, 2009, S. 7

<sup>43</sup> [GGr09] , vgl. The Green Grid, 2009, S. 6

## Analyse von Green IT Konzepten

Erkenntlich ist, dass über 75 % aller untersuchten Server eine Prozessorauslastung von unter 5 % haben. Das bedeutet, dass ca. 95 % der Prozessorleistung ungenutzt bleibt. Führt man nun eine Servervirtualisierung durch, kann man die Auslastung der Server steigern und die dann überflüssigen physischen Server und die damit verbundenen Energiekosten einsparen. Server, die aufgrund einer höheren Auslastung eine höhere Leistung erbringen, beanspruchen mehr Strom, doch wie die nachfolgende Abbildung 7 zeigt, ist das Verhältnis zwischen Leistung und Stromverbrauch unproportional.

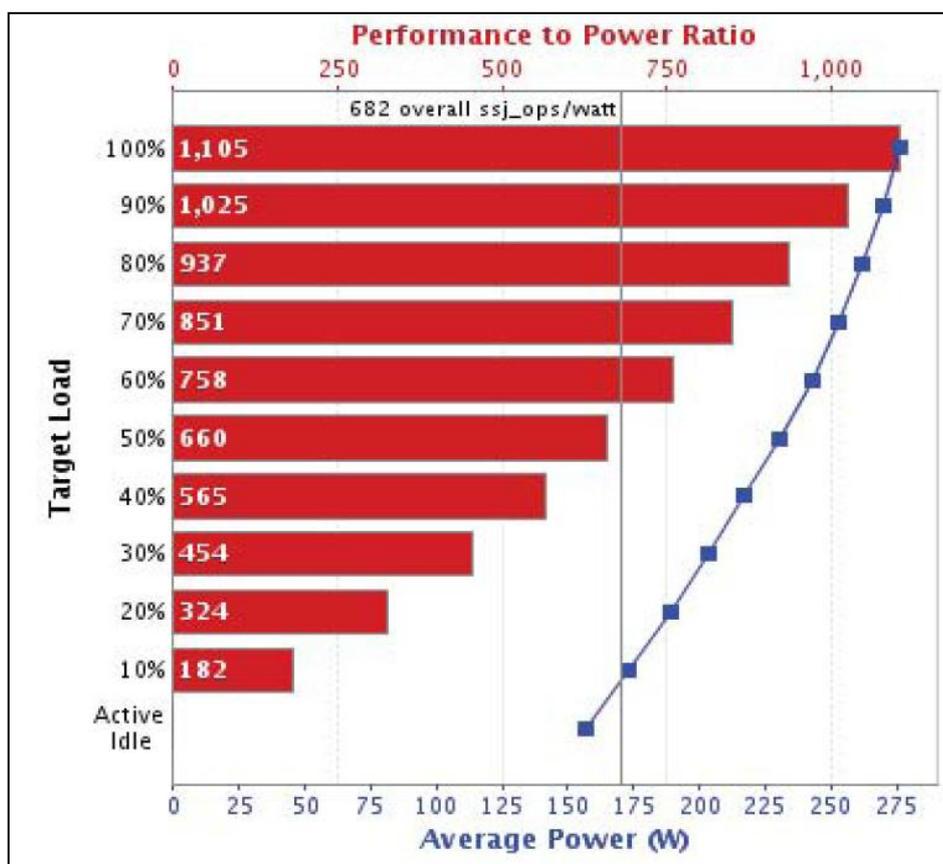


Abbildung 7: Leistung-Strom Ratio<sup>44</sup>

Bei einer Auslastung von 10 % beträgt der Verbrauch 173 Watt. Verdoppelt man die Serverauslastung auf 20 % steigt der Stromverbrauch auf gerade mal 189 Watt an. Auffallend ist, dass der Verbrauch eines Servers im Leerlauf schon über 50 % eines vollausgelasteten Servers beträgt. Der Stromverbrauch wächst also im Vergleich zur Auslastung um einen geringeren Faktor. Eine sehr vereinfachte Rechnung verdeutlicht das

<sup>44</sup> Quelle: [GGr09], The Green Grid, 2009, S. 8

## Analyse von Green IT Konzepten

Ausmaß der Einsparungen: Zehn physische Server mit einer Auslastung von jeweils ca. 5 % haben einen Gesamtenergieverbrauch von 1730 Watt (= 10 Watt \* 173 Watt). Mittels einer Servervirtualisierung könnte man diese zehn physischen auf einen physischen mit zehn virtuellen Servern konsolidieren. Dieser einzelne physische Server hätte dann einen Energieverbrauch von 230 Watt bei einer Prozessorauslastung von 50 % (vergleiche Abbildung 7). Die Servervirtualisierung würde also eine Stromeinsparung von 1500 Watt (1730 Watt - 230 Watt) oder ca. 87 % bewirken.<sup>45</sup>

Neben den möglichen Energieeinsparungen lassen sich noch weitere Gründe für eine Servervirtualisierung bestimmen, von denen nachfolgend einige erklärt werden.

Durch das Konsolidieren sinkt der Bedarf an physischen Server. Das bedeutet, dass zum Einen Kosten für das Anschaffen teurer physischer Server und zum Anderen auch Kosten für die Kühlung zusätzlicher Server entfallen. Außerdem können eventuelle Platzmängel umgangen werden, da eine Virtualisierung die gleiche Serverleistung auf kleinerem Raum ermöglicht.

Die Servervirtualisierung wirkt sich nicht nur auf den Einsatz der Server aus. Wie bereits erwähnt kann Green IT am gesamten Lebenszyklus ansetzen. In der Herstellungsphase lassen sich Ressourcen in Form von Energie und Materialien dadurch einsparen, dass durch die Virtualisierung ein geringerer Bedarf an Servern besteht. Dieser geringere Bedarf, führt in der Entsorgungsphase ebenfalls zu positiven Umweltauswirkungen. Beispielsweise fallen bei einer niedrigeren Anzahl verwendeter Server weniger Verpackungsabfälle und e-waste an.

Die praktische Umsetzung der Servervirtualisierung ist nicht so simpel wie die Theorie sie erklärt. Eine Servervirtualisierung ist nicht in jedem Falle möglich bzw. nicht immer sinnvoll. Beispielsweise sollte für Server mit sehr unternehmenssensiblen Applikationen stets geprüft werden, ob durch diese Maßnahme eine ausreichende Ausfallsicherheit der Applikationen erhalten bleibt. Wann und zwischen welchen Servern eine Virtualisierung empfehlenswert ist, stellt eine wesentliche Frage dar, die für jedes Rechenzentrum erneut geklärt werden muss. In dieser Arbeit wird dies jedoch nicht weiter thematisiert.

---

<sup>45</sup> [GGr09] , vgl. The Green Grid, 2009, S. 7 ff

## Analyse von Green IT Konzepten

- Die Servervirtualisierung ist eine Maßnahme, die dazu führt, dass während des gesamten Informationstechnik Lebenszyklus Ressourcen eingespart werden können. Die Kosten, die hierbei z.B. für den Lizenzwerb des Hypervisors entstehen, können meist durch die damit bewirkten Einsparungen kompensiert werden. Das Konzept stellt somit eine kostengünstige, gewinnbringende, umweltbewusste und ressourcenschonende Green IT Maßnahme dar.

## 4.2. Klimatisierung

Unter einer Klimatisierung ist generell die Regulierung von Temperatur, Lüftung und Luftfeuchtigkeit eines Raumes zu verstehen.<sup>46</sup> In diesem Teil wird die Klimatisierung auf die Temperaturregulierung eines Rechenzentrums beschränkt.

In Rechenzentren sind Server meistens aus Platzgründen dicht beieinander gestellt. Die von ihnen gemeinsam abgegebene Wärme ist so groß, dass die servereigenen Ventilatoren zur Kühlung nicht ausreichen und die Serverkomponenten Gefahr laufen sich zu überhitzen. Eine Überhitzung könnte zu Ausfall und Schäden der Hardware führen. Um dies zu vermeiden, wird die Raumtemperatur künstlich reguliert. Die Klimatisierung ist daher unverzichtbar für ein Rechenzentrum, stellt gleichzeitig aber auch einen großen Kostenfaktor dar. Wie der Abbildung 8 zu entnehmen ist, nimmt die Klimatisierung durchschnittlich 25 % des Stromverbrauchs eines Rechenzentrums ein.

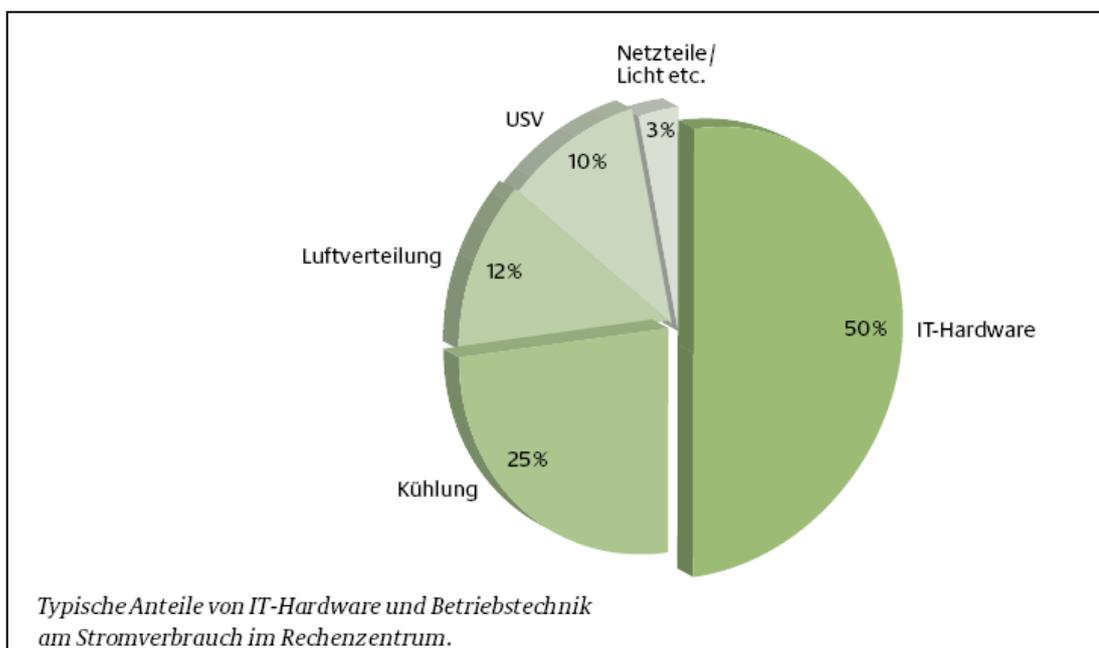


Abbildung 8: Typische Anteile am Stromverbrauch im Rechenzentrum<sup>47</sup>

<sup>46</sup> [IEE], vgl. Initiative EnergieEffizienz, o.J., S. 22

<sup>47</sup> Quelle: [IEE], Initiative EnergieEffizienz, o.J., S. 10

## Analyse von Green IT Konzepten

Unternehmen können diesen Kostenfaktor durch ein optimales Temperaturmanagement verringern. Dadurch werden unnötige Kosten für eine eventuelle Überkühlung der Komponenten eingespart und gleichzeitig eine ausreichende Klimatisierung sichergestellt.

Hat man unter der Servervirtualisierung eine klar definierte Green IT Maßnahme verstanden, so gibt es bei der Klimatisierung verschiedene Ansatzpunkte zur Umsetzung von Green IT. Besonders effizient und in den meisten Fällen auch gut umsetzbar sind dabei die Auslastung der optimalen Betriebstemperatur und das Einführen eines serverorientierten Kühlungssystems. Im Nachfolgenden werden beide Ansätze vorgestellt werden:

### Auslasten der optimalen Betriebstemperatur

Der Begriff der Betriebstemperatur wird in der Literatur unterschiedlich benutzt, sodass zunächst geklärt werden soll, was hierunter zu verstehen ist. Allgemein gibt die Betriebstemperatur einen Temperaturwert oder Temperaturbereich für das Betreiben eines elektrischen Geräts an. Dabei ist zwischen einer optimalen und einer momentanen Betriebstemperatur zu unterscheiden. Die optimale ist ein meist vom Hersteller vorgeschriebener Temperaturbereich, indem der bestmögliche Betrieb des Produktes gewährleistet wird. Die momentane gibt stattdessen die Temperatur an, bei der das Gerät zum aktuellen Zeitpunkt betrieben wird.

Um eine einwandfreie Nutzung sicherzustellen, müsste in einem Rechenzentrum die momentane Betriebstemperatur der verwendeten Informationstechniken der optimalen Betriebstemperatur dieser Techniken angepasst werden. Entscheidend ist jedoch, wie hoch die momentane Betriebstemperatur genau sein muss, wenn die optimale Betriebstemperatur ein Intervall definiert. Verantwortlich für die Regulierung der momentanen Betriebstemperatur ist die Klimaanlage eines Rechenzentrums, die Energie zur Kühlung benötigt. Grundsätzlich gilt: Je niedriger die momentane Betriebstemperatur geregelt wird, desto mehr Energie ist notwendig. Daraus lässt sich ableiten, dass eine Senkung der momentanen Betriebstemperatur stets mit einem höheren Energiebedarf verbunden ist. Aus Green IT Sicht wäre es demnach sinnvoll, die momentane Betriebstemperatur der Informationstechniken eines Rechenzentrums dem maximalen Wert der optimalen Betriebstemperatur weitestgehend anzunähern oder sie ihr gleichzusetzen.

„Eine tiefere Kühlung ist nicht sinnvoll. Und: Jedes Grad mehr bedeutet weniger Stromkosten.“<sup>48</sup>

### Reihenbasiertes Kühlungssystem

Das Kühlen von Servern kann auf verschiedene Arten erfolgen. Ein traditioneller Ansatz ist das „Raumbasierte Kühlungssystem“ (siehe Abbildung 9):

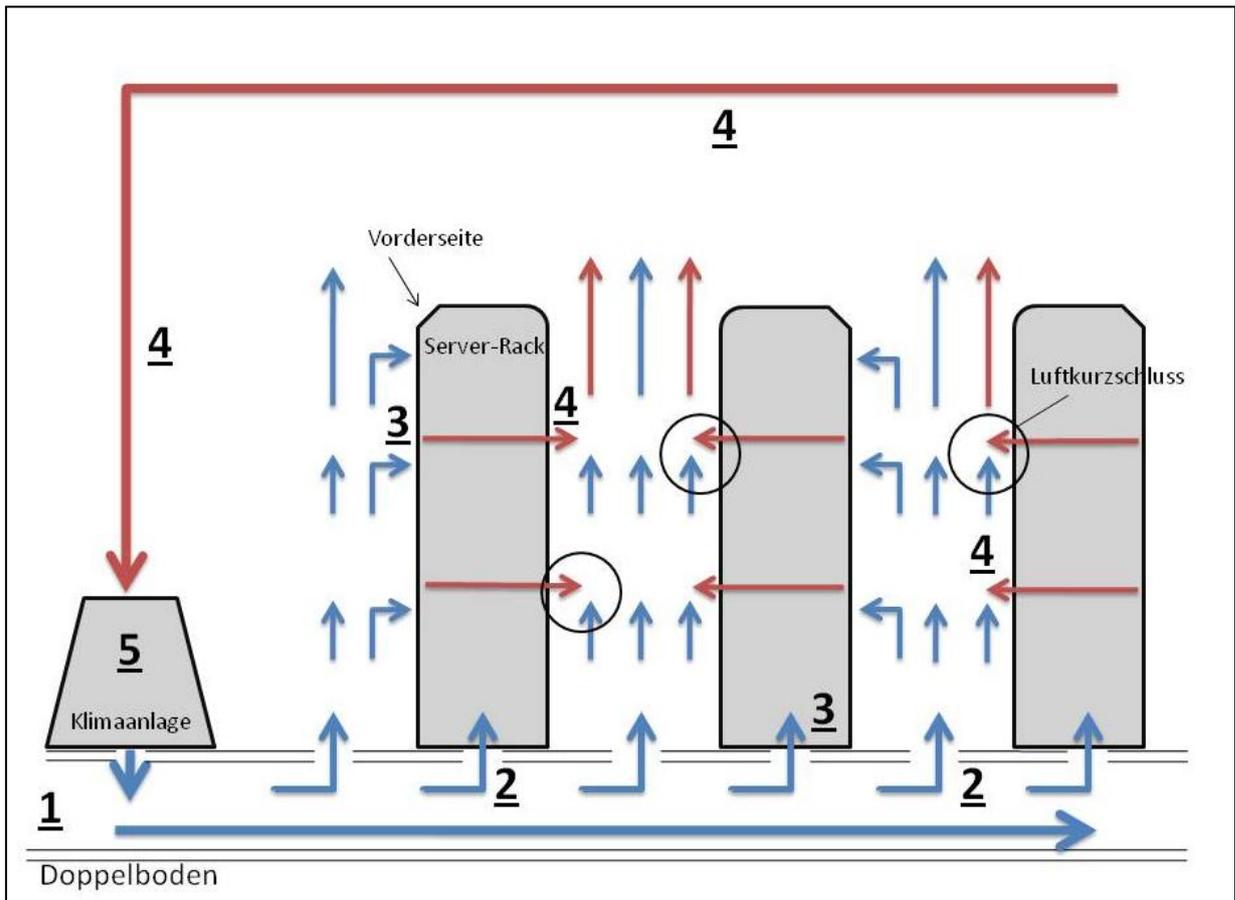


Abbildung 9: Raumbasiertes Kühlungssystem<sup>49</sup>

1. Hierbei wird in das Rechenzentrum ein Doppelboden gelegt, durch den gekühlte Luft strömt.
2. Durch Luftlöcher im Rechenzentrumboden tritt die kühle Luft heraus.
3. Die ausgetretene, kühle Luft strömt in die drüberliegenden Server-Racks oder wird von diesen angesogen. Die Server werden hierdurch gekühlt.

<sup>48</sup> [IEE] Initiative EnergieEffizienz, o.J., S. 22

<sup>49</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an [Knü], Knürr AG, o.J., S. 2

## Analyse von Green IT Konzepten

4. Die nach der Kühlung erwärmte Luft tritt aus und wird abgezogen.
5. Diese wird von der Klimaanlage, hier Umluft-Kühlgerät, gekühlt und wieder in den Doppelboden gepumpt.

Problematisch bei dem raumbasierten Kühlungssystem ist, dass sich warme und kalte Luft mit einander vermischen. Es kommt zu einem sogenannten „Luftkurzschluss“ (durch Kreise hervorgehoben). Ein Luftkurzschluss führt dazu, dass die kostenintensiv gekühlte Luft erwärmt wird, ehe sie die Server erreicht. Dabei „[...] sinkt die Effizienz der Kühlung.“<sup>50</sup>

Um dieses Problem zu umgehen, kann ein „reihenbasiertes Kühlungssystem“ auch „server-based cooling“ als eine Erweiterung des raumbasierten Kühlungssystems verwendet werden (siehe Abbildung 10).

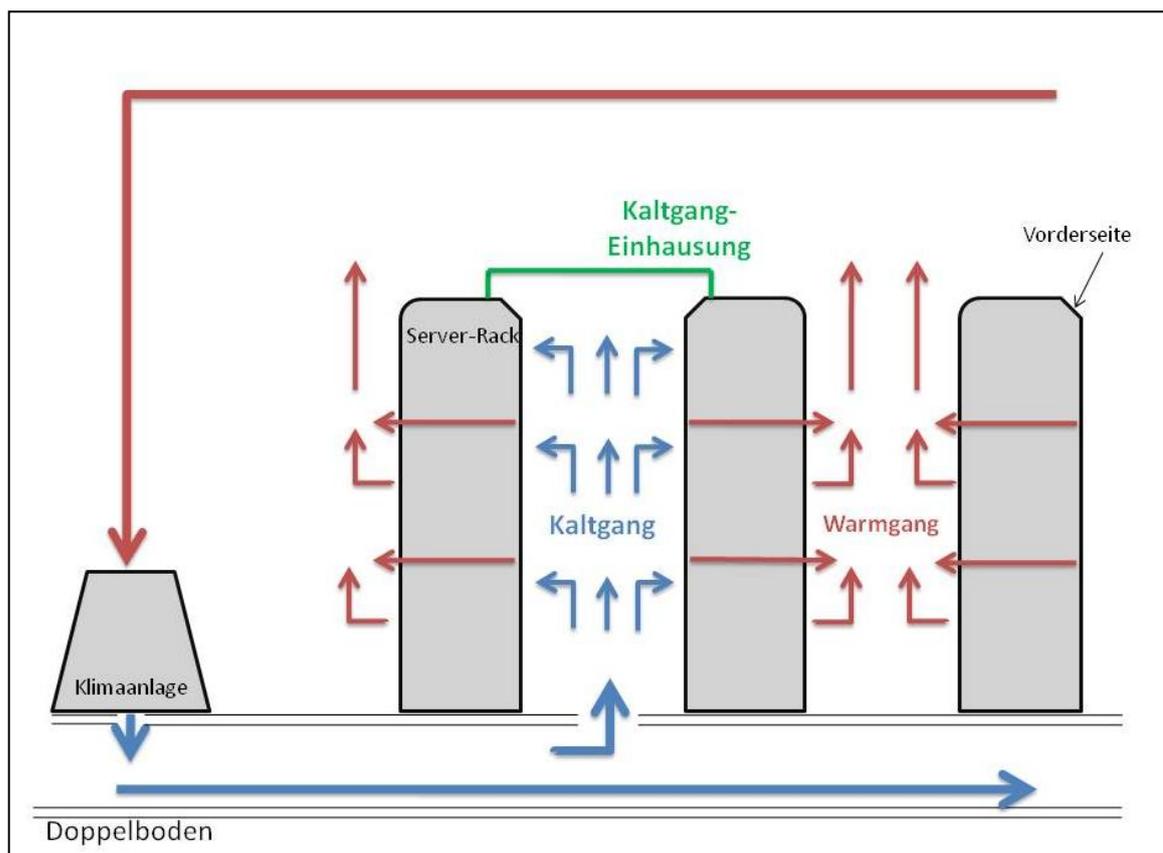


Abbildung 10: Reihenbasiertes Kühlungssystem<sup>51</sup>

<sup>50</sup> [IEE], vgl. Initiative EnergieEffizienz, o.J., S. 22

<sup>51</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an [Knü], Knürr AG, o.J., S. 3

## Analyse von Green IT Konzepten

Dieses System sieht vor, einen Luftkurzschluss möglichst zu vermeiden bzw. die Vermischung von warmer und gekühlter Luft möglichst gering zu halten. Hierzu werden die Server-Racks aneinander gereiht. Da Racks einen einseitigen Luftstrom zur Kühlung verwenden, d. h. an der Vorderseite eingezogene Luft wird zur Kühlung benutzt und erwärmt auf der Rückseite ausgestoßen, ist auf eine identische Ausrichtung innerhalb der Reihe zu achten. Weiterhin müssen die Reihen so positioniert sein, dass sich die Rückseiten gegenüberstehen. Als Folge entstehen alternierend „Warmgänge“ und „Kaltgänge“.

In die Kaltgänge kann nun gezielt gekühlte Luft durch Luftschlitze im Doppelboden strömen. Diese kühle Luft wird dann direkt von den Rack-Vorderseiten aufgezogen und zur Kühlung verwendet.

Im Gegensatz zu den Kaltgängen besitzen die Warmgänge keine Luftschlitze im Boden, da hier keine Kühlung erfolgen soll. Die aus den Rack-Rückseiten ausgeschiedene warme Luft steigt in den Warmgängen nach oben und wird zur Wiederaufbereitung abgezogen.

Um die Kühlung besonders effizient zu gestalten, bietet sich eine „Kaltgang-Einhausung“ an, wobei die Kaltgänge durch Platten eingeschlossen werden (siehe Abbildung 10). Ein Luftkurzschluss wird somit weitestgehend vermieden. Eine Kaltgang-Einhausung ist eine sehr kostengünstige und gleichzeitig sehr wirkungsvolle Maßnahme.

- Die Klimatisierung stellt eine sinnvolle Green IT Maßnahme dar, durch die der Kühlungsaufwand reduziert und somit Energie zur Klimatisierung gespart werden kann. Die in dieser Arbeit vorgestellten Ansätze sind sehr einfach umzusetzen und können bei Bedarf auch eigenständig realisiert werden. Außerdem ist die Umsetzung besonders preiswert, da keine großen Anschaffungskosten anfallen. Eine Umstellung der Serverkomponenten in einem Rechenzentrum kann enorme Energie- und damit verbundene Kosteneinsparungen mit sich bringen.

## 5. Kritische Würdigung von Green IT

Bisher wurde gezeigt, dass unter Green IT in erster Linie Maßnahmen mit umweltbewussten Auswirkungen zu verstehen sind. Allerdings hält sich in der Gesellschaft nach wie vor das Gerücht, dass es sich bei Green IT lediglich um einen vom Marketing kreierten Begriff handelt. In diesem Kapitel wird dieser Begriff daher kritisch hinterfragt und seine gerechtfertigte Verwendung geprüft.

Green IT steht für umweltbewusste Bestrebungen, welche leider viel zu häufig in den Hintergrund gelangen. Sie können je nach Position und Situation des Betrachters auf sehr unterschiedliche Weise verstanden werden. Die Gründe lassen sich wieder in ökologische und ökonomische Motive einteilen. Der durchschnittliche, umweltbewusste Endverbraucher sieht in Green IT die Möglichkeit, seinen Beitrag zur Erhaltung der Umwelt leisten zu können. Er kauft womöglich Hardware, die stromeffizient arbeitet und vielleicht sogar umweltbewusst produziert wurde. Ökologische Motive stehen hier im Vordergrund. Anders ist es bei einem Chief Information Officer eines eventuell durch die Finanzkrise betroffenen Unternehmen. Green IT Maßnahmen sollen hier den ökonomischen Zweck erfüllen, Kosten zu sparen. In beiden Fällen ist eine klare Motivation für Green IT zu erkennen. Gleichzeitig steigt die Kaufbereitschaft der potenziellen Käufer durch die Sensibilisierung für dieses Thema an. Sie erkennen einen möglichen Mehrwert und sind unter Umständen bereit einen Aufpreis zu akzeptieren.

Diese Entwicklung ist den IT-Herstellern bekannt. Infolgedessen kennzeichnen sie ihre Green IT Lösungen und Produkte mit entsprechenden Labels und Hinweisen. Dem Kunden wird dadurch signalisiert, dass es sich hierbei um Green IT Produkte handelt. Dadurch versprechen sich die Hersteller eine verkaufsfördernde Wirkung. Zu hinterfragen ist jedoch, ob Green IT in diesem Fall tatsächlich entsprechende Maßnahmen im Sinne der oben geschriebenen Definition repräsentiert oder lediglich als täuschendes Marketinginstrument fungiert. Oftmals fällt die Unterscheidung schwer, da viele Green IT Produkte oder Lösungen auf den ersten Blick sinnvoll erscheinen, sich bei näherer Untersuchung aber eher als umweltschädlich herausstellen.

Ein Beispiel hierfür können die Entwicklung und der Einkauf neuer Hardware sein. Ein IT-Hersteller entwickelt neue, energieeffizientere Hardware und verkauft sie als

## Kritische Würdigung von Green IT

umweltfreundlich und kosteneffizient, in der Hoffnung so den eigenen Umsatz zu steigern und den Gewinn zu maximieren. Andere Hersteller sind nun gezwungen ebenfalls neue Hardware herzustellen, die ebenfalls energieeffizient ist, um dem Konkurrenten nicht den alleinigen Markt zu überlassen. Die Herstellung wird somit erhöht und neue Ware auf den Markt gebracht. Die Konsumenten, Unternehmen oder Endverbraucher werden dazu verleitet ihre Hardware-Komponenten zu erneuern und somit die Produkt-Nutzungsdauer zu verkürzen. Die steigende Herstellung und die fallende Nutzungsdauer führen dazu, dass häufiger Hardware entsorgt werden muss. Die Dauer des Informationstechnik Lebenszyklus verkürzt sich. Wenn man bedenkt, dass für jede Phase erneut Energie und Materialien benötigt werden, kommt man zum Schluss, dass ein kürzerer Lebenszyklus den Ressourcenbedarf steigen lassen kann. Eine höhere Umweltbelastung wäre gegebenenfalls hieraus abzuleiten. Zu prüfen ist also, ob es sich aus ökologischer Sicht lohnt eine bestehende Hardware-Komponente durch eine neue, energieeffizientere zu ersetzen. Der ökologische Vorteil durch die Stromeinsparungen, der während der Verwendung der neuen Hardware entsteht, müsste größer sein als der Nachteil der zusätzlichen Belastung während der Herstellungs- und Entsorgungsphase.<sup>52</sup>

Ein weiterer zu beachtender Aspekt bei der Unterscheidung ist der sogenannte „Reboundeffekt“.<sup>53</sup> Dieser lässt sich anhand des folgenden Beispiels erläutern: Anfangs wurden PCs unter kostenintensiven Bedingungen gefertigt. Große Mengen an Energie und Materialien wurden zu deren Herstellung benötigt. Mit der Zeit und dem technologischen Fortschritt gelang es jedoch Prozesse zu optimieren sowie Input-Ressourcen und Emissionen zu senken. Die Fertigung eines einzelnen PCs wurde somit umweltfreundlicher und günstiger. Doch die fallenden Preise führten zu einer erhöhten Nachfrage. Um dieser wiederum gerecht zu werden, wurden die neuen PCs in so großen Mengen produziert, dass der Ressourcenverbrauch und die Umweltbelastungen während der Herstellung insgesamt gewachsen sind. Im Vergleich zum Ausgangszustand ist dadurch eine höhere Gesamtumweltbelastung zu verzeichnen. Diese Wechselwirkung und die damit verbundene Überkompensation werden als Reboundeffekt bezeichnet. Dieser Effekt tritt meist über langfristige Zeiträume ein und ist bei der Bewertung von Green IT Maßnahmen notwendigerweise zu berücksichtigen.

---

<sup>52</sup> [Hil09a] , vgl. Hilty, 2009, S. 2 f

<sup>53</sup> [Rol08] , vgl. Rademacher zitiert nach Rolf, 2008, S. 184 f

## Kritische Würdigung von Green IT

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass der Begriff Green IT teilweise unrechtmäßig als Marketing-Instrument genutzt wird. Der Käufer von umweltbewussten Produkten oder Lösungen kann sich nicht auf eine Green IT Kennzeichnung verlassen, da diese keine Garantie für positive Umwelteinflüsse darstellt. Vielmehr muss jede Maßnahme aufs Neue analysiert und bewertet werden, um herauszufinden, ob sie den eigentlichen ökologischen Zweck erfüllt.

Hierbei ist es notwendig die Maßnahmen in ihrer Gesamtheit zu betrachten und vor allem dessen mittel- und langfristige Auswirkungen abzuschätzen und in die Analyse mit einzubeziehen.

## 6. Erweiterung des Green IT Verständnisses

In vorherigen Kapiteln wurde Green IT nach dem heutigen Verständnis definiert. Außerdem wurden die Beweggründe für diese Bestrebung erklärt und zwei Konzepte zur dessen Umsetzung vorgestellt. Auch wurde Green IT kritisch hinterfragt.

In diesem Kapitel wird nun gezeigt, dass die momentane Sicht auf die Definition von Green IT und dessen Reichweite ungenügend ist. Hierzu werden zunächst die Zusammenhänge der IT mit ihrer Umwelt im Allgemeinen anhand des Mikropolis-Modells von Arno Rolf betrachtet. Anschließend wird mit Hilfe des Verständnisses von Lorenz M. Hilty über die IT und der Nachhaltigkeit der Zusammenhang zwischen der IT und der ökologischen Umwelt analysiert. Die gewonnen Erkenntnisse folgern dann den Schluss, dass der momentane Stand von Green IT diese Wechselwirkungen nicht berücksichtigt und somit Umwelteinflüsse der IT, die indirekt über andere Branchen erzielt werden, außer Acht lässt. Anschließend wird die im Kapitel 3.3 entwickelte Definition entsprechend erweitert. Abschließend verdeutlicht ein beschreibendes Modell die Wechselwirkungen der IT mit seiner Außenwelt aus Green IT Sicht.

### 6.1. Wechselwirkungen der IT nach dem Mikropolis-Modell

Bis jetzt waren stets Informationstechniken allein Grundlage für die Betrachtung von Green IT. Definition und Maßnahmen bezogen sich lediglich auf den Informationstechnik Lebenszyklus. Doch wie das Mikropolis-Modell erklärt, beeinflusst die IT in unserer heutigen Welt Menschen, Organisationen und Umwelt so enorm, dass ihre Wechselwirkungen nach außen nicht vernachlässigt werden können. Hierbei unterscheiden wir Wechselwirkungen zwischen IT-Systemen und Unternehmen, die durch den Mikrokontext erklärt werden und Wechselwirkungen zwischen dem Mikrokontext und dem gesellschaftlichen Umfeld, erklärt durch den Makrokontext (siehe Abbildung 11).

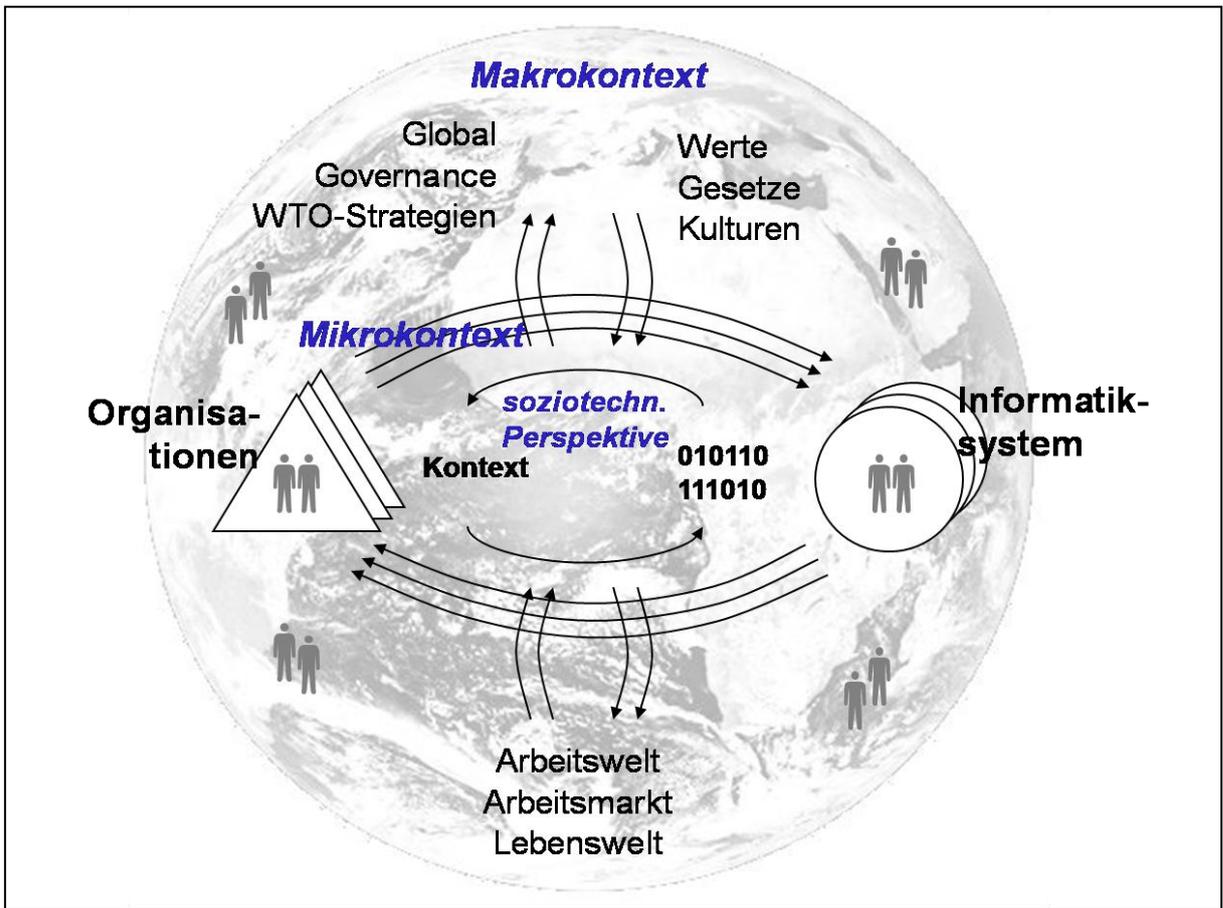


Abbildung 11: Mikropolis-Modell<sup>54</sup>

Der Mikrokontext beinhaltet die unterschiedlichen Wechselwirkungen zwischen dem Informatiksystem und den IT-anwendenden Organisationen. Es beschreibt wie diese beiden Parteien zusammenhängen und sich gegenseitig prägen.

Einer dieser Wechselwirkungen wird durch die Innovationsspirale<sup>55</sup> nach Rolf verdeutlicht, welche ebenfalls im Mikrokontext anzusiedeln ist. Sie zeigt, dass das Business, hier die Unternehmen, und die IT sich gegenseitig zur Entwicklung neuer Innovationen treiben. Auf der einen Seite beobachten Unternehmen ständig das Angebot an IT. Aufbauend auf der Erkenntnis über die angebotenen Möglichkeiten stellen sie neue Anfragen und Anforderungen. Das Informatiksystem, bestehend aus der IT-Forschung und den IT-Herstellern, wird dazu verleitet neue Innovationen zu entwickeln, um den Anfragen gerecht zu werden. Auf der anderen Seite beobachtet das Informatiksystem das Business. Es erkennt mögliche Defizite und Bedürfnisse und versucht erfolgsversprechende Lösungen zu

<sup>54</sup> Quelle: [Rol08], Rolf, 2008, S. 117

<sup>55</sup> [Rol08], vgl. Rolf, 2008, S. 103 f.

## Erweiterung des Green IT Verständnisses

entwickeln. Diese Lösungen werden vom Business gekauft und eröffnen diesem neue Geschäftsfelder und ermöglichen die Entwicklung neuer Innovationen.

Der Mikrokontext erklärt außerdem den Techniknutzungspfad. „Im Techniknutzungspfad spiegelt sich wider, was sich am Markt, in Organisationen und in der Informatik an Leitbildern, Modellen, Methoden, Produkten und Werkzeugen durchgesetzt hat.“<sup>56</sup> Speziell zeigt der Techniknutzungspfad „Büro“ beispielsweise, dass IT wesentlicher Bestandteil der heutigen prozessorientierten „SAP-Büros“ ist und eine Voraussetzungen für die Etablierung von Prozessorganisationen darstellt.<sup>57</sup>

Im Makrokontext des Mikropolis-Modells stehen hingegen die gegenseitigen Einflüsse zwischen Mikrokontext und seinem gesellschaftlichen Umfeld im Blickpunkt. Dieses Umfeld, welches von makroökonomischen Theorien, rechtlichen Wertsetzungen, Traditionen und einem Wissenschafts- und Bildungssystem geprägt ist, beeinflusst die im Mikrokontext beinhalteten Organisationen sowie die Entwicklung und Nutzung von Informationstechniken. Gleichzeitig wirkt der Mikrokontext auf seine Umgebung ein und kann gesellschaftliche Strukturen und Verhaltensweisen verändern.<sup>58</sup>

Zusammenfassend kann aus den Erklärungen, welches das Mikropolis-Modell liefert, resümiert werden, dass die IT aufgrund der Wechselwirkungen nicht nur durch seine Außenwelt geprägt wird, sondern diese gleichzeitig auch gestalten, formen und ändern kann.

---

<sup>56</sup> [Rol08] , Rolf, 2008, S. 133

<sup>57</sup> [Rol08] , vgl. Rolf, 2008, S. 45

<sup>58</sup> [Rol08] , vgl. Rolf, 2008, S. 116

## 6.2. Indirekte Umwelteinflüsse des IuK-Technik Lebenszyklus

Die aus dem Mikropolis-Modell gewonnenen Erkenntnisse über die Auswirkungen der IT auf die Umwelt lassen sich ebenfalls in dem Buch "Information Technology and Sustainability" von Lorenz M. Hilty wiederfinden.<sup>59</sup> In einem erklärenden Modell (siehe Abbildung 12) werden diese Auswirkungen hauptsächlich in Hinblick auf die ökologische Umwelt anhand von Lebenszyklen erklärt.

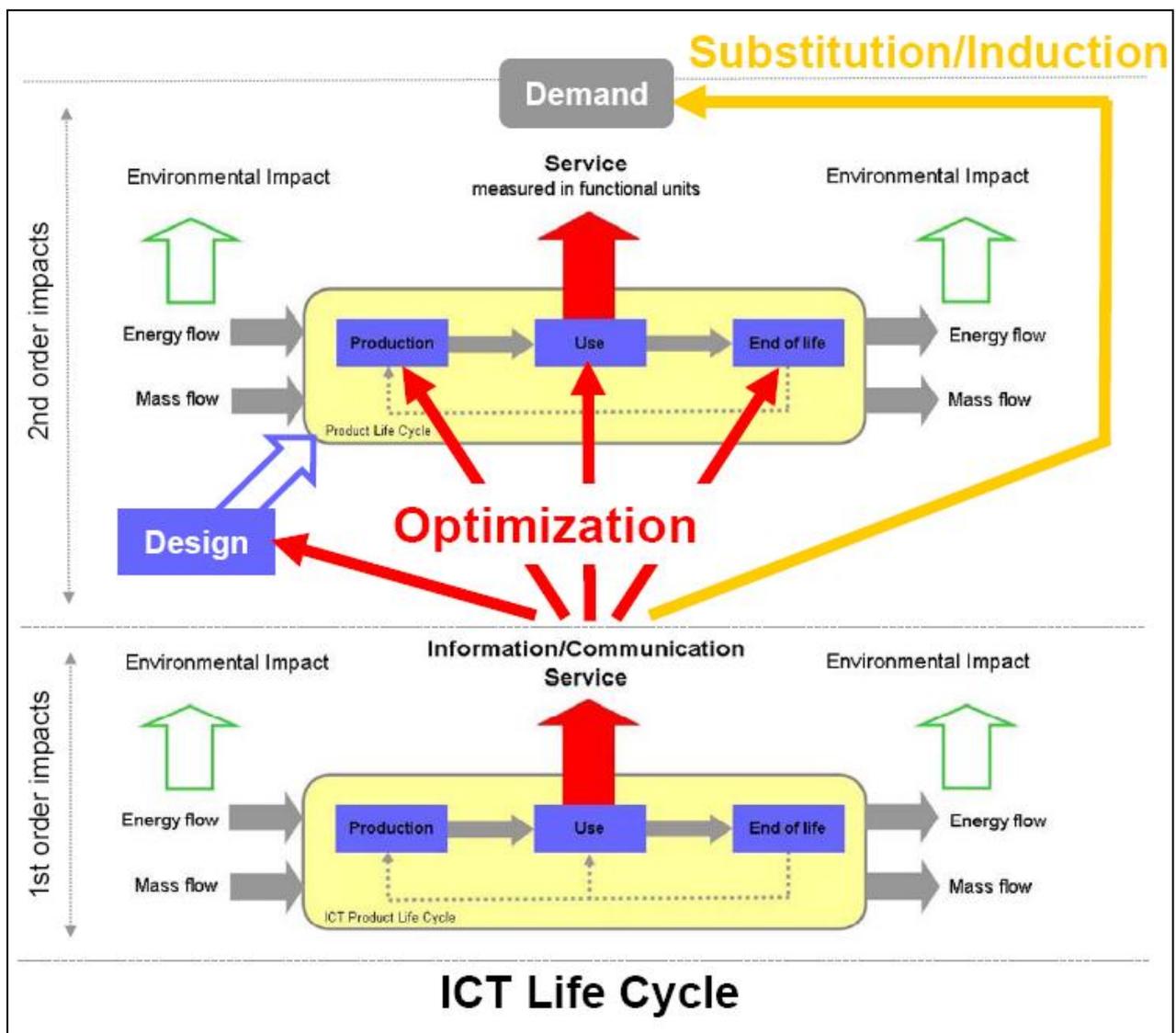


Abbildung 12: Umwelteinflüsse des IuK-Technik Lebenszyklus<sup>60</sup>

<sup>59</sup> [Hil08] , vgl. Hilty, 2008, S. 119 ff

<sup>60</sup> Quelle: [Cor07] , Coroama et al., 2007, S. 21

## Erweiterung des Green IT Verständnisses

Dem Modell nach besitzt jedes Produkt, ähnlich wie IuK-Techniken, einen Lebenszyklus, bestehend aus einer Herstellungs-, Verwendungs-, und Entsorgungsphase.<sup>61</sup> Auch hier werden Ressourcen in Form von Energie und Materialien als Input für die jeweiligen Phasen des Lebenszyklus benötigt. Energie- und Materialrestbestände, die vom Lebenszyklus nicht weiter verwendet werden können, treten als Output aus dem Lebenszyklus aus. Der Produktlebenszyklus ist durch die obere gelbe Fläche gekennzeichnet, während der IuK-Technik Lebenszyklus durch die untere gelbe Fläche hervorgehoben wird.

Der Einsatz von IuK-Techniken und der damit entstehende Informations- und Kommunikationsservice kann jede Lebenszyklusphase eines Produktes oder die Nachfrage nach dessen Dienst beeinflussen. Diese Einflüsse können nach Hilty hierbei als Induktions-, Optimierungs- und Substitutionseffekte verstanden werden und sind durch rote bzw. orangene Pfeile in der Grafik gekennzeichnet.

- Induktionseffekte sind jene, die die Nachfrage eines Produktes oder dessen Service stimulieren. Konkret bedeutet dies, dass durch die IKT die Nachfrage für das Produkt steigt, wie z.B. die Nachfrage nach Papier gestiegen ist, seitdem Drucker zu einer weit verbreiteten IuK-Technik wurden.
- Optimierungseffekte können in jeder Lebenszyklusphase eines Produktes ansetzen. Durch den Einsatz von IuK-Technik können diese Phasen optimiert werden. Beispielsweise kann der Einbau einer Informationstechnik in einer Waschmaschine zu einem energieeffizienteren Betrieb und somit zu einer Optimierung der Verwendungsphase führen.
- Substitutionseffekte treten auf, wenn der Einsatz von IuK-Techniken die physische Existenz eines Produktes substituiert. Die Nachfrage nach dem Service, den das Produkt bietet, wird durch die Nachfrage nach dem Service, den die IuK-Technik bietet, ersetzt. Ein Beispiel hierfür wäre das durch die IKT ermöglichte Versenden von Emails, welches die konventionelle Briefpost teilweise substituiert hat. Ein Substitutionseffekt muss wie in diesem Beispiel nicht immer eine komplette

---

<sup>61</sup> Bemerkung: In diesem Modell hinzugezogen ist eine Designphase, die Teil der Herstellungsphase ist. In den Erklärungen des Autors wird aber nicht tiefer auf diese Phase eingegangen, sodass sie auch in dieser Arbeit nicht weitergehend thematisiert wird.

## Erweiterung des Green IT Verständnisses

Ersetzung des alten Produktes bedeuten. Ein Rückgang der Nachfrage wäre bereits ausreichend.

Weiterhin ist der Grafik eine Aufteilung in zwei verschiedene Ebenen zu erkennen. Diese sind Bestandteil der verschiedenen Stufen von Umwelteinflüssen der IKT, von denen Hilty drei definiert:

1. Die „First-order“ Effekte sind jene, die durch die physische Existenz der IuK-Techniken entstehen. Sie beschreiben die Umwelteinflüsse, die während der einzelnen Lebenszyklusphasen der IuK-Technik (Production, Use, End of Life) anfallen.
2. Die „Second-order“ Effekte sind indirekte Umwelteinflüsse der IKT, die dadurch entstehen, dass die IKT die Möglichkeit hat Prozesse zu ändern und somit zu einer Veränderung der Umwelteinflüsse dieser Prozesse führt. Hierzu zählen unter anderem Produktions-, Transport-, oder Konsumprozesse.
3. Die „Third-order“ Effekte sind Umwelteinflüsse, die durch mittel- bis langfristige Veränderungen von Verhaltensmustern sowie wirtschaftlichen Strukturen aufgrund der Verfügbarkeit und die Nutzung von IuK-Techniken bedingt sind.

### 6.3. Erweiterte Green IT Definition

Die Ansätze von Rolf und Hilty zeigen, dass die IT durch die Wechselwirkungen mit der Außenwelt neben den direkten auch indirekte Einwirkungen auf die ökologische Umwelt haben kann. Unter den direkten sind dabei die First-order Effekte von Hilty zu verstehen, während die indirekten mit den Second-order und Third-order Effekten gleichzusetzen sind. Weil unter den IT-induzierten Umwelteinflüssen im Allgemeinen sowohl positive als auch negative Effekte zu zählen sind, können für die IT folgende Extremstandpunkte vertreten werden:

„Die IKT allein rettet die Umwelt“ und „Die IKT schadet immer der Umwelt“. Lorenz Hilty kommt zu dem Schluss, dass die Wahrheit zwischen diesen beiden Polen liegt.<sup>62</sup>

Eine interessante Frage, die sich nun im Rahmen dieser Arbeit stellt, ist jedoch, welche Tendenz sich in der Realität erkennen lässt. Zum jetzigen Stand kann dies noch nicht geklärt werden, denn Green IT Maßnahmen können die durch die Informationstechnik verursachte Umweltbelastung nur minimieren, nicht aber eliminieren. Man könnte also meinen, dass eine Welt ohne diese Techniken aus ökologischen Gesichtspunkten besser wäre. Die Gesellschaft kann jedoch sowohl auf die IT als auch auf die Umwelt nicht verzichten. Folglich muss also versucht werden, die Umweltbelastungen in anderen Branchen durch den Einsatz von Informationstechniken zu verringern, um die eigene, nicht mehr reduzierbare Belastung zu kompensieren. Dies lässt den Schluss zu, dass der Status Quo von Green IT, nämlich Green IT beschränkt auf den Informationstechnik Lebenszyklus, nicht ausreicht.

Green IT darf sich nicht nur auf den Lebenszyklus von Informationstechniken beschränken, sondern muss auch die Wechselwirkungen nach außen und die Einflüsse auf die Umwelt berücksichtigen. Sie muss das Ziel haben, IT gezielt einzusetzen, um somit indirekte positive ökologische Einflüsse in anderen Branchen zu bewirken. Auf Unternehmensebene sollte diese Aufgabe vor allem dem Wirtschaftsinformatiker zugeschrieben werden, der durch sein interdisziplinäres Wissen dafür prädestiniert ist, IT sinnvoll in das Unternehmen zu integrieren. Dieser muss sich plakativ mit der Frage auseinandersetzen: „Wie schaffen wir es als Wirtschaftsinformatiker, dass jeder in IT investierte Euro mindestens fünf Euro an

---

<sup>62</sup> [Hil08] , vgl. Hilty, 2008, S. 18

Erweiterung des Green IT Verständnisses

Rohstoffen und Energie einspart und/oder dass jede von IT verursachte Kilowattstunde mindestens fünf Kilowattstunden Energie und weitere Rohstoffe einspart?“<sup>63</sup>

Aufgrund der Bedeutung von IT für die Gesellschaft und dessen Auswirkungen auf die Umwelt, kann der bisherige Status Quo von Green IT nicht ausreichend sein. Aufbauend auf den gewonnen Erkenntnissen wird Definition daher erweitert:

**Unter dem Trend „Green IT“ sind alle umweltorientierten und ressourcenschonenden Bestrebungen zu verstehen, bei denen die Informationstechnologie sowohl im engeren als auch im weiteren Sinne betroffen ist. Die Motivation hierfür können ökologische und/oder ökonomische Interessen sein.**

**Green IT im engeren Sinne umfasst alle umweltorientierten und ressourcenschonenden Maßnahmen, die direkt Informationstechniken betreffen. Deren Umsetzung kann an allen Phasen des Informationstechnik Lebenszyklus ansetzen, also von der Herstellung über die Verwendung bis hin zur Entsorgung.**

**Unter Green IT im weiteren Sinne sind alle umweltorientierten und ressourcenschonenden Maßnahmen in sämtlichen Branchen zu verstehen, bei deren Umsetzung Informationstechniken maßgeblich verwendet werden.**

Im Gegensatz zur anfangs ausgearbeiteten lässt sich die erweiterte Definition von Green IT in zwei Bereiche unterteilen. Green IT im engeren Sinne entspricht dabei der bisherigen Definition und gibt die direkten Umwelteinflüsse der IT, die First-order Effekte, wider. Die zusätzliche Unterscheidung von Green IT im weiteren Sinne betrachtet zudem noch die indirekten Umwelteinflüsse, die Second-order Effekte.

Die Third-order Effekte, ebenfalls indirekte Umwelteinflüsse, sind allerdings nicht als Green IT zu verstehen, da diese nicht bewusst durch Maßnahmen, wie Green IT sie definiert, erzielt werden können. Sie sind eher langfristige Änderungen, die sich durch komplexe Wechselwirkungen autonom entwickeln.

Es ist zu beachten, dass die IT schon länger in anderen Branchen unterstützend eingesetzt wird und werden kann. Hervorgehoben werden soll durch diese Definition jedoch, dass

---

<sup>63</sup> [Buhl09] , Buhl et al., 2009, S. 55 f

Erweiterung des Green IT Verständnisses

dieser Einsatz und die damit verbundenen Wechselwirkungen als Green IT verstanden werden müssen, sobald sie ökologisch positive Einflüsse bewirken.

#### **6.4. Modell zur erweiterten Green IT Definition**

Um die neue Definition und dessen Verständnis zu verdeutlichen, werden die Modelle von Rolf und Hilty zu einem neuen, allgemeinen Modell (siehe Abbildung 13) zusammengeführt. Es veranschaulicht in erster Linie, die Abgrenzungen von Green IT. Zusätzlich hilft es, Green IT Maßnahmen der Definition zuzuordnen und die damit verbundenen Auswirkungen durch die bestehenden Wechselwirkungen zwischen der IT und der Außenwelt zu verstehen. Zwar sind diese Wechselwirkungen umfassend und komplex, allerdings fokussiert sich dieses Modell im Vergleich zum Mikropolis-Modell stärker auf die aus Green IT Sicht relevanten Zusammenhänge.

Weiterhin bleiben Green IT Maßnahmen in Unternehmen Mittelpunkt des Modells. Maßnahmen zur Erzielung positiver Umwelteinflüsse im privaten Gebrauch werden vernachlässigt.

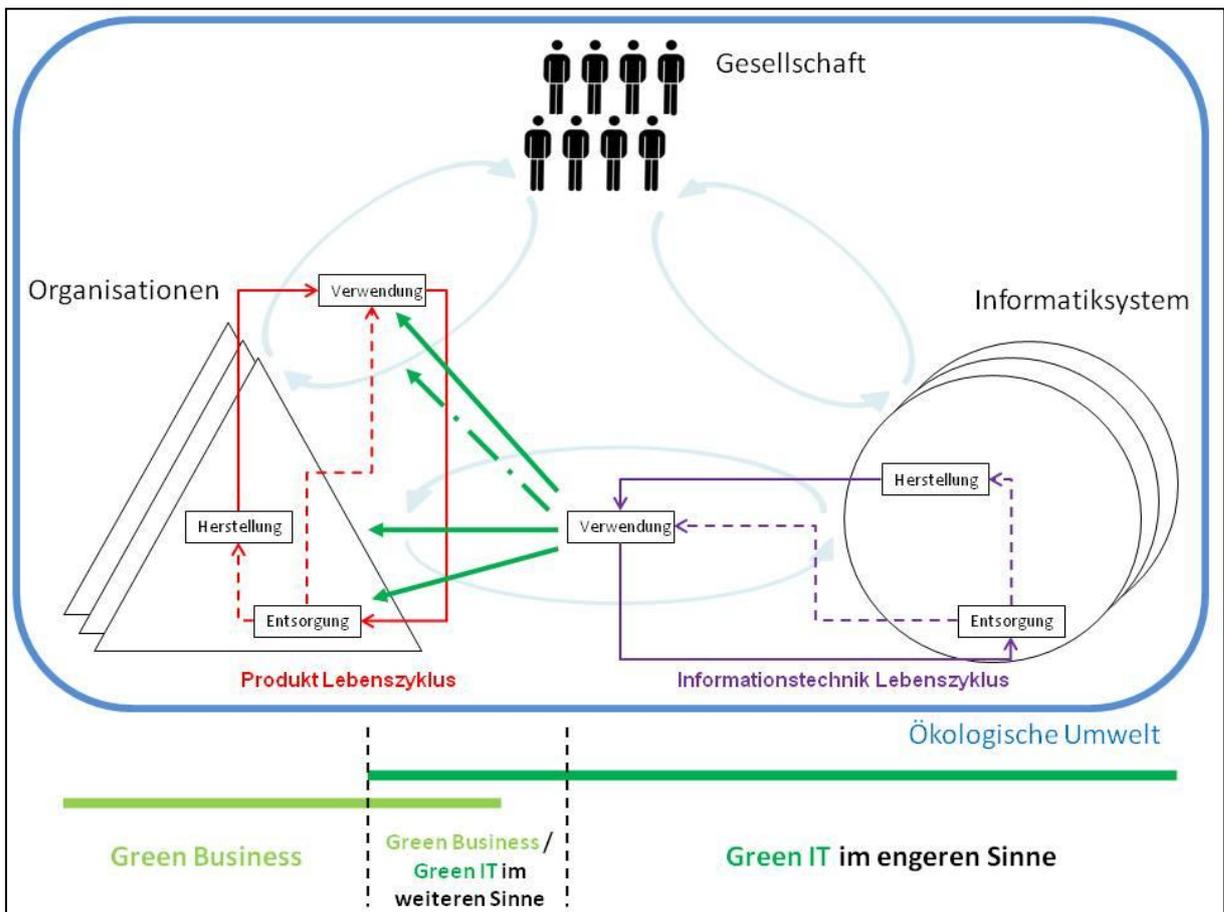


Abbildung 13: Green IT Modell - Allgemein<sup>64</sup>

Ähnlich wie im Mikropolis-Modell werden in dem allgemeinen Green IT Modell drei Akteure definiert, das Informatiksystem, die Organisationen und die Gesellschaft.

Unter dem Informatiksystem sind die IT-Hersteller zu verstehen, die Informationstechniken entwickeln oder herstellen. Beispielsweise zählen hierzu Unternehmen wie IBM oder Microsoft, aber auch Universitäten wie die Universität Hamburg, die maßgeblich an der Forschung und Entwicklung neuer Informationstechniken beteiligt sind.

Die Organisationen stellen hier alle Unternehmungen dar, die IT einsetzen. Sie entwickeln und vertreiben mit dessen Hilfe ein eigenes Produkt. Unter einem Produkt können dabei sowohl materielle als auch immaterielle Güter wie Dienstleistungen verstanden werden. Die Gesellschaft bildet das Umfeld für die IT-einsetzenden Unternehmen und den IT-Herstellern. Hierzu gehören Menschen und potentielle Kunden, Politik und gesetzgebende Regierungen, soziale Gesellschaften und ethische Werte sowie Religionen und spezifische Kulturen.

<sup>64</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## Erweiterung des Green IT Verständnisses

Alle drei Akteure sind in die **ökologische Umwelt** eingebettet. Sie stehen in ständiger Wechselwirkung mit der Umwelt, schöpfen Ressourcen in Form von Energie und Materialien und geben diese meist in veränderter Form wieder an die Umwelt ab.

Weiterhin im Modell zu erkennen ist der **Informationstechnik Lebenszyklus**. Er umfasst eine Herstellungs-, eine Verwendungs- und eine Entsorgungsphase. Für die **Herstellung** der Informationstechniken sind die Informatiksysteme verantwortlich. Beispielsweise entwickelt der Hardware-Hersteller Dell einen Server, welchen er an ein Unternehmen verkauft. Dass bei der Herstellung Bauteile aus anderen Unternehmen und Branchen stammen könnten, soll hier vernachlässigt werden. Die **Verwendung** dieses Servers wird zwischen dem Informatiksystem und der Organisation dargestellt. Der Grund ihrer Position liegt darin, dass Informationstechniken, hier der Server, während dieser Phase zwar von der Organisation eingesetzt werden, aber noch mit dem IT-Hersteller verbunden sind. Diese liefern unter anderem Support, Updates und evtl. Customizing. Die Verwendung von Informationstechniken gibt die **Wechselwirkung** zwischen den Informatiksystemen und den Organisationen wider. Sie ist die Schnittstelle an dem das Business und die IT zusammentreffen und spiegelt unter anderem die Innovationsspirale wider. Nach der Verwendung müssen die Informationstechniken entsorgt werden. Die **Entsorgung** kann sowohl von den IT-Herstellern selbst, als auch von anderen Unternehmen vorgenommen werden. Dell bietet seinen Kunden beispielsweise eine kostenfreie Entsorgung der eigenen Techniken an. Einfachheitshalber wird die Entsorgung in diesem Modell verallgemeinernd den IT-Herstellern zugeordnet.

Neben dem Informationstechnik Lebenszyklus ist der **Produkt Lebenszyklus** abgebildet, der dieselben Phasen definiert. Zur Veranschaulichung soll als Beispiel ein Plasma-Fernseher der Firma Panasonic dienen. Die **Herstellung** des Produktes wird von der Organisation Panasonic selbst durchgeführt. Nachdem der Fernseher hergestellt wurde, wird er an Zwischenhändler oder Endverbraucher der Gesellschaft verkauft. Die Phase der **Verwendung** befindet sich hier zwischen dem herstellenden Unternehmen und der Gesellschaft. Dies ist dadurch begründet, dass die Gesellschaft den Fernseher kauft, um ihn zu nutzen, Panasonic aber gleichzeitig durch Garantieansprüche oder Reparaturen beteiligter Akteur sein kann. Auch hier soll zur Vereinfachung die **Entsorgung** dem herstellenden Unternehmen zugeordnet werden. Die durch das Produkt entstehende **Wechselwirkung** zwischen dem Unternehmen und der Gesellschaft spiegeln in erster Linie das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage wider.

## Erweiterung des Green IT Verständnisses

Das Unternehmen kann dabei mit seinem angebotenen Produkt auf die Nachfrage der Gesellschaft reagieren, andersherum kann die Gesellschaft durch ihre Nachfrage das Angebot der Unternehmen beeinflussen.

Weiterhin existiert eine **Wechselwirkung** zwischen der Gesellschaft und den IT-Herstellern. Auf der einen Seite wird die IT-Branche durch die Gesellschaft geprägt. Normen und Werte sowie Gesetze und Richtlinien bewirken, dass die IT-Branche verstärkt zur umweltfreundlichen Herstellung und Entsorgung von umweltbewussten Informationstechniken beiträgt. Gleichzeitig verändert die IT die Gesellschaft. Verhaltensmuster und wirtschaftlichen Strukturen können durch die IT beeinflusst und geprägt werden.

Das Modell bildet weiterhin **drei Pfeile** ab, die von der Verwendungsphase des Informationstechnik Lebenszyklus abgehen. Diese symbolisieren die möglichen Auswirkungen der verwendeten Informationstechniken. Die durchgezogenen Pfeile zeigen dabei auf die einzelnen Phasen des Produkt Lebenszyklus und können als Optimierungseffekte verstanden werden. Die gestrichelte Linie hingegen stellt die Substitutions- und Induktionseffekte dar und zeigt auf die Wechselwirkung zwischen der Organisation und der Gesellschaft. Konkret wird hier die Nachfrage der Gesellschaft nach dem entsprechenden Produkt beeinflusst.

Nicht zu vergessen ist, dass diese Optimierungs-, Induktions- und Substitutionseffekte zu den von Hilty definierten Second-order Effekt führen können. Deutlich wird dies, wenn man bedenkt, dass die Organisationen, sowie die Gesellschaft und das Informatiksystem in die ökologische Umwelt eingebettet sind. Die Verwendung von Informationstechniken wirkt somit indirekt auf die Umwelt ein.

Auch die First-order und Third-order Effekte sind in dem Modell implizit enthalten. First-order Effekte lassen sich dadurch erklären, dass der gesamte Lebenszyklus von der ökologischen Umwelt umgeben ist und sich somit direkt auf die Umwelt auswirkt. Die Third-order Effekte werden in diesem Modell dadurch beschrieben, dass das Informatiksystem die ökologische Umwelt indirekt über die Gesellschaft verändern kann. Möglich ist dies durch die bestehende Wechselwirkung zwischen Informatiksystem und Gesellschaft, während die Gesellschaft selbst wiederum in der ökologischen Umwelt eingebunden ist.

## Erweiterung des Green IT Verständnisses

Nachdem die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Akteuren erklärt wurden, kann Green IT abgegrenzt werden. Hierfür sind die unteren Markierungen zu verwenden, die eine Unterteilung in einzelne Bereiche vornehmen. Auffallend ist dabei, dass neben der Abgrenzung von Green IT im engeren und im weiteren Sinne auch eine Abgrenzung zum sogenannten „Green Business“ stattfindet.

Unter **Green Business** wird nach Wikipedia ein Unternehmen, welches keine negativen Auswirkungen auf die globale oder lokale Umwelt, Gesellschaft oder Wirtschaft hat, verstanden.<sup>65</sup> In Anlehnung an Green IT sind im Rahmen dieser Arbeit unter Green Business jedoch alle Bestrebungen einer Unternehmung zu verstehen, die die gesamte, durch das Unternehmen entstehende Umweltbelastung verringern. Wie bereits erwähnt stellt die IT heutzutage einen wesentlichen Bestandteil jedes Unternehmen dar, sodass zur Umsetzung von Green Business Bestrebungen auch Informationstechniken verwendet werden können. Dies lässt den Schluss zu, dass, statt einer klaren Trennung zwischen Green Business und Green IT im weiteren Sinne, eine Überschneidung zu definieren ist. Während Green Business alle umweltbewussten Bestrebungen umfasst, beinhaltet **Green IT** im weiteren Sinne nur jene, in denen auch IT verwendet wird.

Zu **Green IT** im engeren Sinne zählen hingegen alle Maßnahmen, die am Lebenszyklus ansetzen und somit direkt auf die ökologische Umwelt einwirken.

---

<sup>65</sup> [Wik09e] , vgl. Wikipedia, 2009

## 7. Fallbeispiel

--- Vertrauliche Daten ---

## 8. Fazit

Der Begriff Green IT gilt oftmals noch als Modewort des IT-Sektors. Viele sehen ihn als ein Marketinginstrument, dessen Maßnahmen nicht den gewünschten ökologischen Nutzen bieten. Wie in dieser Arbeit aber deutlich wurde, kann eine richtige Definition zuzüglich sinnvoller Umsetzungsmaßnahmen wesentlich zum Umweltschutz beitragen und außerdem große Kosten einsparen. Vor allem für Unternehmen sollte Green IT daher ein attraktives Mittel darstellen, um das eigene Ziel der Gewinnmaximierung zu verfolgen und gleichzeitig der ökologischen Verantwortung gerecht zu werden. Neben den finanziellen Gesichtspunkten verhilft ein umweltbewusstes Handeln außerdem zu einem besseren Image.

In der Literatur wird Green IT im Wesentlichen auf die direkt von Informationstechniken ausgehenden Umwelteinflüsse beschränkt. Außer Acht gelassen wird, dass die Umweltbelastung ein globales und branchenübergreifendes Problem ist. Rolfs und Hiltys Modelle zeigen, dass die IT starke Wechselwirkungen mit seiner Außenwelt besitzt. Sie hat die Möglichkeit andere Branchen so zu prägen, dass diese ihre Umwelteinflüsse positiv verändern. Aufgrund dieser Fähigkeit steht die IT in der Pflicht, die eigenen ökologischen Bestrebungen auszuweiten. Die momentane Sichtweise auf Green IT ist somit nicht ausreichend und muss dahergehend erweitert werden, dass sie neben den direkten auch die indirekten Umwelteinflüsse umfasst.

Grundsätzlich kann Green IT als ein Trend gesehen werden, dem immer mehr Produzenten und Konsumenten folgen. Doch wie das Fallbeispiel zeigt, werden Maßnahmen oft nicht entscheidend genug umgesetzt. Was fehlt, ist das Bewusstsein für die Bedeutung und den Wert für die Menschheit. Um diese „Green IT Awareness“ zu entwickeln, ist ein klares und einheitliches Verständnis notwendig. Diese Arbeit verdeutlicht die Relevanz, schafft die erforderliche Grundlage und verhilft somit zur Awareness.

Ist eine Mentalität im Sinne von Green IT vorhanden, können zukünftig größere Potenziale der IT genutzt werden, um Umweltbelastungen zu minimieren. Ein solches Bewusstsein führt dazu, dass Maßnahmen stärker unter ökologischen Gesichtspunkten analysiert werden und die Umwelt verglichen mit dem Kostenaspekt keine untergeordnete Rolle spielt. Mit der Zeit würden sich dann effiziente Green IT Konzepte verbunden mit einer sinnvollen Umsetzung

## Fazit

etablieren und sich deren positive Auswirkungen auf die Umwelt für andere ersichtlich zeigen. Die IT würde beweisen, dass man Umweltschutz mit Kostensenkungen verbinden kann. Weiterhin kann sie eine Vorbildfunktion einnehmen, dem andere Branchen folgen würden.

Durch eine solche Entwicklung würde die IT sich dem genannten Extrempol „Die IKT allein rettet die Umwelt“ annähern und dafür sorgen, dass Green IT eine insgesamt umweltbewusste und ressourcenschonende Entwicklung darstellt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine Green IT Bestrebung nach dem in dieser Arbeit entwickelten Verständnis dringend notwendig ist, um dem globalen Problem der Umweltbelastung entgegenzuwirken.

### III. Literaturverzeichnis

**[ATK08a]** A.T.Kearney (2008) - Pressemitteilung - Green IT: Vom Umweltsünder zu Klimaretter?.

**[ATK08b]** A.T.Kearney (2008) - Von Green IT zu Green Business.

**[App09]** Apple Inc (2009) - Apple: Macbookpro, Zitat vom: 17.06.2009,  
<http://www.apple.com/de/macbookpro/environment.html>.

**[BSS09a]** Beiersdorf Shared Services GmbH (2009) - Intranet, Zitat vom: 18.09.2009.

**[BSS09b]** Beiersdorf Shared Services GmbH (2009) - Ausbildungsunterlage\_Kaufmann, Hamburg.

**[BSS09c]** Beiersdorf Shared Services GmbH (2009) - Serverstatistik, Hamburg.

**[BIT09]** BITKOM (2009) - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., Zitat vom: 23.09.2009,  
[http://www.bitkom.org/de/presse/8477\\_56246.aspx](http://www.bitkom.org/de/presse/8477_56246.aspx).

**[Buhl09]** Buhl, H. U. / Laartz, J. / Löffler, M. / Röglinger, M. (2009) - Green IT reicht nicht aus!, WuM, Ausgabe 01.2009.

**[Bun06]** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006) - Nationaler Allokationsplan 2008-2012.

**[BunU]** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (o.J.) - Umweltinnovationsprogramm, Zitat vom: 30.06.2009,  
[http://www.bmu.de/foerderprogramme/pilotprojekte\\_inland/doc/2330.php](http://www.bmu.de/foerderprogramme/pilotprojekte_inland/doc/2330.php).

**[CeB09]** CeBIT (2009) - Gebäudeplan nach Ausstellungsprogramm, Deutsche Messe AG.

**[Chip08]** Michl, M. (2008) - Ist die IT ein Klimakiller?, Chip, Ausgabe Herbst 2008.

**[Cor07]** Coroama, V. / Eicker, M. O. / Hilty, L. M. / Müller, E. / Ruddy, T. F. (2007) - The Role of ICT in Energy Consumption and Energy Efficiency, ICT-ENSURE consortium, EMPA, St. Gallen.

**[Dom97]** Domschke, W. / Scholl, A. / Voß, S. (1997) - Produktionsplanung, Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg.

**[Ene09]** EnergieAgentur.NRW (2009) - Strompreise in Deutschland, Zitat vom: 17.10.2009, <http://www.ea-nrw.de/ekwaeschereien/grafik.asp?TopCatID=3106&CatID=3106&RubrikID=3165>.

**[Eur08]** European Commission (2008) - Ad-hoc Advisory Group ICT for Energy Efficiency, Brüssel.

**[GGr08]** The Green Grid (2008) - Data Center Power Efficiency Metrics: PUE and DCiE.

**[GGr09]** The Green Grid (2009) - Using Virtualization to Improve Data Center Efficiency.

**[HTW]** Decurtins, R. / Kadic, H. (o.J.) - Technologien und Massnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs von Rechenzentren Green IT, HTW Chur.

**[Hil08]** Hilty, L. M. (2008) - Information Technology and Sustainability, Books on Demand GmbH, Norderstedt.

**[Hil09a]** Hilty, L. M. interviewt von M'Bu, L. (2009) - Green Computing: Milliarden-Sparpotenzial noch ungenutzt, IT-Solutions.

**[Hil09b]** Hilty, L.M. (2009) - Informatik und Nachhaltigkeit, Folien für das Informatik-Kolloquium Uni Hamburg.

**[IBM]** IBM Deutschland GmbH (o.J.) - Energieeffizienz Know-how auf 32 Seiten, Zitat vom: 23.09.2009, <http://www-05.ibm.com/ch/green-it/greenbook.html>.

**[IBM07]** IBM Deutschland GmbH (2007) - Presseinformation: IBM Projekt "Big Green" konsolidiert 3900 Server auf 30 Linux-Großrechner, Stuttgart.

**[IBM08]** IBM Deutschland GmbH (2008) - Greenbook Energieeffizienz: Trends und Lösungen, Zürich.

**[IBM09]** IBM Deutschland GmbH (2009) - Green Technology Services für mehr Energieeffizienz im Rechenzentrum, Zitat vom: 23.09.2009, [http://www-03.ibm.com/systems/de/greendc/green\\_technology/](http://www-03.ibm.com/systems/de/greendc/green_technology/).

**[IEE]** Initiative EnergieEffizienz (o.J.) - Leistung steigern, Kosten senken: Energieeffizienz im Rechenzentrum, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).

**[ITW09a]** ITWissen (2009) - Virtualisierung, DATACOM Buchverlag GmbH, Zitat vom: 25.10.2009, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Virtualisierung-VT-virtualization-technology.html>.

**[ITW09b]** ITWissen (2009) - Servervirtualisierung, DATACOM Buchverlag GmbH, Zitat vom: 25.10.2009, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Servervirtualisierung-server-virtualization.html>.

**[ITW09c]** ITWissen (2009) - Green IT[Online] DATACOM Buchverlag GmbH, Zitat vom: 23.06.2009, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/GreenIT-green-IT.html>.

**[Knü]** Knürr AG (o.J.) - Knürr Cool Flex.

**[Knü09]** Knürr AG (2009) - Auditprotokoll Knürr CoolScan 3.Juni 2009 Protokoll, Hamburg.

**[Kon09]** Konrad, I. (2009) - Grüne Zeiten, IT Director, Ausgabe 4.

**[Pro08]** Professional Computing (2008) - PC Professional, NetMediaEurope Deutschland GmbH, Zitat vom: 23.09.2009, [http://www.pc-professionell.de/news/professional\\_computing/news20080125019.aspx](http://www.pc-professionell.de/news/professional_computing/news20080125019.aspx).

**[Pro09]** Butollo, F. / Kusch, J. / Laufer, T. (2009) - Buy IT fair, procureITfair, Berlin.

**[Rol08]** Rolf, A (2008) - Mikropolis 2010, Metropolis-Verlag, Marburg.

**[StB09]** Statistisches Bundesamt (2009) - Unternehmen mit eigener Website und Internetzugang 2008, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Zitat vom: 23.09.2009, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Grafiken/Informationsgesellschaft/Diagramme/Internet,templateId=renderPrint.psml>.

**[Tec08]** TecChannel (2008) - Effizientes Strommanagement spart Kosten, Zitat vom: 23.06.2009, [http://www.techannel.de/server/hardware/1760738/green\\_it\\_strom\\_sparen\\_in\\_serverraeumen\\_durch\\_optimales\\_energiemanagement/index.html](http://www.techannel.de/server/hardware/1760738/green_it_strom_sparen_in_serverraeumen_durch_optimales_energiemanagement/index.html).

**[Vel08]** Velte, T. J. (2008) - Green IT, Mc Graw Hill, 2008.

**[VMw09]** VMware (2009) - Grundlagen der Virtualisierung, Zitat vom: 25. 10 2009,  
<http://www.vmware.com/de/virtualization/>.

**[Wik09a]** Wikipedia (2009) - Green IT, Wikimedia Foundation Inc., Zitat vom: 23.06.2009,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Green\\_IT](http://de.wikipedia.org/wiki/Green_IT).

**[Wik09e]** Wikipedia (2009) - Sustainable Business, Wikimedia Foundation Inc., Zitat vom:  
13.09.2009, [http://en.wikipedia.org/wiki/Green\\_business](http://en.wikipedia.org/wiki/Green_business).

**[Wik09f]** Wikipedia (2009) - Shared Services, Wikimedia Foundation Inc., Zitat vom: 16. 09  
2009, [http://de.wikipedia.org/wiki/Shared\\_Service\\_Center](http://de.wikipedia.org/wiki/Shared_Service_Center).

**[Wik09g]** Wikipedia (2009) - Videokonferenz, Wikimedia Foundation Inc., Zitat vom:  
18.09.2009, <http://de.wikipedia.org/wiki/Videokonferenz>.

**[Wik09h]** Wikipedia (2009) - e-waste, Wikimedia Foundation Inc., Zitat vom: 23.09.2009,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/E-Waste>.

**[Wik09i]** Wikipedia (2009) - Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte,  
Wikimedia Foundation Inc., Zitat vom: 23.09.2009, <http://de.wikipedia.org/wiki/WEEE>.

**[Wis09]** wissen.de (2009) - Trend, Wissen Media Verlag, Zitat vom: 09.09.2009,  
<http://www.wissen.de/wde/generator/wissen/ressorts/bildung/index?page=1259562.html>.

## **IV. Eidesstattliche Erklärung zur Bachelorarbeit**

Ich versichere, dass ich die vorstehende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe und mich anderer als der im beigefügten Verzeichnis angegebenen Hilfsmittel nicht bedient habe. Alle Internetquellen sind der Arbeit beigefügt. Des Weiteren versichere ich, dass ich die Arbeit vorher nicht in einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht habe und dass die eingereichte schriftliche Fassung der auf dem elektronischen Speichermedium entspricht.

---